

R 7801

PREOCCUPATIONS ET CONNAISSANCES TECHNIQUES EN MATIERE DE REPRODUCTION PORCINE

*PAQUIGNON M. (1), MARTINAT-BOTTE F. (1),
BARITEAU F. (2), BOSCH M.J. (2), COUROT M. (2), MAULEON P. (2), SIGNORET J.P. (2)*

(1) I.T.P. - 149, rue de Bercy, 75579 PARIS Cedex 12

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

En une dizaine d'années, l'élevage français a subi une véritable révolution. D'un élevage familial traditionnel, nous sommes passés à des ateliers de taille importante qui ont obligé à modifier et à améliorer les techniques d'élevage déjà existantes et à en proposer d'autres.

Au long de cette décennie, les objectifs importants en matière de reproduction porcine ont été — chez le mâle, l'amélioration de la technique d'insémination artificielle dans le but de permettre la plus large diffusion des meilleurs géniteurs en les rendant accessibles au maximum d'éleveurs — chez la femelle, une meilleure régulation des différents événements de sa vie génitale (ovulation, mise-bas) tout en réduisant les temps improductifs.

LE MALE

L'aspect "mâle" de la reproduction porcine a été envisagé essentiellement sous son côté pratique, en liaison avec l'insémination artificielle. Toutefois, de nombreuses remarques relatives au comportement sexuel et à la production du sperme peuvent trouver une application dans des conditions naturelles d'élevage... Nous étudierons successivement : le comportement sexuel des reproducteurs avec, au passage, mention des problèmes de comportement des truies, la production du sperme, puis sa conservation soit frais, soit congelé.

I - COMPORTEMENT DES REPRODUCTEURS

A/ Utilisation des jeunes verrats

Pour bénéficier au mieux de l'effort de sélection, les jeunes verrats issus de station de contrôle doivent être utilisés le plus tôt possible. L'expérience des centres d'insémination artificielle permet de disposer de chiffres portant sur un nombre important de sujets ; ainsi, au centre I.N.R.A. de Rouillé, un certain nombre de jeunes verrats n'ont pas pu être collectés, malgré des essais répétés poursuivis pendant deux mois (tableau 1).

TABLEAU 1

APTITUDE A LA COLLECTE DU SPERME DE JEUNES VERRATS SORTANT DE STATION DE CONTROLE
(6-7 MOIS)

RACE	NOMBRE DE VERRATS	ANIMAUX N'AYANT PAS PU ETRE UTILISES	
		NOMBRE	POURCENTAGE
Large White	241	34	14,1 %
Land Race	85	18	21,2 %

Dès que les réactions sexuelles apparaissent vis-à-vis du mannequin, la collecte peut être obtenue rapidement, après un ou deux essais. La présentation à une femelle en chaleur ne permet pas d'améliorer les réactions sexuelles des mâles inactifs. La différence observée entre LW et LR pourrait être d'origine raciale, car dans les deux cas, les conditions d'élevage (mâles en groupes et alimentation) sont comparables et la maturité physiologique est largement atteinte à l'âge de la sortie de station de contrôle. Bien que l'on ne dispose pas de données chiffrées, il est vraisemblable qu'une partie des verrats inactifs pourraient être utilisés ultérieurement, que ce soit pour l'accouplement naturel ou la production de sperme, mais avec un retard très important.

Les conditions d'élevage en station ont été mises en cause dans certains cas. Pour d'autres espèces en effet, on montre que certaines conditions d'élevage avant la puberté, et notamment l'isolement, pourraient influencer très profondément le comportement sexuel et provoquer des perturbations souvent durables. Chez les porcins, HEMSWORTH et al. (1977) ont montré que les verrats élevés isolés pour un contrôle individuel présentaient des perturbations importantes du comportement sexuel par rapport à ceux élevés en groupes de mâles (comme c'est le cas en France) ou en présence de femelles, ces deux conditions ne donnant pas de résultats différents (tableau 2).

TABLEAU 2
EFFET DES CONDITIONS D'ELEVAGE SUR LE DEVELOPPEMENT ET L'ACTIVITE SEXUELLE
DES VERRATS

	ISOLES	GROUPES DE MALES	MALES ET FEMELLES
Nombre de sujets	6	6	6
Gain de poids 20 jours à 7 mois (kg)	91,2	95,3	97,1
Nombre d'activités de parades sexuelles	320	572	690,6
Nombre moyen d'accouplements au cours des essais	2,1	10,6	8,5
Taux de montes mal orientées	3,7	2,9	3,4

(D'après HEMSWORTH et al., 1977)

L'utilisation précoce du jeune verrot ne semble avoir aucun effet défavorable. SWIERSTRA (1974) a montré que des collectes régulières tous les 3 ou 4 jours à partir des âges de 200 - 240 ou 280 jours n'entraînaient aucune différence sur la qualité ou la quantité du sperme produit ultérieurement. Il semble donc possible d'utiliser sans risques de très jeunes mâles, il n'en reste pas moins qu'un certain nombre d'entre eux posent des problèmes de comportement sexuel. L'importance des conditions d'élevage sur l'organisation de l'activité reproductrice met en question la manière dont les verrats sont entretenus en station de contrôle. Il semble nécessaire d'entreprendre des expérimentations pour mettre au point une conduite d'élevage qui permettrait non seulement l'extériorisation des capacités de croissance, mais qui donnerait aussi de plus fortes chances de produire des animaux susceptibles de faire une carrière efficace de reproducteur.

Les difficultés dues à une déficience du comportement sexuel de jeunes verrats ne sont donc pas considérables, mais elles sont bien réelles surtout en raison du prix de revient élevé de ces animaux.

B/ Détection des chaleurs

La réaction d'immobilisation est la meilleure indication de l'état de chaleur chez la truie, mais le fait que toutes les femelles ne réagissent pas en l'absence du mâle, limite son intérêt pour la mise en oeuvre de l'insémination artificielle. L'apparition des composés de synthèse reproduisant l'odeur du verrot a permis d'améliorer considérablement l'utilisation pratique de la réaction d'immobilisation (SIGNORET & BARITEAU, 1975). Par contre, la diffusion des grognements du mâle ne permet d'induire la réponse que sur un faible pourcentage des femelles qui ont été négatives après l'action de l'odeur (tableau 3).

TABLEAU 3

EFFET DE L'ODEUR ET DES CRIS DU VERRAT POUR INDUIRE L'IMMOBILISATION
CHEZ DES TRUIES PRESENTEES A L'INSEMINATION ARTIFICIELLE

TECHNIQUES UTILISEES SUCCESSIVEMENT	NOMBRE TRUIES NEGATIVES	REACTION D'IMMOBILISATION	
		NOMBRE	POURCENTAGE
1. Odeur de verrat (bombes SPA)	778	392	50,38
2. Enregistrement de cris de verrat		37	4,75
TOTAL	778	429	55,13

(S.E.I.A. - Rouillé, 1977)

Les divers produits de synthèse, conditionnés sous forme d'aérosol, fournissent donc un moyen efficace pour faciliter la détection des chaleurs. Mais, l'utilisation simultanée de l'effet des cris et de l'odeur ne semble pas augmenter, d'une manière suffisante, l'efficacité de l'odeur pour être recommandée en pratique.

C/ Influence du comportement sur la reproduction

Les résultats d'insémination artificielle montrent que l'immobilisation de la truie est associée à un taux de fécondation élevé. La facilitation de cette réaction par l'odeur ou les cris du verrat améliore aussi les taux de gestation (tableau 4).

TABLEAU 4

EFFET DE LA REACTION D'IMMOBILISATION SPONTANEE OU FACILITEE PAR L'ODEUR ET LES CRIS
DU VERRAT SUR LE TAUX DE GESTATION OBTENUE APRES INSEMINATION ARTIFICIELLE

	REACTION	Nbre TRUIES	TAUX M.B.	PROLIFICITE
Truies témoins non soumises aux stimuli	Immobilés	2320	68,6	10,60
	Non immobilés	403	42,4	9,96
Truies expérimentales	Immobilés immédiatement	2188	68,7	10,40
	Immobilés après odeur	392	60,7	9,80
	Immobilés après odeur + cris de verrat	37	51,4	9,85
	Négatives	98	37,8	9,80

(S.E.I.A. - Rouillé, 1977)

Ceci pourrait être dû, soit à une amélioration du transport des spermatozoïdes, soit à un effet sur l'ovulation car il a été montré que les stimuli de l'accouplement accélèrent et groupent les ovulations (SIGNORET et al., 1975).

II - PRODUCTION DU SPERME - FACTEURS DE VARIATION

Le nombre élevé de spermatozoïdes nécessaires pour inséminer une truie, 3.10^9 au plus, exige une production spermatique importante des verrats pour pouvoir diffuser très largement leur semence. La production utile récoltée provient exclusivement de la queue de l'épididyme (SWIERSTRA, 1971 ; tableau 5) où elle

est stockée après élaboration dans le testicule, maturation dans la partie antérieure de l'épididyme et acquisition du pouvoir fécondant dans le corps et la partie proximale de la queue de l'épididyme (HUNTER et al., 1976). La quantité de spermatozoïdes disponibles pour l'éjaculation est proportionnelle aux réserves spermatiques et donc au poids du testicule (SWIERSTRA, 1968). Celui-ci augmente jusqu'à l'âge de 4 ans environ (ROHLOFF, 1973) et présente de fortes variations individuelles (HUHN, 1970 ; COUROT & LEGAULT, 1977). Les différences de développement testiculaire observées entre verrats pourraient être sous contrôle génétique (mêmes auteurs). Il est donc important, dans le choix des jeunes reproducteurs, de faire attention au développement de leur appareil génital. Ce point serait d'autant plus important qu'il pourrait exister une relation (génétique) entre la taille des gonades chez le verrat et le taux d'ovulation chez la truie (PROUD et al., 1976) mais ceci est encore discuté (PROUD et al., 1977).

TABLEAU 5

INFLUENCE DE L'EJACULATION SUR LES RESERVES SPERMATIQUES DU VERRAT (SWIERSTRA, 1971)

	DELAI RECOLTE / OBSERVATION	
	5 HEURES	3 JOURS
Poids épидидyme (g)	60 ± 3 (12)	66 ± 3 (10)
Spermatozoïdes (.10 ⁹)		
Tête épидидyme	21,4 ± 1,2	23,9 ± 1,4
Corps épидидyme	15,2 ± 1,8	16,4 ± 1,5
Queue épидидyme	27,5 ± 2,7 *	42,6 ± 2,5

() Nombre de verrats.

* Seules, les réserves spermatiques de la queue de l'épididyme sont abaissées significativement ($P < 0,01$) sous l'effet des collectes de semence.

La production spermatique utile dépend de l'âge des verrats. Du sperme peut normalement être obtenu dès que les géniteurs sortent des stations de contrôle de performance (tableau 6), mais la quantité que l'on peut récolter augmente de 10 à 20 milliards de spermatozoïdes par jour chez les verrats entre un et quatre ans (ROHLOFF, 1973) avec des variations selon les races et selon le rythme de collecte... Le verrat épuise rapidement ses réserves spermatiques disponibles pour l'éjaculation car le nombre de spermatozoïdes obtenu dans un éjaculat est très élevé par rapport aux réserves épидидymaires mobilisables. En conséquence, l'augmentation du rythme des collectes au-delà de une par semaine fait diminuer fortement le nombre de spermatozoïdes par éjaculat en n'augmentant que modérément le nombre total obtenu par semaine (GERRITS et al., 1962 ; du MESNIL du BUISSON et SIGNORET, 1970 ; ROHLOFF, 1973 ; SWIERSTRA, 1973). Toutefois, il semble que deux récoltes hebdomadaires ou plus, aient une influence favorable sur la qualité du sperme appréciée par son aptitude à supporter la congélation (PAQUIGNON & COUROT, 1975 a) ou par sa fécondance (KONJUHOVA, 1966 ; SWIERSTRA & DYCK, 1976).

TABLEAU 6

INFLUENCE DE L'AGE DES VERRATS SUR LE NOMBRE DE SPERMATOZOÏDES OBTENUS PAR EJACULAT (1 RECOLTE/SEMAINE)

Age (années)	≤ 1	1-1,5	1,5-2	2,5-3
Nombre éjaculats	97	475	525	398
Spermatozoïdes (.10 ⁹)	88	91	105	107

Données S.E.I.A. - Rouillé (D'après SIGNORET, 1970).

Les facteurs d'environnement, exercent aussi une influence sur la production spermatique du verrat. Les températures élevées sont spécialement défavorables à la qualité du sperme (McNITT & FIRST, 1970 ; WETTEMAN et al., 1976 ; MAZZARI et al., 1968) alors que les températures basses extrêmes n'ont pas d'influence sur les capacités de reproduction du verrat, comme le prouvent les travaux de SWIERSTRA (1970) conduits sur des animaux entretenus en extérieur dans les plaines centrales du Canada où la température moyenne de Janvier est aux environs de -10°C .

Par contre, des verrats entretenus en extérieur, en été, dans la région du Poitou (Température moyenne $25,5^{\circ}\text{C}$) ont présenté une fertilité significativement plus faible que celle d'animaux maintenus dans une porcherie où le niveau moyen de température n'était que de 18°C (48 versus 56,3 % de mises-bas, 5842 truies inséminées ; SIGNORET & du MESNIL du BUISSON, 1968).

Enfin, le sperme de verrat soumis à une température élevée, a non seulement un plus faible pouvoir fécondant (MAZZARI et al., 1968) mais en plus, la qualité de la fécondation qu'il assure est moins bonne et la mortalité embryonnaire est plus élevée chez des truies inséminées avec la semence de tels verrats (WETTEMAN et al., 1976). Dans des conditions expérimentales extrêmes (MAZZARI et al., 1968) ont même observé que l'effet de la température est plus grave encore si elle est associée à une longue durée quotidienne d'éclairement. Il convient donc de veiller aux conditions d'habitat des reproducteurs de manière à les maintenir dans le meilleur environnement thermique, voir même lumineux, avec une attention toute particulière à éviter les fortes chaleurs estivales.

III - CONSERVATION DU SPERME

L'objectif pratique de l'insémination artificielle est de rendre accessibles les meilleurs géniteurs au maximum de truies. Compte-tenu :

- 1/ des caractéristiques de la production spermatique qui interdit des récoltes trop fréquentes de sperme,
- 2/ du développement de l'organisation de l'élevage porcine qui conduit les éleveurs à vouloir disposer du sperme d'un verrat à bon index plusieurs jours de suite pour inséminer toutes les truies d'une bande même si leur venue en chaleur s'étale sur plusieurs jours,

il est indispensable de préserver la semence du verrat pendant plusieurs jours *in vitro*. Deux voies ont été empruntées pour résoudre ce problème, la conservation de semence "fraîche" pendant quelques jours, ou celle de semence "congelée", théoriquement ses limites de temps.

A/ Conservation de la semence fraîche

Des travaux anciens avaient montré que le sperme de verrat se conservait aisément à la température de 15°C en ampoules ou en flacons scellés lorsqu'il était dilué dans un milieu salin (du MESNIL du BUISSON & DAUZIER, 1958) car les spermatozoïdes perdaient toute activité et motilité en raison du phénomène d'anaérobiose. Réoxygénés *in vitro* ou déposés dans les voies génitales de la truie, ils récupéraient leur motilité et se montraient capables de féconder les oeufs dans la mesure où le nombre de spermatozoïdes déposés était suffisant (mêmes auteurs). Le dilueur IVT, dérivé d'un dilueur pour sperme de taureau, mais utilisé sans jaune d'oeuf et adapté aux conditions de l'insémination artificielle porcine par du MESNIL du BUISSON & DAUZIER (1958) permettait d'utiliser la semence pendant deux jours, le jour de la récolte (J0) et le lendemain (J1), avec une bonne fertilité. Mais il fallait, en J1, doubler la dose de semence pour conserver un taux de réussite convenable, et dès J2, la fertilité baissait en dépit des artifices employés dans la préparation de la semence (barbottage de CO_2 ou autres...). En outre, la semence était conservée en ampoules qu'il fallait rediluer au moment de l'emploi. Il était donc nécessaire d'avoir recours à un dilueur qui permette une plus longue conservation et il fallait aussi simplifier l'emploi des doses pour faciliter le travail de mise en place.

Le BL1, milieu 10 fois plus riche que l'IVT en glucose, mais moins concentré en citrate de sodium (PURSEL et al., 1973) s'est révélé être un meilleur protecteur des spermatozoïdes du verrat en préservant mieux le taux de spermatozoïdes mobiles *in vitro* (BARITEAU et al., 1976a). Les essais comparés *in vivo* de BL1 et IVT à partir d'éjaculats partagés ont confirmé les observations *in vitro* ; de plus, ils ont montré que le BL1 augmente d'une journée la durée utile de conservation de la semence (J0, J1 et J2) et qu'il suffit (mais est nécessaire) de doubler la dose inséminée seulement en J2 pour maintenir une fertilité élevée (BARITEAU et al., 1976b ; tableau 7)

En outre, il est possible de préparer des doses prêtes à l'emploi, évitant ainsi les problèmes de préparation et de stockage du second dilueur. En outre, un résultat imprévu et important est apparu au dépouillement des données de mise-bas : par rapport à l'IVT, et à fertilité égale, le BL1 permet, en moyenne, d'obtenir entre un quart et un tiers de porcelets en plus par portée (BARITEAU et al., 1977 ; tableau 7).

TABLEAU 7

FERTILITE ET PROLIFICITE DES TRUIES SELON LE DILUEUR DE CONSERVATION DU SPERME

	IVT (J0 - J1)	BL1 J0 - J1 - J2)
Nombre de truies inséminées	1308	2566
Taux de mise-bas	64,1	64,8
Prolificité	10,07	10,34

Les résultats BL₁ sont obtenus avec utilisation de la semence pendant un jour de plus que IVT.

Poursuivant cet objectif pratique d'augmenter la durée de conservation de la semence et selon les résultats positifs de DEDE & STEINBACH (1976), nous avons ajouté de la catalase au dilueur BL1, mais les premiers résultats de fertilité invitent à la prudence.

Une autre voie est aussi à l'essai pour vérifier si l'augmentation du glucose dans le dilueur (dilueur de "Guelph" ou de "Merck") permet d'augmenter la durée de conservation de la semence jusqu'à J4 : les premiers résultats enregistrés sont encourageants avec le sperme de J3 et J4, mais ils doivent encore être confirmés... Peut-être seront-ils comparables à ceux annoncés par une firme commerciale pour un dilueur dont la composition est tenue secrète qui pourrait être utilisé une semaine, mais qu'il semble très difficile de se procurer pour conduire des expériences comparées.

Dès maintenant, on est cependant en possession d'une technique relativement fiable qui permet d'obtenir de très bons résultats (plus de 80 % de mise-bas après insémination artificielle de truies adultes sur une seule chaleur par des éleveurs à qui est envoyée de la semence diluée dans du BL1) avec de la semence conservée jusqu'à 3 jours (J0, J1, J2). Ainsi, avec seulement deux récoltes par semaine, on peut disposer en permanence de la semence des meilleurs verrats.

B/ Conservation de la semence congelée

Le succès de la congélation de la semence de verat est très récent. Les premiers taux de réussite convenables n'ont été obtenus qu'en 1970 en inséminant les truies directement dans l'oviducte (POLGE et al., 1970). Après les premières gestations obtenues par insémination intracervicales (CRABO & EINARSSON, 1971 ; PURSEL & JOHNSON, 1971a), d'importants progrès furent réalisés. L'amélioration des résultats est le fait de connaissances plus approfondies portant sur la technologie de la congélation et du dégel.

1. Technologie de la congélation

a) Les dilueurs :

Les dilueurs de congélation doivent être des milieux favorables à la survie et à la conservation du pouvoir fécondant des spermatozoïdes. Beaucoup de dilueurs anciennement utilisés pour la congélation dérivait des dilueurs bovins. Mais l'absence de fécondation après utilisation de tels dilueurs orienta les recherches vers des dilueurs de composition spécifique pour la semence de verat (tableau 8). Ils sont essentiellement constitués d'éléments énergétiques, de tampons, d'adjuvants et de cryoprotecteurs.

TABEAU 8
PRINCIPAUX DILUEURS DE CONGELATION

PRODUITS (g)	PURSEL & JOHNSON, 1972 (1)	SALAMON, 1973 PAQUIGNON et al., 1974 POLGE, 1976	VISSER & SALAMON, 1974
Glucose	3,2	5,67	
Fructose			1,99
TES	1,2		
TRIS	0,2		3,028
Acide Citrique			1,42
E.D.T.A.			0,558
Jaune d'oeuf (ml)	20	22,5	15
O.E.P.	0,5		
H ₂ O (q.s.p.) (ml)	100	100	100

(1) Ce dilueur est centrifugé à 10.000 g. Seul le surnageant est utilisé.

Parmi les différents sucres examinés, le glucose donne le meilleur pourcentage de spermatozoïdes mobiles au dégel (SALAMON et al., 1973). Il entre dans la composition de dilueurs très simples où le jaune d'oeuf est le seul élément protecteur (POLGE, 1970, 1976 ; PAQUIGNON et al., 1974) ou plus complexes utilisant des tampons TES* - TRIS** pour former le BF₅ (PURSEL & JOHNSON, 1972) ou le TES NaK (CRABO & EINARSON, 1971). Mais dans un milieu à base de TRIS, le fructose apparaît comme la meilleure source énergétique. La présence de catalase ou d'E.D.T.A.*** dans cette solution n'améliore pas le taux de spermatozoïdes réanimés mais elle a un effet bénéfique sur leur survie à l'incubation (VISSER & SALAMON, 1974).

Pour préserver l'intégrité cellulaire, des stabilisateurs de membrane ont été ajoutés aux dilueurs. Parmi ceux-ci, un lauryl sulfate de sodium, l'O.E.P.****, améliore le taux de spermatozoïdes réanimés et le taux d'acrosomes normaux (GRAHAM et CRABO, 1972 ; ROMENY et al., 1974 ; WESTENDORF et al., 1975). Ce produit améliore aussi le pouvoir fécondant de la semence (37,4 % contre 65,3 % d'oeufs fécondés respectivement pour 0 et 0,5 % d'O.E.P.) (PURSEL & JOHNSON, 1975 a).

Le glycérol parmi différents cryoprotecteurs est le plus efficace pour la semence de verrat (SALAMON et al., 1973). Il intervient aussi dans le métabolisme des spermatozoïdes (O'SHEA et al., 1976). Des taux élevés, 7 % ou plus (DALRYMPLE & McPHERSON, 1969) utilisés dans les premières expériences sur la congélation du sperme de verrat, diminuent ou inhibent le pouvoir fécondant des spermatozoïdes conservés à l'état liquide (NEVILLE et al., 1970 ; WILMUT & POLGE, 1974) ou congelé (GRAHAM et al., 1971a ; WILMUT & POLGE, 1974). Des études entreprises pour déterminer sa concentration optimum montrent que des niveaux supérieurs à 2 % augmentent la décharge de transaminase glutamique oxaloacétique (G.O.T.) de la cellule (BOWER et al., 1973), abaissent le taux d'acrosomes normaux (GRAHAM & CRABO, 1972) et d'oeufs fécondés même après insémination par voie chirurgicale (WILMUT & POLGE, 1972), diminuent la consommation d'oxygène par les spermatozoïdes (SANFORD et al., 1972) et la survie des spermatozoïdes après 3 heures d'incubation à 37°C (PAQUIGNON & COUROT, 1975a). Son efficacité est influencée par la composition du dilueur (SALAMON et al., 1973) la méthode de dilution (WILMUT et al., 1973), la vitesse de refroidissement (WILMUT et al., 1973), le temps d'équilibration (WILMUT et al., 1973), et la méthode de dégel (SALAMON et al., 1973). Son utilisation a de très faibles taux (EINARSSON et al., 1973 ; PURSEL et al., 1975b ; PAQUIGNON & COUROT, 1976a ; LARSSON & EINARSSON, 1976a) est probablement un des éléments du succès actuel de l'insémination en semence congelée. A l'extrême, POLGE (1976) prétend même qu'il n'est pas indispensable.

* TES : Acide N-TRIS (Hydroxyméthyl) methyl-2-Aminoéthane Sulfonique
 ** TRIS : Tris-(hydroxyméthyl) amino-méthane.
 *** E.D.T.A. : Ethylène diamine tétracétique acide
 **** O.E.P. : Orvus-es-Paste

b) Méthodes et taux de dilution :

L'éjaculat de verrat se caractérise par un volume important constitué par les sécrétions des glandes annexes. L'élimination partielle ou totale du plasma séminal permet la congélation de la semence sous forme plus concentrée, ce qui offre une économie de place pour le stockage et de temps pour la congélation et le dégel. Ainsi, s'est posé le problème du rôle joué par le plasma séminal au cours du processus de préparation de la semence et de la congélation.

L'incubation préalable des spermatozoïdes dans le plasma a un effet plutôt favorable sur la qualité de la semence. Elle réduit la décharge de glutamique oxaloacétique transaminase dans le milieu extracellulaire (GRAHAM et al., 1971b), elle élève le taux de spermatozoïdes à acrosomes intacts (ROMENY et al., 1974). Mais alors que pour GRAHAM et al. (1971b) elle améliore le taux de spermatozoïdes mobiles, pour ROMENY et al., (1974), elle a un effet plutôt négatif. Malgré tout, la plupart des techniques actuelles utilisent une période d'incubation avant la dilution de la semence (PURSEL & JOHNSON, 1975b ; LARSSON & EINARSSON, 1976a ; POLGE, 1976). Elle permettrait de protéger l'intégrité des spermatozoïdes par une fixation sur leur membrane des protéines du plasma séminal (GRAHAM et al., 1971 b ; PAVELKO & CRABO, 1976). Leur incapacité d'accumuler ces protéines peut être une des raisons d'une baisse de leur pouvoir fécondant en diminuant leur longévité dans le tractus femelle (PAVELKO & CRABO, 1976).

Au cours du processus de congélation, la présence ou l'absence de plasma séminal ne semble pas affecter d'une façon déterminante la qualité des spermatozoïdes. Selon PURSEL & JOHNSON (1971b), son retrait complet au moment de la congélation élève au dégel le taux de spermatozoïdes mobiles et à acrosomes normaux et pour SALAMON (1973), il n'y a aucune différence dans la congélabilité des spermatozoïdes provenant de la fraction riche ou de la fraction pauvre. Ceci justifie l'utilisation de la seule fraction riche de l'éjaculat (VISSER & SALAMON, 1974 ; LARSSON & EINARSSON, 1976a) ou l'élimination du plasma séminal par centrifugation avant la dilution (PAQUIGNON et al., 1974 ; PURSEL & JOHNSON, 1975b ; WESTENDORF et al., 1975a). Cette centrifugation doit être faible (< 1000 g) pour éviter l'altération de la qualité de la semence (SALAMON, 1973). Elle peut être réalisée dès la collecte (PAQUIGNON et al., 1974) ou après une incubation préalable à la température de la pièce (GRAHAM et al., 1971b ; PURSEL & JOHNSON, 1975 ; LARSSON & EINARSSON, 1976).

La dilution de la semence se fait soit en une seule fois avec du glycérol (VISSER et SALAMON, 1974), ou sans glycérol (GRAHAM et al., 1971b) soit en deux fois. Dans ce cas, la semence est initialement diluée avec un dilueur non glycérolé entre 20 et 30°C, le dilueur glycérolé étant additionné à 15°C (PAQUIGNON & COUROT 1975b ; WESTENDORF et al., 1975a) ou à 5°C (PURSEL & JOHNSON, 1975 ; LARSSON & EINARSSON, 1976a ; POLGE, 1976 ; MAXWELL & SALAMON, 1976), la dilution est réalisée volume à volume quand le plasma séminal n'est pas enlevé 1 : 0,75 (GRAHAM et al., 1971a) 1 : 2 (VISSER & SALAMON, 1974) 1 : 3 (LARSSON & EINARSSON, 1976b). Quand il est enlevé, elle se fait à une concentration déterminée. Selon sa valeur, la qualité des spermatozoïdes au dégel est plus ou moins affectée. Une forte concentration (1×10^9 spz/ml) abaisse le taux de spermatozoïdes réanimés tandis qu'une faible concentration (250.10^6 spz/ml) conserve mieux l'intégrité des acrosomes (WESTENDORF et al., 1975b) et une concentration comprise entre 400 et 800 à 10^6 spz/ml est la plus favorable à la survie des spermatozoïdes au cours d'une incubation de 3 heures in vitro et à la préservation de leur pouvoir fécondant (PAQUIGNON et al., 1975a). La concentration finale de 600.10^6 spz/ml est maintenant la plus courante en pratique (PURSEL & JOHNSON, 1975 ; WESTENDORF et al., 1975a ; PAQUIGNON & COUROT, 1976 ; POLGE, 1976).

c) Vitesse de refroidissement :

La durée de refroidissement de la semence de 30°C à 5°C doit être relativement longue. C'est un impératif pour préserver le pouvoir fécondant du sperme de verrat. Avec une durée de refroidissement de deux heures (ROHLOFF & ALLMELING, 1972), aucune insémination n'est suivie de gestation tandis qu'avec une durée de refroidissement de six heures, les premières truies gestantes apparaissent (PURSEL & JOHNSON, 1971a). Dans une étude comparant plusieurs profils de refroidissement, un maintien supplémentaire de la semence pendant 4 heures à 15°C comparé à un refroidissement régulier de deux heures améliore la survie des spermatozoïdes à l'incubation à 37°C (PAQUIGNON et al., 1974), respecte le mieux l'intégrité morphologique des spermatozoïdes (MERGOUNIS, 1974) et permet d'obtenir la meilleure fertilité (PAQUIGNON et al., 1975b). Actuellement, la durée de refroidissement est inférieure ou égale à 4 heures pour toutes les techniques de congélation donnant de bons résultats de fertilité après insémination par voie cervicale (PAQUIGNON et al., 1976 ; PURSEL & JOHNSON, 1975 ; WESTENDORF et al., 1975a ; MAXWELL & SALAMON, 1976).

d) Techniques de congélation :

La température à partir de laquelle la semence est congelée influe sur la qualité des spermatozoïdes au dégel ; l'optimum se situe vers 4-5°C (GRAHAM & CRABO, 1972 ; PAQUIGNON et al., 1974 ; WESTENDORF et al., 1975a). Les premières méthodes de congélation dans un mélange alcool-carboglace avaient recours à des techniques lentes mais elles n'ont permis aucune fécondation (DALRYMPLE & McPHERSON, 1969). L'utilisation actuelle de faibles taux de glycérol a rendu nécessaire l'adoption d'une vitesse de congélation plus rapide afin d'éviter la formation de gros cristaux de glace intracellulaire néfastes à l'intégrité de la membrane du spermatozoïde (MAZUR, 1977). La technique de congélation en pastilles sur glace carbonique (NAGASE & NIWA, 1964) est presque générale. La taille des pastilles varie de 0,05 à 0,20 ml selon les auteurs (POLGE et al., 1970 ; PAQUIGNON & du MESNIL du BUISSON, 1973 ; PURSEL & JOHNSON, 1975). Il semble y avoir un optimum différent selon les dilueurs et les techniques employées (SALAMON, 1973 ; PURSEL & JOHNSON, 1976). Pour simplifier ces manipulations, différentes tentatives furent réalisées pour conditionner la semence dans des volumes plus importants. Des résultats très encourageants ont été obtenus avec de la semence congelée en paillettes de 5 ml (WESTENDORF et al., 1975a), mais des volumes supérieurs ne conviennent pas (BAMBA, 1975 ; LARSSON et al., 1976).

2. Technologie du dégel

Pour des raisons liées à la physiologie de la truie, un volume de semence de l'ordre de 100 ml est conseillé pour réaliser une bonne insémination. Le volume d'une dose congelée nécessaire à une insémination étant faible, 10 à 20 ml selon les auteurs (PURSEL & JOHNSON, 1975 ; PAQUIGNON & COUROT, 1976), il doit être repris dans une solution avant l'insémination. Il est préférable de dégeler la semence directement dans cette solution plutôt qu'à sec avec une redilution ultérieure, la qualité des spermatozoïdes en est améliorée (CRABO et al., 1972 ; PURSEL & JOHNSON, 1976). Différentes solutions sont proposées (tableau 9). Elles interviennent différemment sur la qualité des spermatozoïdes et leur pouvoir fécondant selon leur composition. Le plasma séminal, grâce à ces protéines, a été considéré comme l'élément essentiel de la réussite de l'insémination par voie cervicale (CRABO & EINARSSON, 1971). En fait, il n'est pas indispensable. Le milieu BTS comparé à différentes autres solutions : Hülsenberg, BL₁, plasma séminal, lait écrémé, permet d'obtenir au dégel les meilleurs taux d'acrosomes normaux et de spermatozoïdes mobiles (PURSEL et JOHNSON, 1976a). Cependant, la solution INRA-ITP comparée au BTS maintient mieux la survie des spermatozoïdes au cours de l'incubation et augmente significativement le taux de gestation et la survie embryonnaire (PAQUIGNON et al., 1977a). Les premières températures de dégel étaient basses (KING & McPHERSON, 1967 ; DALRYMPLE & McPHERSON, 1969) mais le recours à une congélation rapide a rendu nécessaire l'adoption d'un dégel rapide (GRAHAM & CRABO, 1972 ; SALAMON et al., 1973 ; WESTENDORF et al., 1975a). Il évite une recristallisation à l'intérieur de la cellule néfaste pour l'intégrité du spermatozoïde (MAZUR, 1977). D'un point de vue pratique, la température de dégel la plus utilisée est 50°C (PAQUIGNON et al., 1976 ; PURSEL & JOHNSON, 1975 ; WESTENDORF et al., 1975a ; POLGE, 1976).

TABLEAU 9

COMPOSITION DES SOLUTIONS DE DECONGELATION

PRODUITS	INRA-ITP ²	BTS ³	OLEP ³
Fructose	—	—	5
Glucose	3	37	—
Citrate de sodium (1)	24,28	6	—
Pyruvate de sodium	—	—	5
Bicarbonate de sodium	2,1	1,25	0,84
Chlorure de potassium	0,4	0,75	1,2
Sulfamides	3	—	—
Etylène diamine tétra-acétique acide (E.D.T.A.)	3,7	1,25	—
Ca Cl ₂	—	—	0,06
Mg Cl ₂	—	—	0,865
Na Cl	—	—	3,5

(1) Citrate de sodium 5,5 H₂O pour INRA-ITP et 2 H₂O pour BTS.

(2) Quantité de produits dissoute dans un litre d'eau distillée

(3) Quantité de produits dissoute et portée à 1 litre avec de l'eau distillée.

RESULTATS PRATIQUES

La valeur des techniques de congélation est mesurée par le pouvoir fécondant. Les taux de réussite sont variables selon les auteurs et les techniques. Ils dépendent aussi du moment de l'insémination, du verrat ainsi que du délai entre l'insémination et le moment d'appréciation des résultats (tableau 10).

TABLEAU 10

TAUX DE REUSSITE APRES INSEMINATION AVEC DE LA SEMENCE CONGEELEE

REFERENCES	NOMBRE D'INSEMINATION PAR OESTRUS	spz VIVANTS / I.A.	NOMBRE DE TRUIES INSEMINÉES	TAUX DE GESTATION %	PROLIFICITE	MOMENT DE L'OBSERVATION
EINARSSON et al., 1973	2	2. 10 ⁹	45 ⁽¹⁾	55,6	10,1	Mise-bas
PURSEL & JOHNSON, 1975	2	2,5. 10 ⁹	26 ⁽²⁾	85	80 ⁽³⁾	Abattage 24 h. après I.A.
WESTENDORF et al., 1975a	2	3,3. 10 ⁹	21 ⁽¹⁾ 9 ⁽²⁾	76,2 55,6	11,0 6,4	Abattage à 24-40 jours de gestation
POLGE, 1976	2	2,5. 10 ⁹	532 ⁽²⁾	75	70 ⁽³⁾	Abattage 24 h. après I.A.
LARSSON & EINARSSON, 1976	2	2,5. 10 ⁹	57 ⁽²⁾	55	8,9	Abattage 20 j. gestation
PAQUIGNON et al., 1977b	1	3. 10 ⁹	73 ⁽¹⁾	67,1	10,0	Mise-bas

(1) Truies multipares

(2) Truies nullipares

(3) Taux d'œufs fécondés.

Les taux de réussite sont exprimés de différentes façons : le taux de gestation 24 à 36 heures après l'insémination (PURSEL & JOHNSON, 1975 ; POLGE, 1976), 30 à 60 jours après l'insémination (WESTENDORF et al., 1975a ; LARSSON & EINARSSON, 1976) et le taux de mise-bas (PAQUIGNON et al., 1977b). Le taux de gestation précoce est généralement élevé mais il donne une mauvaise idée de la valeur réelle de la technique en raison de la forte mortalité embryonnaire observée chez la truie. De plus, les truies inséminées avec de la semence congelée montrent, relativement aux truies saillies, des proportions supérieures d'embryons retardés dans leur développement et donc destinés à dégénérer (VINCENT et al., 1976). Le taux de gestation à 30-60 jours est le milieu corrélé avec le taux de mise-bas.

En raison de la faible survie des spermatozoïdes après dégel et la difficulté de connaître le moment exact de l'ovulation, la plupart des auteurs utilisent deux inséminations par oestrus avec 2 à 3.10⁹ spermatozoïdes mobiles par intervention. Si on utilise une seule insémination, celle-ci doit se situer le plus près possible du moment de l'ovulation. Ainsi, 33 contre 70 % des truies sont gestantes quand l'insémination est réalisée respectivement 12 ou 24 heures après l'immobilisation de la truie (PAQUIGNON et al. 1976) et la fécondation est maximale quand l'insémination est faite moins de 6 heures avant l'ovulation (LARSSON, 1976).

Comme dans les autres espèces domestiques, on observe des variations entre mâles du pouvoir fécondant des spermatozoïdes décongelés. 28 % contre 77 % des truies mettent-bas quand la semence provient de verrats à faible et haute fertilité (PAQUIGNON et al., 1977b). Ces variations sont indépendantes de la solution de dégel et semblent inhérentes aux spermatozoïdes (LARSSON & EINARSSON, 1976). L'appréciation de la qualité de la semence congelée pour choisir les animaux "congelables" et les éjaculats à stocker est donc une nécessité. Elle est tributaire de la mise au point de tests de fécondance. Actuellement, aucun test ne paraît sûr. L'utilisation conjointe de plusieurs d'entre eux apporterait peut-être l'information recherchée.

L'insémination artificielle à grande échelle avec la semence congelée, n'est pas encore très développé. L'obstacle majeur reste le faible taux de spermatozoïdes mobiles au dégel. Selon les auteurs et les techniques, il varie de 30 à 40 %. Comme il faut en général 3.10⁹ spermatozoïdes mobiles pour obtenir une bonne fécondation 8 à 10 truies seulement peuvent être inséminées avec un seul éjaculat. Cependant, l'ensemble des résultats obtenus laisse espérer un certain développement de cette technique de conservation à basse température d'autant qu'il n'y a pas de baisse de fécondance au long de cette conservation (PAQUIGNON et al., 1977b). Elle permet dès

à présent, de constituer une réserve de semence des verrats à haut potentiel génétique utilisable en métropole ou pour l'exportation. Par une conservation prolongée, elle permet aussi de mesurer les progrès génétiques accomplis en un temps déterminé. En pratique, elle peut actuellement être considérée comme une technique d'appoint à la conservation de la semence fraîche pendant 48 heures et plus.

LA FEMELLE

Le nombre de porcelets produits par truie détermine pour une part importante la productivité de l'élevage. La durée respective des différentes étapes de la reproduction et la variabilité de leur apparition conditionne le mode de conduite de l'élevage. L'état pubère est caractérisé par la succession de cycles oestriques. Ceux-ci peuvent être suspendus par la gestation et la période d'allaitement ; ils n'existent pas, par définition, avant la puberté.

I - MAITRISE DU CYCLE OESTRIAL

L'introduction de truies nullipares cycliques dans chaque bande de sevrage en remplacement des truies réformées reste une pratique difficile.

Par suite du déclenchement aléatoire de la puberté, selon les élevages ou les années, l'éleveur qui assure lui-même le renouvellement de ses animaux ou qui les achète est obligé, actuellement, pour obtenir le nombre requis de jeunes truies, soit d'entretenir un pré-troupeau important, soit d'acheter beaucoup d'animaux. Par ailleurs, pour maintenir la production des bandes de porcelets, il doit conserver des mise-bas groupées et réaliser les saillies des femelles tarées et des jeunes truies au même moment. Le groupage des ovulations doit permettre de réduire le pré-troupeau ou l'achat de jeunes truies et de programmer les saillies et l'utilisation de l'insémination artificielle.

A/ Endocrinologie du cycle oestral

La durée du cycle chez la truie est de 21 jours. A l'inverse de la brebis et de la vache, l'ovaire produit à chaque oestrus un grand nombre d'oeufs (15 à 30 ovulations au total pour les deux ovaires). L'activité cyclique de la truie n'est pas soumise à des variations saisonnières. Ce que nous savons de son fonctionnement ovarien ne le différencie pas de celui de la brebis ou de la vache. Après l'ovulation, les corps jaunes se forment sur l'ovaire à partir du tissu cicatriciel des follicules éclatés. Ces corps jaunes secrètent de la progestérone pendant toute la phase lutéale, phase limitée à 14 jours lorsque l'utérus est non gravide. Durant cette période, la progestérone inhibe l'activité sécrétoire de l'axe hypothalamo-hypophysaire. Elle empêche donc l'ovaire d'être soumis à une stimulation folliculaire importante. Le niveau de progestérone circulante (qui peut atteindre 40 à 50 nanogrammes par millilitre, soit $40 \cdot 10^{-9}$ g/ml, dans le sang périphérique) baisse brutalement vers le 15ème jour (HENRICKS et al., 1972 ; TILLSON et al., 1970 ; GLEESON & THORBURN, 1972). Cette chute correspond à une élévation du taux de la prostaglandine $F_{2\alpha}$ dans la veine utérine (GLEESON et al., 1974). $PGF_{2\alpha}$ est un agent dont les propriétés lutéolytiques ont été démontrées chez de nombreux mammifères. Toutefois, alors que chez la vache et la brebis l'administration de $PGF_{2\alpha}$ ou d'un analogue synthétique agit dès le 5ème jour de la vie du corps jaune, donc peut réduire sa durée de 10 jours en moyenne, chez la truie, ce composé n'est actif qu'au 10-11ème jour (GUTHRIE & POLGE, 1973).

Pendant la phase folliculaire de 6 jours en moyenne, les follicules vont se développer grâce aux sécrétions gonadotropes de l'hypophyse. Leurs thèques internes produisent alors des oestrogènes, responsables du comportement d'oestrus et de la stimulation de l'hypothalamus. Ces oestrogènes déclenchent une sécrétion d'hormones gonadotropes (FSH, LH) (PARLOW et al., 1964 ; HENRICKS et al., 1972 ; NISWENDER et al., 1970 ; GUTHRIE et al., 1972). Ces décharges gonadotropes contribuent à la maturation et à l'éclatement des follicules ; l'ovulation se produit 38 à 40 heures après le début de l'oestrus.

B/ Technique de contrôle du cycle oestral

1. Principe

Le contrôle du cycle utilise la propriété de la progestérone de bloquer la décharge des hormones gonadotropes hypophysaires. L'administration des doses suffisantes de progestagènes (dont la progestérone) empêche l'apparition des chaleurs et de l'ovulation pendant toute la durée du traitement. Celles-ci réapparaissent dès l'arrêt de ce traitement. Les inhibiteurs de libération des sécrétions gonadotropes sont maintenant des progestagènes de synthèse. Ils ont été, au départ chez la truie, très chimiquement différents (méthallibure).

Chez la truie, quelle que soit la nature du progestagène, il faut en administrer des doses journalières élevées pour éviter la formation de follicules kystiques, c'est-à-dire obtenir un blocage des décharges hypophysaires suffisant, puis un bon groupage des oestrus après arrêt du traitement (WEBEL, 1976 ; MARTINAT-BOTTE et al., 1977). Par analogie avec ce qui se pratique chez les bovins, des traitements courts ont été envisagés (ZEROBIN & SCHUTZE, 1976) ; dans ce cas, pour grouper les oestrus, un analogue de prostaglandines doit être injecté pour détruire les corps jaunes cycliques qui persistent chez les animaux dont le traitement a débuté un des cinq premiers jours du cycle oestrien (Tableau 11). Ceci complique le traitement et en accroît le coût. Cette pratique ne s'impose pas puisqu'à la différence de ce qui est observé chez les bovins (CHUPIN et al., 1974), la fertilité après une durée de traitement de 18 jours n'est pas modifiée par rapport à celle observé après un traitement court (tableau 11). Le degré de synchronisation des oestrus induits ne dépend pas du jour où débute le traitement ; c'est cette durée d'administration qui a été adoptée définitivement dans l'espèce porcine, la voie orale étant la seule ayant une valeur pratique chez les porcins.

TABLEAU 11

NORETHANDROLONE AVEC OU SANS ANALOGUES DE PGF_{2α} (APGF)
(TRUIES NULLIPARES CYCLIQUES)

TRAITEMENT (1)	MOMENT D'INTERVENTION	LOT	NOMBRE DE TRUIES	% D'OESTRUS	TAUX DE GESTATION (%) *
				J ₆ - J ₈	
COURT	C ₁ - C ₅	(I	20	35,0	20,0
		(II	16	93,7	75,0
	C ₆ - C ₁₉	I	54	81,7	57,8
LONG	C ₁ - C ₅	I	12	83,3	66,6
	C ₆ - C ₁₉	I	20	85,0	80,0

(1) Traitement de progestagène - norethandrolone
- court : 9 injections (30 mg/j/truie)
- long : 18 injections (30 mg/j/truie)

(MARTINAT-BOTTE et al., 1977)

J₀ : jour de l'arrêt du traitement ; C₀ : 1^{er} jour de l'oestrus

* à 30 jours : double IA à l'oestrus induit.

Lot I : Norethandrolone

Lot II : Norethandrolone + 500 µg APGF (ICI 80996) à J₁ et J₂.

2. Résultats

Dès 1964, chez les truies nullipares, POLGE, GERRITS & JOHNSON, obtenaient après emploi de méthallibure et d'hormones gonadotropes PMSG, HCG injectées à l'arrêt du traitement, le groupage des ovulations sur une période de 72 heures (95 à 100 %). Après double insémination le 6^{ème} et 7^{ème} jour après l'arrêt du traitement, 60 à 70 % des truies mettaient bas (POLGE et al., 1968 ; BAKER et al., 1970 ; MARTINAT-BOTTE et al., 1973 ; REED, 1969). Toutefois, l'effet tératogène de ce composé (KING, 1969) l'a fait retirer du commerce dans les pays de l'Ouest ; il continue à être utilisé dans les pays de l'Est (BERGFELD, 1975 ; HUHM

et al., 1974). Au moment du retrait du produit, les progestagènes ont été réétudiés à la Station de Physiologie de la Reproduction en dépit de l'idée bien affirmée alors, dans la bibliographie, que ces composés entraînaient la formation de kystes sur les ovaires (BAKER et al., 1954 ; FIRST et al., 1963). Nous avons alors montré l'importance de la dose journalière élevée nécessaire pour supprimer cette anomalie. Cette dose varie avec la nature du composé (Tableau 12). Pour des raisons de vitesses d'élimination à l'arrêt du traitement, le degré de synchronisation des oestrus qui apparaît alors diffère avec les composés : 100 % d'oestrus en 72 heures avec RU 2267 et S 45249 et 75 % avec norethandrolone.

TABLEAU 12

MODE D'UTILISATION DES PROGESTAGÈNES ACTUELLEMENT A L'ÉTUDE CHEZ LA TRUIE CYCLIQUE

INHIBITEUR	NOM DU COMPOSE	DOSE *	DUREE TRAITEMENT (j)	VOIE D'ADMINISTRATION
Stéroïdien	RU 2267 — dérivé de la progestérone (ROUSSEL)	20	18	Orale
	Norethandrolone — dérivé de la norstestostérone	100, 200	18	Injections intramusculaires
	S 45249 — dérivé de la norstestostérone (Böhringer Ingelheim)	6	18	Orale
Non stéroïdien	Methallibure (Jenapharm)	100	18 - 20	Orale

* Dose nécessaire et suffisante - en mg/j/ truie.

Quel que soit le composé, la fertilité exprimée en taux de gestation à 30 jours) est identique à celle des témoins (Tableau 13).

TABLEAU 13

VALEURS DES TRAITEMENTS ORAUX DE 18 JOURS DE PROGESTAGÈNE CHEZ LES TRUIES NULLIPARES CYCLIQUES (TROUPEAUX I.N.R.A.)

PROGESTAGÈNE	DOSE TRUIE mg/j	% D'OESTRUS J ₅ - J ₇	TAUX DE GESTATION (%) (1)	NOMBRE MOYEN		REFERENCES
				A	B	
Norethandrolone	200	75	75,0 (12)	13,9	10,8	MARTINAT-BOTTE, 1977
RU 2267	20	100	60,0 (20)	12,5	9,4	
Témoins (2)	—	—	90,0 (20)	11,7	9,8	
S 45249	6	100	87,5 (24)	11,6	8,7	Non publiés
Témoins (2)	—	—	83,3 (12)	10,5	9,0	

(1) A 30 j post-I.A sur oestrus observé

() Nombre de truies traitées

(2) I.A. au 2nd oestrus.

A : ovulations

B : embryons normaux

En résumé, nous disposons de traitements simples et efficaces ne nécessitant pas de faire appel à des injections de PMSG et de HCG, comme avec le méthallibure. Il faut maintenant apprécier leurs effets à long terme au cours d'essais, actuellement mis en place chez des éleveurs par nous-mêmes et l'UNCEIA.

II - MAITRISE DE LA PARTURITION

Ce moment qui termine la gestation de la mère et la vie intra-utérine du fœtus a été l'objet d'études fructueuses au cours de la dernière décennie. Elles ont mis en évidence un fait remarquable : le rôle des fœtus vis-à-vis de leur naissance. Ces travaux ont abouti, chez la truie, à la mise au point d'une technique efficace et simple de contrôle de la parturition.

A/ Le mécanisme de la naissance

La parturition est le résultat de l'activité musculaire de l'utérus qui se développe chez la truie au cours des vingt dernières heures de la gestation (ZEROBIN & SPORRI, 1972 ; TAVERNE, 1977). Cette activité dépend de l'antagonisme de facteurs inhibiteurs et stimulateurs.

La progestérone est considérée comme facteur inhibiteur. En effet, ce stéroïde est essentiellement produit chez la truie par les corps jaunes dans l'ovaire et l'ovariectomie à mi-gestation (du MESNIL du BUISSON & DAUZIER, 1957) ou en fin de celle-ci (BOSC & du MESNIL du BUISSON, non publié ; FIRST & STAIGMILLER, 1973) est suivie de l'avortement. L'administration quotidienne de 100 mg de progestérone empêche l'avortement en fin de gestation ; elle permet, en outre, de prolonger la durée de la vie intra-utérine jusqu'à l'arrêt de l'apport exogène ; des résultats analogues ont été obtenus avec un progestagène (NELLOR, 1963 ; CURTIS et al., 1969 ; ELLICOTT & DZUIK, 1970 ; FIRST & STAIGMILLER, 1975). Cette prolongation de la gestation peut aussi être obtenue par induction de nouveau corps jaunes avec l'administration de PMSG, puis de HCG (COGGINS & FIRST, 1973 ; BOSC et al., 1974).

Le maintien, puis la régression, des corps jaunes sont donc deux événements essentiels qui expliquent la fin de la gestation. Le maintien des corps jaunes est sous la dépendance de facteurs hypophysaires puisque l'hypophysectomie de la truie est suivie de l'avortement (du MESNIL du BUISSON & DENAMUR, 1969) ; la prolactine le prévient dans ce cas (du MESNIL du BUISSON & DENAMUR, 1969) ; elle peut donc être considérée comme un facteur lutéotrope. Ce facteur, cependant, n'inhibe pas le mécanisme lutéolytique dont dépend la régression des corps jaunes et la chute de la progestéronémie maternelle constatée avant ce part (MOLOKWU & WAGNER, 1973 ; KILLIAN et al., 1973 ; ASH & HEAP, 1975 ; ROBERTSON & KING, 1974 ; BALDWIN & STABENFELDT, 1975 ; WETTEMAN et al., 1975 ; COGGINS et al., 1977).

Ce mécanisme lutéolytique dépend de l'utérus et de son contenu. En effet, après induction de nouveaux corps jaunes, l'hystérectomie complète effectuée le 112ème ou le 113ème jour de la gestation est suivie par un maintien prolongé des anciens et des nouveaux corps jaunes (BOSC et al., 1974). De plus, la prolongation de la gestation qui résulte de l'hypophysectomie de tous les fœtus s'accompagne d'un taux de progestérone plasmatique élevé dans le sang maternel (FEVRE et al., 1975).

L'agent lutéolytique est vraisemblablement la prostaglandine $F_{2\alpha}$ (ou $PGF_{2\alpha}$). De nombreux arguments expérimentaux ont été fournis pour étayer cette interprétation. Ainsi, au cours du cycle oestral, l'administration de $PGF_{2\alpha}$ entraîne la régression des corps jaunes après le 12ème jour (GLEESON, 1974 ; KRAELING et al., 1975 ; GUTHRIE, 1975 ; MOELJONO et al., 1976). Le taux de $PGF_{2\alpha}$ augmente dans la veine utérine au moment de la lutéolyse (GLEESON & THORBURN, 1973).

A la fin de la gestation, chez les espèces pour lesquelles le corps jaune est le lieu principal de la production de la progestérone, $PGF_{2\alpha}$ est considérée comme l'agent responsable de la levée de l'inhibition progestéronique. C'est le cas de la chèvre (CURRIE & THORBURN, 1973 ; UMO & FITZPATRICK, 1976), la lapine (CHALLIS et al., 1973), la rate (BUCKLE & NATHANIELSZ, 1973), la vache (FAIRCLOUGH et al., 1975 ; EDQVIST et al., 1976). Chez la truie, $PGF_{2\alpha}$ provoque la chute du taux de progestérone (DIEHL & DAY, 1974 ; DIEHL et al., 1974 ; COGGINS et al., 1975). Récemment, une élévation de la sécrétion de $PGF_{2\alpha}$ a été constatée au moment de la chute du taux de progestérone ; cette élévation est, de plus, supprimée par un inhibiteur de la synthèse de ce composé ce qui retarde la mise-bas (NARA & FIRST, 1977). Au cours de leur expérience, NARA & FIRST ont aussi montré le rôle essentiel de $PGF_{2\alpha}$ pour que l'activité utérine se développe normalement au cours du travail.

La régulation de la sécrétion de $PGF_{2\alpha}$ est un processus qui est mal connu chez la truie. D'après les travaux réalisés chez la brebis (LIGGINS et al., 1973) ou chez la chèvre (THORBURN et al., 1972), l'augmentation de la sécrétion des oestrogènes, et, en particulier de l'oestradiol 17β , serait responsable de sa production. Chez la truie, les travaux de TERQUI et al. (1968, 1971, 1974) ont permis d'apprécier la production des oestro-

gènes totaux et l'évolution du taux plasmatique de l'oestradiol 17β . Ces oestrogènes sont d'origine foeto-placentaire pendant la gestation comme l'ont démontré FEVRE et al. (1968, 1972). Aussi, les variations mises en évidence à la fin de la gestation dans la production d'estrogènes chez la truie ne peuvent provenir que d'une modification de la synthèse par l'ensemble foeto-placentaire.

Ces modifications sont mal connues mais nous savons qu'elles dépendent des foetus eux-mêmes. En effet, la destruction des hypophyses foetales entraîne la prolongation de la gestation au-delà du dernier jour possible de la mise-bas (BOSC et al., 1974 ; STRYKER & DZUIK, 1975). Ces résultats font suite aux remarquables études effectuées chez la brebis par LIGGINS et al. (1973), études qui ont servi de modèles et ont montré que ACTH est vraisemblablement l'hormone hypophysaire responsable de la mise-bas. En effet, administrée au foetus, elle provoque la mise-bas prématurée (LIGGINS et al., 1973). Cette hormone agit sur les surrénales et on constate chez la brebis (BASSETT & THORBURN, 1969), chez la chèvre (THORBURN et al., 1972) ou chez la vache (COMLINE et al., 1974) une augmentation exponentielle du taux de cortisol foetal. Chez la truie, il en est de même (FEVRE et al., 1975). L'analyse montre d'ailleurs que la corrélation partielle entre le poids des surrénales, l'âge et le poids des foetus est très élevée (+0.85), de même que la corrélation entre l'âge du foetus et le taux de cortisol (+0.71). On peut donc admettre que la croissance des surrénales du foetus explique, en grande partie, l'évolution de la cortisolémie et, par-delà, la fin de la gestation.

Ce mécanisme est intéressant car il implique la maturation simultanée de tous les foetus (BOSC, 1973; BOSC et al., 1974). Cette dépendance ou ce synchronisme interprété comme un mécanisme de sécurité ouvre des perspectives de recherches nouvelles sur les facteurs de viabilité des jeunes. Citons, par exemple, l'adaptation à la vie aérienne, la régulation thermique, la stimulation de systèmes enzymatiques à divers niveaux (foie, intestin).

B/ Le contrôle du moment de la parturition

Tous ces travaux ont abouti, chez la truie, à mettre au point et à proposer une technique efficace et simple du contrôle du moment de la parturition. Pour cela, on utilise les propriétés lutéolytiques de $PGF_{2\alpha}$ ou de ses analogues. Les résultats obtenus sont nombreux ; ils ont été présentés en détail (BOSC & MARTINAT-BOTTE, 1976). Les intervalles traitement - parturition sont de l'ordre de 26 heures en moyenne ; leur variabilité est faible puisque, dans nos essais, 80 % des truies ont couchonné entre la 12^{ème} et la 36^{ème} heure suivant le traitement. Les effets secondaires ont aussi été répertoriés et les possibilités d'utilisation ont été éprouvées (BOSC & MARTINAT-BOTTE, 1976). Ainsi, les analogues de $PGF_{2\alpha}$ ne doivent pas être utilisés trop précocément sous peine d'augmenter les pertes post-natales des porcelets. Leur emploi devrait permettre à l'éleveur de mieux organiser son travail en multipliant les possibilités d'adoption, en limitant ses charges de main-d'oeuvre, en utilisant plus rationnellement ses installations "maternité" et en facilitant la constitution de lots plus homogènes.

III - REDUCTION DES TEMPS IMPRODUCTIFS

Le niveau technique élevé souvent atteint dans les élevages porcins justifie que l'on ait pensé à réduire les temps improductifs, c'est-à-dire accroître la productivité.

Induire la puberté avant l'âge moyen de la race de la truie, obtenir une gestation pendant la lactation, déceler avec exactitude les femelles non gravides après leur insémination, ont été les voies de recherche de ces dix dernières années.

A/ Déclenchement de la puberté

1. Endocrinologie de la puberté

Chez la truie, la période prépubère est une phase encore mal connue, mais, comme pour la majorité des mammifères, la mise en place du fonctionnement des organes en jeu, ovaire et complexe hypothalamo-hypophysaire en première analyse commence durant la vie foetale. Toutefois, la jeune truie naît avec un ovaire plus jeune que celui des autres mammifères domestiques puisque la totalité de sa réserve d'ovocytes utilisable

pendant sa vie n'est pas encore constituée. Avant la puberté, rapidement après la constitution de la réserve de follicules primordiaux, nombre d'entre eux commenceront leur croissance de façon non régulière et continue. Cette croissance résulte de la multiplication et de la sécrétion des cellules qui entourent l'ovocyte, en même temps que l'accroissement de taille de l'ovocyte. Aucun follicule n'atteindra la taille préovulatoire et leur sort obligatoire est de disparaître par atrophie. En effet, la population d'ovocytes se constitue au cours des événements cellulaires qui se déroulent dans l'ovaire entre le 65ème jour de la gestation et le 15ème jour après la naissance, la différenciation sexuelle des gonades en ovaires ayant lieu au 30ème jour de la vie embryonnaire (MAULEON, 1967). Les ovocytes alors entourés d'une assise de cellules forment une entité, les follicules primordiaux dans lesquels le développement de ces deux constituants fera l'objet d'échanges et de contrôle réciproques.

La mise en place de l'activité stéroïdogène de l'ovaire n'est pas connue et il est classiquement admis d'après les travaux de MOON et al. (1973) que l'ovaire foetal n'a pas la capacité de sécréter des stéroïdes. Cependant, les récents résultats obtenus chez l'embryon de brebis (MAULEON et al., 1977) et l'embryon de lapin (MILEWICH et al., 1977) nous incitent à penser que les gonades foetales ont pu avoir cette capacité de sécrétion au moment de la différenciation sexuelle. Dans le cas de la jeune truie, par analogie avec ce qui a été trouvé chez l'agnelle, il est vraisemblable que les stéroïdes existent dans le sang périphérique à la fin du premier mois post-natal. Des données plus précises chez les porcins existent pour les gonadotropines qui sont présentes précocement dans l'hypophyse foetale : l'injection ou la greffe d'hypophyse foetale de 70-80 jours stimule l'ovaire de la souris (SMITH & DORTZBACH, 1929). De même, dès les premières semaines de la vie, POMERANTZ et al. (1975) ont décelé des décharges pulsatiles de l'hormone gonadotrope LH. Ces décharges peuvent être inhibées par des injections de benzoate d'oestradiol. Cette inhibition laisse supposer l'existence d'un contrôle précoce de la fonction gonadotrope par les stéroïdes de l'ovaire. L'existence de ces pulsations indique, pour la jeune truie, une préparation évidente de la puberté dès le 2ème mois de la vie, traduite par la mise en place des contrôles réciproques ovaires - complexe hypothalamo-hypophysaire.

2. Facteurs pouvant accélérer la maturité sexuelle

Globalement on peut dire que la truie est pubère à 7 mois ; cependant, des estimations variables de l'âge à la puberté sont données dans la littérature ; de 135 à 280 jours (HUGHES & COLE, 1975 ; SALMON-LEGAGNEUR, 1970). Cet écart important des estimations est, en fait, le reflet de la variabilité de l'âge et du poids à la puberté selon les races et les conditions d'environnement.

a) Effet génétique :

La précocité sexuelle est variable selon la race (FAHMY et al., 1971 ; LEGAULT, 1973 ; REUTZEL & SUMPTION, 1968). A l'intérieur d'une même race, la puberté varie selon la lignée (WARNICK et al., 1951). Par ailleurs, elle peut être rendue plus précoce par l'usage du croisement en raison d'un effet d'hétérosis important. Des jeunes truies issues du croisement LW x LR sont pubères un mois plus tôt que les animaux de race pure (LEGAULT et al., 1973). Enfin, HUGHES & COLE (1975) soulignent un effet paternel important sur le déclenchement de la puberté de ses filles.

b) Facteurs d'environnement :

- **Mode d'habitat :** La mise à l'attache de jeunes truies de 160 jours d'âge retarde l'apparition du 1er oestrus : un pourcentage plus élevé d'ovulations silencieuses est noté (JENSEN et al., 1970). L'effectif des jeunes truies mises par loge a un effet sur cet âge : les femelles élevées individuellement sont pubères 15 jours plus tard que celles élevées en groupes (MAVROGENIS & ROBINSON, 1976). Des résultats contradictoires ont été obtenus en ce qui concerne l'effet de la surface occupée par animal sur le déclenchement de la puberté (SALMON-LEGAGNEUR, 1970 ; JENSEN et al., 1970).
- **Saison de naissance :** Des résultats divergents sont retrouvés quant à l'effet de la saison de naissance sur la précocité sexuelle (GOSSET-SORENSEN, 1959 ; ZIMMERMAN et al., 1960). Une étude récente montre que cet effet est nul quand les femelles sont élevées en présence d'un verrat.
- **Effet du stress de transport et de la présence du verrat :** Le groupage des venues en chaleur de jeunes truies après transport et présentation au mâle est un phénomène bien connu des éleveurs. Cet effet n'apparaît que chez des femelles d'âge bien précis ayant atteint un poids minimum. Il y a donc un état instable de pré-puberté.

Le moment où apparaît cet état varie entre souches et types de conduite d'élevage. Les variations importantes obtenues dans l'utilisation de cet effet par les éleveurs dépendent du type de conduite d'élevage pendant la période prépubère. Si nous avons pu mettre en évidence l'importance du stress de transport et du réallotement (du MESNIL du BUISSON & SIGNORET, 1962), BROOKS & COLE (1969) ont, de leur côté, établi l'existence d'un effet spécifique du verrat qui, en fait n'apparaît que si les femelles ont été isolées préalablement du mâle. Le mâle est, dans ce cas, un stimulus "nouveau". L'élevage des jeunes truies en présence continue de verrats fait apparaître la puberté à la même date que les témoins isolées des mâles. Ces interactions, stress de transport-présence du verrat, sont bien montrées par le fait qu'à 165 jours d'âge, des jeunes truies croisées répondent au stress de transport, mais que cette réponse est augmentée si elle est couplée à la présentation au mâle (BOURNS et al., 1975 ; ZIMMERMAN et al., 1976). Les conditions les plus efficaces sont celles qui réunissent tous les effets : le transport, le changement de lieu, le réallotement et la présentation au mâle. Par contre, un stimulus isolé a un effet variable : l'utilisation isolée des stimuli olfactifs seuls ou associés aux cris du verrat reste sans effet notable (KINSEY et al., 1976).

3. Déclenchement d'un premier oestrus par injection gonadotrope

Le déclenchement de la puberté se pose du point de vue pratique de deux façons : remédier à des retards de puberté, hâter le moment de la puberté.

— **Truies présentant des "retards" de puberté :** On parle généralement de "retards de puberté" lorsque l'âge des animaux non pubères avoisine 9 à 10 mois. L'importance de ce phénomène dans les élevages est actuellement mal connue. A partir d'informations recueillies dans deux élevages, nous avons trouvé, au cours d'une même année, 95 % des truies pubères avant dix mois dans l'un et 5 % dans l'autre (MARTINAT et al., 1970). L'emploi de PMSG, HCG n'apporte aucun remède à ce problème. Si 60 % des truies traitées ont un oestrus entre le 3ème et le 5ème jour suivant l'injection de PMSG, un deuxième oestrus n'apparaît dans les 45 jours suivants que chez 34 % des truies (MARTINAT et al., 1970, confirmant DZIUK & DHINDSA, 1969).

— **Truies traitées au voisinage de la puberté :** Les jeunes truies répondent à divers traitements gonadotropes par des chaleurs et des ovulations fertiles quand elles ont atteint un âge proche de la puberté, 8 à 15 jours avant l'âge moyen de la puberté de la race considérée (MURRAY, 1976 ; BAKER & RAJAMAHEDRAN, 1973 ; SCHILLING & CERNE, 1972). Dans ces conditions, de tels traitements ont peu d'intérêt pratique.

— **Truies traitées dès le 150ème jour d'âge :** Le taux de réponse chaleurs-ovulation est irrégulier. Les chances d'obtenir des gestations sont toujours réduites : le taux d'oeufs fécondés dépasse rarement 50 % (HUNTER, 1966 ; SCHWARTZ et al., 1971). Une ovulation ou une stimulation folliculaire ovarienne est obtenue dès le 3ème à 4ème mois d'âge sur la moitié des animaux traités, mais le pourcentage de gestations est très faible, voire nul à terme (DZIUK & GEHLBACH, 1966). Après un tel traitement gonadotrope, aucun retour en oestrus des animaux non gestants n'est observé. Il n'y a pas, à proprement parler, de déclenchement de la puberté puisqu'une succession de cycles n'est pas mise en place.

B/ Anoestrus post-partum

Pendant la lactation, il n'y a normalement pas d'oestrus, en dehors des chaleurs post-partum qui apparaissent dans les 72 heures suivant la mise-bas. Selon les auteurs, 30 à 90 % des truies ont un oestrus post-partum qui n'est pas accompagné d'ovulations (BURGER, 1952 ; WARNICK et al., 1950 ; BAKER et al., 1953 ; LOEBEL et al., 1972). Dans les cinq premiers jours qui suivent la parturition, on assiste à une rapide involution utérine. L'utérus décroît en poids et longueur jusqu'à 28 jours, mais l'endomètre utérin est histologiquement régénéré dès 21 jours (PALMER, 1965). L'état de "repos" de l'ovaire pourrait s'expliquer par un manque de sécrétion d'hormones gonadotropes (CRIGHTON & LAMMING, 1969). L'arrêt de la lactation entraîne normalement l'apparition d'une phase folliculaire, suivie d'un oestrus et d'une ovulation.

1. Obtention d'une gestation pendant la lactation

Des méthodes relevant des techniques d'élevages peuvent agir sur le fonctionnement hypophysaire. Par ailleurs, l'emploi d'hormones à activité FSH et LH ont aussi été utilisées pour induire une ovulation durant cette période.

— **Techniques d'élevage** : certains éleveurs obtiennent spontanément un oestrus et une fécondation chez des truies allaitantes en associant à des modifications alimentaires une séparation partielle des porcelets durant la journée. Ceci a été obtenu, expérimentalement, par certains auteurs (SMITH, 1961 ; VARANDIN & MARJANOV, 1971) et pas par d'autres (BURGER, 1952 ; CRIGHTON, 1970). Par ailleurs, grouper 3 à 8 femelles allaitantes et leurs petits dans une même case, provoquait oestrus et gestations dans 84 % des cas (ROWLINSON & BRYANT, 1974). Cependant, quelle que soit la méthode (regroupement des truies ou séparation partielle des porcelets), la fécondation n'intervient, en moyenne, qu'au 40ème jour de lactation. La proportion de truies gravides reste très variable (10 à 80 %).

— **Traitement hormonal** : une simple injection de PMSG (200 U.I.) induit un oestrus et une ovulation chez la truie allaitante, mais la réponse de l'ovaire dépend du moment de l'injection de PMSG et de la taille de la portée allaitée à ce moment-là (MARTINAT-BOTTE, 1975). Ceci pourrait expliquer les résultats variables notés dans la littérature car peu d'auteurs ont tenu compte des paramètres indiqués ci-dessus (KUO et al., 1976 ; GUTHRIE & PURSEL, 1976 ; AHRENS & SCHLEGEL, 1975 ; KUDLAC, 1962 ; MITIC et al., 1971 ; EPSTEIN & KADMON, 1969). Pour induire une gestation dès le 20ème jour de la lactation, il faut enlever une partie des porcelets à la mère avant l'injection de PMSG (ou qu'elle mette bas peu de porcelets). S'il ne reste que 1 à 5 petits, 76,4 % des truies entrent en oestrus 3 à 7 jours après l'injection et ovulent. La fertilité est comparable à celle des truies taries 3 à 5 semaines après mise-bas (tableau 14).

TABLEAU 14

INDUCTION D'UNE GESTATION PENDANT LA LACTATION ;
TAUX DE MISES-BAS ET PROLIFICITE EN FONCTION DE LA TAILLE DE LA PORTEE ALLAITEE -
MOMENT DE L'INJECTION DE PMSG : 16ème JOUR APRES LA MISE-BAS

TAILLE DE LA PORTEE ALLAITEE	NOMBRE DE TRUIES INSEMEEES	NOMBRE D'OESTRUS INDUITS	NOMBRE DE MISES-BAS	PROLIFICITE
1 - 5	17 ⁽¹⁾	13	11 (64,7 %)	9
6 - 9	12	4	4 (33,3 %)	9,2
10 - 15	9	3	—	—

P.M.S.G. : 2000 UI.

(MARTINAT-BOTTE, 1975)

(1) au 10ème jour de la lactation, nous avons laissé aux mères que 1 à 5 porcelets.

En conclusion, bien que l'induction d'une gestation synchrone de la lactation soit possible, il semble y avoir opposition entre niveau de lactation et fertilité. Le faible rendement d'une telle technique lui retire actuellement toute valeur pratique.

2. Groupage des chaleurs après la période post-partum

Après trois semaines de lactation et plus, la plupart des oestrus s'observent entre le 4ème et 9ème jour post-tarissement. La courbe de distribution de cet intervalle est modifiée par plusieurs facteurs :

- La technicité de l'éleveur ou du porcher. Le programme de gestion technique révèle que 10 % des élevages ne font saillir que la moitié des truies au-delà du 9ème jour.
- La parité de la mère (MOLENAT et al., 1971 ; LEGAULT et al., 1975), la saison (CORTEEL et al., 1964), type génétique (LEGAULT et al., 1975).
- La durée d'allaitement. A partir du 21ème jour de lactation et dans les conditions de la pratique, aucune perturbation n'est observée dans le délai de fécondation (AUMAITRE et al., 1972, 1976, 1977).

– L'état nutritionnel de la truie au moment du tarissement et le mode de contention à ce moment-là (MARTINAT-BOTTE et al., 1977).

En dépit de notre meilleure connaissance des facteurs d'élevage qui conditionnent la reprise de l'activité ovarienne, 20 % des truies, en moyenne, restent non fécondées avant le 9ème jour post-tarissement (MARTINAT-BOTTE et al., 1977). Les chaleurs vers le 9ème jour sont moins fécondes que celles observées avant cette date (63 vs 76 % : COUROT & BARITEAU, comm. pers.).

● **Utilisation de progestagènes** : seul un traitement de courte durée (7 à 14 jours) est nécessaire. Il débute toujours avant le tarissement de la femelle.

Les oestrus réapparaissent chez la totalité des truies en 48 heures après utilisation orale du dérivé de la progestérone (RU 2267) (tableau 15). Nos premiers essais par administration vaginale de FGA ne contrôlaient ces oestrus que dans 52 % des cas (THIMONIER et al., 1969). Quel que soit le composé, la fertilité à l'oestrus induit est comparable à celle des animaux non traités au moment du tarissement (tableau 15).

L'extension de ce traitement court avec le nouveau progestagène RU 2267 est en cours.

TABLEAU 15

VALEURS DE DEUX PROGESTAGENES CHEZ LES TRUIES EN FIN DE LACTATION

TRAITEMENT	NOMBRE DE TRUIES	% D'OESTRUS ENTRE 5-7 j. POST-TARISSEMENT	FERTILITE
RU 2267	25	100	72
Témoins contemporains	25	80,0 (1)	72
F.G.A.	31	51	85,3

RU 2267 : administration orale pendant 7 jours (3 jours pré et 4 jours post-tarissement)

FGA : administration vaginale pendant 14 jours (7 jours pré et 7 jours post-tarissement).

● **Effet d'un traitement hormonal (PMSG, HCG)** : de nombreux résultats, variables et contradictoires, ont été obtenus avec ce traitement. Le pourcentage de femelles en oestrus observé sur une période de 48 heures varie entre 50 à 90 % (CERNE et al., 1976 ; PURSEL & JOHNSON, 1976 ; CHRISTENSON & TEAGUE, 1975 ; SCHILLING & CERNE, 1972 ; MARTINAT et al., 1972). Des problèmes de fertilité se sont posés après emploi de doses élevées de PMSG (800, 1200, 1400, 2000 U.I.) associé ou non à HCG. Ces traitements provoquent chez certaines truies une inhibition du comportement d'oestrus ; la fertilité et la prolificité deviennent insuffisantes (MARTINAT-BOTTE et al., 1975). Les animaux non gravides reviennent irrégulièrement en oestrus, d'où un allongement de l'intervalle sevrage – Saillie Fécondante (MARTINAT et al., 1972).

D'après notre étude faite dans les élevages, les doses faibles de PMSG, HCG (200 U.I., 400 U.I.) sont les mieux adaptées à un tarissement de la truie réalisé plus de trois semaines après la mise-bas et si la fertilité des animaux traités est comparée à celle de leurs témoins contemporains. L'injection du mélange PMSG-HCG, préparation actuellement commercialisée, nous a donné plus régulièrement de mauvais résultats que les deux injections de PMSG et HCG espacées de 72 heures (MARTINAT-BOTTE et al., 1975).

A l'heure actuelle, un tarissement brutal à plus de trois semaines après la mise-bas sans aucune intervention hormonale ou progestative demeure un système efficace, d'utilisation imparfaite. Dans ce cas, l'utilisation des progestagènes doit permettre d'effacer les inégalités entre élevages.

C/ Les diagnostics de gestation

Le développement de nos connaissances sur les processus de la reproduction de la truie, le développement technologique et commercial ont entraîné la multiplication des techniques de diagnostics de gestation

proposées aux éleveurs. Devant la panoplie de diagnostics qui lui sont offerts, l'éleveur manque d'éléments d'appréciation. Pour le guider dans son choix, un effort particulier a été fait ; il s'est traduit récemment par un bilan critique dont il est utile de rappeler ici les grandes lignes (BOSC et al., 1977).

Quel qu'il soit, un diagnostic de gestation se juge par rapport à une mise-bas éventuelle. Comme deux types de réponse peuvent être donnés lors d'un diagnostic, il existe les quatre éventualités :

- Diagnostic de gravidité suivi d'une mise-bas (ou ++)
- Diagnostic de gravidité sans mise-bas (ou +-)
- Diagnostic de non gravidité sans mise-bas (ou --)
- Diagnostic de non gravidité avec mise-bas (ou -+)

Les deux éventualités (+-) et (-+) représentent les erreurs que l'on s'efforce évidemment d'éviter. Ainsi, la combinaison (-+) doit-elle être pratiquement nulle. En revanche, le cas contraire (+-) est moins gênant car il reflète les pertes embryonnaires et leur estimation est utile dans certains cas. Toutefois, en fait, cette éventualité n'est pas nécessairement liée selon une loi simple et constante, à la mortalité embryonnaire, ce qui en limite l'intérêt.

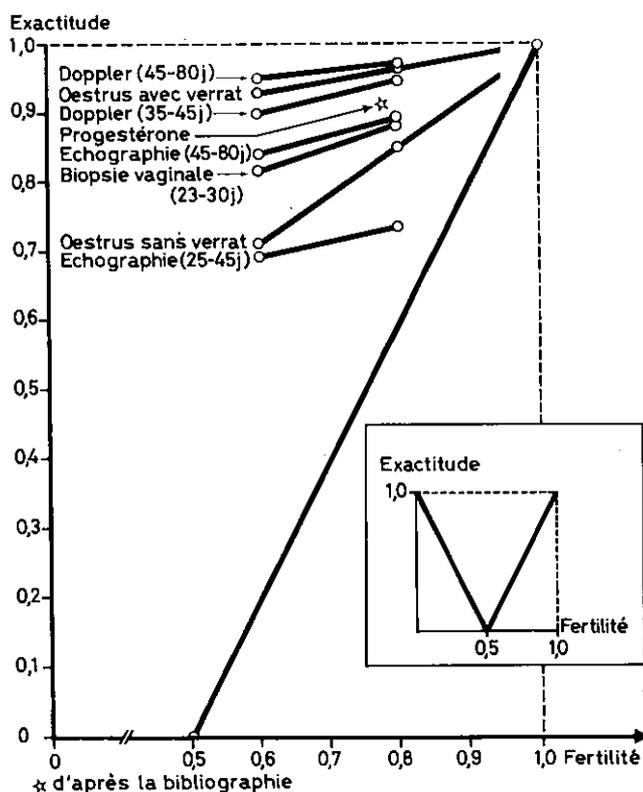
Les fréquences de ces quatre éventualités vont permettre à l'utilisateur de juger chaque technique et on définit ainsi l'exactitude totale ou rapport du nombre des diagnostics exacts sur le nombre total des diagnostics effectués. Comme cette exactitude est liée à la fertilité (BOSC et al., 1977), ce critère doit être utilisé avec prudence : il doit être donné en fonction de la fertilité à partir des résultats obtenus sur les deux sous-groupes : truies gravides et truies non gravides. De cette manière, on obtient la figure 1.

FIGURE 1

COMPARAISON DE QUELQUES DIAGNOSTICS DE GESTATION
CHEZ LA TRUIE D'APRES LEURS EXACTITUDES ET LA FERTILITE

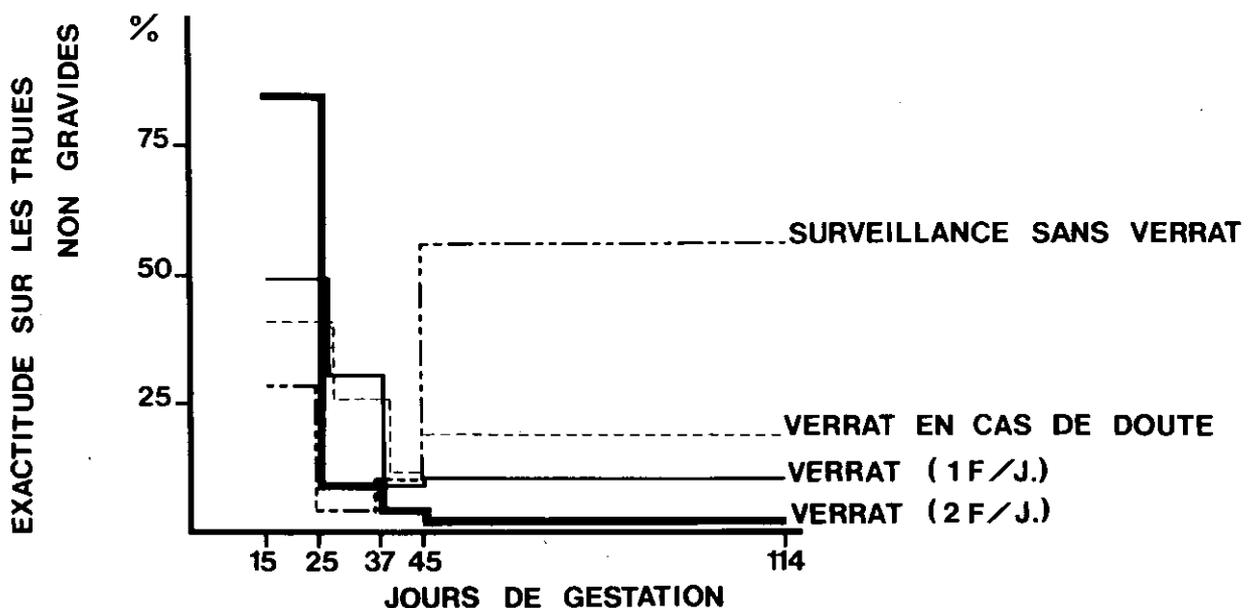
COMPARAISON DE QUELQUES DIAGNOSTICS DE GESTATION
CHEZ LA TRUIE D'APRES LEURS EXACTITUDES ET LA FERTILITE

Exactitude minimum = $1 - 2F$ pour $0 < F < 0,5$
= $2F - 1$ pour $0,5 < F < 1$



A cela, il faut ajouter que les résultats doivent être obtenus sur des lots d'animaux suffisants, mais il faut aussi souligner que la multiplication des lots d'observation favorise les mauvaises techniques. En effet, si on imagine la plus mauvaise des techniques, un classement au hasard par exemple, les résultats obtenus sur de nombreux lots seront compris pour une fertilité donnée entre une exactitude minimum et maximum ; la moyenne des résultats est théoriquement la bissectrice des droites de la figure : exactitude = 1 et exactitude = $2 \times \text{fertilité} - 1$. Le résultat est honorable car, pour une fertilité de 80 %, l'exactitude totale tend à être égale à 90 %. C'est le cas de ce qui figure sous la rubrique "oestrus sans verrat" (ou détection des retours par le personnel de l'élevage) qui est un pool de données obtenues dans une douzaine d'élevages. Ce cas est en fait très fréquent (évaluation par l'éleveur sur un grand nombre de bandes ; essais multiples sur de petits lots pré-triés) et nous pensons qu'il est nécessaire d'en souligner ici la conséquence : un grand nombre de retours en chaleur tardifs (BOSC et al., 1977) (Fig. 2). Pour compléter ce bilan, un nouveau critère a été défini : l'efficacité qui est la différence entre les jours gagnés sur les truies non gravides et les jours perdus dus aux erreurs sur les gravides. L'efficacité peut être considérée comme un critère économique puisqu'elle se mesure en jours ; elle est liée à la fertilité, à l'exactitude et à la précocité du diagnostic (Fig. 3) (BOSC et al., 1977).

FIGURE 2
DIAGNOSTIC DE GESTATION CHEZ LA TRUIE PAR OBSERVATION
DU COMPORTEMENT D'OESTRUS
INFLUENCE DU MODE DE DETECTION

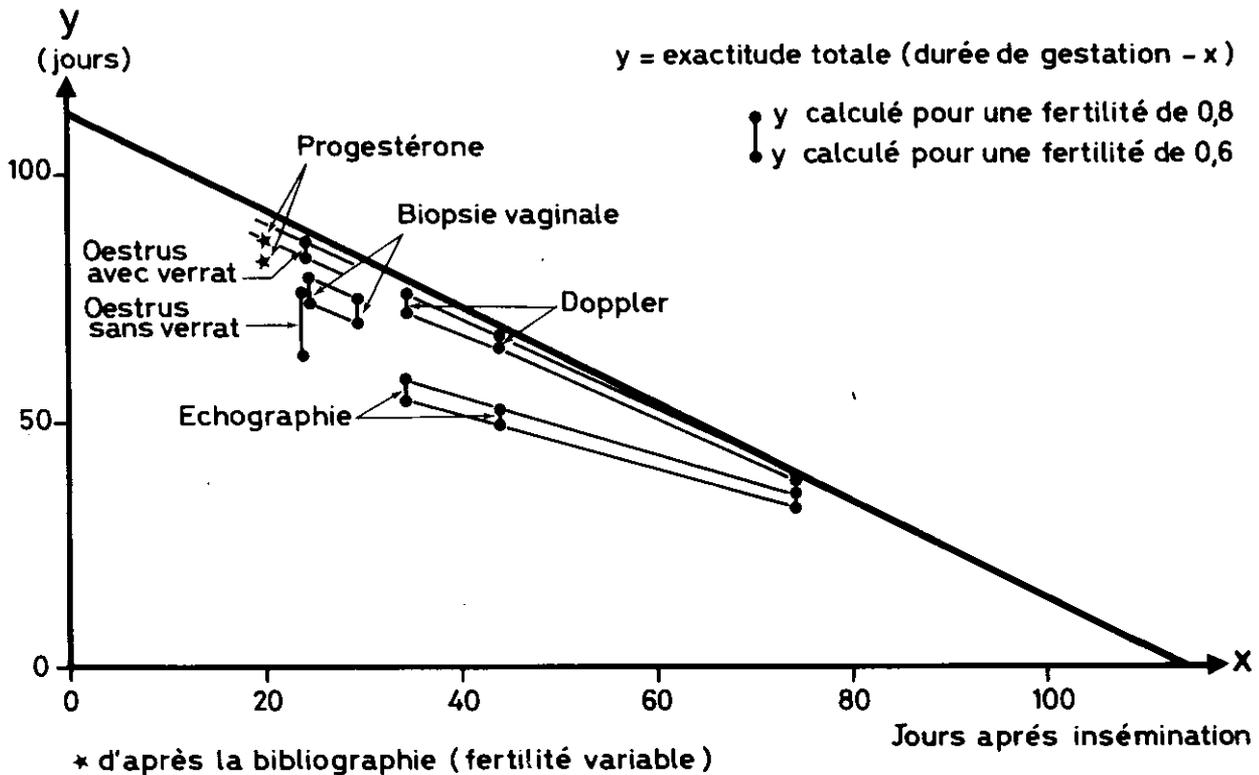


L'EXACTITUDE SUR LES TRUIES GRAVIDES EST DE 100 %

De ce bilan critique, on constate que la détection des retours en chaleur par le verrat reste la technique de diagnostic la plus exacte, la plus efficace et aussi la moins flatteuse dans une époque si marquée par les gadgets. Même en induisant et en groupant théoriquement les retours éventuels par un traitement hormonal, l'homme ne peut pas, sans perte d'efficacité, chercher à simplifier son travail (BOSC et al., 1976). Peut-être pourrait-on cependant envisager d'utiliser après un traitement approprié un animal de réforme ou impubère pour effectuer cette détection qui nécessite l'entretien d'un verrat. Cette solution a été expérimentée avec succès chez les bovins (SIGNORET, 1975).

FIGURE 3

QUELQUES TECHNIQUES DE DIAGNOSTIC DE GESTATION CHEZ LA TRUIE
 Classement en fonction de leurs exactitudes et de leurs précocités



Enfin, pour le futur, un nouveau développement se dessine à partir de la mise en évidence d'une production précoce d'oestrogènes par l'ensemble endomètre - embryon (PERRY et al., 1973 ; ROBERTSON & KING, 1974 ; PERRY et al., 1976). A la possibilité de réaliser un diagnostic de gestation précoce, on ajoute celle de faire un diagnostic de prolificité puisque le taux plasmatique des oestrogènes dépend des embryons présents. Ceci pourrait donc être utilisé pour, non seulement connaître les truies non gravides, mais aussi pour éliminer ou faire avorter les truies dont la prolificité serait trop faible compte-tenu des charges d'entretien et de production qu'une gestation représente. Cette possibilité reste à être éprouvée, mais elle ouvre des perspectives nouvelles dans le domaine des diagnostics de gestation.

REMERCIEMENTS

L'ensemble des travaux français, cités dans cette revue, a été réalisé grâce au financement du F.O.R.M.A., et ce, au titre de conventions passées entre cet organisme, l'I.T.P. et l'I.N.R.A. dans le cadre du Programme de Rationalisation de la Production Porcine.

BIBLIOGRAPHIE

- AHRENS M., SCHLEGEL W., 1975. *Monat. Vet.* **30**, 736-739.
- ASH R.W., HEAP R.B., 1975. *J. Endocr.* **64**, 141-154.
- AUMAITRE A., RETTAGLIATI J., 1972. *Journées Rech. porc. en France, Paris, I.T.P. Ed.*, 273-286.
- AUMAITRE A., LE PAN J., 1976. *Journées Rech. porc. en France, Paris, I.T.P. Ed.*, 139-152.
- AUMAITRE A., CARILLETTE J.P., 1977. *Journées Rech. porc. en France, Paris, I.T.P. Ed.* 47-53.
- BAKER L.N., WOCHLING H.L., CASIDA L.E., GRUMMER R.H., 1953. *J. Anim. Sci.* **12**, 33-38.
- BAKER L.N., ULBERG L.C., GRUMMER R.H., CASIDA L.E., 1954. *J. Anim. Sci.* **13**, 648-657.
- BAKER R.D., SHAW G.A., DODDS J.S., 1970. *Can. J. Anim. Sci.* **50**, 25-29.
- BAKER R.D., RAJAMAHENDRAN R., 1973. *Can. J. Anim. Sci.* **53**, 693-694.
- BALDWIN D.M., STABENFELDT G.H., 1975. *Biol. Reprod.* **12**, 508-515.
- BAMBA K., 1972. *Jap. J. Zootech. Sci.* **43**, 268-271.
- BARITEAU F., BUSSIÈRE J., COUROT M., 1976a. *Journées Rech. porc. en France, Paris, I.T.P. Ed.*, 171-174.
- BARITEAU F., BUSSIÈRE J., COUROT M., 1976b. *VIIIth intern. Cong. anim. Reprod. artif. Insem., Krakow*, 964-966.
- BARITEAU F., BUSSIÈRE J., COUROT M., 1977. *Journées Rech. porc. en France, Paris, I.T.P. Ed.*, 11-14.
- BASSETT J.M., THORBURN G.D., 1969. *J. Endocr.* **44**, 285-286.
- BERGFELD J., 1975. *Monats. Vet.* **30**, 208-211.
- BOSC M.J., 1973. *C.R. Acad. Sc. Paris, Ser. D*, **276**, 3183-3186.
- BOSC M.J., du MESNIL du BUISSON F., LOCATELLI A., 1974. *C.R. Acad. Sc., Paris, Ser. D*, **278**, 1507-1510.
- BOSC M.J., MARTINAT-BOTTE F., NICOLLE A., 1975. *Ann. Zootech.* **24**, 651-660.
- BOSC M.J., MARTINAT-BOTTE F., 1976. *Econm. Med. anim.* **17**, 235-244.
- BOSC M.J., MARTINAT-BOTTE F., NICOLLE A., 1977. *Journées Rech. porc. en France, I.T.P. Ed.*, 33-37.
- BOURN P., KINSEY R., CARLSON R., ZIMMERMAN D.R., 1975. *J. Anim. Sci.* **41**, 344.
- BOWER R.E., CRABO B.G., PACE M.M., GRAHAM E.F., 1973. *J. Anim. Sci.* **36**, 319-324.
- BROOKS P.H., COLE D.J.A., 1969. *Univ. Nottingham, School of Agric., Report* 74-77.
- BURGER J.F., 1952. *The Onderstepoort J. Vet. Res.* **2**, suppl. 218 pp.
- CERNE F., NIKOLIC P., 1976. *VIIIth intern. Cong. anim. Reprod. artif. Insem., Krakow* **3**, 127-129.
- CHALLIS J.R.G., DAVIES I.J., RYAN K.J., 1973. *Prostaglandins*, **4**, 509-516.
- CHRISTENSON R.K., TEAGUE H.S., 1975. *J. Anim. Sci.* **41**, 560-563.
- CHUPIN D., PELOT J., MAULEON P., 1974. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.* **14**, 21-26.

- COGGINS E.G., Van HORN D., FIRST N.L., 1977. *J. Anim. Sci.* (sous presse).
- COMLINE R.S., HALL L.W., LAVELLE R.B., NATHANIELSZ P.W., SILVER M., 1974. *J. Endocr.* **63**, 451-472.
- CORTEEL J.M., SIGNORET J.P., du MESNIL du BUISSON F., 1964. *Vth intern. Cong. anim. Reprod. artif. Insem.*, Trento, **3**, 536-540.
- COUROT M., LEGAULT C., 1977. *Journées Rech. porc. en France, Paris, I.T.P. Ed.*, 75-78.
- CRABO B., EINARSSON S., 1971. *Acta Vet. Scand.* **12**, 125-127.
- CRABO B.G., GRAHAM W.P., LARSON E.V., 1972. *Cryobiology* **9**, 331.
- CRIGHTON D.B., LAMMING G.E., 1969. *J. Endocr.* **43**, 507-519.
- CRIGHTON D.B., 1970. *Anim. Prod.* **12**, 611-617.
- CURRIE W.B., THORBURN G.D., 1973. *Prostaglandins* **4**, 201-214.
- CURTIS S.E., ROGLER J.C., MARTIN T.G., 1969. *J. Anim. Sci.* **29**, 335-340.
- DALRYMPLE J.R., McPHERSON J.W., 1969. *Canad. J. Anim. Sci.* **49**, 45.
- DEDE T., STEINBACH J., 1976. *VIIIth intern. Cong. anim. Reprod. artif. Insem.*, Krakow, 984-986.
- DIEHL J.R., GODKE R.A., KILLIAN D.B., DAY B.N., 1974. *J. Anim. Sci.* **38**, 1229-1234.
- DIEHL J.R., DAY B.N., 1974. *J. Anim. Sci.* **39**, 392-396.
- DZIUK P.J., GEHLBACH G.D., 1966. *J. Anim. Sci.* **25**, 410-413.
- DZIUK P.J., DHINDSA D.S., 1969. *J. Anim. Sci.* **29**, 39-40.
- EDQVIST L.E., KINDAHL H., STABENFELDT G.H., 1976. *Viiiith intern. Cong. Anim. Reprod. artif. Insem.*, Krakow, 76 (Abstr.).
- EINARSSON S., SWENSSON T., VIRING S., 1973. *Nord. Vet. Med.* **25**, 372-376.
- ELLICOTT A.R., DZIUK P.J., 1970. *J. Anim. Sci.* **31**, 1033.
- EPSTEIN H., KADMON S., 1969. *J. Agric. Camb.* **72**, 365-370.
- FAHMY M.H., BERNARD C.S., HOLTMANN W.B., 1971. *Can. J. Anim. Sci.* **51**, 361-370.
- FAIRCLOUGH A.J., HUNTER J.T., WELCH R.A.S., 1975. *Prostaglandins* **9**, 901-914.
- FEVRE J., LEGLISE P.C., ROMBAUTS P., 1968. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.* **8**, 225-233.
- FEVRE J., LEGLISE P.C., REYNAUD O., 1972. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.* **12**, 559-567.
- FEVRE J., TERQUI M., BOSCH M.J., 1975. *Journées Rech. porc. en France, Paris, I.T.P. Ed.* 393-398.
- FIRST N.L., STRATMAN F.W., RIGOR E.M., CASIDA L.E., 1963. *J. Anim. Sci.* **22**, 66-71.
- FIRST N.L., STAIGMILLER R.B., 1973. *J. Anim. Sci.* **37**, 1191.
- GERRITS R.J., GRAHAM E.F., COLE C.L., 1962. *J. Anim. Sci.* **21**, 1022 (Abstr.).
- GERRITS R.J., JOHNSON L.A., 1964. *Vth intern. Cong. anim. Reprod. artif. Insem. Trento*, **3**, 455-459.
- GLEESON A.R., THORBURN G.D., 1972. *IVth Ann. Meet. Austr. Soc. Reprod. Biol.* **49**.
- GLEESON A.R., THORBURN G.D., 1973. *J. Reprod. Fert.* **32**, 343.
- GLEESON A.R., 1974. *J. Reprod. Fert.* **36**, 487.

- GLEESON A.R., THORBURN G.D., COW R.I., 1974. Prostaglandins 5, 521-529.
- GOSSETT J.W., SORENSEN A.M., 1959. J. Anim. Sci. 18, 40-47.
- GRAHAM E.F., RAJAMANNAN A.H.J., SCHMEHL M.K.L., MAKI-LAURILA M., BOWER R.E., 1971a. A.I. Digest. 19, 12-14.
- GRAHAM E.F., RAJAMANNAN A.H.J., SCHMEHL M.K.L., MAKI-LAURILA M., BOWER R.E., 1971b. A.I. Digest 19, 6-8.
- GRAHAM E.F., CRABO B.G., 1972. VIIIth intern. Cong. anim. Reprod. artif. Insem., München 2, 1627-1632.
- GUSTAFSSON B., EINARSSON S., LARSSON K., EDQVIST L.E., 1976. Am. J. Vet. Res. 37, 1018.
- GUTHRIE H.D., HENRICKS D.M., HANDLIN D.L., 1972. Endocrinology 91, 675-679.
- GUTHRIE H.D., POLGE C., 1973. Soc. Study Fert., Lond. Abstr. 25.
- GUTHRIE H.D., 1976. J. Anim. Sci. 41, 355 (Abstr.).
- GUTHRIE H.D., PURSEL V.G., FROBISH L.T., 1976. J. Anim. Sci. 43, 287 (Abstr.).
- HEMSWORTH P.H., BEILHARZ R.G., GALLOWAY D.B., 1977. Anim. Prod. 24, 245-251.
- HENRICKS D.M., GUTHRIE H.D., HANDLIN D.L., 1972. Biol. Reprod. 6, 210-218.
- HUGHES P.E., COLE D.J.A., 1975. Anim. Prod. 23, 89-94.
- HUHN Y. Von, 1970. Fortfl. Haust. 6, 350-364.
- HULM V., BRAUD E., EISMANN G., 1974. Arch. Exp. Vet. Med. 28, 709-715.
- HUNTER R.H.F., 1966. Anim. Prod. 8, 459.
- HUNTER R.H.F., HOLTZ W., HENFREY P.J., 1976. J. Reprod. Fert. 46, 463-466.
- JENSEN A.H., YEN J.T., GEHRING M.M., BAKER D.H., BECKER D.E., HARMON B.G., 1970. J. Anim. Sci. 31, 645-750.
- KILLIAN D.B., GARVERICK H.A., DAY B.N., 1973. J. Anim. Sci. 37, 1371-1375.
- KING G.J., McPHERSON J.W., 1967. Canad. J. Comp. Med. Vet. Sci. 31, 46.
- KING G.J., 1969. J. Reprod. Fert. 20, 551-553.
- KINSEY R.E., CARLSON R., PROUD C., ZIMMERMAN D.R., 1976. J. Anim. Sci. 42, 1362.
- KONJUHOVA V.A., 1966. Anim. Breed. Abstr. 35, 3885.
- KRAELING R.R., RAMPACEK G.B., BALL G.D., 1975. J. Anim. Sci. 41, 363 (Abstr.).
- KUDLAC E., 1962. Vet. Med. Praha, 35, 507-512.
- KUO DER-CHAN, HODSON H.H., HANSLER C.L., 1976. Intern. Pig. Vet. Sco., Proceed. IVth intern. Cong., Ames, Iowa, Paper D-23.
- LARSSON K., EINARSSON S., 1976. Acta Vet. Scand. 17, 43-62.
- LARSSON K., 1976. Acta Vet. Scand. 17, 63-73.
- LARSSON K., EINARSSON S., BANE A., 1976. VIIIth intern. Cong. anim. Reprod. artif. Insem., Krakow, 1024-1026.
- LEGAULT C., 1973. Journées Rech. Porc. en France, Paris, I.T.P. Ed., 147-154.
- LEGAULT C., DAGORN J., TASTU D., 1975. Journées Rech. porc. en France, Paris, I.T.P. Ed., XLIII-LII.

- LIGGINS G.C., FAIRCLOUGH R.J., GRIEVES S.A., KENDALL J.Z., KNOX B.S., 1973. *Rec. Prog. Horm. Res.* **29**, 111.
- LOEBEL J., SCHLEGEL W., 1972. *Monat. Vet.* **25**, 302-304.
- McNITT J.I., FIRST N.L., 1970. *Intern. J. Biomet.* **14**, 373-380.
- MARTINAT F., LEGAULT C., du MESNIL du BUISSON F., OLLIVIER L., SIGNORET J.P., 1970. *Journées Rech. porc. en France, Paris, I.T.P. Ed.*, 47-54.
- MARTINAT F., du MESNIL du BUISSON F., BARITEAU F., 1972. *Journées Rech. porc. en France, Paris, I.T.P. Ed.*, 45-50.
- MARTINAT-BOTTE F., BARITEAU F., du MESNIL du BUISSON F., 1973. *Journées Rech. porc. en France, Paris, I.T.P. Ed.*, 39-48.
- MARTINAT-BOTTE F., 1975. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.* **15**, 369-374.
- MARTINAT-BOTTE F., du MESNIL du BUISSON F., MAULEON P., 1975. *Bull. I.T.P.* **2/75**, 17-28.
- MARTINAT-BOTTE F., DAGORN J., MAULEON P., 1977. *Bull. I.T.P.*, **1/77**, 19-27.
- MARTINAT-BOTTE F., MAULEON P., GAUTIER J., 1977. *Journées Rech. porc. en France, Paris, I.T.P. Ed.*, 29-32.
- MAULEON P., 1967. *Arch. Anat. microsc. Morph. exp.*, **56**, Suppl. 3-4, 125-150.
- MAULEON P., BEZARD J., TERQUI M., 1977. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.* **17**, 399-40
- MAVROGENIS A.P., ROBISON O.W., 1976. *J. Anim. Sci.* **42**, 1251-1255.
- MAXWELL W.H.C., SALAMON S., 1976. *Theriogenology*, **6**, 653.
- MAZZARRI G., du MESNIL du BUISSON F., ORTAVANT R., 1968. *Vle Cong. intern. Reprod. anim. Insem. artif., Paris, 1*, 305-308.
- MAZUR P., 1977. *Cryobiology* **14**, 251-272.
- MERGOUNIS D., 1974. *Thèse Doct. - Ing., Univ. Paris VI*, 37 pp.
- Du MESNIL du BUISSON F., DAUZIER L., 1957. *C.R. Biol.* **151**, 311.
- Du MESNIL du BUISSON F., DAUZIER L., 1958. *C.R. Acad. Sc., Paris, Ser. D*, **247**, 2472-2475.
- Du MESNIL du BUISSON F., SIGNORET J.P., 1962. *Ann. Zootech.* **11**, 53
- Du MESNIL du BUISSON F., DENAMUR R., 1969. *IIIrd intern. Cong. Endocr., Mexico, Excerpta Med. Intern. Cong. Ser.* **184**, 927.
- Du MESNIL du BUISSON F., SIGNORET J.P., 1970. *Vet. Rec.* **562-568**.
- MILEWICH L., GEORGE F.W., WILSON J.D., 1977. *Endocrinology* **100**, 187-196.
- MITIC N., NIKOLIC M., BESLIN R., 1971. *Arch. Polyopr. Nauke*, **24**, 110-118.
- MOLENAT M., MARTINAT F., 1971. *Bull. Tech. Inform. Minist. Agric.* **257**, 97-106.
- MOLOKWU E.C.I., WAGNER W.C., 1973. *J. Anim. Sci.*, **36**, 1158.
- MOELJONO M.P.E., BAZER F.W., THATCHER W.W., 1976. *Prostaglandins* **11**, 737.
- MOON Y.S., HARDY M.H., RAESIDE J.I., 1973. *Biol. Reprod.* **9**, 330-337.
- MURRAY F.A., 1976. *J. Anim. Sci.* **43**, 298 (abstr.).
- NAGASE H., NIWA T., 1964. *Vth intern. Cong. anim. Reprod. artif. Insem., Trento*, 410-415.

- NARA B.S., FIRST N.L., 1977. *J. Anim. Sci.* (sous presse).
- NELLOR J.L., 1963. *Physiologist* 6, 244.
- NEVILLE W.J., McPHERSON J.W., KING G.J., 1970. *J. Anim. Sci.* 31, 227.
- NISWENDER G.D., REICHERT L.E., ZIMMERMAN D.R., 1970. *Endocrinology* 87, 576-580.
- O'SHEA T., DACHEUX J.L., PAQUIGNON M., 1976. *Theriogenology* 6, 654.
- PALMER W.M., 1965. The Ohio State Univ., Ph. D. Thesis, 87 ppp.
- PAQUIGNON M., du MESNIL du BUISSON F., 1973. *Journées Rech. porc. en France, Paris, I.T.P. Ed.*, 49-57.
- PAQUIGNON M., MERGOUNIS D., COUROT M., du MESNIL du BUISSON F., 1974. *Journées Rech. porc. en France, Paris, I.T.P. Ed.*, 71-76.
- PAQUIGNON M., COUROT M., 1975a. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.* 15, 517-523.
- PAQUIGNON M., COUROT M., 1975b. *Ann. Zootech.* 24, 645-650.
- PAQUIGNON M., DELAHAYE C., BUSSIÈRE J., COUROT M., 1976. *Journées Rech. porc. en France, Paris, I.T.P. Ed.*, 181-184.
- PAQUIGNON M., COUROT M., 1976. VIIIth intern. Cong. anim. Reprod. artif. Insem., Krakow, 1041-1044.
- PAQUIGNON M., DACHEUX J.L., COUROT M., 1977a. *Journées Rech. porc. en France, Paris, I.T.P. Ed.*, 15-18.
- PAQUIGNON M., BUSSIÈRE J., BARITEAU F., COUROT M., 1977 b. *Journées Rech. porc. en France, Paris, I.T.P. Ed.*, 19-21.
- PARLOW A.F., ANDERSON L.L., MELAMPY R.M., 1964. *Endocrinology*, 75, 365-376.
- PAVELKO M.K., CRABO B.G., 1976. VIIIth intern. Cong. anim. Reprod. artif. Insem. Karkow, 1045-1047.
- PERRY J.S., HEAP R.B., AMOROSO E.C., 1973. *Nature* 245, 45-47.
- PERRY J.S., HEAP R.B., BURTON R.D., GADSBY J.E., 1976. *J. Reprod. Fert., Suppl.* 25, 85-104.
- POLGE C., 1964. With intern. Cong. anim. Reprod. artif. Insem., Trento, 2, 388-392.
- POLGE C., DAY B.N., GROVES T.W., 1968. *Vet. Rec.* 83, 136-142.
- POLGE C., SALAMON S., WILMUT I., 1970. *Vet. Rec.* 187, 424-428.
- POLGE C., 1976. VIIIth intern. Cong. anim. Reprod. artif. Insem., Krakow, 1061-106.
- POMERANTZ D.K., FOXCROFT G.R., NALBANDOV A.V., 1975. *Endocrinology*, 96, 558-563.
- PROUD C., DONOVAN D., KINSEY R., CUNNINGHAM P.J., ZIMMERMAN D.R., 1976. *J. Anim. Sci.* 42, 1361-1362 (Abstr.).
- PROUD C., KINSEY R.E., CUNNINGHAM P.J., ZIMMERMAN D.R., 1977. 69th Ann. Meet. Am. Soc. Anim. Sci. 197 (Abstr.).
- PURSEL V.G., JOHNSON L.A., 1971a. *J. Anim. Sci.* 33, 265 (Abstr.).
- PURSEL V.G., JOHNSON L.A., 1971b. *J. Anim. Sci.* 33, 1162 (Abstr.).
- PURSEL V.G., JOHNSON L.A., 1972. *J. Anim. Sci.* 35, 1123 (Abstr.).
- PURSEL V.G., JOHNSON L.A., SCHULMAN L.L., 1973. *J. Anim. Sci.* 37, 532-535.
- PURSEL V.G., JOHNSON L.A., 1975a. *J. Anim. Sci.* 41, 374 (Abstr.).
- PURSEL V.G., JOHNSON L.A., 1975b. *J. Anim. Sci.* 40, 90-102.
- PURSEL V.G., JOHNSON L.A., 1976a. *J. Anim. Sci.* 42, 927-931.

- PURSEL V.G., JOHNSON L.A., 1976b. *J. Anim. Sci.* **43**, 300 (Abstr.).
- REED M.C.B., 1969. *Vet. Rec.* **85**, 271.
- REUTZEL L.F., SUMPTION L.J., 1968. *J. Anim. Sci.* **27**, 27-30.
- ROBERTSON H.A., KING G.J., 1974. *J. Reprod. Fert.* **40**, 133-141.
- ROHLOFF D. von, ALLMELING G., 1972. *Berl. Münch. Tierarztl. Wsch.* **17**, 330-332.
- ROHLOFF D. von, 1973. *Zuchthyg.* **8**, 72-75.
- ROMENY E., RICHTER L., WEITZE K.F., 1974. *Dtsch. Tierarztl. Wschr.* **81**, 512-514.
- ROWLINSON P., BOUGHTON H.G., BRYANT M.J., 1975. *Anim. Prod.* **21**, 233-242.
- SALAMON S., WILMUT I., POLGE C., 1973. *Aust. J. Biol. Sci.* **26**, 219-230.
- SALAMON S., 1973. *Austr. J. Biol. Sci.* **26**, 239-247.
- SALMON-LEGAGNEUR E., 1970. *Journées Rech. porc. en France, Paris, I.T.P. Ed.*, 41-46.
- SANFORD L.H., KING G.J., McPHERSON J.W., 1972. *Can. J. Anim. Sci.* **52**, 65-72.
- SCHILLING E., CERNE F., 1972. *Vet. Rec.* **91**, 471-474.
- SCHWARTZ F.L., ROBISON O.W., ULBERG L.C., 1971. *J. Anim. Sci.* **32**, 391-392 (Abstr.).
- SIGNORET J.P., du MESNIL du BUISSON F., 1968. *Vth Cong. intern. Reprod. anim. Insem. artif., Paris*, **1**, 317-319.
- SIGNORET J.P., 1970. In "Coll. on Effects of disease and stress on reproductive efficiency in swine", Ames, Iowa, 28-45.
- SIGNORET J.P., BARITEAU J., 1975. *Ann. Zootech.* **24**, 639-643.
- SIGNORET J.P., 1975. *Ann. Zootech.* **24**, 124-127.
- SMITH P.E., DORTZBACH C., 1929. *Anat. Rec.* **43**, 277-297.
- SMITH D.M., 1961. *N.Z. J. Agric. Res.* **4**, 232.
- STRYKER J., DZIUK P.J. 1975. *J. Anim. Sci.* **40**, 282.
- SWIERSTRA E.E., 1968. *J. Reprod. Fert.* **17**, 459-469.
- SWIERSTRA E.E., 1970. *Biol. Reprod.* **2**, 23-28.
- SWIERSTRA E.E., 1971. *J. Reprod. Fert.* **27**, 91-99.
- SWIERSTRA E.E., 1973. *Can. J. Anim. Sci.* **53**, 43-53.
- SWIERSTRA E.E., 1974. *J. Anim. Sci.* **39**, 575-581.
- SWIERSTRA E.E., DYCK G.W., 1976. *J. Anim. Sci.* **42**, 455-460.
- TAVERNE M.A.M., 1976. *Dtsch Tierarztl. Wschr.* **83**, 515-586.
- TERQUI M., ROMBAUTS P., FEVRE J., 1968. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.* **8**, 339-348.
- TERQUI M., 1971. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.* **11**, 569-580.
- TERQUI M., LOCATELLI A., BOUCHAUD C., du MESNIL du BUISSON F., 1977 (à paraître).
- THIMONIER J., MAULEON P., du MESNIL du BUISSON F., 1968. *Vle Cong. intern. Reprod. anim. Insem. artif., Paris*, **2**, 1531-1534.

- THORBURN G.D., NICOL D.H., BASSETT J.M., SHUTT D.A., COX R.I., 1972. *J. Reprod. Fert.* 16 suppl., 61-84.
- THILLSON S.A., ERB R.E., NISWENDER G.D., 1970. *J. Anim. Sci.* 30, 795.
- UMO I., FITZPATRICK R.J., 1976. VIIIth intern. Cong. anim. Reprod. artif. Insem., Krakow, 336 (Abstr.).
- VARADIN M., MARJANOV M., 1971. *Vet. Saraj.* 20, 145-150.
- VINCENT F., WINTENBERGER-TORRES S., PAQUIGNON M., du MESNIL du BUISSON F., 1976. *Journées Rech. porc. en France, Paris, I.T.P. Ed.*, 185-189.
- VISSER D., SALAMON S., 1974. *Aust. J. Biol. Sci.*, 27, 485-497.
- WARNICK A.C., CASIDA L.E., GRUMMER R.H., 1950. *J. Anim. Sci.* 9, 66-72.
- WARNICK A.C., WIGGINS E.L., CASIDA L.E., GRUMMER R.H., CHAPMAN A.B., 1951. *J. Anim. Sci.* 10, 479-493.
- WEBEL S.K., 1976. *J. Anim. Sci.* 41, 385.
- WESTENDORF P., RICHTER L., TREU H., 1975a. *Dtsch. Tierarztl. Wschr.* 82, 261-300.
- WESTENDORF P., TREU H., LIEDICKE A., 1975b. *Dtsch. Tierarztl. Wschr.* 82, 385-428.
- WETTEMAN F.P., WELLS M.E., OMTVEDT I.T., POPE C.E., TURMAN E.J., 1976. *J. Anim. Sci.* 42, 664-669.
- WEETEMAN R.P., HALLFORD D.M., KREIDER D.L., TURMAN E.J., 1977. *J. Anim. Sci.* 44
- WILMUT I., POLGE C., 1972. VIIth intern. Cong. anim. Reprod. artif. Insem., München, 2, 1611-1615.
- WILMUT I., SALAMON S., POLGE C., 1973. *Aust. J. Biol. Sci.* 26, 231.
- WILMUT I., POLGE C., 1974. *J. Reprod. Fert.* 38, 105.
- ZEROBIN K., SPORRI H., 1972. *Adv. Vet. Sci. Comp. Sci.* 16, 303-354.
- ZEROBIN K., SCHUUTZE E., 1976. *Zuchthygiene* 11, 87.
- ZIMMERMAN D.R., BOURN P., DONOVAN D., 1976. *J. Anim. Sci.* 42, 1362.
- ZIMMERMAN D.R., SPIES H.G., RIGOR E.M., SELF H.L., CASIDA L.E., 1960. *J. Anim. Sci.* 19, 687-694.