

Conception d'un équipement de détection automatique du comportement d'oestrus des truies élevées en groupe

P. MARCHAL, P. LOISEL, M. BRAUX

C.E.M.A.G.R.E.F., Division Technologie
17 avenue de Cucillé, 35044 Rennes Cedex

Conception d'un équipement de détection automatique du comportement d'oestrus des truies élevées en groupe

La conception d'un équipement de détection automatique des oestrus de truies élevées en groupe est présentée. Le principe de base est l'analyse des fréquences de passage des truies à proximité du verrat. Les expérimentations ont été réalisées dans deux environnements physiques différents et ont permis la comparaison de deux méthodes de traitement de l'information "fréquence de passage". Les résultats mettent en évidence les avantages de la méthode à base de réseau de neurones, qui intègre dans la phase d'apprentissage les effets bande et environnement.

Automatic oestrus detection in an group housing system for sows.

For automatic oestrus detection, a computer registers the presence of sows near a boar pen. During the trials the value of the registration depends on animal and environment. To determine the oestrus with the registration, two methods of calculation were used. The results obtained with the neural network computation are significantly better and take in consideration animal effect and environment.

INTRODUCTION

Le contrôle de la reproduction est un élément prépondérant de la productivité des élevages naisseurs. Il est déterminé par la détection des oestrus et la qualité de la saillie. D'autre part, l'élevage des truies en groupe, solution technique adaptée aux "réglementations bien-être", nécessite des équipements d'alimentation adaptés à une nouvelle conduite d'élevage. L'objectif de ce travail est de concevoir un équipement de détection des oestrus des truies élevées en groupe, sans intervention humaine, et de quantifier l'influence des principaux facteurs, environnement physique, animal, méthode de calcul.

La détection des oestrus est essentiellement effectuée dans les élevages en utilisant le réflexe d'immobilisation (SIGNORET, 1972) et l'interprétation d'autres stimuli. Récemment des travaux de recherche ont permis de préciser l'importance des contacts verrat-truie et les variations observées en fonction des différents environnements et des distances verrat-truies (Hemsworth et al., 1984, 1988). D'autres résultats ont mis en évidence l'utilisation des détecteurs de présences pour quantifier les déplacements relatifs des truies par rapport aux verrats (Houwers, 1988) pour détecter l'oestrus des truies.

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Ce projet de recherche, effectué en 1991 et 1995 dans deux bâtiments expérimentaux, a été conduit sur neuf bandes de truies (tableau 1). Deux types d'environnement et deux méthodes de traitement de l'information sont envisagés dans le dispositif expérimental.

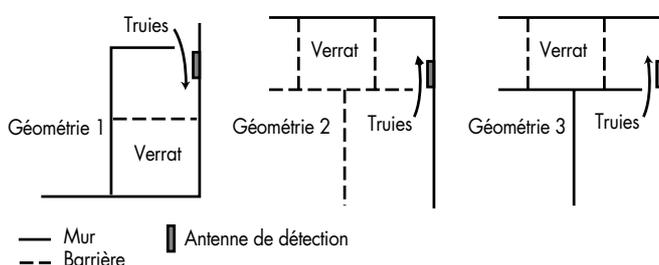
1.1. Environnement physique

Deux géométries de salles d'attente saillie ont été utilisées afin de quantifier cet effet et de valider les méthodes de calcul dans des environnements physiques différents et proches des élevages standards (Figure 1).

Un premier environnement (géométrie 1) avec une limitation des possibilités de contact verrat - truie à une grille, les autres séparations étant des murs pleins.

Un deuxième environnement (Géométrie 2 ou 3) est constitué par des grilles de séparation avec des dimensions analogues à la géométrie 1.

Figure 1 - Présentation du dispositif expérimental



1.2. Animaux

Les animaux étudiés sont répartis en 9 bandes de 6 à 8 truies chacune, selon le schéma présenté au tableau 1.

Tableau 1 - Répartition des animaux

Groupe	N° bande	Nb de truies
1 Géométrie 1	1	7
	2	7
	3	5
2 Géométrie 2	4	7
	5	8
	6	8
3 Géométrie 3	7	7
	8	8
	9	6

1.3. Méthode de traitement de l'information

1.3.1. Recueil de l'information

Les données sont recueillies lors des périodes de chaleurs. Il s'agit d'enregistrer le passage des truies devant la case où se situe le verrat. A chaque passage, la date et l'heure sont enregistrés avec le numéro d'identification de la truie. Ces données sont ensuite regroupées en périodes et par truie afin d'obtenir des données exploitables.

Les truies sont sevrées le jeudi matin vers 9h et on estime par la suite que la période présumée des chaleurs débute 81 heures après le moment du sevrage (SIGNORET, 1972). La détection d'oestrus effectuée par le porcher nous sert de référence. Une détection est donc considérée comme correcte si la truie ne revient pas en chaleur lors du contrôle de retour.

1.3.2. La méthode des points mobiles

Les données sont archivées de manière à grouper les passages des truies vers le verrat par période de 12 heures. Cette durée de période a été choisie par analogie avec la fréquence moyenne de détection des chaleurs par le porcher. On obtient donc une courbe type représentant le nombre des visites des truies en fonction du temps (Figure 2).

La détection du moment de venue en oestrus des truies est alors réalisée selon la méthode des points mobiles. On considère

p_0 = le moment du sevrage + 81 heures,

$M(p)$ = le nombre de visites pendant la période p .

Pour chaque période de 12 heures, on calcule la valeur du

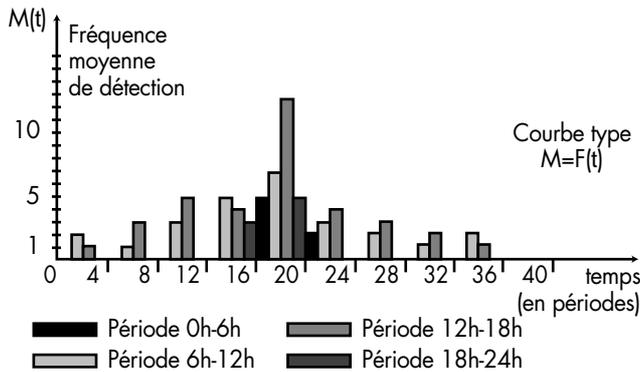
point mobile $M_m(p)$:

$$M_m(p) = M(p-1) + M(p).$$

On estime la truie en chaleur lorsque:

$$M_m(p) - M_m(p-1) < 0 \text{ et } p > p_0.$$

Figure 2 - Courbe de fréquence de détection des truies près du verrat, par période de 12 heures



1.3.3. Méthode par réseau de neurones

Les données sont archivées de manière à grouper les passages des truies vers le verrat par période de 3 heures. Cette durée de période a été choisie afin de permettre une analyse plus fine par le réseau de neurones. Comme dans l'approche précédente on considère également :

$$p_0 = \text{le moment du sevrage} + 81 \text{ heures.}$$

Description du réseau utilisé :

Le réseau de neurones utilisé est un réseau possédant:

- Une couche de 17 entrées qui correspondent aux valeurs des 16 périodes précédant la période courante et à la date courante,
- Une couche cachée de 20 neurones,
- et un neurone en sortie.

Le réseau utilise l'algorithme de rétropropagation : pendant

l'apprentissage, il s'agit, en répercutant l'erreur commise par le réseau, de corriger les poids d'interconnexion entre les neurones des couches successives.

Protocole sur la sortie :

La sortie S peut prendre toutes les valeurs comprises entre 0 et 1. On pose pour l'apprentissage :

P_c = Période réelle des chaleurs

$$S = 0 \quad \text{si } (P < P_c - 10 \text{ ou } P > P_c + 2)$$

$$S = 1 - ((P_c - P) / 10) \quad \text{si } (P_c - 10) < P \leq P_c$$

$$S = 1 - (P - P_c) / 2 \quad \text{si } P_c \leq P \leq P_c + 2$$

On considère que la truie est en chaleur lorsque l'on repère la descente de la valeur de S .

1.3.4. Validité des résultats

On estimera valide la détection de chaleur par l'une ou l'autre des méthodes si et seulement si la période donnée en réponse encadre de plus ou moins 12 heures la période de référence donnée par le porcher. Cette période de référence est estimée vraie et la variation admise pour les réponses correspond à la durée de fertilité maximale : environ 30 heures réparties autour du "maximum" des chaleurs.

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1. Données brutes et intermédiaires

Les données peuvent être traitées à plusieurs niveaux afin de tenir compte des effets animal et bande. La présentation des données de la bande 1 sert d'exemple (tableau 2).

2.1.1. Données brutes

Les données du tableau 2 proviennent directement des fichiers enregistrés au cours de la semaine des chaleurs sur la bande 1. Une colonne correspond à une période de 12h.

Tableau 2 - Résultats obtenus sur la première bande

		Périodes de 12 heures												
Truie	Moy	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
103	3	2	3	0	2	6	0	13	0	31	22	3	0	9
111	12	11	9	15	0	15	0	22	18	33	5	0	5	8
113	10	20	6	25	0	15	0	8	0	41	32	49	<u>14</u>	12
115	5	0	2	0	8	0	17	6	6	<u>6</u>	11	0	9	0
116	17	18	27	0	12	0	52	11	3	<u>5</u>	20	2	15	0
136	19	22	15	44	0	6	0	49	25	<u>14</u>	11	26	0	7
140	12	20	14	21	0	17	0	18	0	54	12	<u>3</u>	4	29

(1) La période numérotée 0 correspond au nombre de visites enregistrées la nuit du dimanche au lundi matin (début d'inspection des chaleurs). En gras figure la détection réalisée par le porcher et en italique souligné, celle réalisée par la méthode de détection.

Tableau 3 - Résultats de détection des chaleurs par la méthode des points mobiles (1)

Groupe	N° bande	Nb de truies	Nb de bons résultats	% de bons résultats	Moyenne par groupe	Écart type par groupe
1	1	7	5	71	83	14,84
	2	7	7	100		
	3	5	4	80		
2	4	7	6	85	49	35,51
	5	8	4	50		
	6	8	1	12		
3	7	7	3	42	62	20,50
	8	8	5	62		
	9	6	5	83		
Total		63	40			

(1) Moyenne sur les 9 bandes: 63,5% Écart-type sur les 9 bandes : 26,88

2.1.2. Données secondaires (méthode de points mobiles et réseau de neurones)

Les données secondaires sont exprimées par un écart. Elles proviennent des calculs suivants effectués pour chaque truie :
 Heure de détection du porcher - Heure de détection de l'algorithme,
 ou bien,
 Heure de détection du porcher - Heure de détection du réseau de neurones.

2.2. Résultats

2.2.1. Résultats de la méthode des points mobiles

Les résultats obtenus par la méthode des points mobiles sont présentés au tableau 3.

2.2.2. Résultats du réseau de neurones

Compte tenu de son mode de fonctionnement, le réseau de neurones doit être initialisé à l'aide d'un apprentissage. Dans le cas présent l'apprentissage a été réalisé avec les truies des bandes 1 et 3, ce qui explique leur absence dans les résultats présentés au tableau 4 (les bandes utilisées pour l'apprentissage ont forcément 100 % de bonne réussite).

2.2.3. Comparaison des méthodes

L'utilisation d'un réseau de neurones permet une augmentation du taux de réussite moyen, de 63,5 % à 80 %, et ceci avec un écart-type plus faible. Ce résultat a été obtenu quel que soit l'environnement 1, 2 ou 3 mais avec un nombre de truies très limité.

Tableau 4 - Résultats de détection des chaleurs par la méthode du réseau de neurones (1)

Groupe	N° bande	Nb de truies	Nb de bons résultats	% de bons résultats	Moyenne par groupe	Écart type par groupe
1	2	7	7	100	100	
2	4	7	5	71	69	6,65
	5	8	6	75		
	6	8	5	62		
3	7	7	6	85	84	16,52
	8	8	8	100		
	9	6	4	67		
Total		51	41			

(1) Moyenne sur les 7 bandes: 80 % Écart-type sur les 7 bandes : 15,40

L'effet environnement physique est net pour la méthode des points mobiles, car une dégradation de la qualité des données primaires entraîne une décroissance importante du taux de réussite de 83 % (environnement 1) à 49 % (environnement 2) et 62 % (environnement 3). La modification des courbes types, (figure 2) provient d'un comportement différent des truies en fonction des géométries utilisées (nombre de passages, fréquence de passage, répartition dans la journée).

2.2.4. Comparaison des effets animaux

La méthode utilisée afin de pouvoir comparer des bandes entre elles est simple: l'effet individuel des truies est amoindri en retranchant à toutes les périodes la moyenne des fréquentations de l'animal pendant les quatre premiers jours suivant le sevrage. La moyenne des fréquentations de chaque période pour chaque bande, est alors calculée comme suit :

- Les périodes étudiées ont une durée de 12 heures.
 - P_{0i} est la première période après le sevrage et P_{ni} la dernière pour la jème truie.
- $$P_{0i} \leq P_{ij} \leq P_{ni}$$

$$M_i = \left[\sum_{i=2}^8 \left[\frac{P(i)}{8} \right] \right]$$

- Pour chaque période, $P_{ni} = P_{ni} - M_i$

Pour chaque truie, on recale l'ensemble des périodes sur la période de référence de manière à faire coïncider les fréquentations maximales sur cette période.

La comparaison avec le test de FISHER (taux de 0,05) n'a pas permis de mettre en évidence de différence significative dans ces courbes représentant la moyenne (par bande) en fonction du temps (période de durée définie). Ce résultat prouve que l'effet bande n'existe pas et ne doit donc pas être pris en compte dans les méthodes de détection automatique d'oestrus.

CONCLUSION

Cette expérimentation a permis de valider la conception d'un équipement de détection automatique de l'apparition d'oestrus sur des truies logées en groupe.

La mise en oeuvre d'un tel dispositif doit intégrer le choix des sous-équipements de base, la géométrie des salles attente-saillie et les méthodes de calcul. Les effets de chacun de ces paramètres ont été étudiés. La méthode de traitement de l'information par réseau de neurones, telle qu'elle est proposée, permet d'utiliser cet équipement de détection dans les élevages actuels.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BRESSERS H.P.M., TE BRAKE J.H.A., NOORDHUIZEN J.P.T.M., 1991. Appl. Anim. Behav. Sci., 31, 183-193.
- COMMISSION EUROPEAN COMMUNITIES, 1989. Proposal for a Council regulation (EEC) concerning minimum standards for the protection of pigs kept in intensive farming systems. Com(89) 115 final. Presented by the Commission European Communities, Brussels, 12 pp.
- HEMSWORTH P.H., CRONIN G.M., HANSEN C., WINFIELD C.G., 1984. Applied Animal Behaviour Science, 12, 339-347
- HEMSWORTH P.H., WINFIELD C.G., TILBROOK A.J., HANSEN C., BARNETT J.L., 1988. Applied Animal Behaviour Science, 19, 255-264.
- HOUWERS H.W.J., 1988. Locality registration as a way of oestrus detection in an integrated group-housing system for sows. In: Unshelm, J., Van Putten, G., Zeeb, K. and Ekesbo, I. (Eds.). Proceedings of the International Congress on Applied Ethology in Farm Animals, 16-18 June 1988, Skara, pp. 44-50.
- SIGNORET J.P., 1972. Contribution à l'étude des mécanismes éthologiques et endocriniens du comportement sexuel de la truie. Thèse Doctorat d'État Sciences Naturelles, Université Paris VI.