

Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation
et l'Environnement (INRAE)

Centre Bretagne-Normandie, site de Saint-Gilles

16 le Clos 35590 ST GILLES

L'alimentation par appel chez les truies gestantes : évaluation d'une stratégie d'apprentissage individuel, et influence de la hiérarchie

BLANC Anna

Master 2 Ethologie - Comportement Animal et Humain

Soutenu le 9 juin 2023

Supervisé par :

Charlotte GAILLARD, chargée de recherche, INRAE Saint-Gilles

Caroline CLOUARD, chargée de recherche, INRAE Saint-Gilles

Référent universitaire :

Cécilia HOUELIER, maître de conférences en éthologie, ETHOS, Université de
Rennes 1

Remerciements

Je souhaite dans un premier temps remercier Charlotte Gaillard et Caroline Clouard pour leurs conseils, leur accompagnement et leur encadrement durant ce stage qui m'ont grandement aidé. Merci beaucoup à Charlotte de s'être rendue disponible et à l'écoute tout au long de cette période, et de nous avoir toujours redonné le sourire et la motivation nécessaires.

Je remercie aussi Carole, Patrick, et Raphaël qui nous ont aidé à mettre en place le protocole dans les meilleures conditions possibles, ainsi que Daniel, Yannick et Manon dont l'aide sur le terrain a été précieuse.

Merci à mes collègues stagiaires de l'INRAE pour leur bonne humeur, et en particulier à Manon qui nous a épaulé sur le terrain. Merci à mes amis de Master Sacha, Albane, Bertille et Ninon, d'avoir été mes rayons de soleil durant ces deux dernières années. Merci à ma famille de toujours m'épauler dans mes projets, et de me soutenir.

Enfin, merci infiniment à Clémentine, mon binôme de stage et maintenant amie avec qui j'ai pris beaucoup de plaisir à travailler sur ce projet. Son soutien et sa bonne humeur ont été mon moteur durant ce stage. Je garderai en mémoire tous les beaux souvenirs que nous avons partagé, dans les bons moments comme dans les plus difficiles. Merci d'avoir rendu ce stage plein de joie, de rires et d'amour.

Sommaire

Introduction.....	1
Matériel et méthodes.....	4
1) Hébergement et animaux	4
2) Dispositif expérimental.....	5
A) Traitements.	5
B) Salle expérimentale et matériel.....	5
C) Sons individuels.....	6
D) Méthode d'apprentissage.....	7
3) Mesures	11
4) Analyses statistiques.....	13
Résultats.....	14
1) L'apprentissage des truies apprenantes et comparaison du comportement des truies naïves et apprenantes	14
A) Les truies apprenantes	14
B) Comparaison truies naïves-apprenantes	16
2) Evaluation des bénéfices de l'apprentissage : phase 4	17
A) Comportements agonistiques et score de lésion	17
B) Comportement dans la salle (localisation, posture).....	17
3) Impact du statut hiérarchique sur l'apprentissage et la mise en groupe	19
A) L'apprentissage : réponse aux sons et comportement dans la salle de test.....	19
B) La mise en groupe	20
Discussion.....	21
Efficacité de l'apprentissage	21
Les bénéfices de l'apprentissage dans les groupes de truies	23
Impact du statut hiérarchique des truies sur l'apprentissage et ses conséquences	24
Conclusion.....	25
Références bibliographiques.....	26
Logiciels et packages R.....	29

Introduction

Le bien-être animal a été défini en 2018 par l'ANSES comme « l'état mental et physique positif lié à la satisfaction de ses besoins physiologiques et comportementaux, ainsi que de ses attentes. Cet état varie en fonction de la perception de la situation par l'animal ». Cette notion est devenue un intérêt public majeur depuis quelques années, notamment chez les animaux d'élevage où les pratiques et les conditions de vie de ces animaux mènent à des remises en question (Rioja-Lang, Connor *et al.*, 2020). En effet, les conditions d'hébergement sont appauvries et monotones en élevage, menant à une hypostimulation des sens et de la cognition des animaux, en particulier chez les porcs (Zebunke, Puppe *et al.*, 2013). Le fait de ne pas donner la possibilité à ces animaux d'élevage d'exprimer pleinement leurs capacités sensorielles et cognitives peut provoquer une diminution du bien-être et des signes de souffrance, car l'environnement ne correspond pas aux besoins éthologiques de l'espèce (Jensen et Toast, 1993). Par exemple, Held, Mendl et ses collaborateurs (2002) ont montré qu'une situation ayant un impact négatif sur la cognition pouvait engendrer du stress chez les porcs, et impacter directement leur comportement, notamment alimentaire. Il est donc important d'apporter aux animaux un environnement adéquat par rapport aux connaissances disponibles sur leurs comportements et besoins, pour leur garantir des conditions de vie adaptées (Tanida et Nagano, 1998).

Pour ce faire, l'enrichissement environnemental peut être utilisé pour diminuer l'impact négatif des pratiques d'élevage sur le bien-être des animaux en améliorant les conditions d'hébergement dans les élevages intensifs, et en permettant aux individus d'exprimer les comportements typiques de l'espèce (Van de Weerd et Ison, 2019). L'enrichissement environnemental a été défini par Newberry en 1995 comme « une augmentation de la pertinence biologique des environnements captifs par des modifications appropriées résultant en une amélioration du fonctionnement biologique des animaux captifs ». Plus particulièrement, l'enrichissement cognitif donne la possibilité aux individus d'avoir un certain contrôle de leur environnement, et de faire face à des défis cognitifs qui leur apportent une satisfaction (souvent liée à une récompense alimentaire) en cas de succès (Milgram, 2003), et des émotions positives (Dantzer 2002). Ainsi, l'enrichissement de l'environnement permettant une activité cognitive récompensée, notamment par de l'aliment, peut améliorer le bien-être des animaux d'élevage intensif (Ernst, Tuchscherer *et al.*, 2006).

Les truies gestantes, qui pouvaient être logées individuellement avant 2008, doivent obligatoirement être hébergées en groupes depuis la directive européenne 2008/120/CE du 18 décembre 2008, ayant pour but de renforcer la protection des porcs d'élevage. Cette vie en groupe permet aux individus d'interagir entre eux, besoin nécessaire au bien-être pour une espèce sociale et hiérarchique comme le porc (Chapinal, Ruiz-De-La-Torre *et al.*, 2010). Elle a l'avantage de

ne pas affecter négativement la productivité (Min, Choi *et al.*, 2020). Cependant, cette réglementation a soulevé une nouvelle problématique concernant l'alimentation car l'auge commune implique que certaines truies (dominantes) ont un accès privilégié à l'auge et mangent donc plus que les truies dominées. Pour pallier ce problème, des systèmes d'alimentation individuels et automatiques se développent afin de fournir à chaque truie un espace et une ration complète ajustable selon leurs besoins. Cependant, ce système d'alimentation prend de la place et est onéreux, il est donc prévu qu'un seul alimentateur serve entre 40 et 50 truies. Cela engendre un phénomène de concurrence entre les truies en raison d'une imprévisibilité de l'accès à la nourriture et d'un ratio animal/place sur le dispositif restreint (Kirchner, Manteuffel *et al.*, 2012). Cette compétition augmente les interactions agonistiques entre les truies autour du distributeur, notamment autour de la période d'alimentation (Remience, Wavreille *et al.*, 2008 ; Manteuffel, Shön *et al.*, 2011), ce qui peut engendrer des blessures et une augmentation du stress, donc une diminution du bien-être (Arey et Edwards, 1998). En particulier, les truies de faible rang hiérarchique se trouvent désavantagées, car elles reçoivent plus d'agressions et ont plus difficilement accès à la station d'alimentation (Bench, Rioja-Lang *et al.*, 2013). En effet, étant donné que le comportement social est lié à la hiérarchie du groupe, l'accès à l'alimentation et l'ordre de passage des truies dépend de leur statut hiérarchique : plus une truie est haute dans la hiérarchie, plus elle aura accès rapidement à la station d'alimentation (Durant, Dourmad *et al.*, 2022). Enfin, une augmentation des interactions agonistiques entre les truies a pour conséquence l'augmentation des besoins nutritionnels des truies gestantes, en raison d'une augmentation de l'activité physique (Gaillard, Durant *et al.*, 2021 ; Durant, Dourmad *et al.*, 2022).

Ainsi, des travaux de recherche en élevage porcin se focalisent aujourd'hui sur l'application de nouvelles stratégies pour limiter la compétition alimentaire devant la station d'alimentation des truies gestantes. Pour cela, certains auteurs ont montré qu'une forme d'apprentissage cognitif, l'apprentissage instrumental récompensé, pouvait être utilisé en élevage pour diminuer les effets négatifs de l'installation de ces stations d'alimentation. L'apprentissage instrumental récompensé a été défini en 2009 par Manteuffel et ses collaborateurs comme l'association d'un « signal environnemental au résultat positif de la propre activité. Le comportement instrumental comprend la motivation pour une récompense spécifique, l'anticipation de son acquisition réussie et une évaluation positive ». La méthode étudiée consiste à récompenser les truies par de la nourriture après qu'elles aient discriminé un signal acoustique individuel grâce à un conditionnement classique suivi d'un conditionnement opérant. (Manteuffel *et al.*, 2010 ; Kirchner *et al.*, 2012 ; Kirchner *et al.*, 2014).

Les études ont montré que ce procédé peut avoir plusieurs bénéfices : il a permis de diminuer les comportements agonistiques entre les individus (Kirchner, Manteuffel *et al.*, 2012 ; Sonoda, Fels *et al.*, 2013) en réduisant la compétition pour l'accès à la nourriture et en améliorant son accès

(Manteuffel, Langbein *et al.*, 2009). L'environnement est enrichi grâce au signal sonore, et l'animal est récompensé par l'accès à la nourriture, ce qui laisse supposer que le défi cognitif engendré par l'apprentissage du signal est intéressant pour satisfaire les besoins cognitifs de l'animal (Manteuffel, Langbein *et al.*, 2009b). En effet, le défi cognitif permet aussi aux animaux de contrer l'ennui (Ernst, Puppe *et al.*, 2005) et d'avoir une période d'alimentation plus détendue et une meilleure gestion du stress car ils peuvent anticiper de manière positive la prise d'alimentation (Manteuffel, Mannewitz *et al.*, 2010 ; Zebunke, Puppe *et al.*, 2013 ; Mahnhardt, Brietzke *et al.*, 2014).

L'apprentissage s'est avéré être plus ou moins long en fonction du profil de la truie : l'étude de Manteuffel, Mannewitz et leurs collaborateurs (2010) a mis en évidence des temps d'apprentissage différents en fonction du statut hiérarchique des truies : les truies dominées ont répondu positivement à moins d'appels que les truies subordonnées et dominantes, et ont eu besoin de plus d'appels pour atteindre le critère d'apprentissage. Cela suggère que le statut hiérarchique de la truie aurait un impact sur ses capacités d'apprentissage, ou sur sa manière d'appréhender le dispositif.

L'apprentissage instrumental récompensé a été testé via des protocoles dans lesquels les truies apprennent directement en petits groupes, et où elles ont accès à une station d'alimentation automatisée pour diffuser les sons de toutes les truies toute la journée (Manteuffel, Langbein *et al.*, 2009a ; Manteuffel, Mannewitz *et al.*, 2010 ; Krichner, Manteuffel *et al.*, 2012 ; Krichner, Manteuffel *et al.*, 2014). Aussi, dans les études réalisées, la station d'alimentation comprenait une entrée et une sortie différentes, ce qui évitait aux animaux de reculer pour sortir de la station. Or dans la pratique, de nombreux élevages possèdent des stations d'alimentation où les truies entrent et sortent par le même endroit, ce qui implique que la sortie se fait en reculant, et que la truie se retrouve au milieu des truies qui attendent pour entrer dans le dispositif lorsqu'elle en ressort. Dans cette mesure, il serait pertinent d'évaluer cette technique via un apprentissage individuel, où les truies apprennent dans une salle de test seules, tous les jours pendant un temps imparti, et d'observer si cela résulte à une diminution des interactions agonistiques lorsqu'elles passent en petits groupes. Il serait intéressant de voir si cela permettrait aussi d'effacer l'effet du statut hiérarchique de la truie sur ses performances d'apprentissage rapporté dans l'étude de Manteuffel, Mannewitz *et al.* (2010).

Ainsi, l'objectif de cette étude est d'évaluer une stratégie d'apprentissage, fondée sur l'émission d'un son propre comme appel à venir manger à une station d'alimentation à une seule porte. Les truies gestantes apprendront seules à distinguer leur signal sonore dans une salle d'expérimentation avant d'être évaluées en petits groupes. Dans un premier temps, cette étude vise à voir si la technique d'apprentissage utilisée est appropriée et mène à une amélioration du bien-être des truies évaluées via la diminution du nombre d'interactions agonistiques et de blessures. Dans un second temps, la qualité de l'apprentissage sera évaluée en fonction du statut hiérarchique de la truie

(défini grâce à l'ordre de passage à la station d'alimentation) pour voir si la hiérarchie joue un rôle dans les modalités d'apprentissage.

Il est fait l'hypothèse que 1) les truies devraient réussir à associer leur son propre comme une invitation à manger dans le dispositif (Ernst, Puppe *et al.*, 2005 ; Puppe, Ernst *et al.*, 2007 ; Manteuffel, Mannewitz *et al.*, 2010), et 2) discriminer leur son propre par rapport à un son inconnu. Etant donné que le rang hiérarchique d'une truie semble lié à sa facilité à apprendre (Manteuffel, Mannewitz *et al.*, 2010), 3) les truies dominées devraient mettre plus de temps à apprendre et répondre à moins d'appels sonores par rapport aux truies dominantes.

Une fois les truies apprenantes mises en groupe, 4) les interactions agonistiques et les lésions devraient diminuer (Kirchner, Manteuffel *et al.*, 2012 ; Sonoda, Fels *et al.*, 2013) comparé à des truies qui n'auront pas bénéficié de l'apprentissage (truies naïves). 5) Le temps passé dans les zones proches du dispositif d'alimentation devrait également diminuer pour les groupes de truies apprenantes comparé aux groupes de truies naïves, notamment concernant les truies dominantes (Manteuffel, Mannewitz *et al.*, 2010).

Matériel et méthodes

1) Hébergement et animaux

Animaux. Les expérimentations pour cette étude ont été réalisées de février à mai 2023, à l'Unité Expérimentale de Physiologie et de Phénotypage du Porc (UE3P) à Saint-Gilles, France (<https://doi.org/10.15454/1.5573932732039927E12>). Toutes les truies de l'étude étaient des truies gestantes de race croisée Landrace x Large White (N = 32). Les truies étaient réparties en deux répétitions, une première (B1, N= 16) d'un rang de portée moyen de 3,44 (3 primipares et 13 multipares), et une deuxième (B2, N= 16) d'un rang de portée moyen de 3,67 (4 primipares et 16 multipares). Seuls les résultats de la répétition 1 sont présentés dans ce rapport car les expérimentations de la deuxième ont eu lieu du 10 avril au 1er juin et les résultats sont donc en cours d'analyse.

Salle de gestation. Les deux groupes de truies (B1 et B2) ont été logés chacun dans une salle de gestation de 7.5 x 8 m. Dans cette salle, les truies avaient accès à l'eau *ad libitum* via deux abreuvoirs connectés (Asserva, Lamballe, France) et à deux Distributeurs Automatiques de Concentrés (DAC, Gestal, JYGA Technologies Inc., Québec, Canada). L'alimentation était constituée d'un mélange d'un aliment « standard de lactation » à 27% et d'un aliment « bas gestation » à 73% afin d'obtenir une ration adaptée aux besoins nutritionnels de truies en gestation. La quantité d'aliment administré à chaque truie pendant toute sa gestation dépendait de son rang de portée et de

sa taille (de 2.4kg à 3.3kg par jour). Les DAC étaient ouverts de 00h00 à 23h30 sans restriction d'entrée pour les truies qui pouvaient effectuer plusieurs visites par jour (habituellement une pour manger toute leur ration, et quelques visites supplémentaires sans nourriture). Lorsqu'elles entraient dans le DAC, elles recevaient des portions de 300 g d'aliment toutes les 1 minute 30 secondes. Pour cette étude, 600 g de la ration journalière délivrée par les DAC ont été amputés lors des jours d'expérimentation afin d'être distribués en salle de test (décrite ci-dessous).

2) Dispositif expérimental

A) Traitements.

Les truies de chaque répétition ont été réparties en deux lots expérimentaux homogènes en fonction de leur poids à l'insémination et de leur rang de portée :

- Les truies dites « apprenantes » (N=8 dont 1 primipare pour les deux répétitions) ont suivi la procédure d'apprentissage
- Les truies dites « naïves » (N=8 dont 2 primipares pour les deux répétitions) n'ont pas suivi la procédure d'apprentissage, mais ont été habituée à la salle et à la présence de sons dans cette dernière. Elles forment le groupe contrôle.

B) Salle expérimentale et matériel.

Salle d'expérimentation. Les truies étaient amenées dans une salle d'expérimentation de 54m² pour procéder à l'apprentissage. La salle était constituée de deux zones (Figure 1) : une « zone d'expérimentation » de 44 m² en forme de L, pour les truies et la station d'alimentation manuelle (« DAC manuel »), et une « zone observateurs » de 10 m² dans laquelle les observateurs étaient placés et pouvaient prendre des mesures directes sur les animaux et gérer le DAC manuel. La zone d'expérimentation comprenait quatre aires fictives : une aire de jeux (A4), dans laquelle étaient placés deux sacs de jute et deux cordes comme enrichissements (Horback *et al.*, 2016). Puis, une aire de transition (A3), une aire proche du DAC (A2) dans laquelle un abreuvoir automatique avait été placé, et enfin une aire d'accès au DAC manuel (A1 ou ZA). Les truies pouvaient circuler librement entre les zones. Une enceinte (JBL Flip Essential 2) a été positionnée au-dessus de l'auge du DAC manuel de manière à ce que le son provienne du même endroit que la source alimentaire. Une caméra fixe (Hik vision) et une caméra mobile (GoPro Hero +) ont été installées de manière à pouvoir filmer l'entièreté de la zone d'expérimentation. La caméra mobile filmaient les zones A1 et A2, et la caméra fixe filmaient les zones A3 et A4.

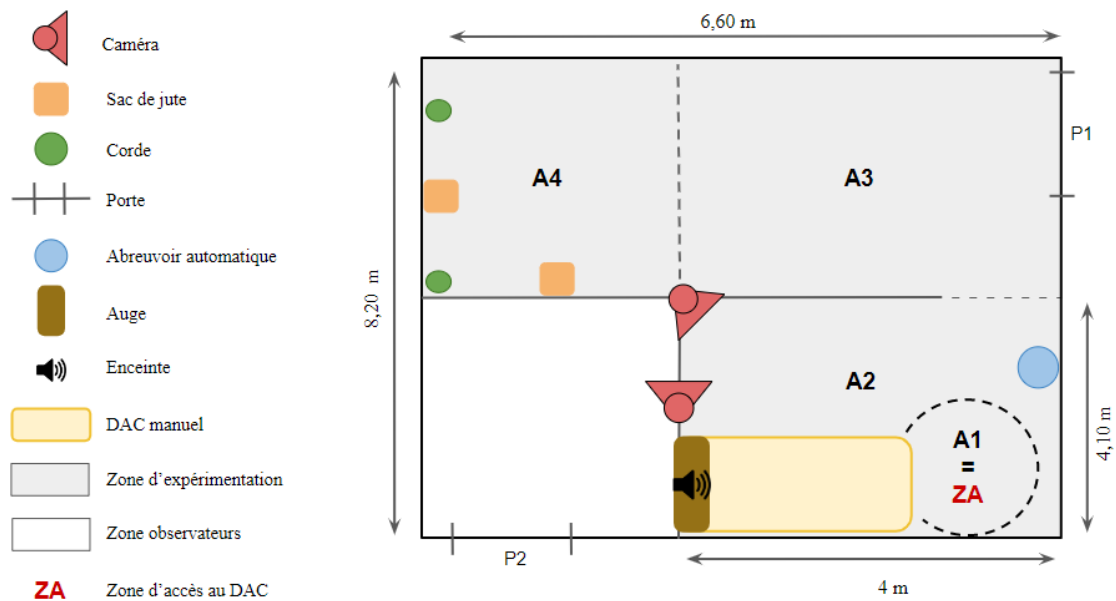


Figure 1. Plan détaillé de la salle d'expérimentation.

Distributeur d'alimentation. Le DAC manuel (Figure 2) de 2.07 m x 0,71 m a été créé pour simuler un DAC en sens unique (l'entrée est aussi la sortie). Il est constitué de deux barrières en métal et une porte à l'arrière du DAC qui permet de fermer / ouvrir le dispositif manuellement grâce à un levier accessible par les observateurs à partir de la « zone observateurs ». L'auge du DAC pouvait également être fermée manuellement grâce à une trappe atteignable à partir de la « zone observateurs ».

C) Sons individuels

Des non-mots trisyllabiques ont été utilisés comme sons individuels.

Ces sons ont été créés de manière à ce qu'aucune combinaison de trois voyelles ne se produise deux fois dans deux non-mots différents, comme dans la procédure de Manteuffel, Mannewitz *et al.* (2010). Les porcs étant particulièrement sensibles aux voix humaines aiguës et lentes (Bensoussan, Tigeot *et al.*, 2019), les non-mots ont été prononcés lentement par une voix de femme. Ils ont été enregistrés avec un enregistreur audio numérique (Olympus LS-P1), puis homogénéisés à l'aide du logiciel Audacity 3.2.4. de manière à ce que chaque son dure 10 secondes, et que le non-mot soit prononcé trois fois à intervalles réguliers durant ces 10 secondes. Les signaux sonores ont été attribués de manière aléatoire aux truies « apprenantes » avant le début des expérimentations. Un son a également été sélectionné pour apprendre aux truies à sortir du dispositif. Ce son correspondait à un “bip” de



Figure 2. Photo du DAC manuel de la salle de test.

recul de camion émis 5 fois à intervalles réguliers pendant 10 secondes. Pour toutes les truies, naïves et apprenantes, ce signal était le même.

D) Méthode d'apprentissage

Pour chaque répétition, la procédure expérimentale se déroulait sur 8 semaines et se découpait en 5 phases, récapitulées dans le Tableau 1 : phase d'adaptation (phase 0), de pré-entraînement (phase 1), d'entraînement (phase 2), de discrimination (phase 3) et de test en groupe (phase 4). Dans les quatre premières phases (phase 0 à 3), les truies étaient amenées individuellement dans la salle d'expérimentation entre 10 et 15 min par jour expérimental. Dans la dernière phase (phase 4), les truies étaient amenées dans la salle d'expérimentation par groupe de 4 pendant 1h30. Durant toutes les phases, les truies avaient accès à toute la « zone d'expérimentation » (Figure 1), et donc à l'eau *ad libitum*. Chaque truie naïve ou apprenante était amenée seule dans la salle d'expérimentation une fois par jour, alternativement entre 9h et 12h ou entre 13h et 17h.

Tableau 1. Récapitulatif des différentes phases d'apprentissage et leurs caractéristiques.

	Autre appellation	Durée	Temps dans la salle	Émission des sons propres	Émission de sons inconnus
Phase 0	Phase d'adaptation	2 jours	10min jour 1 15min jour 2	Non	Non
Phase 1	Phase de pré-entraînement	5 jours	15min	Oui	Non
Phase 2	Phase d'entraînement	5 jours	15min	Oui	Non
Phase 3	Phase de discrimination	15 jours	15min	Oui	Oui
Phase 4	Phase de groupe	3 jours	90min	Oui	Oui

i. Phase 0 : phase d'adaptation

La phase 0, ou phase d'adaptation, a duré deux jours, avec une session par jour. Le premier jour, la truie restait 10 minutes dans la salle et passait une fois dans le DAC manuel. Le deuxième jour, la truie restait 15 minutes dans la salle et passait deux fois dans le DAC manuel. Ce procédé permettait aux truies de s'habituer progressivement à rester seules dans la salle d'expérimentation et à utiliser le DAC manuel qu'elles ne connaissaient pas. A chaque session, la procédure était la suivante : la truie était amenée dans la salle d'expérimentation par la porte P1 (Figure 1). Lorsque la truie approchait spontanément le DAC manuel et que ses deux membres antérieurs et sa tête se trouvaient dans *la*

« **zone d'accès** » (**ZA**, Figure 1), un expérimentateur ouvrait la porte du DAC manuel. Lorsque la truie entrait dans le DAC manuel, l'expérimentateur fermait la porte du DAC manuel derrière elle et plaçait une ration alimentaire dans l'auge après avoir ouvert la trappe. Le premier jour, 1kg d'aliment était placé directement dans l'auge (1 visite au DAC). Le deuxième jour, la truie réalisait deux passages au DAC manuel et recevait 300 g d'aliment par passage (soit 600g au total).

Une fois entrée dans le DAC manuel, la truie pouvait se nourrir pendant 4 minutes. A la fin de ces 4 minutes, l'expérimentateur refermait l'auge à l'aide de la trappe, et ouvrait la porte du DAC manuel. A partir de l'ouverture de la porte, la truie disposait de 2 minutes pour sortir du DAC manuel. Ces deux minutes étaient décomposées en 4 étapes :

- La trappe était placée sur l'auge et la porte du DAC manuel était ouverte par l'expérimentateur.
- Au bout de 1min, si la truie n'était toujours pas sortie, le bip de recul de camion indiquant à la truie la survenue prochaine d'un renforcement négatif était émis pendant 10 secondes
- Au bout de 1,10min, si la truie n'était toujours pas sortie, l'observateur réalisait le renforcement négatif en tapotant sur le groin de la truie avec une tapette de conduite pour porcs pour la faire reculer

A la fin de l'expérimentation, la truie était ramenée dans la salle de gestation. Dans le cas où la truie n'effectue pas la ou les visites prévues au DAC manuel, la quantité d'aliment non consommée sur les 600g était ensuite mise à disposition dans le DAC automatique dans la salle de gestation.

ii. Phase 1 : phase de pré-entraînement

La phase 1 a duré 5 jours, avec une session par jour. Chaque truie passait 15 minutes par session dans la salle d'expérimentation, et pouvait entrer deux fois dans le DAC manuel à chaque session. La truie avait accès au DAC manuel lorsqu'elle se présentait en ZA de la même manière qu'en phase 0, et elle pouvait s'alimenter dans les mêmes conditions qu'en phase 0. Cette fois, pour les truies apprenantes, **le son individuel de la truie** était joué une fois la truie entrée spontanément dans le DAC, au moment d'ouvrir la trappe de l'auge pour lui donner l'accès à l'aliment. L'objectif de cette phase était que la truie associe le son propre à l'accès à l'aliment (*i.e.* conditionnement classique). Les truies naïves ont suivi la même procédure qu'en phase 0, sans émission de son.

iii. Phase 2 : phase d'entraînement

La phase 2 durait 5 jours, avec une session de 15 minutes par jour. Cette fois-ci, la truie ne pouvait plus entrer dans le DAC manuel à sa simple présentation en ZA. Pour les truies apprenantes, le son individuel de la truie était émis avant que la truie n'accède au DAC manuel. Lors de l'émission du

son, la truie devait se positionner dans la « zone d'accès » (ZA) du DAC manuel afin que l'expérimentateur ouvre le DAC. Si la truie se positionnait en ZA dans la minute qui suivait l'émission de son propre son, l'essai était considéré comme un succès : la porte du DAC manuel était ouverte, et la truie avait accès à 300 g d'aliment par visite de la même manière que dans la phase 1. Si la truie ne se présentait pas au DAC manuel dans la minute qui suivait l'émission de son propre son, l'essai était considéré comme un échec. Dans ce cas, la porte du DAC manuel ne s'ouvrait pas. Pendant la session de 15 min, le son de la truie était passé deux fois pour lui donner accès au DAC manuel deux fois par session. L'objectif de cette phase était que la truie réponde au son propre en se présentant au DAC manuel afin de recevoir l'aliment (*i.e.* conditionnement opérant). Les truies naïves ont suivi la même procédure qu'en phase 0, sans émission de son.

iv. *Phase 3 : phase de discrimination*

La phase 3 durait 15 jours : pendant 4 jours, les truies naïves et apprenantes ont réalisé une session par jour. Puis pendant 10 jours, seules les truies apprenantes passaient deux sessions de 15 min par jour. Le dernier jour, seules les truies naïves ont réalisé une session de 15 min pour les réhabituer à la salle de test avant la phase 4.

Cette phase est basée sur les mêmes principes que la phase 2. Mais cette fois, pour les truies apprenantes, en plus du son propre émis deux fois par session, deux sons différents et inconnus de la truie étaient passés pendant la session. Quatre sons étaient donc émis pendant cette phase dans un ordre aléatoire. Lorsqu'un son propre était émis, la truie disposait de 1 minute pour se présenter au DAC manuel, et de 6 minutes pour manger l'entièreté de sa ration, avant qu'un nouveau son soit émis. Lorsqu'un son inconnu était émis, un intervalle de 1 minute était laissé pour observer la réponse de la truie, avant l'émission d'un autre son. Dans cette phase, la truie devait se présenter au DAC dans la minute qui suivait son ***propre son*** pour que l'essai soit considéré comme un succès et que les portes du DAC soient ouvertes par l'expérimentateur. Si la truie se présentait au DAC manuel dans la minute après l'émission d'un ***son inconnu***, la présentation au DAC était notée comme un échec (mauvaise reconnaissance du son individuel). Si elle ne se présentait pas au DAC manuel dans la minute après l'émission d'un son inconnu, l'essai était un succès. Les différentes

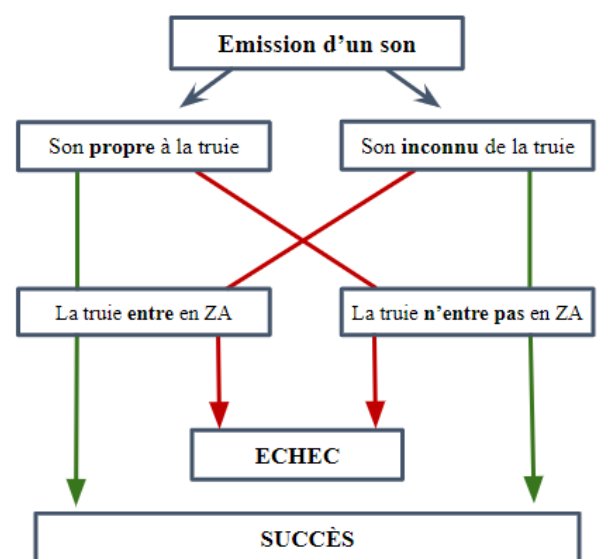


Figure 3. Modalités d'échec et de succès pour les phases 3 et 4.

modalités de succès et d'échec sont présentées en Figure 3. L'objectif de cette phase était que la truie discrimine son propre son, en accédant activement à l'aliment dans le DAC manuel, d'autres sons inconnus. Les truies naïves ont suivi la même procédure qu'en phase 0, mais cette fois-ci en ajoutant des sons toutes les minutes pour les habituer à l'émission de sons dans la salle de test.

v. *Phase 4 : phase de test en groupe*

La phase 4 a duré 3 jours, avec une session de 1h30 par jour. Dans cette phase, quatre groupes de quatre truies ont été formés (deux groupes de 4 truies apprenantes et deux groupes de 4 truies naïves). Ils ont été homogénéisés en termes de rang de portée et de poids pour avoir des groupes contenant les mêmes caractéristiques. Les groupes sont restés inchangés pendant les trois jours pour assurer le maintien d'une hiérarchie au sein de ces sous-groupes. Par session, les truies étaient placées pendant 1h30 dans la salle d'expérimentation, et 13 sons étaient passés dans un ordre aléatoire, avec un son émis toutes les 7 minutes :

- Dans les groupes de truies apprenantes, 5 sons inconnus étaient émis ainsi que deux fois les sons propres des 4 truies (soit 8 sons). L'ordre de passage des sons était le suivant : parmi les 7 premiers sons émis, les 4 sons propres aux truies étaient passés une fois afin que toutes les truies fassent leur premier passage dans le DAC manuel avant 45 minutes de test. Puis, parmi les 6 sons suivants, ils étaient une nouvelle fois émis dans un ordre aléatoire. Cela permettait à toutes les truies de passer une fois avant la moitié du temps du test, et une fois après. L'ordre des sons changeait tous les jours.
- Dans les groupes de truies naïves, les 13 sons étaient émis aléatoirement chaque jour.

Cette phase a été filmée par les deux caméras de la salle (Figure 1.). Les critères pour déterminer les succès et les échecs sont les mêmes que ceux utilisés en phase 3 (Figure 3). L'objectif de cette phase était d'évaluer l'effet de la mise en groupe sur les performances d'apprentissage et la fréquence des comportements agonistiques des truies devant le DAC manuel.

Le premier jour de cette phase, il a été observé que les truies qui étaient à l'extérieur du DAC manuel pouvaient entrer en contact avec la truie qui y était présente, et la mordre. Une deuxième barrière de métal, accrochée avec de la ficelle, a donc été installée autour du DAC à partir du deuxième jour pour éviter tout contact entre les truies de l'extérieur et de l'intérieur du DAC manuel.

3) Mesures

Détermination de la hiérarchie. La hiérarchie étant fortement liée à l'ordre de passage au DAC dans la salle de gestation chez les truies gestantes (Lanthony, Danglot *et al.*, 2022) et cet ordre restant stable au cours du temps (Gaillard, Julienne *et al.*, 2021), l'ordre au DAC a été utilisé pour déterminer indirectement le statut hiérarchique des truies. Pour cela, l'ordre de passage des truies a été déterminé du 7^e jour après l'entrée des truies en salle de gestation au 13^e jour, soit pendant 7 jours sans expérimentation. A partir de ces données, un ordre de passage au DAC général a été déterminé, et deux groupes ont été formés : les truies passant en premier dans le DAC (N=8, 4 naïves et 4 apprenantes) considérées comme dominantes, et les truies passant en dernier (N=8, 4 naïves et 4 apprenantes) considérées comme dominées.

Observations directes. Pour la phase d'adaptation et la phase 1, le temps entre le début de la session et l'entrée de la truie dans la zone ZA (= Latence d'arrivée en ZA) ainsi que le temps passé à manger dans le DAC manuel était noté.

Pour les phases 2, 3 et 4, les mesures ci-dessous ont été faites en direct sur chaque truie apprenante pour chaque session de test :

- Le temps entre l'émission d'un son (propre ou inconnu) et la présentation de la truie en ZA (Latence d'arrivée en ZA, en secondes). Si la truie ne se présentait pas en ZA dans la minute qui suivait le son, il n'y avait pas de latence.
- La localisation de la truie au moment de l'émission d'un son (A1, A2, A3 ou A4, Figure 1)
- La réponse de la truie face au son : échec ou succès (modalités en Figure 3)

Les observations ont été réalisées par deux observateurs tout le long de l'expérimentation.

Pour les phases 3 et 4, le nombre de présentations spontanées (la truie se présente en ZA sans qu'il n'y ait de son émis) et le nombre de présentations "motivées" (la truie se présente en ZA sans qu'il n'y ait de son émis, et force sur la porte du DAC manuel avec son groin) ont été relevées pendant chaque session. A partir de ces mesures, un total des approches au DAC manuel a été calculé (présentations spontanées + présentations motivées) ainsi qu'un nombre d'approches de chaque type (spontanées et motivées).

Enfin, pendant la phase 4, un nombre de lésions (traces de morsure, rougeurs) et de griffures a été calculé sur toutes les truies, avant et après chacune des trois sessions de cette phase.

Observations indirectes (vidéos). Les vidéos de 90 minutes enregistrées pendant la phase de groupe ont été analysées via la méthode de scan sampling avec un intervalle de deux minutes entre chaque scan, soit 45 scans au total par session de test. Pour chaque scan, deux catégories de comportement seront relevées par truie :

- La localisation dans la salle (A0= dans le DAC manuel, A1, A2, A3 et A4, Figure 1)
- La posture (assise, debout, couchée). Les différentes postures sont décrites dans le Tableau 2.

Tableau 2. Répertoire des postures relevées en scan sampling

Assise	Le poitrail de la truie est décollé du sol, les pattes avant sont droites avec au moins une des deux pattes arrière pliées sous le corps.
Couchée	La truie a le poitrail et l'arrière-main qui touchent le sol. Elle peut être couchée latéralement (4 pattes visibles, ligne du dos non visible), ventralement (4 pattes non visibles, ligne du dos visible), ou de façon ambiguë (ni latéralement ni ventralement).
Debout	La truie est debout sur ses quatre pattes. Elle peut être immobile ou en mouvement.

Les comportements agonistiques des truies aux alentours du DAC (aires A0, A1 et A2) ont été analysés sur les enregistrements vidéo via la méthode all occurrence behavioural sampling. Seuls les comportements agonistiques initiés par une truie sont pris en compte dans ce rapport ; les truies recevant un comportement agonistique ne sont pas notées. Au total, 5 comportements agonistiques sont définis (Tableau 3).

Tableau 3. Répertoire comportemental des comportements agonistiques relevés en all occurrence behavioural sampling (adaptés de Kirchner, Manteuffel et al., (2012)).

Morsure	Une truie s'oriente vers une congénère, effectue un mouvement rapide de la tête envers une congénère, la tête tendue et la bouche ouverte, et touche la congénère avec ses dents.
Menace	Une truie s'oriente vers une congénère, la tête tendue et possiblement la bouche ouverte, et effectue un mouvement rapide envers la congénère, sans contact direct entre les deux truies.
Pousse	Une truie utilise sa tête pour entrer en contact avec une congénère et, par des mouvements répétés, frotte la congénère pour la déplacer.
Poursuite	Une truie chasse une congénère, les deux animaux sont en mouvement. La truie qui poursuit est derrière la truie poursuivie et peut la menacer ou la mordre.
Combat	Deux truies ont un contact physique dans une position antiparallèle, elles se tournent autour et peuvent mutuellement se pousser, se menacer ou se mordre.

Ces observations ont été réalisées sur toutes les truies, apprenantes et naïves, pendant les 3 sessions de phase de groupe. Les vidéos ont été analysées par deux observateurs : pour chaque vidéo, un observateur analysait les scans, et l'autre analysait les comportements en all occurrence behavioural sampling. Les observateurs alternaient entre le scan sampling et le all occurrence behavioural sampling pour chaque vidéo afin qu'ils analysent autant de vidéos avec les deux méthodes de mesure utilisées.

4) Analyses statistiques

L'analyse des données récoltées a été réalisée phase par phase, sur le logiciel de statistiques R (R Core Team, 2023). Les variables qualitatives et quantitatives discrètes ont été analysées à l'aide de modèles linéaires mixtes généralisés (GLMM) basés sur la distribution de Poisson, avec comme fonction de lien la fonction logarithmique. Cela comprenait les variables de localisation et de posture dans la salle, de comportements agonistiques, de nombre de lésions et griffures, de présentations spontanées et motivées, et de localisation au moment du son. La variable de réponse au son a également été analysée à l'aide d'un modèle linéaire mixte généralisé (GLMM), basé cette fois sur une distribution binomiale (succès ou échec), avec une fonction de lien logit. Les analyses réalisées seulement sur les truies apprenantes (réponse au son, localisation au moment du son) ont incorporé le jour, le statut de dominance (dominée ou dominante) et le type de son (son propre ou son inconnu) comme facteurs fixes, et l'identité des truies comme facteur aléatoire. Les analyses visant à comparer les naïves et les apprenantes (présentations spontanées et motivées, comportements agonistiques, scans des localisations et postures) ont incorporé le type de truie (naïve ou apprenante), le statut de dominance (dominée ou dominante) et le jour comme facteurs fixes et l'identité des truies comme facteur aléatoire. La latence d'arrivée en ZA (secondes) a été analysée via un GLMM avec une distribution gaussienne et une fonction de lien identity. Les modèles ont d'abord été réalisés à l'aide de la fonction `glmer` du package `lme4`. Si le modèle était exposé à une surdispersion, il était corrigé à l'aide de la fonction `glmmPQL` du package `MASS` (Venables et Ripley, 2013). Les effets principaux ont été calculés à l'aide de la méthode Anova du package `car` (Fox et Weisberg, 2018) qui utilise les tests F de Wald pour une analyse de variance de type II dans les modèles linéaires généralisés, les tests d'hypothèses étant basés sur l'hypothèse d'une statistique de test distribuée de type chi carré (χ^2 df). L'indice numérique df indique les degrés de liberté respectifs. Les corrélations entre les différents facteurs fixes ont été calculées à l'aide de la fonction `emmeans` (Lenth et al., 2018). Les comparaisons multiples entre un même facteur fixe (par exemple la comparaison jour par jour) ont été effectuées à l'aide de la procédure Tukey-Kramer (Kramer, 1956). Le temps passé dans le DAC manuel (somme des deux temps d'une session) a été analysé via des tests non-paramétriques. Des tests de Friedman ont été réalisés pour étudier cette variable en fonction des jours de test. Si le test était significatif, des comparaisons multiples par paires étaient faites en utilisant le test apparié des rangs signés de Wilcoxon, avec la méthode de correction de Bonferroni pour ajuster les *p*-values. Des tests de Mann-Whitney ont été effectués sur cette variable en fonction du type de truie (naïve ou apprenante) et en fonction du statut de dominance (dominée ou dominante). Les figures ont été créées à l'aide du package `ggplot2` (Wickham, 2009).

Résultats

1) L'apprentissage des truies apprenantes et comparaison du comportement des truies naïves et apprenantes

A) Les truies apprenantes

i) Réponses aux sons

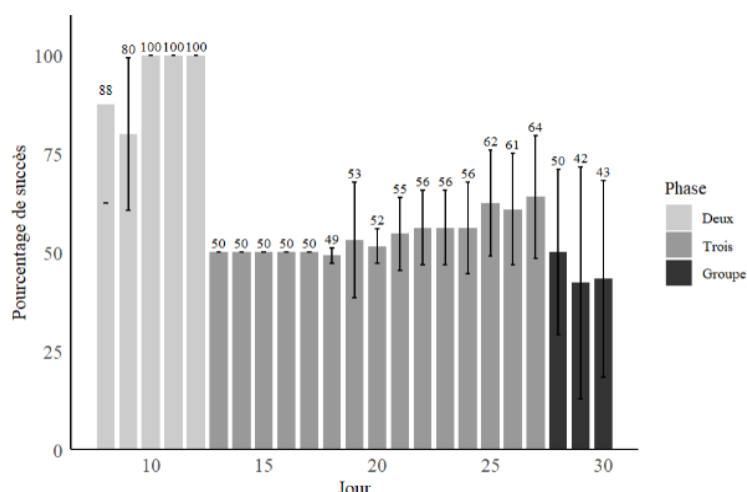


Figure 4. Pourcentage de succès en fonction des jours et des différentes phases. Les barres d'erreur représentent l'écart-type

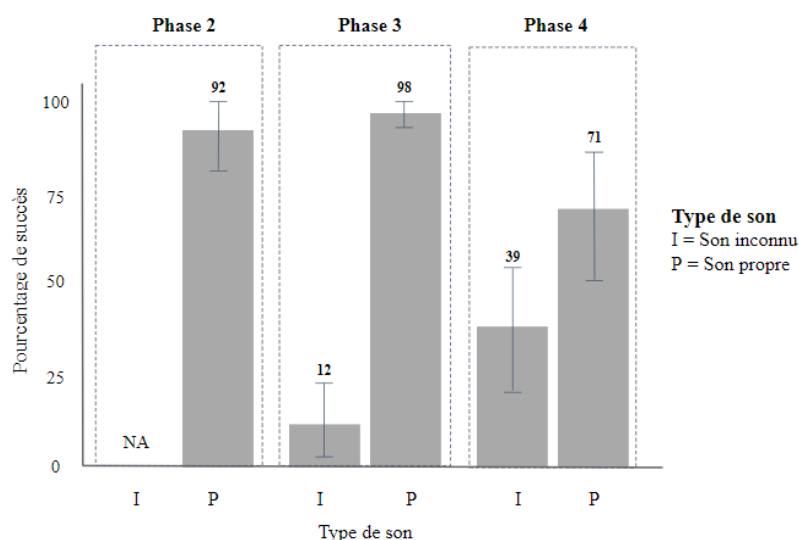


Figure 5. Pourcentage de succès en fonction des phases et du type de son.

Le pourcentage de succès en fonction des jours et des différentes phases est présenté en Figure 4. Le pourcentage de succès en fonction du type de son émis (son propre ou son inconnu) est présenté en Figure 5.

Pour rappel, en phase 2, seul le son propre d'une truie apprenante était émis et le critère de succès était le positionnement de la truie en ZA dans la minute qui suivait l'émission de son propre son. Les truies ont eu un succès global de 92,8% sur la totalité de la phase, c'est-à-dire qu'elles se sont présentées devant le DAC manuel à 92,8% de leurs appels (émission de leur son). Le nombre de succès reste stable et n'est pas différent en fonction des 5 jours de phase 2 ($X^2=0.28$, $df=4$, $p=0.99$). Les truies ont toutes atteint 100% de succès à la fin de la phase 2 (Figure 4).

En phase 3, le son propre et des sons inconnus étaient émis pour chaque truie. Sur les 15 jours de test, elles ont eu 55% de réponses correctes, moyenne du succès lorsque le son émis était leur son propre (97,5%) et du succès lorsqu'elles ne se présentaient pas au DAC lors de l'émission de sons inconnus (12%). Le nombre de succès est différent en fonction des jours ($X^2=26.09$, $df=14$, $p=0.02$). Il augmente lors des derniers jours (13, 14 et 15) de cette phase, augmentation visible dans la Figure 4 (respectivement 62,5%, $t=2.13$, $p=0.03$; 61,1%, $t=2.02$, $p=0.04$; 64,1%, $t=2.27$, $p=0.02$). Le type

de son (son inconnu vs son propre) a également un impact sur le nombre de succès des truies (Figure 5.) : les truies ont plus de succès lorsqu'elles entendent leur son propre et qu'elles doivent se présenter au DAC que lorsqu'elles entendent un son inconnu et qu'elles doivent ne pas se présenter au DAC ($X^2=201,17$, $df=1$, $p=2,2e-16$).

Pendant la phase 4, les truies apprenantes ont une moyenne de 45% de succès au cours des trois jours. Le jour n'a pas d'impact significatif sur le nombre de réponses correctes aux sons pendant cette phase ($X^2=1.05$, $df=2$, $p=0,59$). En revanche, le type de son (son propre ou son inconnu) a un effet significatif sur la réponse ($X^2=20.15$, $df=1$, $p=7,15e-6$) : les truies ont plus de succès à leurs sons propres comparés aux sons inconnus ; elles se présentent à 71% de leurs sons propres, et réussissent à ne pas se présenter à 39% des sons inconnus (Figure 5.).

ii) Latence d'arrivée en ZA après l'émission d'un son

La latence d'arrivée en ZA correspond au temps mis par une truie apprenante pour se présenter devant le DAC manuel après l'émission d'un son, propre ou inconnu. En phase 2, cette latence reste stable en fonction des jours ($X^2=2.12$, $df=4$, $p=0.71$), et seul le son propre est émis durant cette phase. En phase 3, les analyses révèlent une différence significative de la latence d'arrivée en ZA en fonction des jours et du type de son ($X^2=51.87$, $df=14$, $p=2.94e-06$) : à partir du jour 8 et jusqu'au dernier jour de cette phase, la latence d'arrivée en ZA est significativement plus faible lorsque le son émis est celui propre à la truie par rapport à un son inconnu. Ces résultats sont illustrés dans le Tableau 4.

Tableau 4. Tableau récapitulatif de la latence moyenne d'arrivée en ZA par jour au moment de l'émission d'un son propre ou inconnu en phase 3. Les résultats présentés sont ceux des GLMM comparant la latence d'arrivée en ZA en fonction du type de son émis pour chaque jour. Les différences significatives sont représentées par des étoiles dans la colonne significativité. ●P<0,07; *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Jour	Latence d'arrivée après son propre (s)	Latence d'arrivée après son inconnu (s)	t value	p value	Significativité
1	8,6	6,7	-0,96	0,34	Non
2	9,4	10,3	0,43	0,67	Non
3	7,8	7,4	-0,15	0,88	Non
4	6,6	6,7	0,061	0,95	Non
5	6,3	7,1	0,49	0,62	Non
6	6,1	6,2	0,022	0,98	Non
7	7,5	8,9	0,97	0,34	Non
8	5,6	8,0	1,66	0,09	Non
9	6,2	8,6	1,75	0,08	Non
10	5,6	8,9	2,26	0,02	*
11	5,7	10,3	3,29	0,001	***
12	6,1	9,1	1,44	0,06	.
13	5,4	10,0	3,25	0,0012	**
14	5,0	11,9	4,78	<0,0001	***
15	6,1	15,3	5,89	<0,0001	***

A contrario, en phase 4, la latence n'est pas différente en fonction des jours ($X^2=1.46$, $df=2$, $p=0.48$) ou du type de son émis ($X^2=2.47$, $df=1$, $p=0.11$).

iii) Localisation au moment du son

Pendant la phase 2, les truies sont plus en aire A2 (= aire proche du DAC) au moment de l'émission du son par rapport aux autres aires de la salle (Wilcoxon, $df=3$, $n=8$; A1-A2 : $p=0,01$; A3-A2 : $p=0,02$; A4-A2 : $p=0,01$). Cependant, la localisation des truies varie selon les jours : le dernier jour de cette phase, elles sont moins en aire A2 ($z=-3,46$, $p=4,7e-3$) et plus en aire A3 (= aire de transition) ($z=3,05$, $p=0,01$). En phase 3, les truies restent globalement plus en aire A2 par rapport aux autres aires (Wilcoxon, $df=3$, $n=8$, A1-A2 : $p=8,00e-3$; A3-A2 : $0,04$; A4-A2 : $0,01$). Le jour a eu un faible impact sur le nombre de fois où les truies sont en A3 pendant l'émission du son ($X^2=33,30$, $p=2,6e-3$), avec un pic au sixième jour de phase 3 pendant lequel les truies se trouvent significativement plus en A3 que les autres jours ($X^2=2,43$, $df=14$, $p=0,01$).

B) Comparaison truies naïves-apprenantes

i) Temps passé dans le DAC manuel

En phase 1, les truies naïves tendent à passer moins de temps dans le DAC manuel que les truies apprenantes (en moyenne 7min30 vs. 8min26, respectivement en sommant les deux passages par session dans le DAC manuel, Mann-Whitney, $W=1084$, $p=0,06$). Cette différence s'accroît au cours des phases, avec les truies naïves qui passent en moyenne 5min10 dans le DAC manuel contre 8min pour les

apprenantes en phase 2 (Mann-Whitney, $W=1127$, $p=1,17e-5$) et 4min53 contre 8min01 en phase 3 (Mann-Whitney, $W=6071$, $p=2,2e-16$). En revanche, le temps passé dans le DAC manuel en phase 4 n'est significativement pas différent entre les types de truies, avec une moyenne de 8min36 pour les naïves et 8min13 pour les apprenantes (Mann-Whitney, $W=250$, $p=0,33$). Ces résultats sont illustrés en Figure 7.

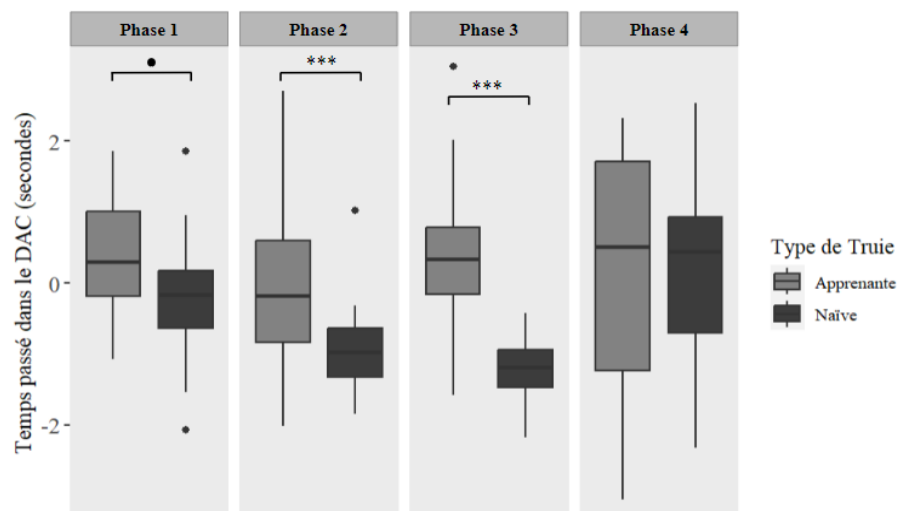


Figure 7. Temps moyen passé dans le DAC manuel en fonction du type de truie (naïve ou apprenante) et en fonction des phases. Les résultats significatifs des tests de Mann-Whitney sont représentés par des étoiles. • $P<0,07$; *** $P<0,001$.

ii) Nombre de présentations spontanées et motivées

Pour rappel, une présentation spontanée correspond à l'arrivée de la truie en ZA (devant le DAC) lorsqu'aucun son n'a été émis. Une présentation motivée correspond à une truie qui arrive en ZA et tente de lever la porte du DAC avec son groin. En phase 3, les truies naïves ont fait en moyenne

2,75 présentations spontanées par session contre pour 3,46 les apprenantes : les apprenantes se présentent plus au DAC manuel que les naïves ($X^2=5,48$, $df=1$, $p=0,04$). En revanche, le nombre de présentations motivées n'est pas différent chez les truies naïves par rapport aux truies apprenantes en phase 3 ($X^2=2,9$, $df=1$, $p=0,08$). En phase 4, les truies naïves et apprenantes réalisent autant de présentations spontanées (moyenne naïves=1,82 ; moyenne apprenantes=1,85) et motivées (moyenne naïves=1,25 ; moyenne apprenantes=1,38) (respectivement $X^2=0,21$, $df=1$, $p=0,65$; $X^2=1,54$, $df=1$, $p=0,21$).

2) Evaluation des bénéfices de l'apprentissage : phase 4

A) Comportements agonistiques et score de lésion

Globalement, le jour a un effet significatif sur le nombre de comportements agonistiques en phase de groupe ($X^2=18,49$, $p=9,66e-5$). Il y a plus de comportements agonistiques le jour 1 de la phase 4 par rapport aux jours 2 et 3 (respectivement $t=-3,49$, $p=1,32e-3$; $t=-3,56$, $p=1,10e-3$).

Concernant le type de truie, les truies naïves réalisent plus de comportements agonistiques en jour 2 que les apprenantes ($t=2,21$, $p=0,03$) ;

en effet, les truies naïves font moins de comportements agonistiques le jour 3 par rapport au jour 1 ($t=2,56$, $p=0,04$) alors que chez les truies apprenantes, le nombre de comportements agonistiques diminue dès le jour 2 par rapport au jour 1 ($t=3,71$, $p=2,6e-3$) et a tendance à se maintenir en jour 3 ($t=2,46$, $p=0,05$).

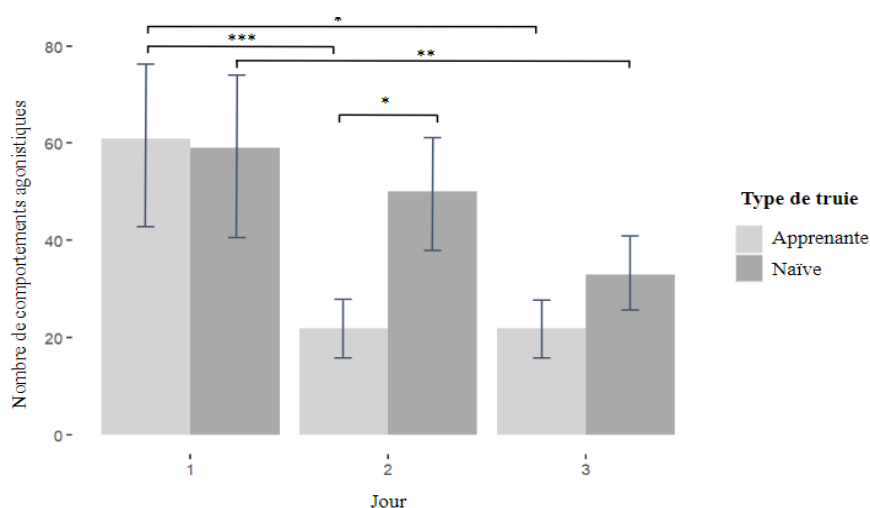


Figure 8. Nombre de comportements agonistiques en phase 4 en fonction des jours et du type de truie (naïve ou apprenante). Les résultats significatifs des GLMM sont représentés par des étoiles. * $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$.

Le nombre de lésions et de griffures n'est pas affecté par le type de truie ($X^2=0,05$, $df=1$, $p=0,96$) : les truies naïves et apprenantes ont autant de griffures et de lésions à la suite de la mise en groupe dans la salle.

B) Comportement dans la salle (localisation, posture)

i) Localisation dans la salle (scans)

Les truies sont moins souvent en A0 (c'est-à-dire dans le DAC) le premier jour par rapport aux deux autres jours de phase 4 ($X^2=13.08$, $df=2$, $p=1,00e-3$). Elles ont aussi tendance à être moins en A1 le premier jour ($X^2=5.63$, $df=2$, $p=0.06$). Le jour n'a pas d'impact sur la localisation des truies dans les aires A2, A3 et A4 (respectivement $X^2=0.87$, $df=2$, $p=0,64$; $X^2=0.63$, $df=2$, $p=0,73$; $X^2=0.28$, $df=2$, $p=0,87$).

Le type de truie (naïve ou apprenante) n'a pas eu d'effet sur la localisation des truies dans la salle (A0 : $X^2=3.67$, $df=1$, $p=0,55$; A1 : $X^2=0.73$, $df=1$, $p=0,39$; A2 : $X^2=1.13$, $df=1$, $p=0,29$; A3 : $X^2=0.92$, $df=1$, $p=0,34$; A4 : $X^2=0.01$, $df=1$, $p=0,91$). Globalement, les truies passent significativement plus de temps dans certaines aires (Test de Friedman, $k=5$, $N=16$, $W=0,93$, $p=3,54e-7$), notamment en A2. Les différences significatives entre les différentes aires sont présentées en Figure 9.

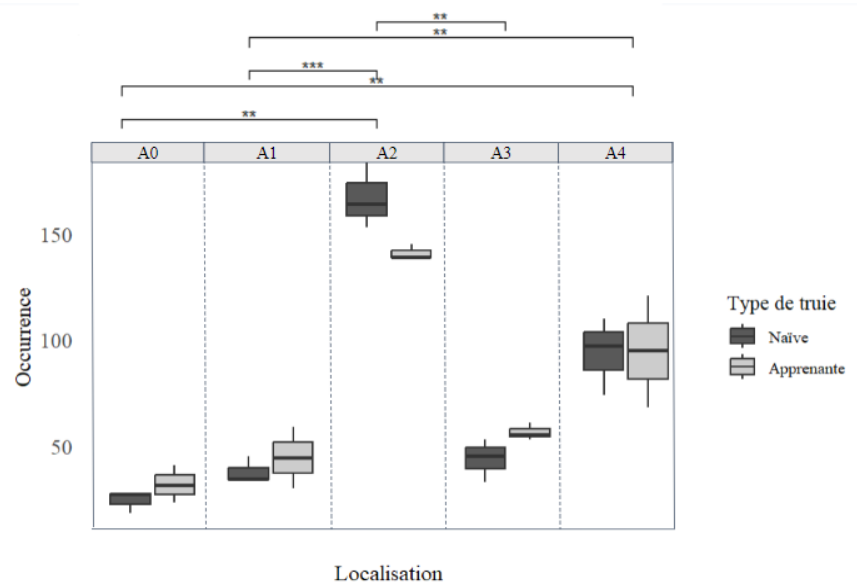


Figure 9. Nombre de scans dans chaque localisation en fonction du type de truie en phase de groupe (phase 4). Les résultats significatifs des comparaisons par paires sont représentés par des étoiles. * $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$. Friedman test, $X^2=42,74$, $df=4$, $p=1,17e-8$. Ajustement des p_value : Bonferroni

ii) Posture dans la salle

Globalement, les truies passent plus de temps debout plutôt que assises ou couchées (respectivement $p=4e-4$; $p=3,99e-4$). Le type de truie (naïve ou apprenante) a un effet sur la posture des truies en fonction des jours ($X^2=14.37$, $df=2$, $p=7,54e-4$) : les truies apprenantes sont plus couchées les jours 2 et 3 par rapport aux truies naïves (respectivement $t=-3,35$, $p=2,4e-4$; $t=-2,94$, $p=7,00e-3$). La Figure 10 illustre

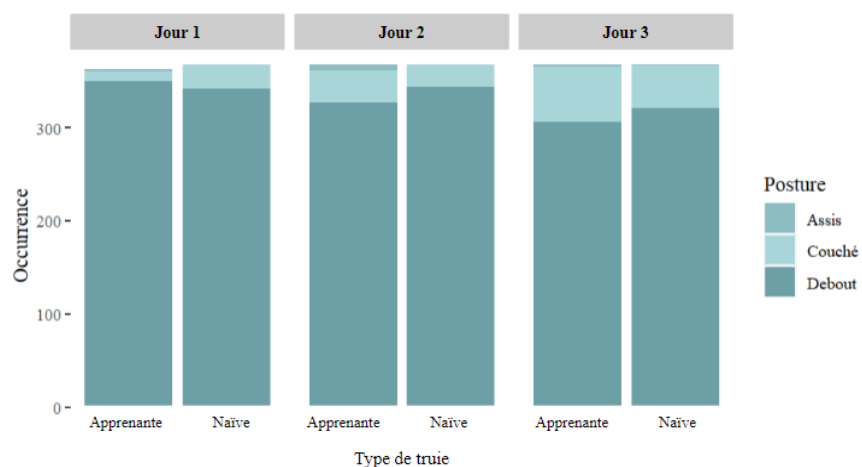


Figure 10. Nombre de scans dans chaque posture en fonction du type de truie et du jour en phase de groupe (phase 4).

le nombre de scans passés dans chaque posture pour chaque jour, en fonction du type de truie.

3) Impact du statut hiérarchique sur l'apprentissage et la mise en groupe

A) L'apprentissage : réponse aux sons et comportement dans la salle de test

Dans cette partie, seules les truies apprenantes sont prises en compte pour comprendre l'impact du statut hiérarchique de la truie sur son apprentissage.

i) Réponses aux sons

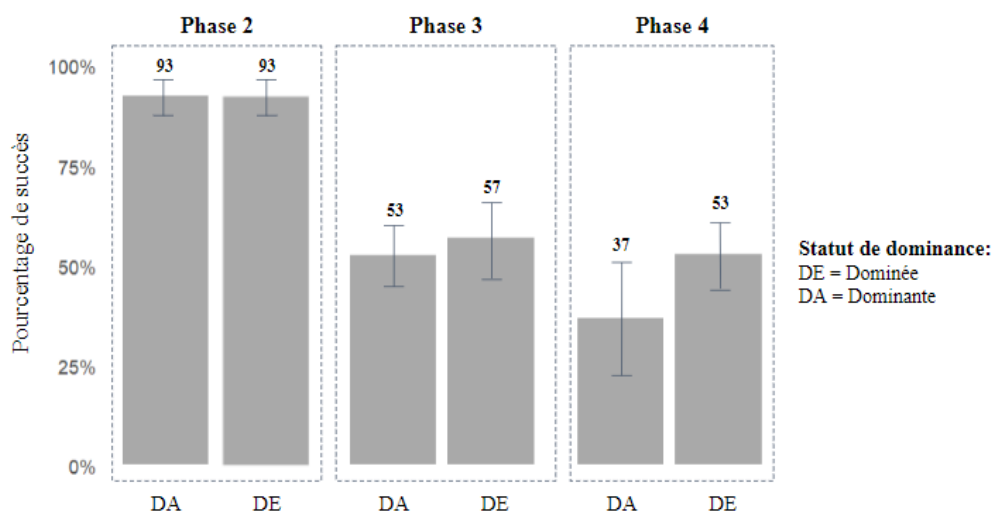


Figure 11. Pourcentage de succès en fonction des phases et du statut de dominance des truies.

Le nombre de succès n'est pas différent en fonction du statut de dominance dans les phases 2 et 3 d'apprentissage (Phase 2 : $X^2=0.09$, $df=1$, $p=0.73$; Phase 3 : $X^2=1.12$, $df=1$, $p=0.30$). En revanche, en phase de groupe (phase 4), les truies dominées réalisent plus de succès que les truies dominantes (respectivement, $X^2=12.14$, $p=4.95e-4$). Les pourcentages de succès en fonction du statut hiérarchique et de la phase sont présentés en Figure 11.

ii) Comportement dans la salle (Localisation au moment du son, présentations spontanées et motivées)

La localisation d'une truie à l'émission d'un son n'est pas impactée par son statut de dominance en phase 2 (A1 : $X^2=0.06$, $df=1$, $p=0.80$; A2 : $X^2=0.78$, $df=1$, $p=0.38$; A3 : $X^2=0.73$, $df=1$, $p=0.79$; A4 : $X^2=1.27$, $df=1$, $p=0.25$) et en phase 3 (A1 : $X^2=1.00e-3$, $df=1$, $p=0.99$; A2 : $X^2=2.00e-3$, $df=1$, $p=0.98$; A3 : $X^2=0.35$, $df=1$, $p=0.56$; A4 : $X^2=0.21$, $df=1$, $p=0.64$).

En phase 3, le nombre de présentations spontanées n'est pas significativement différent en fonction du statut de dominance de la truie ($X^2=0.93$, $df=1$, $p=0.34$), mais le nombre de présentations

motivées l'est ($X^2=15,26$, $df=1$, $p=2,4e-3$) : les truies dominantes réalisent plus de présentations motivées au DAC manuel (moyenne = 1,91) que les truies dominées (moyenne = 0,83).

B) La mise en groupe

Cette partie vise à évaluer l'impact de l'apprentissage sur la mise en groupe, en comparant les truies naïves dominées avec les truies apprenantes dominées, et idem pour les truies dominantes.

ii) Comportements agonistiques et nombre de lésions

Le statut hiérarchique a un impact sur le nombre de comportements agonistiques. Les truies dominantes donnent plus de comportements agonistiques que les truies dominées, qu'elles soient naïves ou apprenantes ($X^2=11,12$, $df=1$, $p=8,52e-4$). Les truies dominantes réalisent plus de comportements agonistiques le premier jour de phase 4 par rapport aux jours 2 et 3, avec en moyenne 29 comportements agonistiques le premier jour, 8,5 le deuxième jour et 13,25 le troisième jour (respectivement $t=3.43$, $p=5,00e-3$; $t=3.16$, $p=0,01$). Chez les truies dominées, le nombre de comportements agonistiques reste stable en fonction des jours de phase 4, avec une moyenne de 2,8 comportements agonistiques donnés par jour. L'interaction entre le statut de dominance et le type de truie n'est pas significatif ($X^2=2,8e-3$, $df=1$, $p=0,96$), ce qui signifie que les truies dominées naïves donnent autant de comportements agonistiques que les truies dominées apprenantes, idem pour les truies dominantes.

Les truies dominantes ont en moyenne 2 nouvelles griffures par jour, alors que les truies dominées ont en moyenne 3,8. En effet, le nombre de griffures est plus faible chez les truies dominantes ($X^2=7,24$, $df=1$, $p=0,02$). En revanche, il n'y a pas de différence du nombre de griffures entre les truies dominantes apprenantes et les truies dominantes naïves ($X^2=0,30$, $df=1$, $p=0,58$).

ii) Comportement dans la salle (localisation, posture, approches spontanées et motivées)

Concernant la localisation dans la salle, les truies apprenantes dominantes sont significativement plus présentes en A0 (c'est à dire dans le DAC manuel) que les truies apprenantes dominées ($t=4,90$, $p=6,00e-4$). A contrario, chez les truies naïves, toutes passent autant de temps dans le DAC manuel, qu'elles soient dominantes ou dominées ($t=0,83$, $p=0,42$). Le statut de dominance n'a pas d'effet sur le temps passé dans les autres aires de la salle, peu importe si la truie était naïve ou apprenante (A1 : $X^2=0,25$, $df=1$, $p=0,66$; A2 : $X^2=0,22$, $df=1$, $p=0,67$; A3 : $X^2=0,44$, $df=1$, $p=0,54$; A4 : $X^2=0,02$, $df=1$, $p=0,95$). Il n'a pas d'effet du statut de hiérarchie sur la posture des truies naïves ou apprenantes dans la salle de test (Assis : $X^2=0,54$, $df=1$, $p=0,61$; Couché : $X^2=0,51$, $df=1$, $p=0,5$;

Debout : $X^2=1,05$, $df=1$, $p=0,31$), ni sur le nombre de présentations spontanées et motivées au DAC (respectivement $X^2=0,25$, $df=1$, $p=0,62$; $X^2=1,56$, $df=1$, $p=0,21$).

Discussion

Efficacité de l'apprentissage

L'apprentissage du son comme une invitation à manger dans le DAC manuel s'est avérée efficace, comme le montre un taux de réussite de 92% en phase 2 : au moment du son, les truies se sont présentées en ZA (devant le DAC) dès le début de cette phase, et ce pourcentage de succès à l'émission des sons propres est resté élevé tout le long des phases 2 et 3. L'association entre le son et l'ouverture du DAC manuel a donc été rapidement réalisée, après seulement 4 jours de conditionnement classique (phase 1). L'apprentissage instrumental récompensé semble être applicable efficacement chez les truies gestantes comme rapporté également dans les études de Manteuffel, Mannewitz *et al.* (2010) et Puppe, Ernst *et al.* (2007) qui présentent une méthode d'apprentissage directement en groupe.

La discrimination des sons entre le son propre à la truie et les sons inconnus a quant à elle été plus longue, avec un taux de succès faible lors de l'émission de sons inconnus en phase 3, et certaines truies qui n'arrivaient toujours pas à déceler leur son propre des autres à la fin de la phase. Durant ces 15 jours, les truies ont eu un total de 50 appels (sons propres et inconnus confondus). Dans une autre étude, les truies avaient eu besoin de 50 appels pendant la phase de conditionnement opérant pour discriminer les sons (Manteuffel, Mannewitz *et al.*, 2010). Cependant, la phase de conditionnement opérant comportait directement la présence de sons propres et de sons inconnus, c'est-à-dire qu'il n'y avait pas l'équivalent de la phase 2. Le découpage des phases de conditionnement opérant aurait donc pu ralentir le processus d'apprentissage dans la présente étude, avec les truies qui associent d'abord un son, peu importe sa composition, comme invitation à manger pendant la phase 2, et qui doivent "réapprendre" à discriminer les différents sons en phase 3. De plus, dans l'étude de Manteuffel et Mannewitz (2010), la fréquence des passages était plus élevée que dans la présente étude, avec 6 passages par jour ; l'espacement de la fréquence des appels pourrait aussi affecter négativement la vitesse d'apprentissage.

L'augmentation au cours du temps des latences d'arrivée en ZA lorsqu'un son inconnu était émis en phase 3 semble tout de même montrer que les truies avaient discriminé leur son propre des sons inconnus, mais qu'elles se présentaient quand même devant le DAC manuel étant donné qu'il n'y avait aucune conséquence négative à se présenter lors d'un son inconnu. Il pourrait être intéressant

d'instaurer un signal sonore "négatif" ou autre renforcement négatif si la truie s'approche du DAC manuel lorsque le son émis n'est pas le sien (Wredle, Rushen *et al.*, 2004).

La localisation des truies au moment du son pendant les phases d'apprentissage montre que les truies restaient relativement proches du DAC (en A2), et que le centre d'intérêt principal de la salle est resté ce DAC manuel, malgré l'installation d'enrichissements dans les autres aires. Cela peut s'expliquer par le fait que dans les salles de gestation, les truies sont en compétition pour entrer dans la station d'alimentation (deux DACs pour 18 truies par salle de gestation). Cela crée une file d'attente devant le DAC pour y entrer, donc les truies sont habituées à rester proche du DAC pour espérer y entrer le plus tôt possible (Olsson, Andersson *et al.*, 2011). Dans cette mesure, il pourrait être intéressant d'installer de la paille dans les aires de jeux (A4) et de transition (A3), car cette dernière permettrait d'offrir un substrat aux truies motivées par la nourriture, leur permettant d'exprimer leur comportement de recherche de nourriture et de s'éloigner du DAC manuel (Spoolder, 1998). Kirchner, Manteuffel *et al.* (2012), qui ont testé l'apprentissage dans différents groupes de truie ayant accès ou non à de la paille, suggèrent en effet que la présence de paille dans ce type d'apprentissage pourrait réduire la motivation envers la station d'alimentation. La diminution du nombre de fois où les truies se trouvaient en aire A2 et l'augmentation en aire A3 à la fin des phases 2 et 3 souligne le fait que les truies ont partiellement réussi à se désintéresser du DAC manuel, et à s'en éloigner lorsqu'il n'y avait pas de son émis. Pour éloigner plus efficacement les truies du DAC manuel, une modification du protocole pourrait être apportée : le son propre à la truie pourrait être émis seulement lorsque l'individu se trouve dans une zone éloignée du DAC (A3 et A4) afin qu'elles apprennent aussi à s'éloigner du DAC pour avoir l'opportunité d'y entrer.

Les truies naïves effectuent moins de présentations spontanées que les truies apprenantes en phase 3, donc elles réalisent moins d'aller-retour entre le DAC manuel et le reste de la salle. Cela peut être dû au fait que les truies naïves peuvent entrer dans le DAC manuel dès qu'elles se présentent devant. Elles se présentent donc tôt pendant la session, et font leurs deux passages dans le DAC rapidement, là où les truies apprenantes doivent parfois attendre plusieurs minutes avant que leur son ne soit émis. La motivation pour manger reste donc plus forte chez les truies apprenantes au cours de l'apprentissage, car elles sont encore à la recherche de nourriture (Spoolder, 1998). Une étude sur le même type d'apprentissage chez les vaches a suggéré qu'il faudrait potentiellement plus de temps aux animaux pour comprendre que l'absence de son signifie toujours l'absence de nourriture (Wredle, Rushen *et al.*, 2004).

Le temps passé dans le DAC manuel plus long pour les truies apprenantes souligne que l'apprentissage des sons a engendré une modification du comportement d'alimentation : les truies naïves mangent rapidement, là où les truies qui sont habituées à l'alimentation par appel prennent

plus de temps. Le comportement alimentaire des truies contient des informations précieuses sur l'état de santé de la truie, et est directement lié au gain de poids de l'animal par la suite (Brown-Brandl, Rohrer *et al.*, 2013). Cela suggère que l'apprentissage pourrait permettre de modifier le comportement alimentaire de la truie, permettant d'optimiser le gain de poids, ce qui est intéressant pour optimiser les rendements en élevage porcin.

Les bénéfices de l'apprentissage dans les groupes de truies

La phase de groupe avait pour but d'illustrer et d'observer les conséquences de l'apprentissage sur le bien-être des truies. Le nombre de comportements agonistiques est élevé pour toutes les truies lors du premier jour de mise en groupe, comportements typiques de la mise en place de la hiérarchie chez cette espèce (Meese et Ewbank, 1973). Dans le cadre de cette étude, les truies se connaissent déjà car elles sont logées dans la même salle de gestation. Mais cette redistribution en sous-groupes de quatre truies entraîne la mise en place d'un nouvel ordre hiérarchique au sein des sous-groupes, donc une augmentation des agressions entre les individus (Zurbrigg et Blackwell, 2006). On note cependant chez les truies apprenantes une diminution plus importante de ces comportements agonistiques au bout du deuxième jour par rapport aux truies naïves. Chez les truies naïves, le nombre de comportements agonistiques diminue de manière plus progressive. L'apprentissage semblerait donc avoir modifié le comportement des truies en diminuant de manière plus franche les agressions (Kirchner, Manteuffel *et al.*, 2012 ; Sonoda, Fels *et al.*, 2013). Cependant, les scores de lésions ne sont pas différents entre les truies naïves et les truies apprenantes, ce qui suggère que malgré la diminution des agressions, ces dernières pourraient être plus intenses chez les truies apprenantes. Dans leur étude, Manteuffel, Puppe *et al.* (2022) rapportent une augmentation du nombre de lésions cutanées induit par l'apprentissage, qui vient à diminuer et retourner à la normale au bout d'un certain temps. Il émet l'hypothèse que l'apprentissage augmente le stress lié au moment de l'alimentation dans les premiers jours.

Les scans de la localisation des truies en phase de groupe confirment le fait que les truies sont relativement plus en aire A2, c'est à dire proche du DAC, que dans les autres aires. Cela est en adéquation avec les résultats trouvés pendant l'apprentissage (phases 2 et 3) et montre un intérêt et une motivation plus forte envers l'aliment et le DAC qu'envers les autres parties de la salle. A ce stade l'apprentissage ne permet pas d'éloigner les truies du DAC manuel. Il permet cependant de diminuer légèrement l'activité dans la salle, avec les truies apprenantes qui sont plus souvent couchées que les truies naïves. Une prolongation de la phase de groupe serait intéressante pour voir si tous ces résultats seraient accentués par l'habituation des truies à être en groupe dans la salle. La

diminution de l'activité des truies est intéressante pour les éleveurs, car elle diminue les besoins énergétiques, donc le coût en alimentation (Durant, Dourmad *et al.*, 2022).

Impact du statut hiérarchique des truies sur l'apprentissage et ses conséquences

Pendant l'apprentissage (phases 2 et 3), les truies dominées et dominantes ont globalement eu les mêmes pourcentages de succès. A contrario, Manteuffel, Mannewitz *et al.* (2010) ont trouvé que les truies dominées suivent moins d'appels que les truies subordonnées et dominantes, et ont besoin de plus d'appels pour atteindre le critère d'apprentissage réalisé dans des groupes de 8 truies. Dans son étude, comme l'apprentissage se faisait entièrement en groupe, les truies de rang supérieur restaient souvent proches de la station d'alimentation pendant les phases d'apprentissage, ne laissant pas l'opportunité aux truies dominées de répondre à leur appel, car elles craignaient de s'approcher de la station d'alimentation. En effet, les animaux de haut rang ont tendance à bloquer l'espace proche de la station d'alimentation (Hunter, Edwards *et al.*, 1989), ce qui pourrait expliquer leur présence devant le DAC manuel. Dans la présente étude, l'apprentissage était individuel, donc l'accès au DAC manuel n'était ni un problème pour les truies dominantes, ni pour les truies dominées.

En phase 4, le nombre de succès des truies dominées est même plus élevé que celui des truies dominantes. Mais ce résultat est à nuancer avec le fait que les truies dominées avaient moins accès au DAC manuel pendant la phase de groupe en raison du blocage par les truies de plus haut rang hiérarchique, donc elles ne pouvaient pas toujours s'approcher pendant un son inconnu. Ainsi, la mise en place d'un ordre de passage des sons qui respecte la hiérarchie du groupe de truies serait intéressante pour libérer l'espace devant le DAC manuel et donner un accès plus facile aux truies de faible rang hiérarchique (Manteuffel, Puppe *et al.*, 2022). De plus, il pourrait être intéressant d'installer plusieurs DACs manuels dans la salle de test, comme l'ont fait d'autres études (2 stations d'alimentation dans l'étude de Zebunke, Langbein *et al.*, 2011, 4 stations d'alimentation dans les études de Ernst, Puppe *et al.* 2005 et Puppe, Ernst *et al.* 2007) pour que les truies dominantes soient incapables de bloquer toutes les stations d'alimentation à la fois. Cela offrirait un meilleur accès au DAC pour les truies dominées.

Le nombre de présentations motivées plus élevé chez les truies dominantes laisse supposer qu'elles ont plus facilement appris et intégré la nouvelle stratégie d'alimentation qui consiste à attendre leur son propre, alors que les truies dominantes continuent à tenter d'ouvrir le DAC manuel par la force même si son propre son n'est pas émis. Cela pourrait indiquer que les truies à haut rang hiérarchique ont eu plus de difficultés à s'adapter à la nouvelle stratégie d'alimentation, probablement car elles étaient habituées au DAC conventionnel depuis plus longtemps (Manteuffel, Puppe *et al.*, 2022). En effet, plus les truies sont vieilles, plus il y a de chances qu'elles soient hautement placées

dans la hiérarchie du groupe (Lanthony, Danglot *et al.*, 2022). Les truies dominantes sont donc le plus souvent les truies les plus vieilles, qui ont adopté la stratégie d'attendre devant le DAC depuis plus longtemps.

Ainsi, cette étude montre que les truies dominantes n'apprennent pas forcément plus vite que les dominées, voire qu'elles apprennent plus lentement. Les meilleurs scores chez les truies dominantes trouvées dans l'étude de Manteuffel, Mannewitz *et al.* (2010) sont donc dus à la présence du groupe pendant l'apprentissage, qui ne permet pas aux truies dominées d'exprimer les comportements et les réactions au dispositif qu'elles expriment lorsqu'elles apprennent seules. Cette procédure d'apprentissage individuel semble donc intéressante pour les truies dominées qui ne sont pas perturbées par la présence de truies avec un rang hiérarchique supérieur.

Il est important de noter que l'échantillon dans ce rapport reste relativement faible, avec 8 truies qui ont appris un son propre comme invitation à manger, et 8 truies naïves considérées comme le groupe contrôle. L'analyse de la deuxième répétition de truies, dont l'apprentissage a été réalisé en avril-mai, permettra ou non d'appuyer les résultats obtenus dans cette étude.

Conclusion

L'étude vise à évaluer l'efficacité de l'apprentissage individuel d'une station d'alimentation par appel chez les truies gestantes, dans le but de diminuer les interactions agonistiques entre individus et limiter l'effet de la hiérarchie en donnant un meilleur accès à l'alimentation aux truies dominées. Les truies ont rapidement appris l'association entre l'émission d'un son et la récompense, ce qui a conduit à un taux de réussite élevé dès le début de l'apprentissage. Cependant, la discrimination entre le son propre de la truie et les sons inconnus a été plus difficile, mais l'augmentation des latences d'arrivée devant le DAC manuel lorsque le son était inconnu indique que les truies ont probablement discriminé les différents sons. La mise en groupe révèle une diminution des comportements agonistiques plus rapide chez les apprenantes, ce qui laisse suggérer que l'apprentissage individuel d'un signal sonore permet aussi de réduire les agressions entre les truies au moment du regroupement, donc augmenter le bien-être des truies gestantes. Le statut hiérarchique des truies a eu un impact sur l'apprentissage individuel, avec les truies de faible rang hiérarchique qui ont globalement mieux appréhendé le dispositif d'alimentation par appel que les truies de haut rang hiérarchique. Globalement, l'apprentissage individuel semble prometteur pour diminuer les agressions entre les truies. Des adaptations du protocole pourraient permettre d'améliorer cette stratégie d'alimentation par appel sonore et les performances des truies, comme l'instauration d'un signal sonore "négatif" en cas de réponse incorrecte, la présence de paille dans les aires de jeux ou encore la mise en place de plusieurs stations d'alimentations dans la salle de test.

Références bibliographiques

- Arey, D. S., & Edwards, S. A. (1998). Factors influencing aggression between sows after mixing and the consequences for welfare and production. *Livestock Production Science*, 56(1), 61–70.
[https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(98\)00144-4](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(98)00144-4)
- Bench, C. J., Rioja-Lang, F. C., Hayne, S. M., & Gonyou, H. W. (2013). Group gestation sow housing with individual feeding—II: How space allowance, group size and composition, and flooring affect sow welfare. *Livestock Science*, 152(2), 218–227. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.12.020>
- Bensoussan, S., Tigeot, R., Lemasson, A., Meunier-Salaün, M.-C., & Tallet, C. (2019). Domestic piglets (*Sus scrofa domestica*) are attentive to human voice and able to discriminate some prosodic features. *Applied Animal Behaviour Science*, 210, 38–45.
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.10.009>
- Brown-Brandl, T. M., Rohrer, G. A., & Eigenberg, R. A. (2013). Analysis of feeding behavior of group housed growing–finishing pigs. *Computers and Electronics in Agriculture*, 96, 246–252.
<https://doi.org/10.1016/j.compag.2013.06.002>
- Chapinal, N., Ruiz-De-La-Torre, J. L., Cerisuelo, A., Gasa, J., Baucells, M. D., & Manteca, X. (2010). Aggressive Behavior in Two Different Group-Housing Systems for Pregnant Sows. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 13(2), 137–153. <https://doi.org/10.1080/10888700903579846>
- Dantzer, R. (2002). Can farm animal welfare be understood without taking into account the issues of emotion and cognition? *Journal of Animal Science*, 80, E1–E9.
<https://doi.org/10.2527/animalsci2002.0021881200800ES10002x>
- Durand, M., Dourmad, J.-Y., Largouët, C., Tallet, C., & Gaillard, C. (2021). Alimentation de précision des truies gestantes : prise en compte de la santé, du comportement et de l’environnement. *INRAE Productions Animales*, 34(4), 293–304. <https://doi.org/https://doi.org/10.20870/productions-animales.2021.34.4.5369>
- Ernst, K., Puppe, B., Schön, P. C., & Manteuffel, G. (2005). A complex automatic feeding system for pigs aimed to induce successful behavioural coping by cognitive adaptation. *Applied Animal Behaviour Science*, 91(3–4), 205–218. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.10.010>
- Ernst, K., Tuchscherer, M., Kanitz, E., Puppe, B., & Manteuffel, G. (2006). Effects of attention and rewarded activity on immune parameters and wound healing in pigs. *Physiology & Behavior*, 89(3), 448–456. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.07.001>
- Gaillard, C., Durand, M., Largouët, C., Dourmad, J.-Y., & Tallet, C. (2021). Effects of the environment and animal behavior on nutrient requirements for gestating sows: Future

- improvements in precision feeding. *Animal Feed Science and Technology*, 279, 115034.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115034>
- Gaillard, C., Julienne, A., & Dourmad, J.-Y. (2021). Comportement alimentaire des truies en gestation recevant une alimentation de précision. *Journées Recherche Porcine*, 53, 201–202.
- Held, S., Mendl, M., Laughlin, K., & Byrne, R. W. (2002). Cognition studies with pigs: Livestock cognition and its implication for production. *Journal of Animal Science*, 80(E-suppl_1), E10–E17.
<https://doi.org/10.2527/animalsci2002.0021881200800ES10003x>
- Horback, K. M., Pierdon, M. K., & Parsons, T. D. (2016). Behavioral preference for different enrichment objects in a commercial sow herd. *Applied Animal Behaviour Science*, 184, 7–15.
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.09.002>
- Hunter, E. J., Edwards, S. A., & Simmins, P. H. (1989). Social activity and feeder use of a dynamic group of 40 sows using a sow-operated computerised feeder. *Proceedings of the British Society of Animal Production* (1972). <https://doi.org/10.1017/S0308229600010825>
- Jensen, P., & Toates, F. M. (1993). Who needs ‘behavioural needs’? Motivational aspects of the needs of animals. *Applied Animal Behaviour Science*, 37(2), 161–181. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(93\)90108-2](https://doi.org/10.1016/0168-1591(93)90108-2)
- Kirchner, J., Manteuffel, C., Manteuffel, G., & Schrader, L. (2014). Learning performance of gestating sows called to the feeder. *Applied Animal Behaviour Science*, 153, 18–25.
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.01.008>
- Kirchner, J., Manteuffel, G., & Schrader, L. (2012). Individual calling to the feeding station can reduce agonistic interactions and lesions in group housed sows¹. *Journal of Animal Science*, 90(13), 5013–5020. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4478>
- Lanthony, M., Danglot, M., Špinka, M., & Tallet, C. (2022). Dominance hierarchy in groups of pregnant sows: Characteristics and identification of related indicators. *Applied Animal Behaviour Science*, 254, 105683. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2022.105683>
- Mahnhardt, S., Brietzke, J., Kanitz, E., Schön, P. C., Tuchscherer, A., Gimsa, U., & Manteuffel, G. (2014). Anticipation and frequency of feeding affect heart reactions in domestic pigs. *Journal of Animal Science*, 92(11), 4878–4887. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-7752>
- Manteuffel, G., Langbein, J., & Puppe, B. (2009a). Increasing farm animal welfare by positively motivated instrumental behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, 118(3–4), 191–198.
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.02.014>
- Manteuffel, G., Langbein, J., & Puppe, B. (2009b). From operant learning to cognitive enrichment in farm animal housing: Bases and applicability. *Animal Welfare*, 18, 87–95.

- Manteuffel, G., Mannewitz, A., Manteuffel, C., Tuchscherer, A., & Schrader, L. (2010). Social hierarchy affects the adaption of pregnant sows to a call feeding learning paradigm. *Applied Animal Behaviour Science*, 128(1–4), 30–36. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2010.10.002>
- Manteuffel, C., Schön, P. C., & Manteuffel, G. (2011). Beyond electronic feeding: The implementation of call feeding for pregnant sows. *Computers and Electronics in Agriculture*, 79(1), 36–41. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2011.08.009>
- Manteuffel, C., Puppe, B., Hartwig, T., & Wirthgen, E. (2022). Learning, health and productivity of group-housed sows conditioned to signal-feeding under realistic husbandry conditions. *Livestock Science*, 266, 105111. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.105111>
- Meese, G. B., & Ewbank, R. (1973). The establishment and nature of the dominance hierarchy in the domesticated pig. *Animal Behaviour*, 21(2), 326–334. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(73\)80074-0](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(73)80074-0)
- Milgram, N. W. (2003). Cognitive Experience and Its Effect on Age-Dependent Cognitive Decline in Beagle Dogs. *Neurochemical Research*, 28(11), 1677–1682.
- Min, Y., Choi, Y., Kim, J., Kim, D., Jeong, Y., Kim, Y., Song, M., & Jung, H. (2020). Comparison of the Productivity of Primiparous Sows Housed in Individual Stalls and Group Housing Systems. *Animals*, 10(11), 1940. <https://doi.org/10.3390/ani10111940>
- Newberry, R. C. (1995). Environmental enrichment: Increasing the biological relevance of captive environments. *Applied Animal Behaviour Science*, 44(2–4), 229–243. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(95\)00616-Z](https://doi.org/10.1016/0168-1591(95)00616-Z)
- Olsson, A.-Ch., Andersson, M., Botermans, J., Rantzer, D., & Svendsen, J. (2011). Animal interaction and response to electronic sow feeding (ESF) in 3 different herds and effects of function settings to increase capacity. *Livestock Science*, 137(1), 268–272. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.10.014>
- Puppe, B., Ernst, K., Schön, P. C., & Manteuffel, G. (2007). Cognitive enrichment affects behavioural reactivity in domestic pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 105(1), 75–86. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.016>
- Remience, V., Wavreille, J., Canart, B., Meunier-Salaün, M.-C., Prunier, A., Bartiaux-Thill, N., Nicks, B., & Vandenheede, M. (2008). Effects of space allowance on the welfare of dry sows kept in dynamic groups and fed with an electronic sow feeder. *Applied Animal Behaviour Science*, 112(3), 284–296. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.07.006>
- Sonoda, L. T., Fels, M., Rauterberg, S., Viazzi, S., Ismayilova, G., Oczak, M., Bahr, C., Guarino, M., Vranken, E., Berckmans, D., & Hartung, J. (2013). Cognitive Enrichment in Piglet Rearing: An Approach to Enhance Animal Welfare and to Reduce Aggressive Behaviour. *ISRN Veterinary Science*, 2013, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2013/389186>

- Spoolder, H. a. M. (1998). *Effects of food motivation on stereotypies and aggression in group housed sows* [Phd, Spoolder].
- Tanida, H., & Nagano, Y. (1998). The ability of miniature pigs to discriminate between a stranger and their familiar handler. *Applied Animal Behaviour Science*, 56(2), 149–159.
[https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(97\)00095-6](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(97)00095-6)
- van de Weerd, H., & Ison, S. (2019). Providing Effective Environmental Enrichment to Pigs: How Far Have We Come? *Animals*, 9(5), 254. <https://doi.org/10.3390/ani9050254>
- Zebunke, M., Langbein, J., Manteuffel, G., & Puppe, B. (2011). Autonomic reactions indicating positive affect during acoustic reward learning in domestic pigs. *Animal Behaviour*, 81(2), 481–489.
<https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2010.11.023>
- Zebunke, M., Puppe, B., & Langbein, J. (2013). Effects of cognitive enrichment on behavioural and physiological reactions of pigs. *Physiology & Behavior*, 118, 70–79.
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.05.005>
- Wredle, E., Rushen, J., de Passillé, A. M., & Munksgaard, L. (2004). Training cattle to approach a feed source in response to auditory signals. *Canadian Journal of Animal Science*, 84(4), 567–572.
<https://doi.org/10.4141/A03-081>
- Zurbrigg, K., & Blackwell, T. (2006). Injuries, lameness, and cleanliness of sows in four group-housing gestation facilities in Ontario. *Journal of Swine Health and Production*, 14(4), 202–206.
<https://www.aasv.org/shap/issues/v14n4/v14n4p202.htm>

Logiciels et packages R

Fox J, Weisberg S (2019). *_An R Companion to Applied Regression*, Third edition. Sage, Thousand Oaks CA. <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>

Lenth R (2023). *_emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means_*. R package version 1.8.5, <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>

R Core Team (2023). *_R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

Venables, W. N. & Ripley, B. D. (2002) *Modern Applied Statistics with S*. Fourth Edition. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0

Wickham H. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York, 2016

Résumé

Devenue obligatoire, la mise en groupe des truies gestantes a soulevé une nouvelle problématique : la compétition pour l'accès à la nourriture, générant une augmentation des agressions. Pour y remédier, l'apprentissage d'une station d'alimentation par appel semble être une solution adéquate : la méthode consiste à apprendre aux truies à associer un signal sonore individuel comme une invitation à aller manger. L'objectif de cette étude est d'évaluer cette stratégie d'apprentissage chez des truies de manière individuelle, et d'étudier l'impact de la hiérarchie. L'apprentissage s'est découpé en plusieurs étapes : une phase d'adaptation, de conditionnement classique et opérant, suivie d'une phase de discrimination des sons, et une phase de groupe. Les truies ont efficacement réussi à associer le son comme un appel à aller manger. La discrimination des différents sons (propres vs inconnus) était plus difficile, mais les résultats montrent que les truies dissociaient au moins partiellement leur son propre. Une diminution des comportements agonistiques en phase de groupe chez les truies apprenantes est une nouvelle preuve que cette technique peut diminuer les agressions entre les truies. Concernant la hiérarchie, l'apprentissage a mis en évidence une capacité d'adaptation au dispositif meilleure chez les truies dominées : elles ont plus de succès en phase de groupe, et se présentent moins à la station lorsqu'il n'y a pas de son. Des pistes d'amélioration du protocole sont discutées pour adapter au mieux l'apprentissage, notamment en adaptant la phase de groupe pour diminuer l'effet de la hiérarchie.

Mots-clés : station d'alimentation, conditionnement, comportement agonistique, dominance

Call feeding in pregnant sows: evaluation of an individual learning strategy and influence of hierarchy.

Abstract

The compulsory grouping of pregnant sows has raised a new problem: competition for access to food, generating an increase in aggression. To fix this, the learning of a feeding station by call seems to be an interesting solution: the method consists in teaching the sows to associate an individual sound signal as an invitation to eat. The objective of this study was to evaluate this learning strategy in individual sows and to study the impact of hierarchy. The learning was divided into several stages: an adaptation phase, classical and operant conditioning, followed by a sound discrimination phase, and a group phase. The sows were able to effectively associate the sound as an invitation to eat. Discrimination of different sounds (own vs. unknown) was more difficult, but the results show that sows dissociated partially their own sound. A decrease in agonistic behaviors in the group phase in the learning sows is further evidence that this technique can decrease aggression between sows. Regarding hierarchy, the learning process revealed a better ability to adapt to the system in the dominated sows: they were more successful in the group phase and presented themselves less at the station when there was no sound. Different ways to improve the protocol are discussed in order to better adapt the learning process, in particular by adapting the group phase to reduce the effect of the hierarchy.

Keywords: feeding station, conditioning, agonistic behavior, dominance