

L'Institut Agro Rennes-Angers

☐ Site d'Angers ☒ Site de Rennes

#DigitAg

Année universitaire : 2024 - 2025

Spécialité :

Biologie Agrosiences

Spécialisation (et option éventuelle) :

**Science de l'Animal pour l'Élevage de Demain
(SAED)**

Mémoire de fin d'études

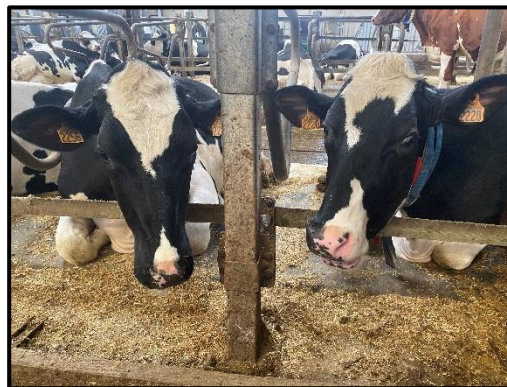
- ☐ d'ingénieur de l'Institut Agro Rennes-Angers (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement)
- ☒ de master de l'Institut Agro Rennes-Angers (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement)
- ☐ de l'Institut Agro Montpellier (étudiant arrivé en M2)
- ☐ d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

Évaluation d'une stratégie d'apprentissage associatif dans le but d'améliorer l'utilisation des robots de traite en élevage bovins laitiers

Par : Laurine RUFFAULT



COW'GNITION



Soutenu à Rennes, le 25/06/2025

Devant le jury composé de :

Président : François Ferrière

Maître de stage : Charlotte Gaillard / Sophie Brajon /
Lucile Hervé

Enseignant référent : Pierre-Guy Marnet

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle de l'Institut Agro Rennes-Angers

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation « Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France » disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>



Remerciements

Je souhaite tout d'abord exprimer ma profonde gratitude à ma directrice de stage, Charlotte Gaillard, ainsi qu'à Sophie Brajon et Lucile Hervé, pour le temps, l'énergie et l'accompagnement qu'elles m'ont généreusement consacrés tout au long de ce stage. De l'élaboration du protocole à la collecte de données sur le terrain, en passant par leur aide précieuse lors de l'analyse des résultats et les nombreuses relectures de ce mémoire.

Merci également à DigitAg, sans qui ce stage n'aurait pas vu le jour.

Je souhaite également remercier Carole Guérin et Hervé Chandeze pour le prêt du matériel et leurs précieux conseils quant à l'utilisation de celui-ci. De même pour Raphaëlle Botreau et Jeremy Delagnes pour notre collaboration concernant le traitement des données cardiaques des animaux.

Un immense merci à toute l'équipe des animaliers de Méjusseaume, avec une mention spéciale pour Nolhan, François, Jean-Yves, Gaël, Jean, Arnaud et Ophélie. Merci pour votre aide précieuse sur le terrain, mais aussi pour les nombreux fous rires partagés autour d'un café. Ces six mois ont été riches en rencontres et en complicité, et je suis heureuse de savoir que ces belles amitiés continueront bien au-delà de la fin du stage.

Une pensée toute particulière pour Lorraine, dont l'amitié me tient à cœur depuis longtemps, et qui a été d'un grand soutien tout au long de cette aventure. J'espère que notre belle complicité continuera encore longtemps.

Je remercie également Margaux et Messan, qui ont parfaitement incarné le rôle d'« humain nouveau » lors de nos tests de personnalité.

Un grand merci à nos dix petites louloutes pour leur patience et leur calme tout au long de ces deux mois d'expérimentation. Malgré quelques péripéties, elles se sont montrées remarquablement coopératives lors des manipulations et des phases de test. Profitez bien de votre été au champ, les belles belettes !

Enfin, ce stage m'a permis de faire une très belle rencontre. Elsa, merci pour ton soutien et ta bonne humeur tout au long de cette aventure. Travailler à tes côtés a été un réel plaisir, et je garderai en mémoire tous ces bons moments partagés. Cette expérience n'aurait pas été la même sans toi.

Liste des abréviations

ACP : Analyse en composante principale

DAC : distributeur automatique de concentrés

EN : Environnement nouveau

HN : Humain nouveau

ON : Objet nouveau

Table des matières

I. Introduction.....	1
II. État de l'art.....	2
1. La personnalité animale.....	2
2. Les capacités cognitives des animaux d'élevage.....	3
3. Principe de l'apprentissage associatif opérant.....	3
4. Lien entre traits de personnalité et apprentissage associatif.....	4
5. Lien entre apprentissage associatif et bien-être animal.....	5
III. Matériel et méthodes.....	6
1. Modèle animal.....	6
2. Phases de test.....	6
2.1. Aires de test.....	6
2.2. Phases 1 et 4 : détermination des traits de personnalité.....	7
2.2.1. Procédure expérimentale pour les tests de personnalité.....	7
2.2.2. Descriptif des trois tests de personnalité.....	8
2.3. Phase 2 et 3 : phase d'apprentissage.....	8
2.3.1. Dispositif expérimental pour les phases 2 et 3.....	8
2.3.2. Phase 2a : habituation à l'aire de test et aux deux auges.....	8
2.3.3. Phase 2b : phase préparatoire.....	9
2.3.4. Phase 3 : apprentissage associatif de type opérant.....	9
3. Analyse comportementale.....	9
3.1. Éthogramme.....	9
3.2. Analyse des comportements à partir de vidéos.....	9
4. Analyses statistiques.....	10
4.1. Détermination des traits de personnalité des vaches laitières.....	10
4.1.1. Analyse en composantes principales (ACP).....	10
4.1.1.1. Sélection des variables pour l'ACP.....	10
4.1.1.2. Détermination des traits de personnalité.....	10
4.1.1.3. Détermination des scores et des rangs par trait de personnalité par individu.....	11
4.1.1.4. Comparaison des rangs des vaches sur chaque trait.....	11

4.1.2. Evaluation de la stabilité des traits AVANT vs APRES apprentissage associatif	11
4.2. Evaluation de la performance, identification des stratégies d'apprentissage et lien avec les traits de personnalités	12
IV. Résultats.....	12
1. Détermination des traits de personnalité des vaches laitières.....	12
1.1. Comparaison des résultats AVANT et APRES apprentissage associatif	12
1.1.1. Comparaison des combinaisons de tests à la référence (EN-ON-HN).....	12
1.1.2. Comparaison des tests de personnalité AVANT et APRES apprentissage associatif.....	12
2. Relation entre traits comportementaux, performances et stratégies comportementales.....	13
2.1. Résultats des tests d'apprentissage.....	13
2.1.1. Apprentissage cumulant les 2 stimuli.....	13
2.1.2. Apprentissage par type de stimulus.....	13
2.2. Lien entre les traits comportementaux et les scores individuels d'apprentissage.....	13
2.3. Identification des stratégies comportementales et lien avec les traits comportementaux.....	14
2.3.1. Mise en évidence des stratégies comportementales.....	14
2.3.2. Lien entre les traits comportementaux et les stratégies adoptées.....	15
V. Discussion.....	15
1. Traits de personnalité ou traits comportementaux ?.....	15
2. Les vaches sont-elles capables de réaliser une tâche en réponse à un signal vibratoire ou sonore ?.....	16
3. Il y a-t-il une préférence pour un stimulus ?.....	17
4. Existe-t-il un lien entre les scores d'apprentissage et les traits comportementaux ?.....	17
5. Les vaches adoptent-elles des stratégies comportementales différentes en fonction de leurs traits comportementaux ?.....	18
6. Perspectives.....	19
6.1. Perspectives scientifiques.....	19
6.2. Application d'un conditionnement opérant en fermes commerciales.....	19
VI. Conclusion.....	21
Référence bibliographiques.....	22
Résumé.....	27

I- Introduction

L'automatisation des exploitations agricoles se développe en Europe, avec un taux d'équipement qui varie selon les pays. En effet, en 2018, la Suède comptait 30 % de fermes équipées de robots de traite, le Danemark 25 %, les Pays-Bas environ 20 %, tandis qu'en France, seulement 8 % des exploitations étaient équipées, ce qui montre un fort potentiel de croissance dans ce secteur en comparaison aux autres pays (Web-Agri, 2024). En France, le nombre de robots de traite connaît une forte augmentation depuis les années 2000 (Idèle, 2019). Selon les données de Web-Agri (2024), le nombre de robots est passé de 7 500 en 2020 à environ 14 000 aujourd'hui, soit un doublement en cinq ans. Cela signifie qu'actuellement, entre 20 et 25 % des fermes françaises sont désormais équipées de robots de traite. Les éleveurs choisissent le robot de traite pour bénéficier d'une plus grande flexibilité horaire et réduire les efforts physiques. Les robots peuvent également pallier les difficultés concernant le recrutement de la main-d'œuvre, à condition que celle-ci soit formée à ce type d'équipement, et facilite la transmission des exploitations en améliorant la modernité de ces élevages (Idèle, 2020).

Bien que les robots de traite apportent de nombreux avantages aux éleveurs, il est important d'évaluer leur impact sur le bien-être animal, sujet qui se trouve actuellement au cœur des attentes sociétales. Certains animaux peuvent ressentir du stress face à la machine surtout pendant la phase d'adaptation mais également pendant la phase d'attente devant le robot. Cette attente peut faire l'objet d'interactions sociales négatives liées à de la compétition pour l'accès au robot. Ainsi, les vaches dominantes peuvent monopoliser l'accès au robot et empêcher les vaches subordonnées d'y accéder, augmentant la durée d'attente devant celui-ci. Ces temps d'attente prolongés sont associés à des temps de couchage et de repos plus courts, ce qui est préjudiciable à la santé des vaches et augmente la probabilité de développer des boiteries et des lésions des sabots, par exemple Solano *et al.*, (2022).

Afin de limiter le temps d'attente et le nombre d'interactions négatives entre les individus autour des automates, une solution a été évaluée avec succès chez les truies gestantes. Elle avait pour principal objectif de réguler l'accès au distributeur automatique de concentrés grâce à un signal sonore individuel (Blanc *et al.*, 2024). Dans cette étude, les truies étaient appelées individuellement au distributeur automatique de concentrés (DAC) dans le but de fluidifier l'accès à celui-ci et de limiter le temps d'attente. Les bovins sont également capables d'associer un signal sonore à un choc électrique dans le cadre de l'utilisation de clôtures virtuelles (Lee *et al.*, 2009) ou encore à se rendre au robot de traite (Wredle *et al.*, 2006). Les signaux sonores semblent donc être bien perçus par les vaches mais sont cependant perçus par l'ensemble du troupeau, ce qui limite l'individualisation de leur utilisation. À l'inverse, un signal vibratoire émis par un boîtier positionné sur l'encolure de l'animal pourrait être perçu uniquement par celui-ci. La réceptivité des vaches à ce type de signal n'a cependant pas été évaluée.

Également, le comportement ainsi que les capacités d'apprentissage des animaux peuvent varier selon les caractéristiques des individus et notamment de leur rang social (Johansen *et al.*, 2025) leur expérience (Weiss *et al.*, 2005) et leurs traits de personnalité (Brasier *et al.*, 2023). Du fait de leurs propres traits de personnalité, chaque animal perçoit et appréhende son environnement différemment (Finkemeier *et al.*, 2022). La personnalité des animaux pourrait donc influencer la façon dont chaque individu s'adapte à un nouvel environnement et notamment dans le cadre de l'installation d'un robot de traite.

Dans ce contexte, un apprentissage associatif discriminatif utilisant à la fois des signaux sonores et vibratoires pour entraîner les vaches à se déplacer vers une zone spécifique a été testé. Ainsi, ce stage avait pour but de déterminer comment les traits de personnalité et la nature du signal (sonore ou vibratoire) peuvent influencer les capacités d'apprentissage associatif discriminatif des vaches laitières primipares, afin d'établir une preuve de concept avant une future évaluation appliquée aux robots de traite. L'objectif premier était d'évaluer la pertinence de l'utilisation de signaux vibratoires comme alternative aux signaux sonores. Le second objectif était d'identifier un potentiel lien entre la personnalité des vaches laitières et leurs capacités d'apprentissage.

Les hypothèses suivantes ont été émises :

- Les vaches laitières seraient capables de répondre aux signaux vibratoires de la même façon qu'elles sont capables de répondre à des signaux sonores.
- Les individus les plus audacieux pourraient obtenir de moins bons résultats au test d'apprentissage discriminatif que les individus moins audacieux en raison de leur approche moins réfléchie et plus impulsive (Finkemeier et *al.*, 2022).

II- État de l'art

1- La personnalité animale

La personnalité désigne tous les comportements individuels qui restent constants au fil du temps et des situations et définit la manière dont les individus agissent et appréhendent leur environnement (Finkemeier *et al.*, 2018). La personnalité a été décrite chez de nombreuses espèces comme les poissons, les oiseaux ou encore les rongeurs (Woodrum Setser *et al.*, 2023). Les traits de personnalité sont des composantes spécifiques de la personnalité qui décrivent plus précisément les comportements et les réponses d'un individu face à une situation. Les traits de personnalité les plus couramment mesurés sont regroupés sous les "BIG FIVES", qui incluent l'audace - la timidité, l'exploration - l'évitement, l'activité, l'agressivité et la sociabilité (Réale *et al.*, 2007).

Chez la vache laitière, les tests couramment utilisés pour évaluer les traits de personnalité des animaux sont, par exemple, l'introduction dans un environnement inconnu et la présentation d'un objet et/ou d'un humain nouveau. Chaque test permet de mettre en évidence un ou plusieurs traits de personnalité spécifiques, après quantification de la fréquence et/ou de la durée des comportements observés lors de ces tests standardisés (Woodrum Setser et al., 2023).

Parmi les indicateurs comportementaux observés ; la durée de déplacement et la fréquence des déplacements vers différentes zones de l'environnement reflètent « l'activité » tandis que le nombre et/ou la durée des interactions avec un objet ou un humain nouveau reflètent « l'exploration » et la latence du premier contact avec l'objet ou l'humain reflète « l'audace » (Brasier et al., 2023).

2- Les capacités cognitives des animaux d'élevage

Les systèmes de production modernes obligent les bovins à s'adapter aux évolutions constantes de leur environnement physique et social, notamment avec la mise en place de technologies automatisées telles que les robots de traite, les alimentateurs automatiques ou encore les brosses automatiques (Lunner-Kolstrup *et al.*, 2018). Cette adaptation repose sur la capacité des vaches à surmonter des défis cognitifs complexes pour interagir efficacement avec ces dispositifs. La cognition animale désigne l'ensemble des processus mentaux qui permettent aux animaux de percevoir leur environnement, d'apprendre de nouvelles informations et de résoudre des problèmes simples ou complexes. Cela inclut des capacités de mémoire, d'apprentissage, de prise de décision et de perception d'informations provenant de leur environnement (Darmaillacq *et al.*, 2018). Cependant, les connaissances sur les capacités cognitives des bovins restent limitées.

Les vaches laitières ont néanmoins démontré des capacités cognitives en s'adaptant rapidement à de nouveaux environnements. Par exemple, elles peuvent apprendre à utiliser un système de traite automatisée (Jacobs et Siegford, 2012) ou à des mangeoires automatiques (Collis, 1980). La capacité des bovins à apprendre et à s'adapter à leur environnement est essentielle pour assurer la fonctionnalité des systèmes de production, le bien-être et la sécurité des animaux et des personnes qui les manipulent. Il faut poursuivre les tests comportementaux pour mieux comprendre et identifier les capacités cognitives des vaches afin de concevoir des systèmes de logement et des pratiques de gestion plus adaptées (Nawroth et Rørvang, 2022).

3- Principe de l'apprentissage associatif opérant

L'apprentissage est une composante essentielle de la cognition animale, jouant un rôle déterminant dans la capacité des animaux à s'adapter à leur environnement. Selon l'Encyclopédie Universalis, l'apprentissage se définit comme une « modification du comportement de l'animal (ou de ses connaissances) résultant de l'exposition à un environnement spécifique ». Ce processus n'est réalisable que chez les espèces possédant des capacités cognitives leur permettant d'acquérir des connaissances nouvelles et complexes. Il existe divers types d'apprentissage comme par exemple l'apprentissage spatial (se souvenir de l'endroit où se situe un élément), l'apprentissage social (apprendre en observant l'autre faire) et l'apprentissage associatif (association d'un stimulus à une réponse). Ici, nous allons nous focaliser sur l'apprentissage associatif et plus précisément sur l'apprentissage associatif discriminatif. Il existe deux types d'apprentissage associatif : le conditionnement classique et le conditionnement opérant :

Le conditionnement classique, défini par Pavlov en 1927, est un processus d'apprentissage dans lequel un stimulus neutre (exemple : le son d'une cloche), après association répétée avec un stimulus inconditionnel (exemple : la distribution de nourriture), devient capable de déclencher une réponse réflexe seulement grâce au stimulus neutre. Willis et Mein (1983) ont démontré qu'il était possible de conditionner le réflexe d'éjection du lait chez la vache laitière via la présentation d'un disque bleu (stimulus neutre) après association de celui-ci avec la présence ou l'absence d'un veau (stimulus inconditionnel). Et donc, après apprentissage, le stimulus neutre devient un stimulus conditionnel.

Le conditionnement opérant est un type d'apprentissage où l'animal modifie son comportement en fonction des conséquences qui en découlent. Autrement dit, l'animal va modifier son comportement en fonction de l'ajout ou du retrait d'un ou plusieurs stimuli impliquant une augmentation ou une diminution de l'apparition des comportements (Staddon et Cerutti, 2003). Ce type de conditionnement est particulièrement pertinent dans les environnements d'élevage modernes, où les vaches doivent apprendre à interagir avec des dispositifs automatisés. Par exemple, une étude de Lee *et al.* (2009) a permis de mettre en évidence l'efficacité d'un signal sonore associé à un choc électrique pour contrôler les mouvements des bovins dans un système de clôture virtuelle. Les génisses apprennent à associer le signal sonore à la punition du choc électrique, ce qui les amène à modifier leur comportement en évitant la zone d'exclusion c'est-à-dire la zone proche des barrières virtuelles. Une autre étude a démontré que les vaches pouvaient apprendre à se rendre dans un système de traite automatisé en réponse à un signal acoustique individuel pendant la saison de pâturage, entraînant une réduction significative de l'intervalle entre les traites par rapport à une période de contrôle sans signal (Wredle *et al.*, 2006).

Ces résultats mettent en évidence la capacité des vaches à réaliser un apprentissage associatif via un signal sonore. Cette faculté d'apprentissage ne se limite pas à des réponses conditionnées, mais est modulée par la personnalité des animaux. En effet, chaque animal, en fonction de ses traits de personnalité dominants, peut manifester des variations dans sa manière d'apprendre et de s'adapter.

L'apprentissage mis en œuvre dans notre étude relève d'un apprentissage associatif opérant, intégrant une composante discriminative. L'animal doit en effet, être en mesure de distinguer deux signaux distincts, le son et la vibration, et d'ajuster sa réponse comportementale en fonction du signal perçu.

4- Lien entre traits de personnalité et apprentissage associatif

De nombreuses études ont démontré qu'il y a un lien entre les différents traits de personnalités et les capacités cognitives des animaux. Par exemple, une étude sur les chèvres naines a révélé que les individus plus audacieux et explorateurs, apprennent plus rapidement que les animaux ayant obtenu des scores plus faibles pour ces mêmes traits. À l'inverse, les individus plus audacieux, obtiennent de moins bons résultats au test d'apprentissage discriminatif que les individus moins audacieux en raison de leur approche moins réfléchie et plus impulsive (Finkemeier *et al.*, 2022). Cependant, ces résultats varient en fonction des espèces.

L'étude de Brasier *et al.* (2023) a également mis en évidence un lien entre les traits de personnalité des vaches et leur capacité d'adaptation à un système de traite robotisé après vêlage. L'adaptation a été mesurée en fonction du nombre de passages au robot par jour et de la production laitière quotidienne. Les vaches présentant un score élevé pour l'audace ont été les premières à s'être adaptées au robot de traite en comparaison aux autres traits de personnalités.

Ce résultat ne confirme pas les résultats de l'étude de Finkemeier *et al.* (2022) suggérant que les individus davantage audacieux apprennent moins rapidement une nouvelle tâche d'apprentissage discriminative. Cependant, les deux études ne traitent pas du même type d'apprentissage : un apprentissage non associatif (Brasier *et al.*, 2023) d'un côté et un apprentissage associatif discriminatif (Finkemeier *et al.*, 2022) d'un autre. Dans ce contexte, l'évaluation des traits de personnalité des vaches laitières pourrait s'avérer utile pour identifier celles qui seraient les mieux adaptées à l'utilisation d'un système de traite automatisé dans les élevages commerciaux.

5- Lien entre apprentissage associatif et bien-être animal

L'apprentissage associatif basé sur la récompense a été utilisé avec succès dans divers contextes impliquant des animaux, qu'ils soient en captivité dans des zoos ou élevés dans des fermes. Les recherches de Carlstead et Shepherdson (2000) ont démontré que l'apprentissage pouvait faciliter la mise en œuvre des soins, réduisant ainsi le stress des animaux et contribuant à améliorer leur bien-être.

Les travaux de Zebunke *et al.*, (2013) ont révélé que les porcs élevés sans enrichissement cognitif (le groupe témoin), manifestent des comportements plus craintifs comparés à ceux élevés en groupe et nourris à l'aide d'un distributeur automatique de concentrés (DAC), qui utilise un signal sonore pour appeler les animaux de façon individuelle à se diriger vers le dispositif pour se nourrir. Ces systèmes améliorent leur bien-être en leur procurant un sentiment de contrôle sur leur environnement et/ou en leur offrant un moyen de se libérer de l'ennui.

La réussite au test, matérialisée par la distribution d'une récompense, influence positivement les émotions des animaux et contribue à l'amélioration de leur bien-être psychologique. Selon Matheson *et al.* (2008), des expériences positives répétées peuvent induire un état émotionnel positif et durable dans le temps (reflété par davantage de comportements de jeu, d'interactions sociales positives et une diminution du stress chronique). L'effet Eureka désigne la satisfaction ressentie par un individu après avoir réussi une tâche impliquant un effort cognitif important (McGowan *et al.*, 2014). Cela a notamment été démontré chez les bovins où des génisses entraînées présentaient une fréquence cardiaque plus élevée que les animaux témoins, accompagnée de comportements de jeu, ce qui indique un intérêt accru pour ce type de tâche et suggère une réponse émotionnelle positive (Hagen et Broom, 2004). Une récompense reçue suite à la résolution d'un défi exigeant de l'attention et de l'agilité cognitive permet donc d'améliorer l'état émotionnel des animaux. Cet état émotionnel amélioré entraîne ainsi, une meilleure efficacité du système immunitaire et une meilleure cicatrisation des plaies chez les porcs (Ernst *et al.*, 2005).

L'apprentissage constitue ainsi un levier pertinent pour améliorer le bien-être des animaux d'élevage. Dans notre étude, nous avons cherché à évaluer l'influence d'un facteur individuel (la personnalité) sur les capacités d'apprentissage des vaches. Pour cela, nous avons complexifié une tâche d'apprentissage associatif simple, déjà étudiée auparavant, en la transformant en un apprentissage associatif discriminatif. Ce type de tâche reflète davantage les situations que les animaux rencontrent dans leur environnement, où ils doivent reconnaître différents stimuli et adapter leur comportement en fonction des conséquences associées.

III - Matériel et méthodes

1- Modèle animal

Le lot expérimental comprenait dix vaches laitières primipares de race Prim'Holstein. Les dates de vêlage des vaches présentaient un intervalle maximal de huit jours, compris entre le 30 octobre 2024 et le 7 novembre 2024. Les animaux étaient hébergés en bâtiment, dans un système en logettes, et leur alimentation se composait principalement de maïs ensilage, de luzerne, ainsi que de concentrés énergétiques et azotés, distribués à raison de deux repas par jour. Une fois la traite du matin terminée, les vaches étaient bloquées aux cornadis et équipées des capteurs nécessaires à l'expérimentation. Elles étaient ensuite libérées des cornadis dès 9h, et pouvaient s'alimenter ou se reposer durant environ une heure avant le début des expérimentations. Les tests se sont exclusivement déroulés entre la traite du matin et celle du soir, c'est-à-dire entre 10 heure et 15 heure.

2- Phases de test

2.1 : Aires de test

La première aire de test, utilisée en phases 1, 2a, 2b et 3 était divisée en cinq zones distinctes grâce à un marquage au sol : quatre zones périphériques de 6 mètres par 2,5 mètres chacune et une zone centrale de 1,5 mètre par 1 mètre (figure n°1). Cette aire de test était aménagée de manière à faciliter les manipulations des animaux tout en minimisant les perturbations en lien avec le milieu extérieur via des rideaux occultants. La seconde aire de test, utilisée en phase 4 seulement, était également séparée en quatre zones distinctes de 4,5 mètres par 3,75 mètres et une zone centrale de 2,35 mètres par 1,60 mètre. La première aire de test était filmée avec deux caméras (HIKVISION DS-2CD2643G2-IZS) à 3,5 mètres et 4,5 mètres du sol, placées de manière à visionner les vidéos sous deux angles différents (figure n°1) afin d'identifier tous les comportements souhaités. La seconde aire de test était filmée avec une seule caméra, placée à 3,5m du sol (figure n°1).

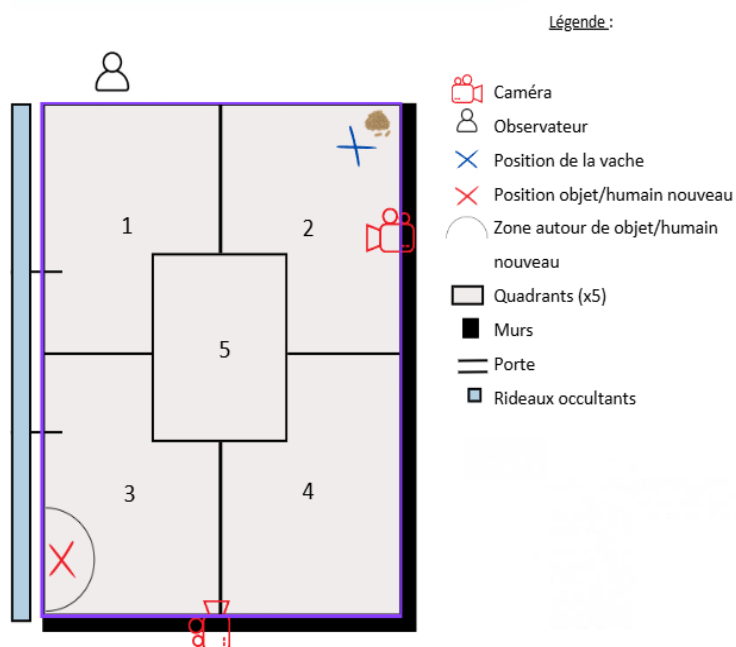
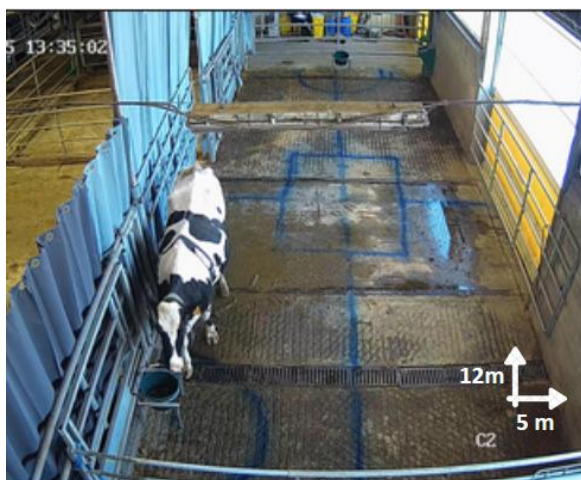


Figure n° 1 : Photographies de l'aire de test n°1 (en haut à gauche) et 2 (en haut à droite) issues des caméras utilisées pour les différents tests et représentation schématique de l'aire de test n°1 (en bas)

2.2. Phases 1 et 4 : détermination des traits de personnalité

2.2.1. Procédure expérimentale pour les tests de personnalité

Les traits de personnalité des dix vaches laitières ont été évalués à travers une série de trois tests individuels et successifs, réalisés AVANT la phase d'apprentissage et APRÈS cette dernière (figure n°2). L'objectif de cette répétition était de valider qu'il s'agissait bien de traits de personnalité qui sont, par définition, stables dans le temps et face aux différents contextes (Schwanke et *al.*, 2024).

Les trois tests réalisés étaient : l'exploration d'un nouvel environnement (EN), l'introduction d'un objet nouveau (ON) dans ce même environnement et la réaction face à un humain nouveau immobile et qui approche (HN). En effet, à la fin de ce dernier test, la réaction de l'animal lors de l'approche de ce même humain était évaluée.

À la fin de chaque test de 10 minutes (Brasier et *al.*, 2023), l'animal était attiré dans un coin de l'aire de test grâce à une distribution de nourriture (concentrés énergétiques), ce qui permettait de replacer les vaches au même endroit entre les différents tests. La vache restait dans l'aire de test, mais son attention était détournée lorsque l'objet ou l'humain étaient positionnés.

Les animaux étaient répartis aléatoirement en deux groupes distincts. Le premier groupe passait le test de réaction à un objet nouveau avec un ballon de yoga rose (Gymnastikball Orion, 75 cm), tandis que le second était exposé à un parapluie blanc ouvert d'un mètre de diamètre. De plus, lors du test de l'humain nouveau, l'humain était différent selon les groupes et les sessions. Les objets et les humains étaient inversés entre les groupes lors de la deuxième session (Phase 4). Cette organisation visait à prendre en compte d'éventuels biais liés à la peur, en s'assurant que si un objet ou un humain générait plus de peur qu'un autre, cet effet était présent de manière équivalente pour les deux objets et humains.

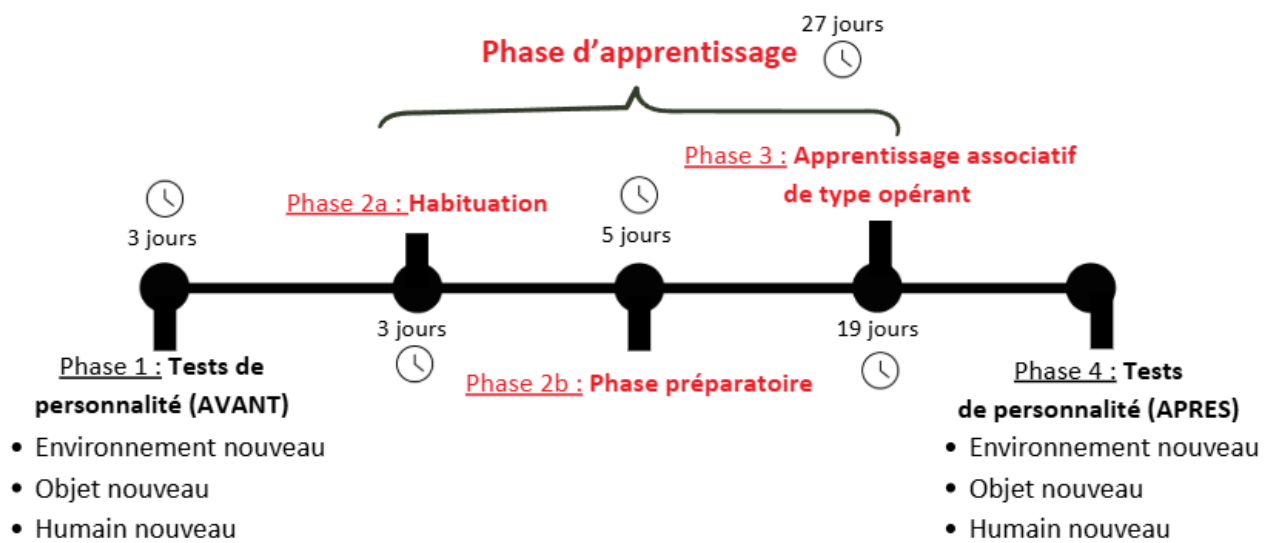


Figure n°2 : Déroulé général des différentes phases du protocole. En rouge, la phase d'apprentissage associatif

2.2.2. Descriptif des trois tests de personnalité

Test EN : Chaque vache était amenée individuellement dans l'aire de test et était observée pendant 10 minutes. Le test débutait lors de la fermeture des rideaux dans la première aire de test (Phase 1), et lors de la fermeture de la porte dans la seconde aire de test (Phase 4). Lorsque le test EN se terminait, la vache restait dans l'aire de test, mais son attention était détournée à l'aide de concentrés pendant que l'objet (ballon de yoga rose avec son socle ou parapluie blanc) était positionné par une expérimentatrice.

Test ON : Chaque vache était observée pendant 10 minutes en présence d'un objet (ballon de yoga rose posé sur son socle ou parapluie blanc ouvert). Le test débutait au moment où l'expérimentatrice était en dehors de l'aire de test. À la fin de ce second test, la vache restait dans l'aire de test, et son attention était de nouveau détournée avec des concentrés pendant que l'humain se positionnait dans la zone.

Test HN : Le test HN se déroulait en deux étapes. Dans un premier temps, l'humain nouveau se positionnait dos au mur et restait immobile, le regard fixé droit devant lui et les mains dans les poches. Une fois la personne en place, le test pouvait commencer. Après 10 minutes, la personne s'avancait lentement vers l'épaule de l'animal, bras légèrement tendu et regard dirigé vers le sol, dans l'intention d'établir un contact physique.

Si l'humain n'était pas dans le champ de vision de la vache, il devait annoncer sa présence calmement. L'approche n'avait lieu que si l'animal portait attention à l'humain (inspiré de Neave et al., 2022). La réaction de l'animal était alors évaluée selon un système de notation bien précis : Contact établi sans fuite (1), Contact établi avec mouvement de recul (2), Approche à moins d'1 mètre mais fuite (3), Pas d'approche possible (4).

2.3. Phase 2 et 3 : phase d'apprentissage associatif

2.3.1. Dispositif expérimental pour les phases 2 et 3

Les stimuli sonores et vibratoires étaient émis via un boîtier de dressage pour chien (PAWPRO, conforme à la nouvelle réglementation Française pour le BEA) placé sur un collier au niveau de l'encolure des animaux. Le boîtier était guidé à distance par une télécommande.

2.3.2. Phase 2a : habitude à l'aire de test et aux deux auges

Chaque vache était introduite de façon individuelle dans l'aire de test pour une durée de 12 minutes. Deux cents grammes de concentrés énergétiques (Stenfelt et al., 2022) étaient distribués au préalable dans les deux auges placées aux extrémités opposées de l'aire de test (figure n°3). Cette habitude était répétée une fois par jour sur trois jours consécutifs. Si, pendant les 12 minutes, l'animal ne s'approchait pas des auges, ou seulement d'une seule auge, il était attiré grâce au bruit des concentrés d'un côté ou de l'autre de l'aire

2.3.3. Phase 2b : Phase préparatoire

Cette phase correspond à un apprentissage classique visant à associer un stimulus (son ou vibration) à la bonne auge grâce à une récompense. Lorsque la vache commençait à manger, un signal (son ou vibration) était émis via le boîtier de dressage pour chien. Le stimulus était émis pendant environ 2 secondes. Ce test était réalisé pendant 12 minutes, de façon individuelle, pour un maximum de 10 signaux par session pendant 5 jours. Les signaux étaient émis en alternant son et vibration de façon à recentrer la vache entre chaque stimulus. L'ordre de passage des vaches était déterminé aléatoirement afin de s'assurer qu'un animal ne passe pas de façon récurrente le matin ou l'après-midi.

2.3.4. Phase 3 : Apprentissage associatif discriminatif

La vache devait se diriger vers l'auge associée au son seulement lorsque le signal sonore était émis et vers l'auge associée aux vibrations seulement lorsque le signal vibratoire était émis. Elle était récompensée avec 50 grammes de concentrés si elle s'était dirigée vers la bonne auge. Dix signaux étaient émis à intervalle régulier, soit une émission par minute pendant chaque session de 12 minutes, pendant 19 jours (Wredle *et al.*, 2006). Les séquences (son/vibration) et l'ordre de passage des animaux étaient réalisés aléatoirement. Encore une fois, les intervalles entre les stimuli étaient constants (1 minute) afin de laisser à la vache le temps de s'éloigner de l'auge.

L'apprentissage était jugé réussi lorsque l'animal atteignait 80% de réussite (8 réponses correctes sur les 10 signaux émis par session) sur au moins 3 sessions successives.

3 - Analyse comportementale

3.1. Éthogramme

Lors des phases de personnalité et d'apprentissage associatif, différents comportements ont été relevés (tableau n°1). Les occurrences aux comportements ont été observées de manière directe tandis que les durées et les latences ont été déterminées par analyse vidéo. Ces observations ont été réalisées à l'aide du logiciel de codage comportemental BORIS (Behavioral Observation Research Interactive Software ; Friard & Gamba, 2016).

3.2. Analyse des comportements à partir de vidéos

L'analyse des vidéos a été effectuée par deux observatrices formées. Les vidéos étaient réparties aléatoirement entre elles afin de limiter les biais d'observation. Afin d'assurer la fiabilité du codage, des tests de concordance inter et intra observateur étaient réalisés avant chaque nouvelle phase de l'étude, ainsi que tous les 5 jours de tests analysés notamment durant la phase 3 d'apprentissage.

Les analyses de fiabilité des enregistrements des comportements montraient un accord intra-observateur de 91,5% et un accord inter-observateur de 92,2%, calculés respectivement à partir de l'observation de 144 minutes et de 180 minutes sur un total de 3840 minutes de vidéo.

Tableau n°1 : Éthogram relatif aux différentes phases (personnalité et apprentissage)

Catégories	Comportements	Description	Mesures	Tests considérés
Posture	Couchée	Abdomen qui touche le sol	Occurrence / Durée (s)	EN,ON,HN, apprentissage
	Debout	Quatre sabots qui touchent le sol	Durée (s)	EN,ON,HN, apprentissage
Activité locomotrice et exploratoire	Interaction avec l'environnement	Contact avec un élément de l'environnement : sol, barrières, rideaux → museau < 10 cm de l'élément	Durée, occurrence	EN,ON,HN, apprentissage
	Locomotion	Changement de quadrants → tête et les deux sabots avant dans la zone	Durée (s), occurrence	EN,ON,HN, apprentissage
		Debout marche → soulève et repose ses pattes sur le sol, en parcourant une distance	Durée (s)	EN,ON,HN, apprentissage
		Immobile → 4 sabots qui touchent le sol sans parcourir une distance	Durée (s)	EN,ON,HN, apprentissage
Réaction à la nouveauté et aux auges	Score de réactivité à l'homme	Contact établi sans fuite (1) Contact établi avec mouvement de recul (2) Approche à moins d'1m mais fuite (3) Pas d'approche possible (4)	Score	HN
	Contact	Contact avec la nouveauté (objet, humain) et les auges → contact direct	Durée, occurrence, latence	ON,HN, apprentissage
	Déplacement	Entrée dans les différentes zones : objet, humain, auge → museau dans la zone	Durée, occurrence, latence	ON,HN, apprentissage
	Attentive	Durée passée le cou, la tête et les oreilles orientés vers la nouveauté (objet/humain) et vers les auges sans se trouver dans la zone	Occurrence	ON,HN, apprentissage
Apprentissage	Nombre de choix corrects	L'animal se dirige vers la bonne auge dans les 15 secondes après déclenchement du signal	0/1	apprentissage
Autre	Vocalisation	Nombre de meuglements	Occurrence	EN,ON,HN, apprentissage
	Toilettage	Nombre de fois où l'animal se gratte contre une paroi et/ou se lèche	Occurrence	EN,ON,HN, apprentissage
	Urination/défécation	Nombre d'urinations et de déjections dans l'aire de test	Occurrence	EN,ON,HN, apprentissage

Concernant les observations directes, il n'y avait pas d'accord inter-observateur car les comportements observés lors des tests d'apprentissage étaient différents pour chaque observatrice.

4 - Analyses statistiques

Les données collectées durant l'étude ont été analysées grâce au logiciel RStudio version 4.4.3 (2023.06.0). En raison du non-respect de la normalité (test de Shapiro-Wilk) de nos données et d'un nombre d'individus faible, des tests non paramétriques ont été utilisés dans la suite de l'analyse. La significativité des résultats était considérée pour des valeurs de P strictement inférieures à 0,05 et les tendances pour des valeurs de P comprises entre 0,05 et 0,10.

4.1. Détermination des traits de personnalité des vaches laitières

L'objectif était de déterminer la personnalité des vaches laitières à l'aide de variables mesurées au cours de 3 tests standardisées (EN, ON, et HN). La première étape consistait à identifier quelle combinaison de tests permettait de caractériser au mieux les différences interindividuelles de personnalité.

4.1.1. Analyse en composante principale (ACP)

Pour chaque comportement observé, des sommes ont été réalisées pour combiner les tests (deux à deux ou cumul des trois). Ainsi, 4 combinaisons de tests ont été évaluées : EN-ON, EN-HN, ON-HN et EN-ON-HN. Ce dernier était la référence utilisée pour identifier les traits de personnalité (Brasier et al., 2025).

4.1.1.1. Sélection des variables pour l'ACP

Pour chaque combinaison de tests, l'adéquation individuelle par variable (MSA : Measure of Sampling Adequacy) a été mesurée afin d'évaluer l'aptitude des données à être utilisées pour une ACP. Cela a permis de filtrer les variables qui semblaient moins pertinentes pour l'analyse. Les variables obtenant une MSA inférieure à 0,6 ont été retirées de l'analyse. Dans un second temps, pour poursuivre la sélection de variables, seules les variables utilisées dans l'article de Brasier et al. (2023) ont été retenues. Les ACP ont été réalisées pour les 4 combinaisons de test. Les communalités ont ensuite été estimées. Elles permettent de sélectionner les variables les mieux expliquées par l'ACP. Une faible valeur de communalité indique qu'une variable n'est pas bien représentée par l'ACP et pourrait être exclue pour améliorer l'analyse. Les variables ayant une communalité inférieure à 0,6 ont été retirées.

Une quatrième et dernière étape de sélection de variables a ensuite été réalisée. Après visualisation des graphiques de corrélations, les variables redondantes (flèche dans la même direction) ont été supprimées afin d'augmenter le pourcentage de variance expliquée. La variable ayant la plus forte MSA a été gardée pour la suite de l'analyse. Suite à cette dernière étape de sélection, les ACP ont été de nouveau relancées (tableau n°2).

4.1.1.2. Détermination des traits de personnalité

À la suite de ces ACP, trois traits ont été identifiés (tableau n°2) en fonction de la contribution des différentes variables précédemment sélectionnées. Ainsi, les trois premières dimensions de l'ACP ont chacune été associées à un trait de personnalité.

Tableau n°2 : Récapitulatif des variables restantes associées à leur trait de personnalité pour chaque combinaison de test

Variables restantes	Combinaisons de tests			
	EN-ON	EN-HN	ON-HN	EN-ON-HN
Nombre de changement de quadrant	✓	✓	✓	✓
Nombre d'interactions avec les surfaces		✓	✓	✓
Nombre de fois dans la zone d'intérêt	✓	✓	✓	✓
Nombre de contact objet/humain	✓	✓	✓	✓
Durée debout immobile	✓			
Durée d'interactions avec les surfaces	✓			
Durée dans la zone objet/humain	✓	✓	✓	✓
Latence premier contact objet/humain		✓		✓

Traits de personnalité associés :



Activité



Exploration



Audace

Les traits identifiés sont les suivants :

- **Active** : Ce trait fait référence à l'activité générale des vaches. Les vaches jugées "actives" ont tendance à se déplacer fréquemment.
- **Audace** : L'audace se rapporte à la prise de risque de l'animal face à des situations nouvelles se traduisant par un temps de latence faible pour approcher ou interagir avec la nouveauté.
- **Exploratrice** : Ce trait est lié à la volonté de l'animal à établir des contacts physiques avec des surfaces nouvelles et de prendre le temps d'aller les explorer.

4.1.1.3. Détermination de scores et des rangs par trait de personnalité par individu

Les coordonnées des individus sur les trois premières dimensions de l'ACP ont été transformées en scores (%) pour chaque vache et pour chaque trait de personnalité. Un score élevé pour un trait indique que ce trait est fortement exprimé chez l'animal. Les rangs des individus pour chaque trait ont ensuite été établis à partir de ces scores. L'utilisation de ces rangs permet ainsi une comparaison plus robuste et standardisée entre les vaches en neutralisant l'effet de l'amplitude des scores.

4.1.1.4. Comparaison des rangs des vaches sur chaque trait

Les rangs obtenus pour chaque combinaison de tests ont été comparés à la référence grâce à un test statistique : le test de Kendall's Tau (package : *stats*). C'est un test non paramétrique utilisé pour de faibles échantillons (inférieur à 10) pour comparer des corrélations deux à deux.

4.1.2. Évaluation de la stabilité des traits AVANT vs APRÈS apprentissage associatif

Cette étape vise à examiner le degré de concordance entre les rangs des vaches obtenus AVANT et APRÈS la phase d'apprentissage. L'objectif est de déterminer si les traits de personnalité mesurés sont stables dans le temps par comparaison des résultats des tests de personnalité réalisés AVANT et APRÈS la phase d'apprentissage. Pour cela, nous avons comparé les rangs des vaches au sein des différentes combinaisons de tests à l'aide d'un test statistique : l'indice de concordance de Kendall (W de Kendall) (package : *irr*). C'est un test non paramétrique utilisé pour de faibles échantillons (inférieur à 10) afin d'identifier la concordance des deux rangs au sein des différents tests pour chaque trait de personnalité.

4.2. Évaluation de la performance, identification des stratégies comportementales et lien avec les traits de personnalité

Les performances des vaches au test d'apprentissage ont été évaluées en fonction d'un critère prédéfini : au moins 80 % de bonnes réponses sur 3 sessions consécutives. Par ailleurs, le nombre de choix corrects a été comparé entre les deux modalités de stimuli (sonores et vibratoires) à l'aide du test non paramétrique de Wilcoxon (package : *stats*). Les liens entre les scores associés à chaque trait de personnalité et les performances d'apprentissage individuelles (score de réussite sur les trois dernières sessions) ont ensuite été analysés grâce à un test de corrélation de Spearman (package : *stats*).

Par ailleurs, les stratégies comportementales adoptées par les vaches ont été identifiées à partir de deux critères basés sur les données des trois dernières sessions d'apprentissage. Deux stratégies dominantes ont pu être identifiées et qualifiées de la manière suivante : « Rester près d'une auge » et « Aller-retour ». Deux variables ont été utilisées pour qualifier la stratégie "Rester près d'une auge" : le nombre de choix corrects et la durée passée dans une zone donnée. Une vache était considérée comme utilisant cette stratégie si elle remplissait les deux critères suivants : au moins 4/5 réponses correctes pour l'un des deux stimuli, au plus 2/5 réponses correctes pour l'autre stimulus et au moins 540 secondes (soit 75% du temps total de la session de test) passées dans l'une des deux zones.

La stratégie dite "aller-retour" était définie par une alternance équilibrée d'entrées entre les deux zones associées aux stimuli (son et vibration). Cette stratégie était évaluée à partir du nombre d'entrées dans chaque zone. Une vache était considérée comme adoptant cette stratégie si la différence entre le nombre d'entrée dans les deux zones était inférieure à 5%.

Enfin, pour analyser les liens entre les traits de personnalité et les stratégies, un test non paramétrique de Kruskal-Wallis (package : *stats*) a été utilisé pour comparer les groupes.

IV - Résultats

1- Détermination des traits de personnalité des vaches laitières

1.1. Comparaison des résultats de l'ACP AVANT et APRÈS les tests d'apprentissage

1.1.1. Comparaison des combinaisons de tests à la référence (EN-ON-HN)

Aucun classement obtenu à partir des comparaisons des tests comportementaux 2 à 2 ne concorde avec le classement issu de la combinaison de tests de référence EN-ON-HN (corrélation de Kendall's Tau ; $P < 0,05$). En conséquence, pour la suite de nos analyses, la combinaison de référence a été sélectionnée.

1.1.2. Comparaison des tests de personnalité AVANT et APRÈS la phase d'apprentissage

D'après la comparaison des rangs AVANT et APRÈS la phase d'apprentissage (tableau n°3), il n'y a pas de concordance entre le rang des vaches pour chacun des traits (Indice de concordance de Kendall (W) ; $P > 0,05$).

Tableau n°3 : Comparaison des classements des vaches sur chaque trait de personnalité
AVANT et APRÈS apprentissage

Comparaisons	Tests comportementaux	Traits de personnalité	Indice de concordance de Kendall	Conclusion
	EN-ON-HN AV vs AP	Exploration	$W = 0,448 / p > 0,05$	Classement divergent
AVANT vs APRÈS (Phase 0 vs Phase 4)	EN-ON-HN AV vs AP	Activité	$W = 0,327 / p > 0,05$	Classement divergent
	EN-ON-HN AV vs AP	Audace	$W = 0,848 / p > 0,05$	Classement divergent

Ces résultats suggèrent que nous n'avons pas identifié des traits de personnalité (pas de stabilité dans le temps), mais plutôt mesuré des traits comportementaux susceptibles de varier au cours du temps. Pour la suite de nos analyses, nous parlerons donc de traits comportementaux (et non de traits de personnalité), et nous garderons seulement les scores obtenus pour ces traits à partir des données AVANT la phase d'apprentissage présentés dans le tableau n° 4.

2- Relation entre les traits comportementaux, performances et les stratégies comportementales

2.1. Résultat des tests d'apprentissage

2.1.1. Apprentissage cumulant les 2 stimuli

Aucune vache n'a atteint le critère d'apprentissage à savoir, 80% de bonnes réponses (8/10) sur au moins 3 jours consécutifs (tableau n°5). En effet, aucune vache n'a dépassé 6/10 choix corrects de moyenne (tableau n°5).

2.1.2. Apprentissage par type de stimulus

9 vaches sur 10 ont obtenu des scores significativement différents entre les deux types de stimulus (Test de Wilcoxon ; $P < 0,05$) sur les 19 sessions d'apprentissage. Parmi ces 9 vaches, 5 ont obtenu des scores significativement plus élevés pour l'auge associée au stimulus vibratoire et 4 individus ont obtenu un score plus élevé pour l'auge associée au stimulus sonore.

2.2. Lien entre les traits comportementaux et les scores individuels d'apprentissage

Les résultats relatifs à cette partie correspondent aux résultats des trois dernières sessions d'apprentissage (17, 18 et 19).

Tableau n°4 : Scores en pourcentage des vaches pour chaque trait de personnalité à partir des données récoltées lors de la phase 1, c'est-à-dire la phase AVANT apprentissage

ID	Audace	Exploration	Activité
1	25,1	52,3	43
2	32,9	29,8	68,4
3	42,5	67	60,5
4	6,4	0	24,4
5	26,1	37,1	35,3
6	100	55	0
7	68	47	100
8	48,1	30,1	65,8
9	0	100	39
10	35,8	56,3	53,9

Tableau n°5 : Résumé des performances individuelles des 10 vaches sur les trois dernières sessions de la phase d'apprentissage

Numéro de Vache	Moyenne totale sur 10 stimuli	Minimum sur 10 stimuli	Maximum sur 10 stimuli
1	2 +/- 1	1	2
2	6 +/- 1	2	4
3	5 +/- 1	1	4
4	6 +/- 1	1	5
5	5 +/- 2	0	5
6	5 +/- 1	0	5
7	5 +/- 1	0	5
8	4 +/- 2	0	4
9	4 +/- 2	1	4
10	5 +/- 1	0	5

Il existe une corrélation négative (tendance) entre le score d'audace et le score de réussite aux stimuli de type « son » (Test de Spearman ; $P=0,051$; figure n°5). Il y a une corrélation positive significative entre le score d'audace et le score de réussite aux stimuli de type « vibration » (Test de Spearman ; $P=0,02$; figure n°5). Enfin, la corrélation négative entre le score d'exploration et le score de réussite total (son et vibration) est également significative (Test de Spearman ; $P=0,003$; figure n°5).

Après avoir exclu une vache ayant un score très élevé pour le trait « audace » et un score de réussite également élevé pour le stimulus « vibration », des résultats différents ont été observés. Seulement la corrélation négative entre le score d'exploration et le score de réussite total reste significative. Par la suite, tous les individus ont été conservés en raison de la taille réduite de l'échantillon.

2.3. Identification des stratégies comportementales et lien avec les traits comportementaux

2.3.1. Mise en évidence des stratégies comportementales

Des stratégies comportementales ont été attribuées aux vaches selon les critères établis dans la partie 4.2 du matériel et méthode. Ainsi, 2 stratégies ont été identifiées avec 5 vaches pour la stratégie “rester près d'une auge” et 2 pour la stratégie “aller-retours”. Enfin, aucune stratégie n'a été associée aux trois vaches restantes. La figure n°6 représente un exemple d'évolution du nombre de choix corrects pour chaque stimulus au cours des 19 sessions d'apprentissage pour les différents profils de vaches identifiés.

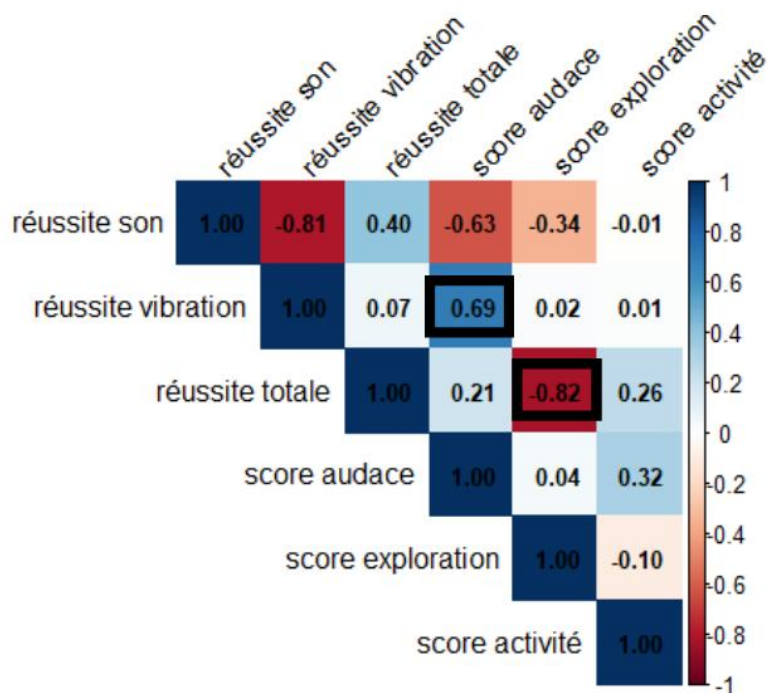


Figure n°5 : Matrice de corrélation entre les scores des traits comportementaux et les scores de réussite lors des trois dernières sessions d'apprentissage. Les analyses statistiques ont été réalisées grâce à un test de corrélation de Spearman ($P < 0,05$; $n=10$)

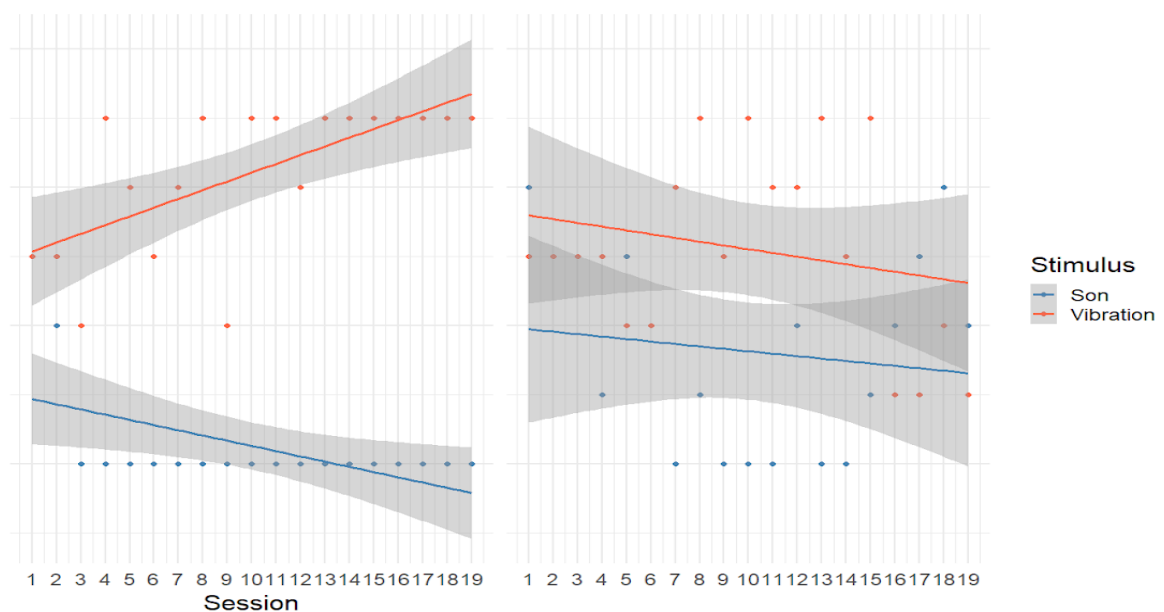


Figure n°6 : Exemple d'évolution du nombre de choix correct pour chaque stimulus au cours des 19 sessions d'apprentissage pour les différents profils de vache identifiés : une vache ayant adopté la stratégie « rester près d'une auge (ici associée à la vibration) » (à gauche) et une vache ayant adopté la stratégie « aller-retour » (à droite).

2.3.2. Lien entre les traits comportementaux et les stratégies adoptées

Même si graphiquement, le score d'activité et le score d'audace semblent plus élevés pour les animaux qui adoptent la stratégie « aller-retour » aucune des stratégies comportementales n'est significativement associée à l'un des traits comportementaux mesurés (Test de Kruskal Wallis ; $P > 0,05$; figure n°7).

V – Discussion

Cette étude visait dans un premier temps à évaluer l'efficacité des signaux vibratoires, par rapport à des signaux sonores, en tant que stimuli pour réaliser une tâche spécifique. Cet objectif n'a pas pu être testé étant donné qu'il n'y a pas eu d'apprentissage notable, que ce soit avec les sons (signal reconnu par les vaches dans de précédentes expérimentations) ou les vibrations. Cette expérimentation avait également pour objectif d'identifier un potentiel lien entre la personnalité des vaches laitières et leurs capacités d'apprentissage associatif. L'objectif n'a été que partiellement évalué en raison de l'apprentissage limité et de l'absence de stabilité des réponses comportementales des vaches au cours des tests de personnalité. Ce dernier point suggère que les réponses mesurées ne reflètent pas des traits de personnalité, supposés être stables au cours du temps. Néanmoins, cette étude a permis de mettre en évidence une variabilité des réponses comportementales individuelles face à la nouveauté (lors des tests de personnalité), des stratégies comportementales distinctes entre les vaches ainsi qu'un lien entre les deux.

1- Traits de personnalité ou traits comportementaux ?

Les résultats obtenus ont montré une variabilité interindividuelle des réponses comportementales face aux différents tests de personnalité. L'éthogramme a été construit sur la base des travaux réalisés par Brasier et al. (2023). Ainsi, chaque variable a été associée à un trait de personnalité (audace, activité et exploration), ces derniers ayant été identifiés dans le même article. Cependant, les réponses comportementales, mesurées chez les 10 vaches, n'étaient pas stables entre les deux répétitions de tests de personnalité réalisées avant et après la phase d'apprentissage opérant. Cela ne permet donc pas de les définir comme des traits de personnalité (Dingemanse et al., 2010 ; Woodrum Setser et al., 2023) mais plutôt comme des traits comportementaux. Différentes combinaisons de test AVANT et APRÈS apprentissage et de variables ont pourtant été comparées pour essayer d'établir une concordance entre les résultats de personnalité au cours du temps, mais sans succès. Cette instabilité pourrait s'expliquer par une possible influence de la phase d'apprentissage, d'une durée de 27 jours, qui aurait pu induire des modifications comportementales ponctuelles mais non négligeables modifiant ainsi les scores de personnalité après apprentissage. Cette hypothèse est renforcée par le court délai entre la fin de la phase d'apprentissage et le début de la deuxième répétition des tests de personnalité (i.e. 5 jours) alors qu'il était de 13 jours dans l'étude de Neave et al. (2022).

En raison d'un nombre réduit de bonnes réponses lors des tests d'apprentissage, les vaches ont été peu récompensées. Ce manque de renforcement, combiné à la répétition des tests, a pu entraîner un manque de motivation générale, et in *fine*, impacter la réactivité des vaches, une variable qui est en lien avec les traits de personnalité (Tarou et Bashaw, 2007).

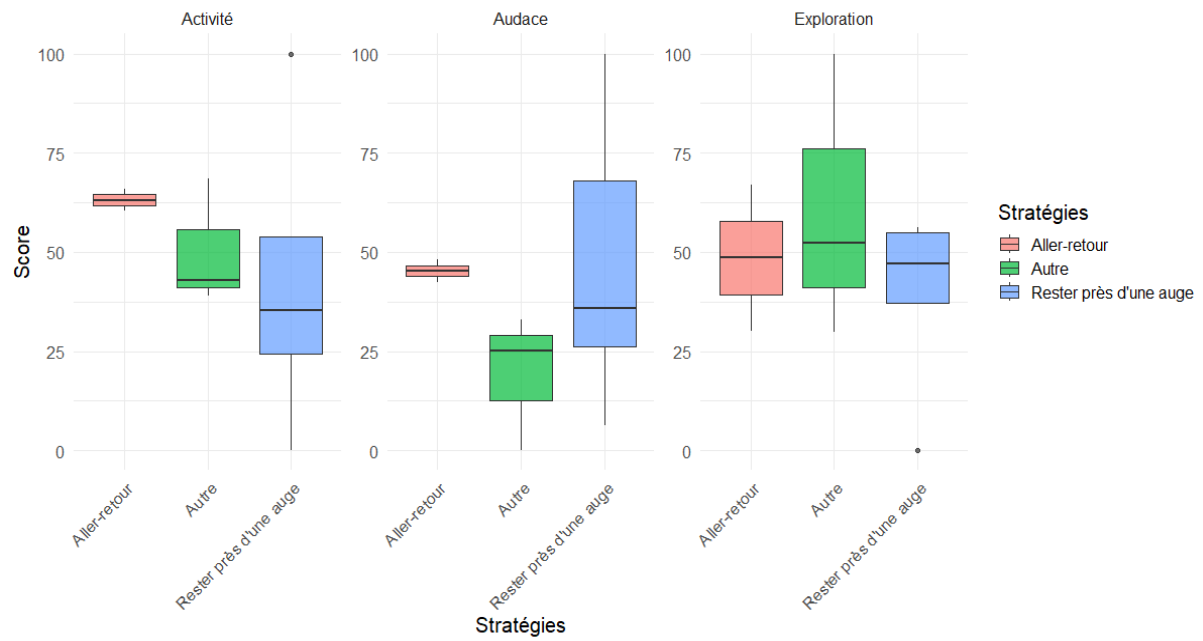


Figure n°7 : Relation entre les scores attribués à chaque trait comportemental et les stratégies comportementales adoptées. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du test non paramétrique de Kruskal-Wallis ($p > 0,05$; $n=10$)

De plus, durant la phase d'apprentissage, les vaches ont pu également s'habituer progressivement à la présence des expérimentatrices, ainsi qu'aux procédures répétées quotidiennement telles que la pose des colliers vibrants/sonores. Cela a pu influencer leur motivation, réactivité et altérer la stabilité de leurs comportements. Par ailleurs, Schwanke et al (2024), ont montré que le trait d'activité était moins stable que le trait d'audace au cours du temps. Ainsi, ce trait semblerait plus plastique donc potentiellement plus susceptible de varier en réponse à des changements environnementaux. Ceci appuie partiellement nos résultats quant au fait que le trait d'activité ne semble pas stable au cours du temps.

Enfin, la taille réduite de l'échantillon constitue une limite non négligeable dans cette étude. Elle a pu réduire la puissance statistique des résultats, c'est-à-dire la capacité à détecter des effets réels. La diversité des profils comportementaux était également limitée, ce qui a pu restreindre la variabilité globale. À l'inverse, cela rend chaque individu plus influent dans les analyses. Par exemple, une vache présentant un score très extrême pour un trait de personnalité donné, c'est-à-dire proche de 100% lors de la première répétition (AVANT apprentissage) et sur ce même trait un score proche de 0% lors de la deuxième répétition (APRÈS apprentissage), aurait pu influencer plus fortement les résultats globaux. Cette sensibilité aux valeurs extrêmes peut biaiser l'interprétation des résultats et masquer des tendances réelles présentes à l'échelle de la population.

2- Les vaches sont-elles capables de réaliser une tâche en réponse à un signal vibratoire ou sonore ?

Les vaches ont échoué à la tâche d'apprentissage associatif discriminatif, que ce soit en réponse au signal sonore ou vibratoire. En effet, aucune d'entre elles n'a atteint le critère de performance prédéfini, fixé à 80% de choix correct sur trois sessions consécutives. Pourtant, il a déjà été démontré que les vaches sont capables d'associer un signal sonore à une tâche à effectuer (Wredle et al., 2006). L'absence de réussite de l'apprentissage dans notre étude pourrait s'expliquer par le fait que le nombre et la fréquence des sessions d'apprentissage n'étaient pas assez conséquents. En effet, dans notre étude, les vaches effectuaient une session par jour pendant 19 jours. En comparaison, Kirchner et al. (2012) ont soumis des truies à un apprentissage d'une tâche similaire à la nôtre (i.e. se rendre à un endroit spécifique lors de l'émission d'un signal sonore) à raison de deux fois par jour pendant trois semaines. De plus, dans notre étude, le nombre de signaux émis par sessions et par type de stimulus (sonore ou vibratoire) n'était peut-être pas suffisant pour que les vaches puissent bien distinguer les deux types de signaux. En effet, dans l'étude de Wredle et al. (2006), les vaches ont reçu 7 à 12 signaux sonores par session d'apprentissage alors que dans notre cas, elles ont été soumises à 5 signaux sonores et 5 signaux vibratoires par session. Augmenter le nombre de signaux émis par sessions d'apprentissage aurait pu faciliter l'apprentissage des vaches. Une autre alternative envisageable aurait été de répéter le signal une deuxième fois et éventuellement une troisième fois en cas de mauvaise réponse. Cette méthode a été mise en évidence par Johansen et al. (2025), où les vaches qui ne se présentaient pas spontanément au robot de traite dans un délai de 10 minutes après le premier appel sonore étaient rappelées une seconde fois. Cette méthode aurait permis d'encourager la réponse comportementale et de favoriser la réussite au test.

Par ailleurs, l'apprentissage n'a peut-être pas été suffisamment progressif, ce qui a pu rendre la tâche trop complexe pour les vaches. En effet, dans notre étude, les vaches ont été confrontées simultanément aux deux stimuli. Afin de faciliter l'apprentissage, il aurait été possible de réaliser des sessions d'apprentissage associatif simple avec un premier stimulus puis une fois l'apprentissage acquis, réaliser des sessions d'apprentissage avec le second stimulus avant de soumettre les vaches à l'apprentissage discriminatif avec les deux signaux. Cette stratégie, déjà utilisée avec succès chez le porcelet (Gielsing et *al.*, 2012), aurait pu permettre une meilleure compréhension de la tâche par nos vaches et un apprentissage potentiellement plus efficace.

Enfin, les vaches auraient pu être testées dans un labyrinthe en Y avec un système de portes de non-retour. Dans ce dispositif, une fois leur choix effectué, les animaux ne peuvent plus revenir en arrière pour changer de direction en cas de non-récompense. Ce type de méthode a déjà été utilisé dans des situations où les deux bras du labyrinthe présentent des conditions différentes (Arnold et *al.*, 2008). Une fois que l'animal a appris à associer chaque bras du labyrinthe en Y à une condition particulière, il peut manifester sa préférence en choisissant davantage une direction plus qu'une autre. Dans notre étude, les conditions expérimentales dans les deux bras du labyrinthe seraient identiques. Ce serait le type de signal (sonore ou vibratoire) émis au départ du labyrinthe qui influencerait le choix des vaches.

3- Préférence pour un stimulus ?

Malgré l'absence de réussite de l'apprentissage de la tâche, les vaches ont présenté un biais de préférence pour une auge associée à un stimulus. En effet, certaines vaches avaient des scores de réussite plus élevés pour l'auge associée au stimulus sonore, d'autres pour l'auge associée au stimulus vibratoire et certaines n'ont pas exprimé de préférence. Cependant, il n'est pas possible d'affirmer que le fait qu'une vache ait répondu plus favorablement à un stimulus (sonore ou vibratoire) est dû au fait que celle-ci est plus sensible à ce stimulus. En effet, les vaches de notre étude ont pu exprimer un biais de préférence pour une auge associée à un stimulus en raison de sa localisation ou tout simplement par le fruit du hasard. De plus, l'auge associée au stimulus vibratoire était plus exposée à la lumière, proche d'un abreuvoir et d'une expérimentatrice tenant le seau de réserve de récompense alimentaire à proximité et à la vue de l'animal et la zone était davantage ouverte sur le couloir extérieur. L'auge associée au stimulus sonore, était, quant à elle, positionnée dans un endroit plus sombre, plus proche de la porte d'entrée dans l'aire de test et de l'enclos où se trouvaient les congénères. Bien que des rideaux ont été placés pour cacher la vue des autres animaux de l'étable, certaines vaches jouaient avec ces rideaux et pouvaient donc apercevoir leurs congénères. En somme, les vaches pouvaient être attirées préférentiellement vers un endroit de l'aire de tests indépendamment du type de signal associé à l'auge, influençant ainsi leur score pour chacun des stimuli.

4- Existe-t-il un lien entre les scores d'apprentissage et les traits comportementaux ?

Un lien entre les différents traits comportementaux et les réponses des animaux au cours des sessions d'apprentissage (c.-à-d., le nombre de choix corrects) a pu être établi. Une tendance à une corrélation négative a été observée entre le score d'audace et le pourcentage de réussite aux stimuli sonores.

De la même façon, une corrélation positive a été observée entre le score d'audace et le pourcentage de réussite aux stimuli vibratoires. Cela signifie que plus une vache est audacieuse, plus ses performances diminuent en réponse aux sons mais augmentent face aux vibrations. Ces résultats peuvent s'expliquer par les scores d'une seule vache particulièrement audacieuse. Celle-ci a manifesté un fort désintérêt pour la zone associée au stimulus sonore, au profit de la zone associée au stimulus vibratoire, influençant ainsi les résultats globaux dans ce sens.

Enfin, une corrélation négative significative a été observée entre la réussite totale (nombre de choix corrects en réponse au son et à la vibration) et le score d'exploration. Autrement dit, les vaches les plus exploratrices pourraient avoir globalement des scores de réussite plus faibles. Brasier et al. (2025) rapportent également que les vaches présentant un score élevé pour le trait combiné « explorateur - actif » obtiennent des performances d'apprentissage inférieures lors de l'habituation à un robot de traite, en effectuant moins de visites volontaires, et ce, comparativement aux vaches ayant obtenu des scores plus faibles sur ce même trait. Cependant, leur étude portait sur un trait combiné, alors que dans notre cas, les traits ont été évalués séparément et le contexte d'apprentissage était différent (habituation vs apprentissage associatif).

5- Les vaches adoptent-elles des stratégies comportementales différentes en fonction de leurs traits comportementaux ?

Les observations directes des comportements exprimés par les vaches lors des tests d'apprentissage ont permis de révéler différentes stratégies adoptées par les animaux. Graphiquement, nous avons mis en évidence des liens entre les traits comportementaux et les stratégies comportementales adoptées par les vaches. Même si le faible effectif par stratégie ne nous permet pas de généraliser les résultats, les vaches ayant recours à la stratégie "aller-retour" semblent présenter des scores d'activité plus élevés que celles utilisant d'autres stratégies. Cela paraît cohérent, puisque cette stratégie implique davantage de déplacements et de traversées de l'aire de test, contrairement à la stratégie "rester près d'une auge", caractérisée par une activité réduite. Par ailleurs, les vaches ayant adopté la stratégie "aller-retour" semblent avoir des scores d'audace un peu plus élevés que celles adoptant les deux autres stratégies comportementales. Les vaches plus audacieuses seraient donc plus motivées par la récompense et seraient donc plus promptes à fournir un effort de déplacement pour obtenir cette récompense (Meagher et al., 2017). Cependant, ce n'est pas toujours le cas : par exemple, la vache la plus audacieuse de notre étude a choisi la stratégie "rester près d'une auge". Ces derniers résultats indiquent que nous n'avons pas obtenu de lien clair entre la stratégie comportementale et la personnalité, cela suggère que d'autres facteurs individuels pourraient influencer l'émergence de stratégies comportementales. En effet, comme le montre l'étude de Weiss et al. (2005), l'expérience peut moduler le temps d'adaptation à des environnements et à des défis nouveaux.

6- Perspectives

6.1. Perspectives scientifiques

Dans l'optique d'aller plus loin dans l'étude des liens entre les traits de personnalité et les capacités cognitives des vaches laitières, et toujours dans l'objectif d'appliquer ce système d'appel aux fermes commerciales, il aurait été pertinent d'évaluer l'apprentissage des vaches par groupe. Ce test aurait permis de mimer les conditions réelles d'hébergement des animaux et d'observer si les réponses comportementales des vaches peuvent être influencées par le comportement de leurs congénères.

Afin d'approfondir l'influence des traits de personnalité des vaches laitières sur leurs capacités d'apprentissage, il aurait également été pertinent de réaliser un apprentissage inverse (« reversal learning ») pour évaluer la plasticité cognitive des animaux. Le « reversal learning » consiste à inverser les consignes préalablement apprises lors d'un test d'apprentissage (Jian-min et *al.*, 2025). L'animal doit donc inhiber la consigne précédemment apprise pour en apprendre une nouvelle. Dans notre étude, les vaches ont dû apprendre à associer un stimulus sonore à une auge située à gauche de l'aire de test, et un stimulus vibratoire à une auge placée à droite. Ainsi, lors de la phase d'apprentissage inverse, ces associations auraient été inversées : le stimulus sonore aurait désormais été associé à l'auge de droite et le stimulus vibratoire à celle de gauche. Ce test permet de mettre en évidence la flexibilité cognitive des animaux, c'est-à-dire leur capacité à adapter leur comportement en réponse aux changements ayant eu lieu dans leur environnement (Dingemanse et *al.*, 2010). Cette flexibilité est propre à chaque individu et peut être influencée par les traits de personnalité (Dingemanse et *al.*, 2010), ce qui en aurait fait un indicateur particulièrement pertinent pour cette étude.

6.2. Application d'un conditionnement opérant en fermes commerciales

L'appel individualisé des vaches laitières pourrait s'avérer intéressant sur plusieurs aspects, surtout si celui-ci est régulier et efficace. Cet appel individualisé peut se matérialiser de différentes manières sur le terrain. Une option possible serait de conditionner toutes les vaches du troupeau à se rendre au robot au cours de la journée. Le nombre d'appels individuels par jour pourrait dépendre des objectifs de l'éleveur, du stade de lactation ou encore du potentiel génétique des individus. Ce signal pourrait être individualisé en fonction du profil de l'animal. Les vaches pourraient entrer dans le robot, donc recevoir la récompense, seulement après avoir reçu le signal d'appel. Autrement dit, une vache n'ayant pas reçu le signal d'appel ne pourrait pas avoir accès au dispositif (Wredle et *al.*, 2006). L'accès individualisé pourrait également être renforcé par le déclenchement d'un signal négatif émis lorsqu'un individu se dirige vers le robot alors qu'il n'a pas été appelé. Ceci fait référence à la composante « discriminative » de l'apprentissage réalisée lors de notre étude où l'animal serait capable de discriminer un signal d'appel au robot d'un signal d'éloignement du robot. La difficulté étant d'identifier deux signaux individualisés, non perçus par les congénères et assez distincts pour éviter toute confusion de la part de l'animal.

Une autre solution serait de conditionner seulement certaines vaches à se rendre au dispositif de traite automatisé sur demande. Cela pourrait concerner les vaches de faible rang social ou les vaches ne se présentant pas instinctivement à celui-ci. En effet, Jacobs et Siegford (2012), ont mentionné que de nombreux agriculteurs consacrent beaucoup de temps à aller chercher les vaches afin de les emmener au robot de traite. De plus, ce sont souvent les mêmes individus qu'il faut aller chercher. De fait, seulement un pool d'individus devra subir un apprentissage opérant et non le troupeau entier. Ces vaches pourraient être appelées au robot au moment où la fréquentation diminue, c'est-à-dire entre minuit et 6h du matin (surtout pour des vaches ayant accès au pâturage) (John et *al.*, 2019) afin de limiter la compétition sociale naturelle entre les animaux et de limiter le temps d'attente derrière des vaches plus dominantes. L'objectif étant de motiver la vache ne se présentant pas au robot de traite à s'y présenter. Une autre solution pour motiver ces vaches serait également d'installer une auge à proximité du robot de traite donnant la priorité aux animaux ayant répondu correctement au signal (Wredle et *al.*, 2006). Concrètement, si la vache en retard à la traite, qu'elle a été appelée, qu'elle répond correctement au signal et se dirige vers le robot, mais que celui-ci est déjà utilisé par une autre vache, il pourrait y avoir un système de récompenses via une auge annexe afin de maintenir la motivation à se diriger au robot. En effet, Wredle et *al.* (2006), ont démontré qu'un faible renforcement au robot conduisait à une extinction du comportement.

L'apprentissage pourrait être réalisé sur les jeunes animaux car ces derniers développent plus facilement de nouveaux comportements par apprentissage que les animaux plus âgés (Milgram, 2003). De plus, la race peut également jouer un rôle dans les capacités d'apprentissage des vaches rendant la période de conditionnement plus ou moins longue et compliquée (Veissier, 1993). Des différences de vitesse d'apprentissage ont été observées entre les vaches de Werdle et *al.* (2006) qui étaient des Rouge et Blanches suédoises et les vaches de Johansen et *al.* (2025) qui étaient des Holstein-Frissonnes. Ces dernières sembleraient avoir des capacités d'apprentissage inférieures aux autres.

La mémoire est également une composante pouvant rentrer en jeu dans l'application de ce système d'appel individuel en condition réelle. La vache laitière étant amenée à être tarie pendant plusieurs semaines, elle ne sera par conséquent, plus soumise aux appels individualisés durant cette période. Kovalčik et Kovalčik (1986) démontrent que les vaches sont capables de se rappeler d'une tâche apprise 6 semaines auparavant ce qui représente un délai plus court que la phase de tarissement classique. Cependant, un article plus récent indique que les génisses laitières ont une excellente mémoire et sont capables de réaliser différentes tâches jusqu'à un an après l'entraînement, bien qu'une forte variabilité liée aux individus et aux types de procédures ait été observée (Boyer des Roches et *al.*, 2025).

IV- Conclusion

Pour conclure, nous n'avons pas pu vérifier si la nature du signal influençait les capacités d'apprentissage associatif des vaches laitières, celles-ci n'ayant pas atteint le critère d'apprentissage attendu, et ce, quelle que soit la nature du signal. Notre étude a tout de même mis en évidence une variabilité interindividuelle des réponses comportementales face à la nouveauté, se traduisant par des scores qui diffèrent entre les individus pour chaque trait comportemental. Nous avons également démontré la présence de liens entre les traits comportementaux et les performances lors d'un test d'apprentissage associatif même si le critère d'apprentissage n'a pas été atteint. De fait, nous nous sommes seulement basés sur le pourcentage de bonnes réponses sur les 3 dernières sessions et non sur la vitesse d'apprentissage au cours des sessions. Malgré ces résultats, nous avons pu mettre en évidence l'apparition de différentes stratégies comportementales lors de la phase d'apprentissage. Ce projet fait l'objet d'une preuve de concept et permettra d'améliorer les futurs travaux avec un plus grand nombre d'animaux, un protocole plus progressif afin de poursuivre l'étude de l'influence de la personnalité sur les capacités cognitives. Les connaissances issues de ces travaux permettront de fournir des stratégies visant à favoriser l'adaptation individuelle des animaux aux nouvelles technologies agricoles dans le but d'améliorer leur bien-être.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARNOLD, N.A., NG, K.T., JONGMAN, E.C. et HEMSWORTH, P.H., 2008. Avoidance of tape-recorded milking facility noise by dairy heifers in a Y maze choice task. *Applied Animal Behaviour Science* [en ligne]. 1 février 2008. Vol. 109, pp. 201–210. DOI [10.1016/j.applanim.2007.02.002](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.02.002). Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168159107000421?via%3Dihub>
- BLANC, A., DEROINÉ, C., CLOUARD, C. et GAILLARD, C., 2024. Sound feeding signal for gestating sows: Evaluation of an individual learning strategy and its beneficial effects in groups. *Applied Animal Behaviour Science* [en ligne]. 1 juin 2024. Vol. 275, pp. 106302. DOI [10.1016/j.applanim.2024.106302](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2024.106302). Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168159124001503>
- BRASIER, J. E., SCHWANKE, A. J., BERGERON, R., HALEY, D. B. et DEVRIES, T. J., 2025. Effect of training method and dairy cow personality traits on adaptation to an automated milking system. *Journal of Dairy Science* [en ligne]. 1 janvier 2025. Vol. 108, n° 1, pp. 885-899. DOI [10.3168/jds.2024-25420](https://doi.org/10.3168/jds.2024-25420). Disponible à l'adresse : [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(24\)01207-4/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(24)01207-4/fulltext) ²
- BRASIER, J. E., SCHWANKE, A. J. et DEVRIES, T. J., 2023. Effects of dairy cows' personality traits on their adaptation to an automated milking system following parturition. *Journal of Dairy Science* [en ligne]. 1 octobre 2023. Vol. 106, n° 10, pp. 7191-7202. DOI [10.3168/jds.2022-23176](https://doi.org/10.3168/jds.2022-23176). Disponible à l'adresse : [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(23\)00247-3/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(23)00247-3/fulltext)
- CARLSTEAD, K. et SHEPHERDSON, D., 2000. Alleviating stress in zoo animals with environmental enrichment. In : *The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare*. [en ligne]. pp. 337-354. CABI Books. ISBN 978-0-85199-359-1. Disponible à l'adresse : <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/9780851993591.0337>
- DARMAILLACQ, A.S., DICKEL, L., AVARGUES-WEBER, A., DUBOSCQ, J., DUFOUR, V. et JOZET-ALVES, C., 2016. *Cognition animale : perception, raisonnement et représentations*. Editions Quae [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.dunod.com/sciences-techniques/cognition-animale-perception-raisonnement-et-representations>
- COLLIS, K. A., 1980. The effect of an automatic feed dispenser on the behaviour of lactating dairy cows. *Applied Animal Ethology* [en ligne]. 1 avril 1980. Vol. 6, n° 2, pp. 139-147. DOI [10.1016/0304-3762\(80\)90065-6](https://doi.org/10.1016/0304-3762(80)90065-6). Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304376280900656>
- DE BOYER DES ROCHES, A., DUMOULIN, E., ROUX, E., GUINOTTE, J., BRUNET, V. et OTZ, P., 2025. Medical training in dairy heifers – A pilot study. *Applied Animal Behaviour Science* [en ligne]. 1 mai 2025. Vol. 286, pp. 106624. DOI [10.1016/j.applanim.2025.106624](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2025.106624). Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168159125001224>
- DINGEMANSE, N.J., KAZEM, A.J. N., RÉALE, D. et WRIGHT, J., 2010. Behavioural reaction norms: animal personality meets individual plasticity. *Trends in Ecology & Evolution* [en ligne]. 1 février 2010. Vol. 25, n° 2, pp. 81-89. DOI [10.1016/j.tree.2009.07.013](https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.07.013). Disponible à l'adresse : [https://www.cell.com/trends/ecology-evolution/abstract/S0169-5347\(09\)00243-2](https://www.cell.com/trends/ecology-evolution/abstract/S0169-5347(09)00243-2)

- ERNST, K., PUPPE, B., SCHÖN, P.C. et MANTEUFFEL, G., 2005. A complex automatic feeding system for pigs aimed to induce successful behavioural coping by cognitive adaptation. *Applied Animal Behaviour Science* [en ligne]. 1 juin 2005. Vol. 91, n° 3, pp. 205-218. DOI [10.1016/j.applanim.2004.10.010](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.10.010). Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168159104002643>
- FINKEMEIER, M.A., KRAUSE, A., TUCHSCHERER, A., PUPPE, B. et LANGBEIN, J., 2022. Personality traits affect learning performance in dwarf goats (*Capra hircus*). *Frontiers in Veterinary Science* [en ligne]. 15 juillet 2022. Vol. 9. DOI [10.3389/fvets.2022.916459](https://doi.org/10.3389/fvets.2022.916459). Disponible à l'adresse : <https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2022.916459/full>
- FINKEMEIER, M.A., LANGBEIN, J. et PUPPE, B., 2022. Personality Research in Mammalian Farm Animals: Concepts, Measures, and Relationship to Welfare. *Frontiers in Veterinary Science* [en ligne]. 15 juillet 2022. Vol. 5. DOI [10.3389/fvets.2018.00131](https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00131). Disponible à l'adresse : <https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2018.00131/full>
- FRIARD, O. et GAMBA, M., 2016. BORIS: a free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations. *Methods in Ecology and Evolution* [en ligne]. 2016. Vol. 7, n° 11, pp. 1325-1330. DOI [10.1111/2041-210X.12584](https://doi.org/10.1111/2041-210X.12584). Disponible à l'adresse : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/2041-210X.12584>
- GIELING, E.T., MUSSCHENGA, M.A., NORDQUIST, R.E. et VAN DER STAAY, F. J., 2012. Juvenile pigs use simple geometric 2D shapes but not portrait photographs of conspecifics as visual discriminative stimuli. *Applied Animal Behaviour Science* [en ligne]. 31 décembre 2012. Vol. 142, n° 3, pp. 142-153. DOI [10.1016/j.applanim.2012.10.018](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.10.018). Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168159112003322>
- HAGEN, K. et BROOM, D.M, 2004. Emotional reactions to learning in cattle. *Applied Animal Behaviour Science* [en ligne]. 25 mars 2004. Vol. 85, n° 3, pp. 203-213. DOI [10.1016/j.applanim.2003.11.007](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2003.11.007). Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168159103002946>
- JACOBS, J. A. et SIEGFORD, J. M., 2012a. Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. *Journal of Dairy Science* [en ligne]. 1 mai 2012. Vol. 95, n° 5, pp. 2227-2247. DOI [10.3168/jds.2011-4943](https://doi.org/10.3168/jds.2011-4943). Disponible à l'adresse : [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(12\)00192-0/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(12)00192-0/fulltext)
- JACOBS, J. A. et SIEGFORD, J. M., 2012b. Lactating dairy cows adapt quickly to being milked by an automatic milking system. *Journal of Dairy Science* [en ligne]. 1 mars 2012. Vol. 95, n° 3, pp. 1575-1584. DOI [10.3168/jds.2011-4710](https://doi.org/10.3168/jds.2011-4710). Disponible à l'adresse : [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(12\)00114-2/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(12)00114-2/fulltext)
- JIAN-MIN, C., ZHI-YUAN, W., SHI-XUAN, W., CHENG, Z., GUAN-YI, L., JIN, L. et NING, W., 2025. Novel application potential of lisdexamfetamine for visual discrimination and reversal learning improvement in rats: A translational cognitive research. *Experimental Neurology* [en ligne]. 1 juillet 2025. Vol. 389, pp. 115254. DOI [10.1016/j.expneurol.2025.115254](https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2025.115254). Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014488625001189>

- JOHANSEN, F.P., DONNELLY, P., ARNOTT, G. et BUIJS, S., 2025. Use of a priority lane to increase voluntary visits to a milking robot in dairy cows. *Journal of Dairy Science* [en ligne]. 17 avril 2025. Vol. 0, n° 0. DOI [10.3168/jds.2024-26081](https://doi.org/10.3168/jds.2024-26081). Disponible à l'adresse : [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(25\)00262-0/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(25)00262-0/fulltext)
- JOHN, A. J., GARCIA, S. C., KERRISK, K. L., FREEMAN, M. J., ISLAM, M. R. et CLARK, C. E. F., 2019. The effect of temporal variation in feed quality and quantity on the diurnal feeding behaviour of dairy cows. *Animal* [en ligne]. 1 janvier 2019. Vol. 13, n° 11, pp. 2519-2526. DOI [10.1017/S1751731119001198](https://doi.org/10.1017/S1751731119001198). Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731119001198>
- KIRCHNER, J., MANTEUFFEL, G. et SCHRADER, L., 2012. Individual calling to the feeding station can reduce agonistic interactions and lesions in group housed sows. *Journal of Animal Science*. décembre 2012. Vol. 90, n° 13, pp. 5013-5020. DOI [10.2527/jas.2011-4478](https://doi.org/10.2527/jas.2011-4478)
- KOVALČIK, K. et KOVALČIK, M., 1986. Learning ability and memory testing in cattle of different ages. *Applied Animal Behaviour Science* [en ligne]. 1 avril 1986. Vol. 15, n° 1, pp. 27-29. DOI [10.1016/0168-1591\(86\)90019-5](https://doi.org/10.1016/0168-1591(86)90019-5). Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0168159186900195>
- LEE, C., HENSHALL, J.M., WARK, T.J., CROSSMAN, C.C., REED, M.T., BREWER, H.G., O'GRADY, J. et FISHER, A.D., 2009. Associative learning by cattle to enable effective and ethical virtual fences. *Applied Animal Behaviour Science* [en ligne]. 1 juin 2009. Vol. 119, n° 1, pp. 15-22. DOI [10.1016/j.applanim.2009.03.010](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.03.010). Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168159109001002>
- LUNNER-KOLSTRUP, C., HÖRND AHL, T. et KARTTUNEN, J.P., 2018. Farm operators' experiences of advanced technology and automation in Swedish agriculture: a pilot study. *Journal of Agromedicine* [en ligne]. 3 juillet 2018. Vol. 23, n° 3, pp. 215-226. DOI [10.1080/1059924X.2018.1458670](https://doi.org/10.1080/1059924X.2018.1458670). Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1080/1059924X.2018.1458670>
- MATHESON, S.M., ASHER, L. et BATESON, M., 2008. Larger, enriched cages are associated with 'optimistic' response biases in captive European starlings (*Sturnus vulgaris*). *Applied Animal Behaviour Science* [en ligne]. 1 février 2008. Vol. 109, n° 2, pp. 374-383. DOI [10.1016/j.applanim.2007.03.007](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.03.007). Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168159107000846>
- MCGOWAN, R.T. S., REHN, T., NORLING, Y. et KEELING, L.J., 2014. Positive affect and learning: exploring the "Eureka Effect" in dogs. *Animal Cognition* [en ligne]. 1 mai 2014. Vol. 17, n° 3, pp. 577-587. DOI [10.1007/s10071-013-0688-x](https://doi.org/10.1007/s10071-013-0688-x). Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1007/s10071-013-0688-x>
- MEAGHER, R.K., WEARY, D.M. et VON KEYSERLINGK, M.A. G., 2017. Some like it varied: Individual differences in preference for feed variety in dairy heifers. *Applied Animal Behaviour Science* [en ligne]. 1 octobre 2017. Vol. 195, pp. 8-14. DOI [10.1016/j.applanim.2017.06.006](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.06.006). Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168159117301831>
- MILGRAM, Norton W., 2003. Cognitive Experience and Its Effect on Age-Dependent Cognitive Decline in Beagle Dogs. *Neurochemical Research* [en ligne]. 1 novembre 2003. Vol. 28, n° 11, pp. 1677-1682. [Consulté le 30 mai 2025]. DOI [10.1023/A:1026009005108](https://doi.org/10.1023/A:1026009005108). Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1023/A:1026009005108>

- NAWROTH, C. et RØRVANG, M. V., 2022. Opportunities (and challenges) in dairy cattle cognition research: A key area needed to design future high welfare housing systems. *Applied Animal Behaviour Science* [en ligne]. 1 octobre 2022. Vol. 255, pp. 105727. DOI [10.1016/j.applanim.2022.105727](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2022.105727). Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016815912200185X>
- NEAVE, H.W., ZOBEL, G., THODAY, H., SAUNDERS, K., EDWARDS, J.P. et WEBSTER, J., 2022. Toward on-farm measurement of personality traits and their relationships to behavior and productivity of grazing dairy cattle. *Journal of Dairy Science* [en ligne]. 1 juillet 2022. Vol. 105, n° 7, pp. 6055-6069. DOI [10.3168/jds.2021-21249](https://doi.org/10.3168/jds.2021-21249). Disponible à l'adresse : [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(22\)00314-9/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(22)00314-9/fulltext)
- RÉALE, D., READER, S.M., SOL, D., MCDUGALL, P.T. et DINGEMANSE, N.J., 2007. Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biological Reviews* [en ligne]. 2007. Vol. 82, n° 2, pp. 291-318. DOI [10.1111/j.1469-185X.2007.00010.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2007.00010.x). Disponible à l'adresse : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1469-185X.2007.00010.x>
- SCHWANKE, A. J., DANCY, K. M., NEAVE, H. W., PENNER, G. B., BERGERON, R. et DEVRIES, T. J., 2024. Effect of dairy cow personality traits and concentrate allowance on their response to training and adaptation to an automated milking system. *Journal of Dairy Science* [en ligne]. 1 décembre 2024. Vol. 107, n° 12, pp. 11446-11462. DOI [10.3168/jds.2024-25119](https://doi.org/10.3168/jds.2024-25119). Disponible à l'adresse : [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(24\)01089-0/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(24)01089-0/fulltext)
- SOLANO, L., HALBACH, C., BENNETT, T.B. et COOK, N.B., 2022. Milking time behavior of dairy cows in a free-flow automated milking system. *JDS Communications* [en ligne]. 1 novembre 2022. Vol. 3, n° 6, pp. 426-430. DOI [10.3168/jdsc.2022-0243](https://doi.org/10.3168/jdsc.2022-0243). Disponible à l'adresse : [https://www.jdscommun.org/article/S2666-9102\(22\)00084-9/fulltext](https://www.jdscommun.org/article/S2666-9102(22)00084-9/fulltext)
- STADDON, J. E. R. et CERUTTI, D. T., 2003. Operant Conditioning. *Annual Review of Psychology* [en ligne]. 1 février 2003. Vol. 54, n° Volume 54, 2003, pp. 115-144. DOI [10.1146/annurev.psych.54.101601.145124](https://doi.org/10.1146/annurev.psych.54.101601.145124). Disponible à l'adresse : <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev.psych.54.101601.145124>
- STENFELT, J., YNGVESSON, J., BLOKHUIS, H.J. et RØRVANG, M.V., 2022. Dairy cows did not rely on social learning mechanisms when solving a spatial detour task. *Frontiers in Veterinary Science* [en ligne]. 7 septembre 2022. Vol. 9. DOI [10.3389/fvets.2022.956559](https://doi.org/10.3389/fvets.2022.956559). Disponible à l'adresse : <https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2022.956559/full>
- TAROU, L.R. et BASHAW, M.J., 2007. Maximizing the effectiveness of environmental enrichment: Suggestions from the experimental analysis of behavior. *Applied Animal Behaviour Science* [en ligne]. 1 février 2007. Vol. 102, n° 3, pp. 189-204. DOI [10.1016/j.applanim.2006.05.026](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.026). Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168159106001948>
- UNIVERSALIS, Encyclopædia, [sans date]. COMPORTEMENT ANIMAL - Développement du comportement : Apprentissage. *Encyclopædia Universalis* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.universalis.fr/encyclopedie/comportement-animal-developpement-du-comportement/3-apprentissage/>

VEISSIER, I., 1993. Observational learning in cattle. *Applied Animal Behaviour Science* [en ligne]. 1 janvier 1993. Vol. 35, n° 3, pp. 235-243. DOI [10.1016/0168-1591\(93\)90139-G](https://doi.org/10.1016/0168-1591(93)90139-G). Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016815919390139G>

WEISS, D., MOESTL, E. et BRUCKMAIER, R. M., 2005. Physiological and behavioural effects of changeover from conventional to automatic milking in dairy cows with and without previous experience. *Veterinární medicína* [en ligne]. 30 juin 2005. Vol. 50, n° 6, pp. 253-261. DOI [10.17221/5621-VETMED](https://doi.org/10.17221/5621-VETMED). Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.17221/5621-VETMED>

WILLIS, G.L. et MEIN, G., 1983. Classical conditioning of milk ejection using a novel conditioned stimulus. *Applied Animal Ethology* [en ligne]. 1 janvier 1983. Vol. 9, n° 3, pp. 231-237. DOI [10.1016/0304-3762\(83\)90003-2](https://doi.org/10.1016/0304-3762(83)90003-2). Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304376283900032>

WOODRUM SETSER, M.M., NEAVE, H.W. et COSTA, J.H. C., 2023. The history, implementation, and application of personality tests in livestock animals and their links to performance. *Applied Animal Behaviour Science* [en ligne]. 1 novembre 2023. Vol. 268, pp. 106081. DOI [10.1016/j.applanim.2023.106081](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2023.106081). Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168159123002538>

WREDLE, E., MUNKSGAARD, L. et SPÖRNDLY, E., 2006. Training cows to approach the milking unit in response to acoustic signals in an automatic milking system during the grazing season. *Applied Animal Behaviour Science* [en ligne]. 1 décembre 2006. Vol. 101, n° 1, pp. 27-39. DOI [10.1016/j.applanim.2006.01.004](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.01.004). Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168159106000086>

ZEBUNKE, M., PUPPE, B. et LANGBEIN, J., 2013. Effects of cognitive enrichment on behavioural and physiological reactions of pigs. *Physiology & Behavior* [en ligne]. 13 juin 2013. Vol. 118, pp. 70-79. DOI [10.1016/j.physbeh.2013.05.005](https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.05.005). Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031938413001467>

SITOGRAPHIE

Installer un robot de traite : incidences sur la conduite de l'exploitation, 2020. *Institut de l'Élevage* [en ligne]. [Consulté le 25 janvier 2025]. Disponible à l'adresse : <https://idele.fr/detail-article/installer-un-robot-de-traite-incidences-sur-la-conduite-de-lexploitation>

Inventaire et tests de capteurs, 2019. *Institut de l'Élevage* [en ligne]. [Consulté le 25 janvier 2025]. Disponible à l'adresse : <https://idele.fr/detail-article/inventaire-et-tests-de-capteurs>

Le robot de traite est-il pour moi ?, 2024. *Web-agri.fr* [en ligne]. [Consulté le 25 janvier 2025]. Disponible à l'adresse : <https://www.web-agri.fr/robot-de-traite/article/867485/le-robot-de-traite-est-il-pour-moi>

RÉSUMÉ

Dans le secteur de l'élevage bovin laitier, le recours aux technologies est de plus en plus important, notamment avec l'émergence des robots de traite. Ces technologies posent toutefois des défis d'adaptation aux animaux. Pour s'adapter, les vaches doivent mobiliser leurs capacités cognitives et en particulier leurs capacités d'apprentissage. Le projet COWGNITION vise à évaluer la possibilité de guider une vache vers un automate à l'aide d'un signal sonore ou vibratoire. Cette étude propose une preuve de concept testant la capacité de 10 vaches laitières à répondre à deux tels signaux lors d'une tâche d'apprentissage opérant. Elle explore également le lien entre trait de personnalité et capacité d'apprentissage. Les résultats indiquent que les vaches n'ont pas atteint le critère d'apprentissage attendu. Néanmoins, différentes stratégies comportementales ont pu être identifiées. Les tests de personnalité révèlent une variabilité des réponses face à la nouveauté. Des liens ont été établis entre traits comportementaux et scores de réussite : les individus les plus audacieux ont des scores significativement plus élevés pour les vibrations, tandis que les plus explorateurs ont des scores significativement plus faibles pour les deux stimuli. Ces résultats sont prometteurs mais nécessitent confirmation dans des conditions expérimentales plus contrôlées avec un protocole d'entraînement plus progressif et sur un plus grand effectif.

Mots-clés : vaches laitières, cognition, apprentissage opérant, signal vibratoire, personnalité

ABSTRACT

In the dairy cattle farming sector, the use of technology is growing, especially with the arrival of milking robots. However, these technologies can be challenging for animals to adapt to. To do so, cows need to use their cognitive skills, especially their ability to learn. The COWGNITION project aims to test whether a cow can be guided to a machine using a sound or vibration signal. This study presents a proof of concept, testing the ability of 10 dairy cows to respond to two such signals in an operant associative learning task. It also looks at the link between personality traits and learning ability. The results show that the cows did not reach the expected learning level. However, different behavioral strategies were observed. Personality tests revealed that cows responded differently to new situations. Some behavioral traits were linked to success in the task: bolder cows had significantly better scores with vibrations, while more exploratory cows had lower scores for both signals. These results are promising but need to be confirmed under more controlled experimental conditions, with a more gradual training protocol and a larger sample size.

Key-words: dairy cows, cognition, instrumental learning, vibratory signal, personality

