



HAL
open science

Effets de l'élevage en groupe ou individuel sur les performances cognitives des veaux laitiers

Charlotte Gaillard

► **To cite this version:**

Charlotte Gaillard. Effets de l'élevage en groupe ou individuel sur les performances cognitives des veaux laitiers. Sciences agricoles. 2012. dumas-00783116

HAL Id: dumas-00783116

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00783116v1>

Submitted on 31 Jan 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AGROCAMPUS OUEST
CFR Rennes
65 rue de Saint-Brieuc
CS 84215
35042 RENNES CEDEX



**UBC Dairy Education
and Research Centre**
P.O. Box 202,
6947 # 7 Highway
Agassiz, BC
CANADA V0M1A0

Mémoire de Fin d'Etudes

**Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques,
Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage**

Année universitaire : 2011- 2012
Spécialisation : Ingénierie Zootechnique

**Effets de l'élevage en groupe ou individuel sur les
performances cognitives des veaux laitiers**

Par : Charlotte GAILLARD

*Volet à renseigner par l'enseignant responsable de l'option/spécialisation**

Bon pour dépôt (version définitive)

Ou son représentant

Date ; .../.../... Signature :

Autorisation

de diffusion : Oui Non

Soutenu à Rennes le : 18 septembre 2012

Sous la présidence de : Catherine DISENHAUS

Maître de stage : Dan WEARY

Enseignant référent : Yannick LE COZLER et Lucile MONTAGNE

Autres membres du jury (Nom, Qualité) : Vanessa LOLLIVIER, rapporteur

*"Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent
que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST".*

Fiche de diffusion du mémoire

A remplir par l'auteur⁽¹⁾ avec le maître de stage.

Aucune confidentialité ne sera prise en compte si la durée n'en est pas précisée.

Préciser les limites de la confidentialité⁽²⁾ :

➤ Confidentialité absolue : oui non

(ni consultation, ni prêt)

↳ Si oui 1 an 5 ans 10 ans

➤ A l'issue de la période de confidentialité **ou** si le mémoire n'est pas confidentiel, merci de renseigner les éléments suivants :

Référence bibliographique diffusable⁽³⁾ : oui non

Résumé diffusable : oui non

Mémoire consultable sur place : oui non

Reproduction autorisée du mémoire : oui non

Prêt autorisé du mémoire : oui non

.....
Diffusion de la version numérique : oui non

↳ Si oui, l'auteur⁽¹⁾ complète l'autorisation suivante :

Je soussigné(e) **GAILLARD Charlotte**, propriétaire des droits de reproduction dudit résumé, autorise toutes les sources bibliographiques à le signaler et le publier.

Date : 21/09/2012

Signature : GAILLARD Charlotte

Rennes/Angers, le

Le maître de stage⁽⁴⁾,



L'enseignant référent,

L'auteur⁽¹⁾,

GAILLARD Charlotte

(1) auteur = étudiant qui réalise son mémoire de fin d'études

(2) L'administration, les enseignants et les différents services de documentation d'AGROCAMPUS OUEST s'engagent à respecter cette confidentialité.

(3) La référence bibliographique (= Nom de l'auteur, titre du mémoire, année de soutenance, diplôme, spécialité et spécialisation/Option) sera signalée dans les bases de données documentaires sans le résumé.

(4) Signature et cachet de l'organisme.

REMERCIEMENTS

Je remercie Kathleen Ma, Zoë Cocker, Andressa Amorin and Melanie Siegel Tikel pour leur aide pratique et leur soutien.

Un grand merci à tous ceux qui m'ont aidée à analyser plus de 200 heures de vidéo : Kathleen Ma, Anne Gaillard, Côme Gaillard et Jean Gaillard.

Je remercie Dan Weary et Marina Von Keyserling pour la confiance qu'ils m'ont accordée ainsi que pour leurs conseils.

Merci également à Yannick Le Cozler pour sa présence, ses conseils et son soutien.

TABLE DES MATIERES

Liste des illustrations	h
Liste des abréviations	j
Liste des annexes	k
<u>Introduction</u>	1
<u>Bibliographie</u>	2
1. L'élevage bovin laitier en Colombie-Britannique	2
2. La réglementation	2
3. Les avantages du logement en binôme pour le bien-être du veau	3
4. Cognition et vie pratique	4
5. L'apprentissage inversé (<i>Reversal learning</i>)	4
6. Différenciation des couleurs et des formes	4
7. Mémorisation à long terme, test de l'objet nouveau	5
<u>Partie 1 : Différenciation des couleurs et des formes – Apprentissage</u>	6
Résumé	6
1. Introduction	6
2. Matériels et méthodes	7
2.1. Animaux, logement et alimentation	7
2.2. Matériel	7
2.3. Procédure expérimentale	7
2.4. Analyse des données	8
3. Résultats	9
3.1. Nombre de sessions	9
3.2. Performance	9
3.3. Dimension spatiale	11
3.4. Influence du moment de l'expérience (matin vs après-midi)	12
3.5. Durée d'un choix	12
4. Discussion et conclusion	12

<u>Partie 2 : Capacités de mémorisation, test de l'objet nouveau</u>	14
Résumé	14
1. Introduction	14
2. Matériels et méthodes	15
2.1. Animaux, alimentation et logement	15
2.2. Procédure expérimentale	15
2.3. Analyse statistique	15
3. Résultats	15
4. Discussion et conclusion	15
<u>Discussion et conclusion générale</u>	17
Références	18
Annexes	i

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 1. Le domaine visible du spectre électromagnétique

Figure 2. Schémas des deux étapes du test de l'objet nouveau

Figure 3. Schéma de l'enclos expérimental en Y au cours de l'expérience de différenciation des couleurs

Figure 4. Schéma de l'enclos expérimental pendant les choix forcés. Exemple : le blanc est la couleur positive associée au lait

Figure 5. Diagramme comparant le nombre de sessions nécessaires aux veaux de chaque traitement pour terminer une étape, (SD) ou (R)

Figure 6. Evolution de la performance des veaux pendant la phase (SD) des couleurs

Figure 7. Evolution de la performance des veaux pendant la phase (R) des couleurs

Figure 8. Evolution de la performance des veaux pendant la phase (SD) des formes

Figure 9. Evolution du pourcentage de côté droit choisi pendant la phase (SD) des couleurs

Figure 10. Evolution du pourcentage de côté droit choisi pendant la phase (R) des couleurs

Figure 11. Diagramme comparant la performance moyenne du matin (am) et de l'après-midi (pm), pour les différentes phases (SD et R) de la différenciation des couleurs

Figure 12. Evolution de la durée moyenne d'un choix au cours d'une session pendant la phase (R) de différenciation des couleurs

Figure 13. Evolution de la durée d'exploration de l'objet au cours des sessions

Tableaux

Tableau 1. Comparaison de la production moyenne d'une vache Holstein en Colombie-Britannique, à UBC Dairy et en France

Tableau 2. Application de la séquence de Gellerman

Tableau 3. Intervalles de temps (IT) testés pendant le test du NOR sur 3 jours consécutifs

Photos

Photo 1. Salle de traite 2×12 par l'arrière à UBC Dairy

Photo 2. Une logette individuelle à UBC Dairy

Photo 3. Veau à 4 jours écorné avec de la pâte caustique

Photo 4. Logement des veaux en groupe à UBC Dairy

Photo 5. Veau logé seul

Photo 6. Veaux logés en binôme

Photo 7. Enclos expérimental au cours de l'expérience de différenciation des couleurs

Photo 8. Enclos expérimental au cours de l'expérience des formes.

Photo 9. Un veau explorant le nouvel objet (bassine rouge)

LISTE DES ABREVIATIONS

BC SPCA : The British Columbia Society for the Prevention of Cruelty to Animals

Hi : Housed Individually = veau logé individuellement

HP : Housed in Pair = veau logé en binôme

IT : Intervalle de Temps

NOR : Novel Object Recognition = test de l'Objet Nouveau

R : Reversal = phase de Renversement

SD : Simple Discrimination = phase de Discrimination Simple

LISTE DES ANNEXES

Annexe I. Poster présentant les résultats majeurs du projet de master	i
Annexe II. Article à paraître dans Journal of Dairy Science	ii
Annexe III. Planning des 6 mois de stage à UBC Dairy et répartition du temps	xi
Annexe IV. Short communication à paraître dans Journal of Dairy Science	xii

INTRODUCTION GENERALE

Dans la plupart des fermes laitières du monde, les veaux sont séparés de leur mère et logés individuellement (Flower and Weary, 2001). En Europe, les veaux sont obligatoirement logés en groupe à partir de 8 semaines d'âge selon la directive 97/2/CE du Conseil de l'Union Européenne⁽¹⁾. Au Canada, le mode d'élevage reste très libre bien qu'il existe un Code, « Code of practice for the care and handling of farm animals », constitué de recommandations sur la taille minimale de l'enclos et de quelques critères de bien-être de l'animal. Ce Code ne comporte pas d'indication sur l'âge maximal d'élevage en enclos individuel. D'après BC SPCA, certains fermiers canadiens regroupent les veaux après le sevrage (entre 6 et 8 semaines) mais 75% d'entre eux préfèrent les loger individuellement jusqu'à ce qu'ils aillent sur le marché (à 5 mois)⁽²⁾.

Le manque de partenaires et de contact social dès les premiers jours de vie du veau agit sur le bien-être de l'animal. Le logement en groupe offre aux veaux l'opportunité d'exprimer des comportements sociaux, notamment de jeu, qui participent à leur bien-être (Faerevik et al., 2006, Jensen et al., 1997). Il permet également de réduire les réponses (meuglements, stress...) des veaux au sevrage et améliore les performances après le sevrage, quand les veaux sont regroupés dans un même enclos (De Paula Vieira et al., 2010).

Il peut également favoriser le développement cognitif du veau. Chez les rats, l'isolement social augmente l'hyperactivité et les erreurs de mémoire et d'apprentissage (Heidbreder et al., 2000; McLean et al., 2008). Ces déficits cognitifs peuvent être associés à des anomalies neuroanatomiques et neurochimiques (Schubert et al., 2009). Jusqu'à aujourd'hui, aucune recherche ne porte sur les performances cognitives des veaux, mais de récentes études ont montré que des veaux isolés socialement avaient besoin de plus de temps pour accéder à la nourriture dans un nouvel environnement (De Paula Vieira et al., 2010). Ce type de déficit cognitif peut avoir des effets importants sur le bien-être, par exemple en réduisant la capacité de l'animal à modifier son comportement en réponse aux changements environnementaux.

Chez les humains, les états émotionnels peuvent être définis grâce à des composantes physiologiques, comportementales et cognitives, mais la communication verbale reste l'outil le plus utilisé. Malheureusement, cette approche ne peut être utilisée chez les animaux. Les composantes physiologiques et comportementales sont des outils très importants pour mesurer l'état émotionnel des animaux. Toutefois, l'interprétation de ces résultats peut être difficile et certaines mesures peuvent être des indicateurs émotionnels dûs aux facteurs extérieurs (Paul et al., 2005). Quant aux composantes cognitives, elles sont une vaste source inexplorée d'informations sur les émotions des animaux.

Ce projet de master s'inscrit dans un projet général dont le but est de déterminer comment le logement, en groupe ou individuel, affecte le développement cognitif des veaux laitiers. **Le but de cette étude est de déterminer les effets de l'élevage en binôme ou en solo sur les performances cognitives de veaux laitiers, de la naissance à 8 semaines d'âge.** L'hypothèse de départ est que les veaux logés en binôme, ayant accès à un contact social précoce, auront plus de facilités d'apprentissage et de mémorisation que les veaux logés individuellement. L'étude est divisée en deux parties. Dans la première partie, l'apprentissage inversé, utilisé lors d'une différenciation des couleurs puis des formes, permet de mesurer la capacité d'apprentissage des veaux. La seconde partie, plus intuitive pour l'animal, où le test de l'objet nouveau est utilisé, permet d'étudier l'apprentissage visuel et la capacité des veaux à mémoriser un objet.

Ce projet de master a été présenté au cours de deux conférences, à UBC Dairy, au Canada le 4 avril 2012 et le 28 mai 2012. Il a également fait l'objet d'un poster présentant les résultats majeurs du projet (Annexe I).



(UBC Dairy, salle de traite, juillet 2012, par Charlotte Gaillard)
Photo 1. Salle de traite 2×12 par l'arrière à UBC Dairy

Tableau1. Comparaison de la production moyenne d'une vache Holstein en Colombie-Britannique, à UBC Dairy et en France

Par lactation (305 jours)	Production par vache (Colombie-Britannique) ⁽³⁾	Production par vache (UBC Dairy) ⁽³⁾	Production par vache (France) ⁽⁴⁾
Production laitière	9 823 kg	10 872 kg	9 215 kg
Taux butyreux	35,6‰	46,1‰	39,7‰
Taux protéique	31,0‰	34,7‰	32,1‰



(UBC Dairy, veau en logette individuelle, mars 2012, par Charlotte Gaillard)
Photo 2. Une logette individuelle à UBC Dairy

BIBLIOGRAPHIE

1. L'élevage bovin laitier en Colombie-Britannique

Il y a presque 1 million de vaches laitières au Canada, dans 17 500 fermes, qui produisent 8,15 milliards de litres par an. Un peu plus de 7% de ces vaches (73 000 vaches) se trouvent en Colombie-Britannique réparties dans 663 fermes. 95% des vaches sont de race Holstein. La Colombie-Britannique est la troisième plus grosse industrie laitière du Canada (après l'Ontario et le Québec)⁽²⁾.

La ferme laitière expérimentale de UBC (UBC Dairy Education and Research Centre), à Agassiz (Colombie-Britannique) a été créée en 1997. Un troupeau de 500 vaches contenant plus de 225 vaches en lactation est logé dans un bâtiment relié à une salle de traite (2x12) par l'arrière (Photo 1). La construction de cet ensemble, terminée en 2000, prend en compte le bien-être des animaux tout en facilitant leur déplacement pour la traite et les projets de recherche. La production de cette ferme est de 10 872 kg de lait par lactation⁽³⁾ avec des taux butyreux et protéiques qui en font une ferme à forte productivité de qualité par comparaison avec une ferme moyenne de Colombie-Britannique (Tableau 1). Un bâtiment entier est consacré aux veaux de la naissance à l'âge de 11 semaines. Il est constitué de 24 logettes individuelles (Photo 2) et de 6 enclos pour le logement des veaux en groupe. Ces derniers sont équipés de distributeurs automatiques de lait, de concentrés, d'eau et de foin, ce qui permet de mesurer précisément les quantités consommées par chaque animal (identifié par les capteurs des machines grâce à des puces dans les boucles d'oreilles). Enfin, un autre bâtiment accueille les génisses de l'âge de 11 semaines à 15 mois avant qu'elles ne rejoignent le bâtiment principal. Ces deux derniers bâtiments ont été terminés en 2006⁽³⁾. Cette structure permet aux chercheurs et étudiants de mener des études poussées sur la reproduction, l'alimentation, la santé mais également le bien-être et le comportement des animaux.

2. Règlementation

Au Canada, le nombre de petites fermes diminue tandis que le nombre de grosses fermes intensives augmente. La mécanisation s'impose et les animaux sont confinés dans des espaces réduits ce qui a un impact non négligeable sur leur bien-être, notamment en réduisant l'expression des comportements naturels. De plus, il n'y a pas de réglementation sur la façon dont les animaux doivent être traités contrairement à d'autres pays. Heureusement, le gouvernement fédéral finance désormais le développement d'un Code de bonnes pratiques d'élevage⁽²⁾. Ce Code contient des recommandations pour aider les fermiers à comparer et améliorer leurs propres pratiques d'élevage. Pour les veaux à viande le Code a vu le jour en 1988 puis a été révisé en 1998. Pour les bovins laitiers, il a été créé en 1990 et n'a pas été modifié depuis⁽⁵⁾. Ce Code comporte une partie sur les conditions de logement des veaux ainsi que sur certaines pratiques douloureuses.

En ce qui concerne le logement, les veaux non sevrés doivent avoir une litière confortable, isolante, chaude et sèche. Le béton n'est pas accepté comme surface de repos. Les veaux doivent pouvoir se lever facilement, se coucher, adopter une posture de repos naturelle et avoir la possibilité d'un contact visuel avec d'autres veaux⁽⁵⁾. Il n'y a pas d'indication sur la possibilité de se tourner ou d'exprimer des comportements naturels. Le veau peut rester dans une caisse (70x80 cm) ou un enclos de taille minimale 90x165 cm jusqu'à ce qu'il atteigne 200 kg⁽⁵⁾. Contrairement à l'Europe, où la directive européenne 97/02/CE⁽¹⁾ déclare que les veaux âgés de plus de 8 semaines doivent être logés en groupe, au Canada, le Code ne donne pas d'indication sur l'âge minimum auquel les veaux doivent être logés en groupe. Il est juste indiqué que l'espace du groupe doit être suffisamment important pour que les veaux puissent tous se coucher en même temps⁽⁵⁾. Malgré tout, « la majorité » des veaux laitiers sont logés individuellement jusqu'au sevrage (6-8 semaines) puis logés en groupe.



(UBC Dairy, veau, mai 2012, par Charlotte Gaillard)
Photo 3. Veau à 4 jours écorné avec de la pâte caustique



(UBC Dairy, veaux en groupe, mai 2012, par Charlotte Gaillard)
Photo 4. Logement des veaux en groupe à UBC Dairy

Néanmoins, 75% des veaux à viande (dont les veaux laitiers mâles) restent dans leur enclos individuel jusqu'à qu'ils aillent sur le marché, âgés d'environ 5 mois⁽²⁾.

Le Code autorise les caisses à veaux. Ce sont des caisses en bois qui empêchent tout contact physique ou visuel avec un autre veau. Elles limitent les postures naturelles de repos, les mouvements et l'exploration de l'environnement ainsi que tout contact social. Les veaux confinés dans ces caisses développent des stéréotypies comme des mouvements de langue répétitifs, un léchage excessif des parois ou de leur propre corps pouvant entraîner des problèmes de santé (boules de poils dans l'estomac). La caisse n'a pas que des inconvénients, elle permet d'éviter la compétition pour la nourriture et de faciliter le contrôle de la santé des veaux. Néanmoins, d'autres systèmes de logement sont tout aussi efficaces et sont moins restrictifs pour le bien-être de l'animal : le veau peut être élevé avec sa mère, ou en petits groupes, ou dans des enclos individuels⁽²⁾⁽⁵⁾.

L'écornage s'effectue lors des premiers jours de vie du veau, en utilisant un fer chaud ou une pâte caustique (Photo 3) qui, dans les deux cas, brûlent les tissus. Cette étape, nécessaire pour éviter toutes blessures entre veaux (puis vaches) et entre l'animal et l'homme, est très douloureuse pour l'animal. Le Code demande donc à ce qu'un contrôle de la douleur ait lieu par exemple en utilisant un sédatif⁽⁵⁾.

3. Les avantages du logement en binôme pour le bien-être du veau

En Colombie-Britannique, les veaux sont séparés de leur mère dans les 24 heures qui suivent la naissance et **logés individuellement**. Le colostrum, premier lait riche en protéines et anticorps, est donné au veau dans les 12 heures qui suivent la naissance. Il doit en boire au minimum 4 litres pour assurer une bonne protection immunitaire en attendant que son propre système immunitaire se développe. Après, les veaux reçoivent chaque jour 2 litres de lait le matin et 2 litres l'après-midi grâce à une bouteille et une tétine. Si les veaux étaient restés avec leur mère, ils auraient accès au lait à volonté, à tout instant, et boiraient en moyenne 10 litres par jour. Des études ont montré que le bien-être des veaux logés seuls peut être amélioré en se rapprochant des conditions d'alimentation naturelles, c'est-à-dire en donnant **8 litres de lait au veau par jour**⁽²⁾.

Le logement individuel dans les premières semaines de la vie du veau a ses avantages. Il permet une diminution du risque de propagation des maladies entre les veaux et un contrôle individuel des quantités de lait bues. Néanmoins, il limite l'exercice physique des veaux, qui vivent dans un espace réduit, ainsi que leur socialisation. Or, à l'état naturel, les bovins sont des animaux sociaux, qui vivent en troupeau. De nombreuses études scientifiques ont démontré les bienfaits d'un contact social précoce chez le veau sur sa santé, sa croissance et la diminution de son stress (au cours du sevrage, d'un changement d'environnement).

Une alternative au logement individuel est de loger les veaux en petits groupes inférieurs à 10 veaux (Photo 4) et de recourir aux nouvelles technologies (distributeurs de lait automatiques) pour contrôler la prise alimentaire de chaque veau⁽²⁾. Le binôme est un traitement à favoriser dans le sens où il procure un contact social au veau, améliore son bien-être et ne pénalise pas l'éleveur. Le risque de propagation des maladies reste limité, l'entretien et l'alimentation sont facilités. Les veaux en binôme consomment la même quantité de lait que des veaux logés seuls, ils mangent plus de concentrés et vocalisent deux fois moins au sevrage. Au moment de la mise en groupe post-sevrage, les veaux précédemment en binôme sont moins stressés, la compétition entre veaux est réduite et ils visitent deux fois plus le distributeur de concentrés que les veaux précédemment seuls. Ils prennent également plus de poids (Adam et Baillargeon, 2012). Pour résumer, loger les veaux en binôme dès les premiers jours de vie conserve les avantages du logement individuel (santé, contrôle) en y associant ceux de la vie en groupe (contact social, temps de travail de l'éleveur) (Chua et Weary, 2002).

4. Cognition et vie pratique

Il est facile d'accéder aux émotions des humains en discutant, en échangeant grâce à la parole. Chez les animaux, il faut avoir recours à d'autres outils pour essayer de déterminer ce qu'ils ressentent comme les mesures physiologiques (fréquence cardiaque) ou comportementales (mesure de l'activité, stéréotypies). Néanmoins, ces méthodes peuvent être biaisées notamment par des facteurs environnementaux et sont donc difficiles à interpréter (Paul et al., 2005). Les composantes cognitives, quant à elles, sont une vaste source inexplorée d'informations sur les émotions des animaux.

Le terme « cognition » correspond au mécanisme par lequel les animaux acquièrent, traitent, stockent et utilisent l'information en provenance de leur environnement (Paul et al., 2005). En clair, c'est le terme scientifique pour désigner les mécanismes de la pensée, c'est à dire les processus de traitement de l'information tels le raisonnement, la mémoire, la prise de décision et les fonctions exécutives (résolution de problèmes, apprentissage, sélection de réponses motrices...) mais également des processus plus élémentaires comme la perception, la motricité et les émotions⁽⁶⁾.

Savoir à quel niveau l'animal est capable d'apprendre et de mémoriser une tâche peut être très utile pour l'éleveur. Un animal capable de différencier des couleurs et de les associer à un événement positif (nourriture) ou négatif (absence de nourriture) s'adaptera plus facilement à un nouvel environnement contenant ces repères. Par exemple il aura accès plus vite, avec moins de stress, à la nourriture. Cela peut également permettre à l'éleveur d'avoir différents traitements alimentaires pour un même groupe d'animaux.

5. L'apprentissage inversé (*Reversal learning*)

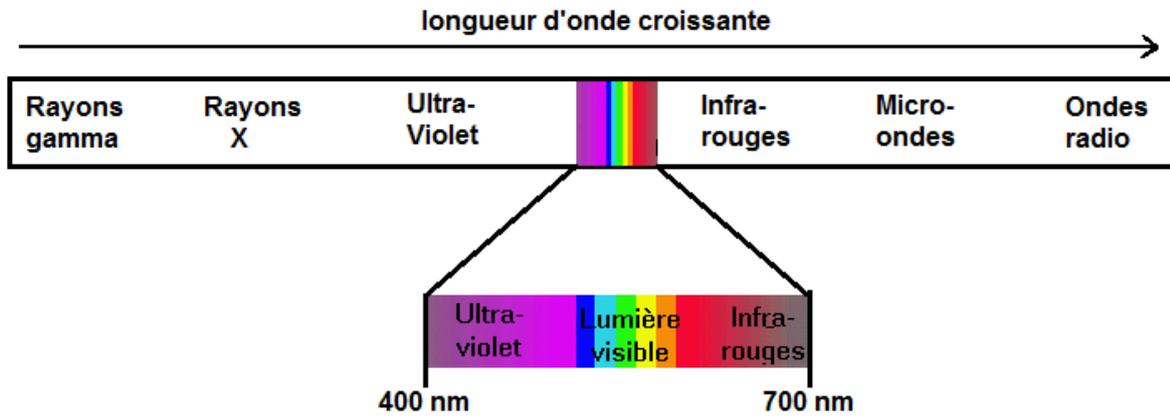
L'apprentissage inversé est une technique très utilisée pour mesurer la capacité d'apprentissage (Sappington et al., 1997). Le but est d'apprendre à apprendre (Candland, 1968). Une première phase consiste à apprendre une discrimination entre deux stimuli, l'un renforcé S(+) et l'autre non S(-). Cette étape de discrimination simple est notée (SD) par la suite. Le critère d'apprentissage atteint, l'expérimentateur inverse la discrimination, S(+) n'étant plus renforcé, S(-) devient le stimulus positivement renforcé. C'est l'étape de renversement, notée (R) par la suite (« reversal ») (Werck, 1967). Au cours de cette méthode, l'animal est testé pour découvrir le nombre de tentatives nécessaires pour atteindre un critère d'apprentissage. La capacité d'apprentissage est établie en analysant les performances au cours des différentes sessions, avec l'attente que le nombre d'erreurs diminue. L'apprentissage inversé a été appliqué à différentes espèces comme les rats (North, 1950), les singes (Cole, 1951) et les alligators (Davidson, 1966). Tania Louise Blackmore (2009) a utilisé l'apprentissage inversé chez les vaches laitières. Elle a montré que leur performance peut être améliorée par la présence d'un signe comme un panneau de couleur jaune positionné au niveau du choix positif.

Pour étudier cette méthode d'apprentissage inversée, des signes ont donc été utilisés dans les expériences de ce projet de master. Comment ont-ils été choisis ?

6. Différenciation des couleurs et des formes

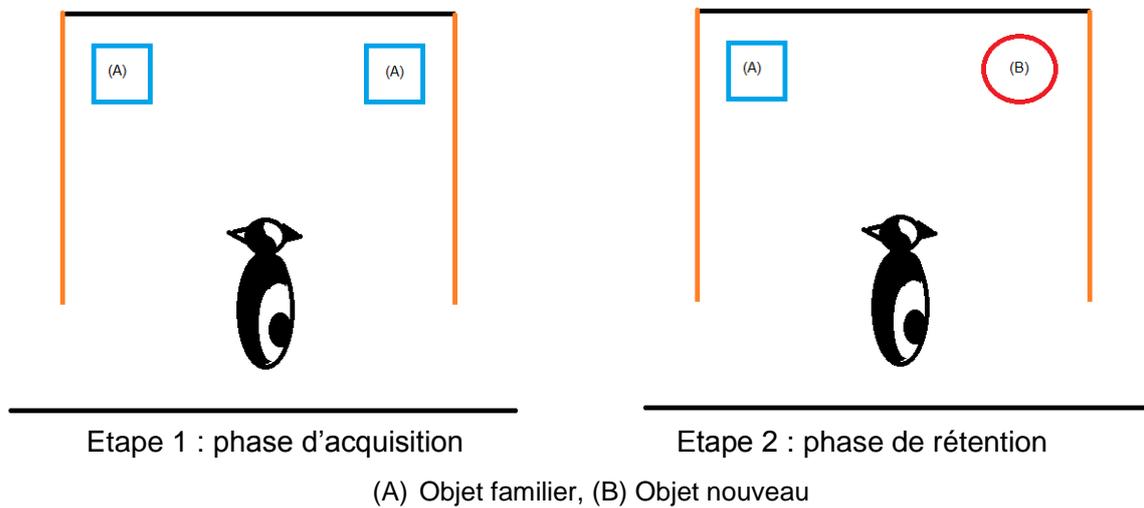
Le comportement d'un animal est grandement influencé par les informations qu'il reçoit de son environnement (Baldwin, 1978). C'est pour cela que l'étude comparative d'un sens majeur tel que la vue est une part importante de la recherche comportementale. La plupart des études de différenciation visuelle ont été effectuées chez les animaux de laboratoire comme les rats (Dodwell, 1957), les chats (Warren et Baron, 1956), les singes (Harlow, 1944) et les pigeons (Towe, 1954). Peu d'expériences de ce genre ont été effectuées chez

Figure 1. Le domaine visible du spectre électromagnétique



(par Charlotte Gaillard)

Figure 2. Schémas des deux étapes du test de l'objet ouveau



(par Charlotte Gaillard)

les ruminants, à part sur les chèvres et les moutons (Baldwin, 1981 et 1978). Les ruminants ont des yeux très développés et leur comportement à l'état naturel indique qu'ils ont une bonne vision, ce qui en fait de bons sujets d'étude. Les bovins peuvent différencier de nombreuses formes similaires (Baldwin, 1981), des motifs et des tailles (Rehkämper et al., 1996), mais à ce jour, peu de recherches ont évalué leur perception des couleurs. La présence de cônes dans les yeux des bovins suggère qu'ils peuvent voir les couleurs (Gilbert et Arave, 1986). D'après une expérience, ils semblent capables de choisir entre deux seaux de différentes couleurs (Schaeffer and Sikes, 1971; Wieckert et al., 1966). Les bovins différencient facilement les couleurs à longue longueur d'onde (rouge) des couleurs à courte (bleu) ou moyenne (gris) longueur d'onde (Phillips et Lomas, 2001). En revanche, ils ont des difficultés à différencier des couleurs de longueur d'onde proche comme le bleu et le vert (Gilbert et Arave, 1986) (Figure 1). Pour faciliter la réalisation des expériences suivantes, les couleurs choisies pour la première expérience sont le noir et le blanc. Ces couleurs ont été choisies car elles ont déjà été testées chez les rats, et semblent faciles à différencier. D'un point de vue pratique elles peuvent être utilisées ou correspondre à des éléments nouveaux dans les fermes (barrières, seaux, portes).

7. Mémorisation à long terme, test de l'objet nouveau

Le test de l'objet nouveau a été élaboré par Ennaceur et Delacour en 1988. C'est un test non spatial de reconnaissance et de mémorisation qui se justifie car il relie la tendance naturelle des veaux à explorer un environnement ou un objet nouveau (McLean et al., 2008). Dans un premier temps, l'animal est habitué à l'environnement dans lequel il sera testé. Ensuite, deux objets (A) sont placés dans cet espace et l'animal est relâché (Figure 2). Il découvre les objets pendant une période de temps fixée (phase d'acquisition). Après cela, il doit attendre dans son enclos pendant un intervalle de temps fixé, noté IT (intervalle de temps entre deux explorations), avant d'effectuer une nouvelle exploration. Pour cette seconde étape, nommée phase de rétention, seulement un objet familier (A) est gardé dans l'espace test avec un objet nouveau (B) (Figure 2). Pendant ces deux étapes, le temps d'exploration de chaque objet par l'animal est mesuré (Ennaceur et Delacour, 1988; McLean et al., 2008). Les temps d'exploration obtenus permettent notamment de calculer des index de mémoire. Ce test permet de comparer les capacités d'apprentissage et de mémorisation des veaux de différents traitements (logés individuellement ou en binôme).



(UBC Dairy, veau en logette, mai 2012, par Charlotte Gaillard)
Photo 5. Veau logé seul



(UBC Dairy, veaux en binôme, mai 2012, par Charlotte Gaillard)
Photo 6. Veaux logés en binôme

PARTIE 1 : DIFFERENCIATION DES COULEURS ET DES FORMES - APPRENTISSAGE

Les expériences et résultats de cette partie sont regroupés dans une publication, en cours de correction, intitulée « Effects of social versus individual rearing of dairy calves on cognitive performance : learning and reversal learning in a visual discrimination task », Journal of Dairy Science (Annexe II).

RESUME

Le contact social est important pour le bien-être du veau. Il permet à ce dernier d'exprimer des comportements naturels, de réduire son stress au cours de certains événements (sevrage, changement d'enclos) et d'améliorer son bien-être. Le but de ce projet était de déterminer les effets de l'élevage des veaux laitiers sur leur performance cognitive. Deux tests d'apprentissage inversé impliquant une différenciation des couleurs puis des formes ont été effectués. Les objectifs étaient de voir si 1) les veaux sont capables de différencier les couleurs et également les formes, 2) le logement a une influence sur la performance des veaux. 16 veaux Holstein ont été répartis en deux traitements à l'âge de 4 jours : 8 veaux sont restés dans leur enclos individuel et 8 veaux ont été logés en groupe. Les veaux ont été testés de leur 4^{ème} semaine de vie à la 7^{ème} semaine, dans un enclos en forme de Y permettant un choix entre deux options. Dans un premier temps, ils ont dû différencier des couleurs (blanc et noir), une couleur étant associée à une bouteille remplie de lait (stimulus positif) et l'autre à une bouteille vide (stimulus négatif). Une fois que les veaux ont atteint le critère d'apprentissage de 80% sur 3 sessions consécutives, les stimuli ont été inversés (phase de renversement) et les veaux entraînés une nouvelle fois. Par la suite, les veaux ont été soumis au même protocole mais les couleurs ont été remplacées par des formes (un triangle et un cercle). Les résultats montrent que tous les veaux ont été capables de différencier les couleurs et les formes. Toutefois, les veaux logés en binôme ont eu une meilleure performance au cours de la phase de renversement que les veaux logés seuls. Le logement en binôme, et plus généralement le contact social précoce, favorise le développement des capacités cognitives des veaux.

1. Introduction

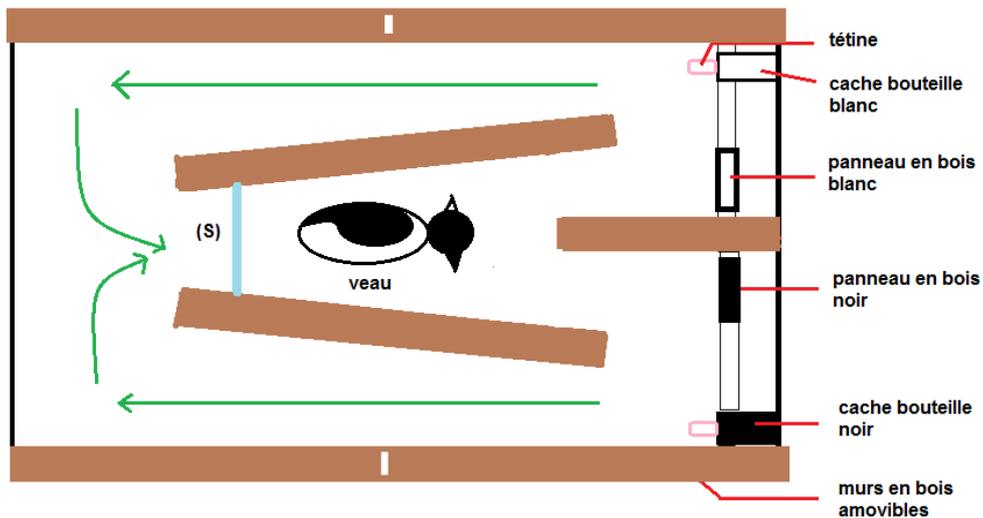
Les bovins laitiers peuvent discriminer des formes (Baldwin, 1981), des motifs et des tailles (Rehkämper et al., 1996), mais à ce jour, peu de recherches ont évalué leur perception des couleurs. Les deux expériences suivantes impliquent 16 veaux Holstein divisés en deux groupes : 8 veaux logés individuellement (Hi) (Photo 5) et 8 veaux logés en binôme (HP) (Photo 6) dès 4 jours d'âge. Les veaux sont testés à 3 semaines d'âge pendant 4 semaines. La méthode d'apprentissage inversé est utilisée dans un enclos expérimental en forme de Y pour déterminer si le logement a une influence sur les capacités d'apprentissage et de mémorisation des veaux. Cette expérience a également pour but de valider le fait que les veaux peuvent différencier des couleurs (noir et blanc). Le renforcement positif pour une réponse correcte est le lait fourni grâce à une tétine, et la punition pour une mauvaise réponse est l'absence de lait. La deuxième expérience est identique à la première mais cette fois les veaux doivent différencier des formes (un triangle et un cercle) ce qui permet d'observer leur flexibilité : une fois qu'ils ont appris à différencier des couleurs, combien de temps leur faut-il pour réapprendre l'exercice alors que les signes ont changé ? La première hypothèse est qu'au cours de la phase (SD), il n'y aura pas de différence entre les traitements, mais pendant la phase (R), les veaux (HP) apprendront plus vite que les veaux (Hi). C'est ce qui a été découvert chez les rats : les rats isolés font plus d'erreur pendant la phase de renversement que les rats élevés en groupe, mais il n'y a pas de différence pendant la première phase d'apprentissage (Krech et al., 1962 ; Porkess, 2008). La seconde



(UBC Dairy, enclos expérimental, avril 2012, par Charlotte Gaillard)

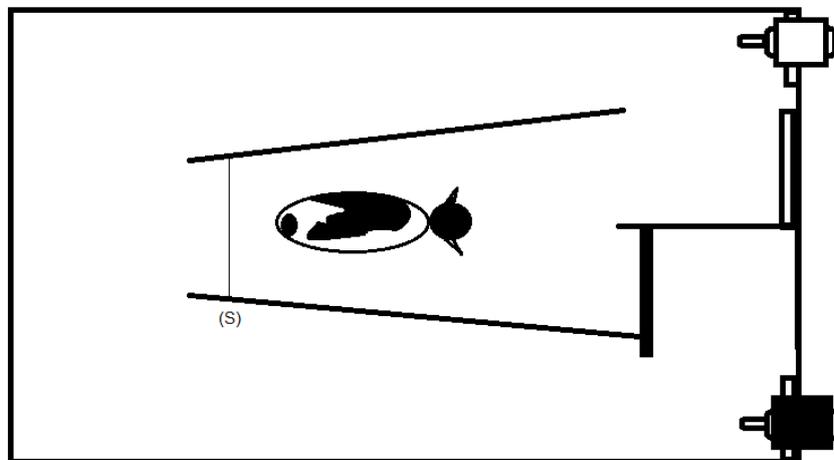
Photo 7. Enclos expérimental au cours de l'expérience de différenciation des couleurs

Figure 3. Schéma de l'enclos expérimental en Y au cours de l'expérience de différenciation des couleurs



(par Charlotte Gaillard)

Figure 4. Schéma de l'enclos expérimental pendant les choix forcés
Exemple : le blanc est la couleur positive associée au lait



(par Charlotte Gaillard)

hypothèse est qu'il sera plus facile pour les veaux d'apprendre une deuxième discrimination (les formes) que de réussir l'étape de renversement des couleurs comme le laisse supposer la théorie de Spence (1960).

2. Matériels et méthodes

2.1. Animaux, logement et alimentation

16 veaux Holstein, logés à UBC (University of British Columbia), Dairy Education and Research Centre, à Agassiz, BC, ont participé à ces deux premières expériences. Ils ont été séparés de leur mère dans les 6 heures suivant la naissance, et logés dans des enclos individuels (1,2x2 m) pendant 4 jours. A 5 jours, ils ont été répartis en deux groupes et soumis à deux traitements différents : rester seul dans un enclos individuel (n=8 veaux) ou être logé par binôme (n=8 veaux, enclos de 2,4x2 m). Tous les enclos avaient une litière de sciure de bois. Les veaux ont été nourris avec du lait pasteurisé via une tétine, à raison de 4 L deux fois par jour. A 3 semaines, ils ont eu accès à des concentrés, du foin et de l'eau à volonté. A 4 jours, les veaux ont reçu un sédatif avant d'être écornés avec de la pâte caustique.

De la naissance à 3 semaines d'âge, les veaux ont eu une période d'adaptation au cours de laquelle aucun test n'a été effectué. Pendant les 5 derniers jours de la troisième semaine, chaque veau a passé 10 minutes par jour seul dans l'enclos expérimental pour s'adapter à ce nouvel environnement. Au cours des 3 dernières visites dans l'enclos expérimental, le veau avait accès à deux bouteilles de lait (avec tétine). De la 4^{ème} semaine à la 7^{ème} semaine, les **16 veaux ont été testés deux fois par jour, du lundi au dimanche**, à l'heure habituelle d'alimentation (**7:30-9:30 et 15:00-17:00**), ainsi ils étaient motivés pour accéder au lait. A 8 semaines, les veaux ont été sevrés (Planning, Annexe III).

2.2. Matériel

Les expériences se sont déroulées dans un enclos expérimental en bois en forme de Y (3x4,6m) (Photo 7, Figure 3). Toutes les expériences ont été filmées avec une caméra pour mesurer précisément certains paramètres, notamment la durée d'un choix.

2.3. Procédure expérimentale

2.3.1. Entraînement

Une bouteille de 2L avec tétine est placée dans chaque bras de l'enclos expérimental en forme de Y. Chaque bouteille est recouverte d'un cache de couleur (noir ou blanc) et associée à un grand panneau (80x95 cm) de cette même couleur. Les veaux ont été aléatoirement répartis en deux groupes : la moitié d'entre eux a été entraînée à associer le blanc comme stimulus positif (le côté blanc du Y avait une bouteille remplie de lait et le noir une bouteille vide) et l'autre moitié a été entraînée à associer le noir comme stimulus positif (le côté noir avait une bouteille remplie de lait et le côté blanc une bouteille vide).

Pendant 2 sessions, les veaux ont débuté par 4 choix « forcés » (séquence 1/2/1), suivis par 12 choix « libres ».

Pendant les **choix forcés**, le côté contenant le stimulus positif, et par conséquent la bouteille remplie de lait, est ouvert et l'autre côté est fermé grâce au panneau de couleur négative. Un exemple avec la figure 4 : le panneau noir associé avec la bouteille vide ferme un bras du Y. Le côté blanc avec le lait est ouvert. Ainsi, le veau ne peut aller que du côté blanc ouvert.

Tableau 2. Application de la séquence de Gellerman

Choix	Couleur à gauche	Couleur à droite
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		



(UBC Dairy, veau dans l'enclos expérimental, mai 2012, par Charlotte Gaillard)
Photo 8. Enclos expérimental au cours de l'expérience des formes.

Pour les 12 **choix « libres »**, le veau était relâché dans le couloir central de l'enclos en Y et devait décider quel bras du Y choisir pour recevoir du lait. Un choix commence quand le veau franchit la ligne notée (S) sur la figure 3 au début du couloir central et s'arrête au premier contact veau-tétine. Si le veau choisit le côté avec le lait, il peut boire 5 secondes avant d'être gentiment poussé vers le couloir extérieur pour retourner à la position de départ et faire un autre choix. Si le veau a choisi le côté sans lait, il doit patienter 20 secondes avant de pouvoir retourner à la position de départ, de cette façon, l'erreur a un coût.

Les veaux reçoivent 4L de lait par session. Pendant une session, la position des bouteilles blanches et noires dans les bras de l'enclos en Y change selon une des séquences de Gellerman (1933). Cette séquence (1/1/2/3/3/2) sélectionnée par Fellow (1967), permet d'être certain que le veau a appris à différencier les couleurs et non pas un emplacement. Le tableau 2 explique clairement le fonctionnement de cette séquence. Le positionnement des couleurs pour le premier choix se fait aléatoirement : la couleur blanche peut se trouver à gauche en choix 1, c'est l'exemple proposé dans le tableau 2, ou à droite. Ces deux options de départ permettent, là encore, de s'assurer que le veau s'oriente grâce aux couleurs et non suivant une habitude d'emplacement.

Ces deux premières sessions aident les veaux à associer les couleurs à la présence ou l'absence de lait. Ils apprennent également à circuler dans l'enclos.

2.3.2. Discrimination simple

Le même protocole que pour l'entraînement a été suivi pour cette étape de discrimination simple (SD), sans choix forcés. Chaque session comportait 12 choix. Le veau a été testé jusqu'à ce qu'il différencie les deux couleurs, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il ait atteint un critère d'apprentissage supérieur ou égal à 80% (minimum 10 choix positifs sur 12) sur 3 sessions consécutives. Ce critère est fiable car il dépasse le critère de 75% recommandé pour une discrimination entre deux choix (Levine and Shefner, 1991).

2.3.3. Renversement

Dès que les veaux ont atteint le critère d'apprentissage pendant la phase de discrimination simple, les stimuli ont été inversés. C'est la phase de renversement notée (R). Les veaux initialement entraînés à associer la bouteille remplie de lait avec la couleur blanche doivent désormais l'associer avec la couleur noire, et inversement. L'expérience continue avec le nouveau stimulus positif et la même séquence de Gellerman jusqu'à ce que le critère d'apprentissage soit atteint de nouveau.

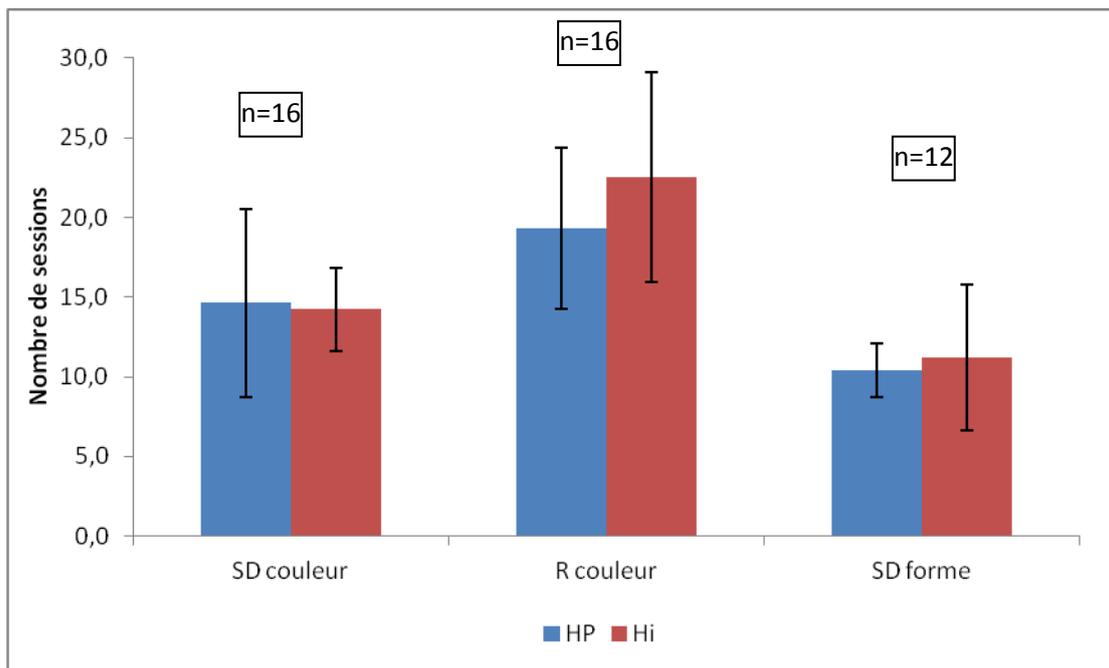
Après cette première expérience de différenciation des couleurs, le même protocole est suivi avec des formes. Cette fois, les veaux doivent différencier un triangle bleu d'un cercle bleu (Photo 8).

2.4. Analyse des données

Grâce aux enregistrements vidéos et aux analyses, le nombre de choix positifs (pourcentage de succès au cours d'une session) et le nombre de sessions nécessaires au veau pour atteindre le critère d'apprentissage au cours des deux phases (SD et R) sont calculés. La durée moyenne d'un choix au cours d'une session est également mesurée. Elle débute quand les oreilles du veau traversent la ligne de départ et se termine au premier contact du veau avec la tétine.

Les 9 premières sessions des étapes (SD) des couleurs et des formes ainsi que les 11 premières sessions de l'étape (R) des couleurs, ont été sélectionnées pour l'analyse statistique.

Figure 5. Diagramme comparant le nombre de sessions nécessaires aux veaux de chaque traitement pour terminer une étape, (SD) ou (R)



HP : veaux logés en binôme, Hi : veaux logés individuellement
SD : phase de discrimination simple (1^{ère} étape)
R : phase de renversement (2^{ème} étape)

Pour chaque session et chaque veau, les moyennes de la performance, du pourcentage de côté droit choisi et de la durée d'un choix ont été calculées. L'effet du traitement sur la performance, le côté choisi et la durée d'un choix a été testé grâce à la procédure MIXED du logiciel de statistiques SAS (version 9.2), avec une structure de covariance autorégressive. A la base de ce modèle figurent les suppositions suivantes : les données sont normalement distribuées et les moyennes des données (valeurs attendues) sont linéaires pour un certain ensemble de paramètres. Les données récoltées valident ces suppositions. Le modèle spécifie la session comme une mesure répétée et le veau comme le sujet. Les interactions entre le traitement et les sessions ont été testées mais n'ont jamais été significatives. Les données ont été analysées séparément en deux périodes : la phase (SD) et la phase (R). Le critère choisi pour l'obtention de résultats significatifs est $p < 0,05$, c'est-à-dire 5%.

3. Résultats

3.1. Nombre de sessions

Les 16 veaux ont atteint le critère d'apprentissage de l'expérience de discrimination des couleurs des phases (SD) et (R). Seulement 8 veaux (4 de chaque traitement) ont eu le temps de terminer l'étape (SD) des formes.

Quel que soit le traitement, les veaux ont besoin d'en moyenne $14,4 \pm 4,3$ sessions pour terminer la phase (SD) des couleurs et $20,9 \pm 5,8$ sessions pour terminer la phase (R) des couleurs (Figure 5). Pour l'expérience des formes, les veaux ont besoin d'en moyenne $10,8 \pm 3,1$ sessions pour terminer la phase (SD), quasiment deux fois moins de sessions que pour la phase (R) des couleurs. Statistiquement, il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des phases (SD) et (R) des couleurs. Les veaux ont besoin du même temps d'apprentissage pour apprendre quelque chose puis son contraire, indépendamment du logement. Le contact social ne semble pas avoir d'influence directe sur la vitesse d'apprentissage.

Remarque : Au cours de ces 4 semaines d'apprentissage, peu de veaux ont eu le temps de commencer, et encore moins de terminer, l'étape de renversement des formes. Les résultats de cette phase n'apparaissent pas sur le graphique car le nombre d'individus est trop faible pour avoir un résultat significatif.

Une différence significative entre le nombre de sessions nécessaires pour terminer l'étape (R) des couleurs et celui de l'étape (SD) des formes peut être observée. Les veaux ont besoin de moins de sessions pour apprendre à différencier les formes que pour réussir la deuxième phase des couleurs. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer ce résultat.

- Les veaux différencient plus facilement les formes des couleurs.
- Les veaux ont déjà eu un entraînement préalable (entre 2 et 3 semaines) de discrimination des couleurs et comprennent plus rapidement ce qu'ils doivent faire pour accéder au lait.
- Les veaux sont plus âgés pendant l'expérience de discrimination des formes et leur cerveau a eu le temps de se développer.
- Il est plus facile d'apprendre quelque chose de nouveau (les formes) plutôt que d'apprendre le contraire de ce que l'on vient d'apprendre (passage de l'étape (SD) à l'étape (R)).

3.2. Performance

La performance d'un veau au cours d'une session, exprimée en pourcentage, correspond au nombre de choix positifs effectués par le veau au cours d'une session.

Figure 6. Evolution de la performance des veaux pendant la phase (SD) des couleurs

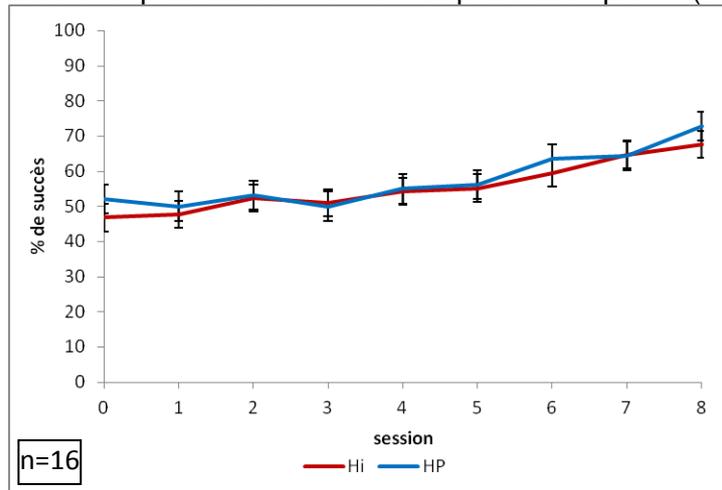


Figure 7. Evolution de la performance des veaux pendant la phase (R) des couleurs

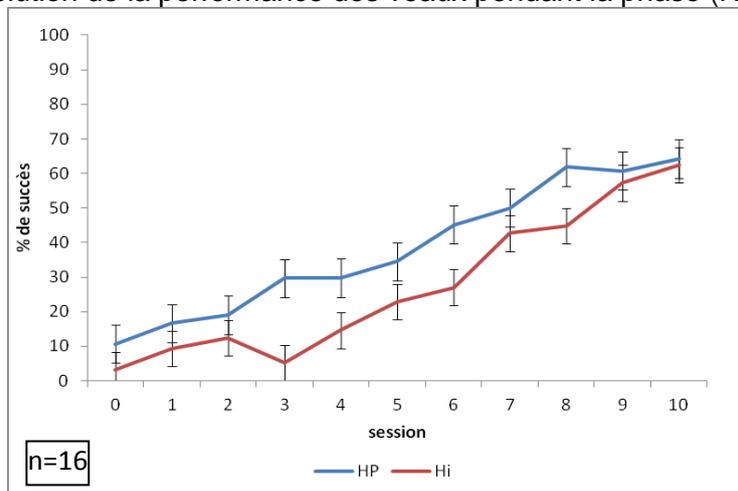
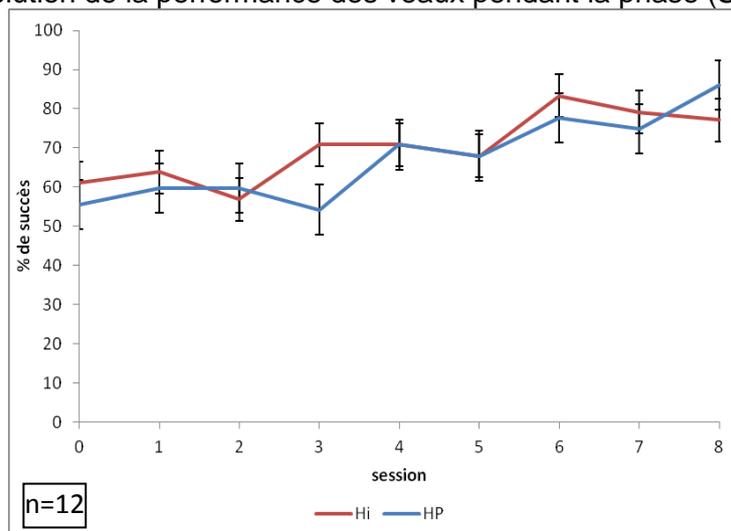


Figure 8. Evolution de la performance des veaux pendant la phase (SD) des formes



HP : veaux en binôme, Hi : veaux logés seuls, (SD) discrimination simple, (R) renversement

3.2.1. Expérience 1 : différenciation des couleurs

Dans les deux étapes (SD) et (R) et pour les deux traitements, la performance des veaux augmente avec le nombre de sessions. Les veaux sont donc capables d'apprendre une tâche, de différencier les couleurs, et enfin d'apprendre l'inverse de ce qu'ils ont appris.

Au cours de la première étape de **discrimination simple (SD) des couleurs**, la performance débute autour de 50% et augmente linéairement (de 20% en 9 sessions) quel que soit le traitement (Figure 6). Les veaux apprennent progressivement à résoudre le problème et à se fier aux couleurs. Il n'y a pas de différence significative entre les traitements ($F=0,4697$; $df=14$; $p=0,49$).

Pour cette première étape, le traitement n'a pas d'influence sur les performances cognitives des veaux. L'hypothèse de départ est validée.

Au cours de la phase de **renversement (R) des couleurs**, la performance augmente linéairement de 6% par session quel que soit le traitement (Figure 7). Les veaux ont compris le fonctionnement de l'expérience suite à la première phase (SD). Néanmoins, contrairement à la phase (SD) où la performance débute autour de 50%, pour la phase (R) la performance débute entre 0 et 10%. Cette différence est normale car au début de la phase (R) les veaux ont tendance à choisir la couleur désormais négative avec laquelle ils ont été entraînés précédemment. Au cours de chaque session, ils progressent et se tournent petit à petit vers la nouvelle couleur positive.

Il existe une différence significative de la performance entre les traitements pendant l'étape (R) ($F=7,33$; $df=14$; $p=0,018$).

Le traitement a une influence sur les performances cognitives des veaux. Les veaux (HP) ont une performance d'apprentissage plus élevée que les veaux (Hi). La présence d'un partenaire, et plus généralement le contact social précoce dans la vie du veau, aide ce dernier à développer ses capacités cognitives d'apprentissage et de mémorisation.

3.2.2. Expérience 2 : différenciation des formes

12 veaux (6 (Hi) et 6 (HP)) ont participé à cette seconde expérience. Seulement 8 d'entre eux ont eu le temps de terminer la phase (SD).

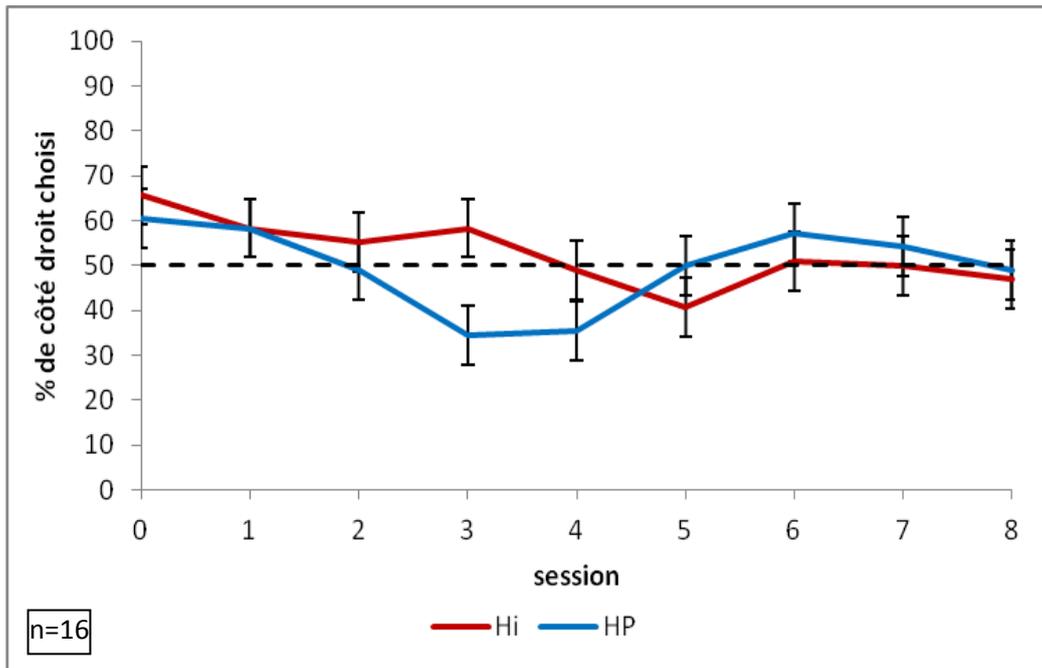
Comme pour l'expérience 1, la performance des veaux augmente avec le nombre de sessions, quel que soit le traitement. Les veaux sont donc capables de différencier les formes et également de passer d'une dimension à l'autre (des couleurs aux formes) sans réelle difficulté.

Au cours de la première étape de **discrimination simple (SD) des formes**, la performance augmente linéairement et légèrement plus rapidement (25% de croissance moyenne en 9 sessions) que pour la phase (SD) des couleurs (Figure 8). Les veaux découvrent les nouveaux signes (triangle et cercle) et associent rapidement le signe positif avec le lait. Il n'y a pas de différence significative entre les traitements ($F=0,70$; $df=11$; $p=0,4$).

Pour cette première étape, le traitement n'a pas d'influence sur les performances cognitives des veaux.

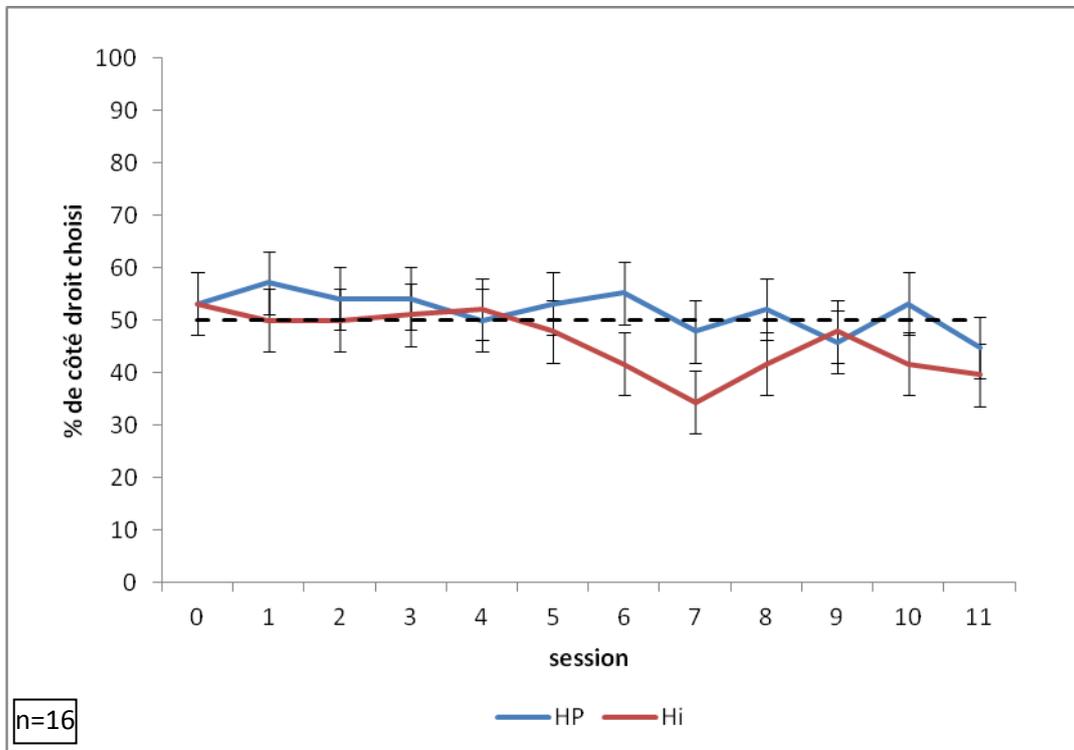
NB : Comme il a été précisé précédemment, le nombre de veaux ayant atteint et complété la deuxième étape de renversement des formes est trop faible pour pouvoir faire une analyse fiable et significative de ces données. Néanmoins, il est probable que les veaux (HP) aient une meilleure performance au cours de cette phase que les veaux (Hi), comme c'est le cas pour la phase (R) des couleurs.

Figure 9. Evolution du pourcentage de côté droit choisi pendant la phase (SD) des couleurs



HP : veaux en binôme, Hi : veaux logés seuls, (SD) : phase de discrimination simple

Figure 10. Evolution du pourcentage de côté droit choisi pendant la phase (R) des couleurs



HP : veaux en binôme, Hi : veaux logés seuls, (R) : phase de renversement

3.3. Dimension spatiale

Un point principal de ce projet était d'éviter toute mémorisation spatiale de la bouteille de lait, d'où l'utilisation de la séquence de Gellerman.

Le pourcentage de côté droit choisi par un veau a été calculé pour chaque session. Il correspond au nombre de fois (sur les 12 choix) où le veau est allé dans le bras droit de l'enclos expérimental en Y. Ce pourcentage a été comparé, d'une part, entre les traitements (HP) et (Hi) et, d'autre part, à un groupe de référence (ligne pointillée sur les graphiques figures 9 et 10) dont le pourcentage est toujours de 50%. Cette dernière analyse permet de déterminer si les veaux ont une préférence significative pour un côté et par conséquent si le traitement peut avoir une influence sur cette latéralisation.

3.3.1. Expérience 1 : différenciation des couleurs

Les résultats de ces analyses sont représentés par les graphiques des figures 9 et 10. A priori les valeurs sont toutes relativement proches de 50% et n'annoncent pas la possibilité d'un côté préféré.

Il n'y a pas de différence significative entre les traitements, que ce soit pour l'étape (SD) ($F=0,49$; $df=14$; $p=0,48$) ou l'étape (R) ($F=1,31$; $df=14$; $p=0,27$). Lorsque l'on compare chacun des traitements au groupe de référence, on découvre qu'il n'y a pas de différence significative chez (HP) ($F=0,73$; $df=14$; $p=0,39$) par contre il y en a une chez (Hi) ($F=8,88$; $df=14$; $p=0,003$). Les veaux (Hi) auraient donc une préférence pour le côté gauche pendant la phase de renversement. Sur le graphique de la figure 10, on peut supposer que cette préférence a lieu entre les sessions 5 et 8.

NB : Bien que les observations suivantes n'aient pas été mises en évidence statistiquement, elles méritent d'être énoncées. Pendant la période d'expérimentation, 3 périodes distinctes au cours de la phase (SD) des couleurs ont été observées :

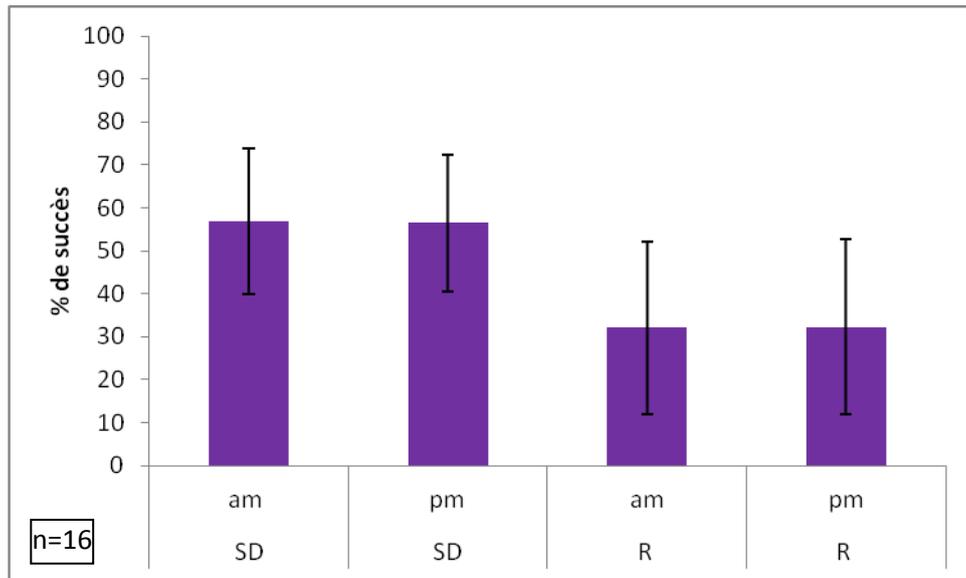
- dans un premier temps, le veau a tendance à choisir un côté (droit ou gauche)
- dans un second temps, il alterne « droite, gauche, droite, gauche »
- enfin, il comprend qu'il doit se fier aux couleurs.

Au cours de la phase (R), les veaux (Hi) commencent par choisir majoritairement la couleur désormais négative avec laquelle ils ont été entraînés. 50% du temps cette couleur est à droite, d'où un début de courbe proche de 50% quel que soit le traitement. Puis ils entrent dans une phase de doute : ils ne savent plus vers quelle couleur se tourner. Ils se rabattent donc sur le choix d'un côté préféré (gauche dans ce cas) avant de retourner dans l'intervalle 40-60% et de se fier aux couleurs. Les veaux (HP) quant à eux comprennent progressivement le système et ne tombent pas dans « le piège » d'une discrimination spatiale. Ils restent dans l'intervalle 40-60%.

3.3.2. Expérience 2 : différenciation des formes

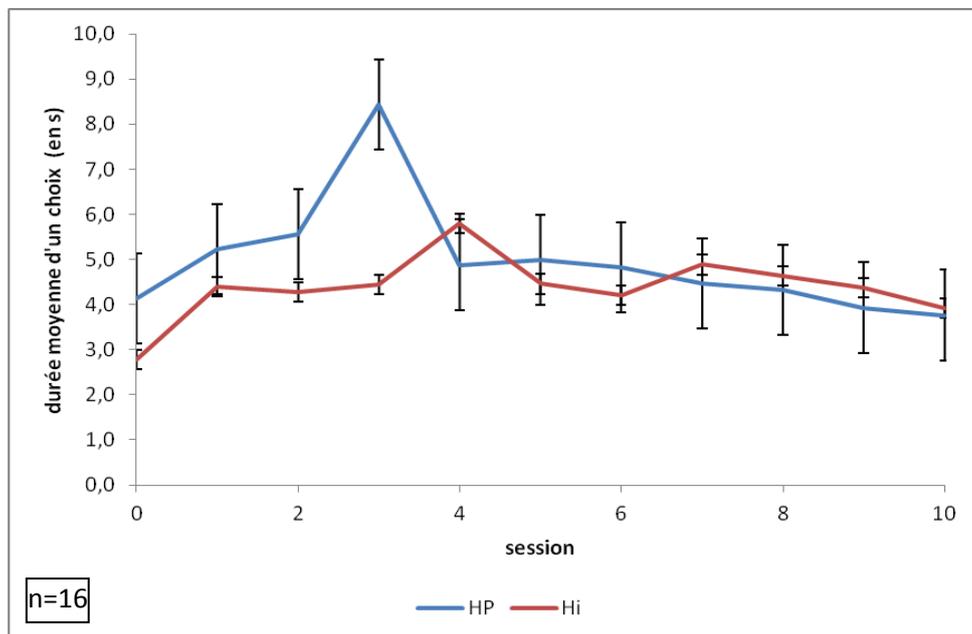
Etonnamment, il semble y avoir une légère différence entre les traitements au cours de l'étape (SD) des formes ($F=3,72$; $df=10$; $p=0,058$). Les veaux (HP) auraient tendance à préférer le côté gauche ($F=3,70$; $df=10$; $p=0,059$) ce qui n'est pas le cas pour les veaux (Hi). Ces derniers ne montrent pas de préférence. Ces résultats sont difficiles à interpréter compte tenu de la valeur ambiguë de p. Peut être que le nombre de veaux dans chaque traitement n'est pas suffisant pour aboutir à un résultat clair et fiable.

Figure 11. Diagramme comparant la performance moyenne du matin (am) et de l'après-midi (pm), pour les différentes phases (SD et R) de la différenciation des couleurs



SD : phase de discrimination simple, R : phase de renversement, am : matin, pm : après-midi

Figure 12. Evolution de la durée moyenne d'un choix au cours d'une session pendant la phase (R) de différenciation des couleurs



HP : veaux en binôme, Hi : veaux logés seuls, (R) : phase de renversement

3.4. Influence du moment de l'expérience (matin vs après-midi)

Pour ces deux expériences de différenciation, les veaux ont été entraînés le matin et l'après-midi. Les conditions d'ensoleillement, de température, de bruit ambiant n'étaient pas les mêmes et peuvent avoir une influence sur la concentration et la performance.

D'après le diagramme de la figure 11, il ne semble pas y avoir de différence entre la performance du matin et celle de l'après-midi, pour la phase (SD) et la phase (R).

Cette hypothèse est confirmée : il n'y a pas de différence significative entre la performance des veaux le matin et l'après-midi, que ce soit pendant la phase (SD) ($F=0,046$; $df=14$; $p=0,83$) ou la phase (R) ($F=0,0076$; $df=14$; $p=0,93$).

3.5. Durée d'un choix

La durée d'un choix a été calculée grâce à une analyse précise des vidéos avec le logiciel Kinovea principalement utilisé par les entraîneurs et les sportifs pour étudier ou commenter une performance.

Cette durée correspond au temps que le veau met à choisir une couleur. Elle commence lorsque les oreilles du veau franchissent la ligne de départ marquée sur le couloir central (Figure 3) et prend fin au premier contact veau-tétine. Grâce à ces données, une durée moyenne a été calculée pour chaque session et chaque veau.

La durée d'un choix est la même pour les veaux (HP) et (Hi) pendant la phase (SD). A l'inverse, pendant la phase (R), il y a une différence significative entre les traitements ($F=4,64$; $df=14$; $p=0,036$). En effet, au début (figure 12), les veaux (HP) prennent plus de temps pour choisir, et réfléchir, que les veaux (Hi), ce qui peut expliquer leur performance plus élevée au cours de cette étape. Néanmoins, statistiquement, il n'y a pas de corrélation directe entre la durée d'un choix et la performance ($r=0,13$ pour (SD) et $r=0,06$ pour (R)).

4. Discussion et conclusion

Discussion. Comme cela était attendu, les veaux logés en binôme ont montré de meilleures capacités d'apprentissage pendant la phase de renversement que les veaux logés seuls. Ce résultat concorde avec ceux de De Paula Viera et al. (2012) qui ont trouvé que le contact social précoce réduit le temps nécessaire aux veaux pour découvrir et utiliser une nouvelle mangeoire, une différence que ces auteurs attribuent à un déficit cognitif chez les veaux logés seuls.

Il serait intéressant de terminer l'expérience des formes. Les données obtenues complèteraient les résultats précédents notamment la partie performance au cours du renversement des formes. Cela permettrait de comparer les deux expériences (couleurs et formes) et de confirmer l'hypothèse que le traitement influence également la performance des veaux au cours de la phase (R) des formes. Cette seconde expérience n'a pas pu être terminée à cause de la courte période de temps fixée (4 semaines) pour étudier les veaux. Cette période est nécessairement courte car l'âge et le développement du cerveau peuvent varier significativement entre le début et la fin des expériences et avoir une influence sur les résultats. Si l'on veut terminer cette seconde expérience dans les temps, deux solutions peuvent être proposées. La première est d'ajouter plus de choix au cours d'une session en prenant le risque que la motivation des veaux ne soit plus la même au début et à la fin de l'expérience. La seconde solution est de donner le temps aux veaux de s'arrêter, de regarder les couleurs et de penser avant de choisir.

Cela peut être réalisé par la mise en place d'une porte dans le couloir central, pas trop haute pour le veau puisse voir les couleurs mais assez solide pour le retenir quelques instants. Mais, ces deux solutions augmentent la durée d'une session et créent une difficulté nouvelle : il ne sera plus possible d'entraîner 16 veaux deux fois par jour. La période expérimentale sera plus longue et demandera plus de main-d'œuvre.

Pour améliorer ces expériences, on pourrait suggérer de contrôler la quantité de lait que les veaux boivent à chaque fois qu'ils atteignent la tétine. En effet, pendant les expériences qui ont été menées, ils avaient le droit de boire 5 secondes ; or, il a été observé que certains veaux boivent plus vite que d'autres et reçoivent par conséquent une plus grosse récompense. La taille de la récompense peut avoir une influence sur la performance des veaux comme il l'a été démontré chez les pigeons : une plus grosse récompense mène à un apprentissage plus rapide que lors de l'utilisation de récompenses de petite taille (Rose et al., 2009).

Conclusion. Les veaux peuvent différencier les couleurs mais également les formes. De plus, ils sont capables d'apprendre le contraire de ce qu'ils ont appris (ils terminent l'étape de renversement avec succès) même s'il paraît plus simple d'apprendre quelque chose de nouveau (les formes). Les veaux (HP) et (Hi) ont besoin du même nombre de sessions pour terminer une étape. Le logement n'a pas d'influence sur la vitesse d'apprentissage mais il en a une sur la performance des veaux. Les veaux (HP) sont plus performants pendant l'étape (R) que les veaux (Hi). **Le contact social précoce aide les veaux à développer leurs capacités d'apprentissage et de mémorisation.** Les résultats montrent également que les veaux peuvent préférer brièvement un côté de l'enclos à différents moments de l'expérience : cela fait partie de leur technique pour résoudre le problème. Le moment de l'expérience (matin vs. après-midi) n'a pas eu d'influence sur la performance des veaux.

Perspectives. Pour déterminer quelle dimension les veaux préfèrent entre les couleurs et les formes, la même expérience peut être faite avec 50% des veaux testés avec les formes dans un premier temps puis avec les couleurs – et 50% testés avec les couleurs puis les formes. Cela permettrait également de savoir si l'ordre des dimensions a une influence sur la performance d'apprentissage.

Campione (1969) a montré que, chez les enfants, la taille était la dimension préférée par rapport aux formes. Il serait intéressant de savoir si la taille est également la dimension principale comparée aux couleurs et formes chez les veaux. C'est certainement le cas car, avant de finaliser le montage expérimental, deux petits panneaux de 30x30 cm remplaçaient les panneaux actuels de 80x95 cm dans les bras de l'enclos expérimental. 5 veaux (différents des expériences précédentes) ont été testés avec ces petits panneaux blancs et noirs. Après une semaine d'entraînement, ils n'étaient toujours pas capables de différencier les couleurs. Au contraire, avec les grands panneaux, les veaux apprennent l'exercice avant la fin de la semaine.

Enfin, il serait intéressant d'avoir un « groupe contrôle », d'âge supérieur à 8 semaines, pour montrer l'importance du **contact social précoce** en comparant la performance des deux groupes. Cela montrerait également à quel âge il est plus facile d'entraîner un veau, pour économiser le temps et l'énergie du manipulateur.

PARTIE 2 : CAPACITES DE MEMORISATION, TEST DE L'OBJET NOUVEAU

L'expérience et les résultats de cette partie sont regroupés dans une publication, en cours de correction, intitulée « Short communication : Effects of social versus individual rearing of dairy calves on cognitive performance – novel object test », Journal of Dairy Science (Annexe IV).

RESUME

Les bovins sont des animaux sociaux qui vivent en troupeau. Outre les avantages pratiques d'un logement en groupe pour l'éleveur, les veaux laitiers ont besoin d'un contact social précoce dans leur vie pour exprimer leurs comportements naturels, réduire leur stress et améliorer leur bien-être. Le but de ce projet était de déterminer les effets de l'élevage des veaux laitiers en groupe ou en individuel sur leurs performances cognitives, à travers un test de l'objet nouveau. Les objectifs étaient : 1) de voir s'il existe une différence de mémorisation entre les veaux logés en binôme et les veaux logés individuellement et 2) de déterminer pendant combien de temps les veaux peuvent garder en mémoire un objet. 4 jours après la naissance, 18 veaux Holstein ont été divisés en deux groupes : 8 veaux (Hi) ont continué à vivre dans des enclos individuels (1,2x2 m) et 10 veaux (HP) ont été logés en binôme dans un enclos de 2,4x2 m. A la fin de leur 7^{ème} semaine, les veaux ont été testés sur 3 jours consécutifs. Ils ont passé 5 minutes dans l'enclos expérimental vide pour s'habituer à ce nouvel environnement. Ensuite, ils ont été relâchés de nouveau dans l'enclos contenant cette fois-ci l'objet nouveau à explorer, une bassine rouge. Les veaux ont été testés avec différents intervalles de temps (IT) entre ces moments d'exploration. Ces (IT) varient entre 5 minutes et 24 heures. Les résultats montrent que le temps d'exploration de l'objet est statistiquement le même entre les traitements (HP) et (Hi). Les veaux explorent beaucoup l'objet au début : l'objet devient familier et ils le mémorisent. Ensuite, ils l'explorent moins, même après 24 heures sans le voir. Ils peuvent donc mémoriser un objet, au moins pendant trois jours. Cependant, les résultats graphiques laissent supposer que les veaux (Hi) ont besoin de plus de temps que les veaux (HP) pour mémoriser un objet. Dans ce cas, le logement en groupe améliore la performance cognitive des veaux.

1. Introduction

Le test de l'objet nouveau, appelé *Novel Object Recognition test* (NOR), a été mis en évidence comme un modèle pertinent d'étude de l'apprentissage visuel et de la mémorisation (Ennaceur et Delacour, 1988). C'est un test non-spatial de mémoire de reconnaissance qui est éthologiquement pertinent car il compte sur la tendance naturelle de l'animal à explorer un objet ou un environnement nouveau. McLean et al. (2008) ont utilisé ce test pour examiner les effets de l'isolement sur les performances cognitives au cours d'un test NOR chez des rats femelles. Suite à des erreurs de différenciation entre l'objet nouveau et l'objet familier dans la phase de rétention du NOR, ils ont découvert que les rats isolés montraient des déficits de mémoire de reconnaissance.

Les veaux logés individuellement expriment des réponses plus fortes pendant des situations nouvelles (Jensen et al., 1997). D'après la thèse d'Andreia De Paula Vieira (2012), les veaux logés individuellement sont plus actifs (moins de temps immobiles, plus de temps à courir) et plus réactifs (plus de défécations et de mouvements abrupts) que des veaux logés en binôme quand ils sont relâchés dans un nouvel espace. Les réponses des veaux à un nouvel environnement sont réduites chez les veaux (HP) comparées à celles des veaux (Hi).

Chez les veaux, le test NOR n'a pas été réalisé jusqu'à aujourd'hui. Le test d'Ennaceur et de Delacour ne peut pas être effectué entièrement car il manque des données sur les (IT) chez les veaux. En effet, il faut savoir combien de temps les veaux peuvent mémoriser un objet pour fixer ces (IT).

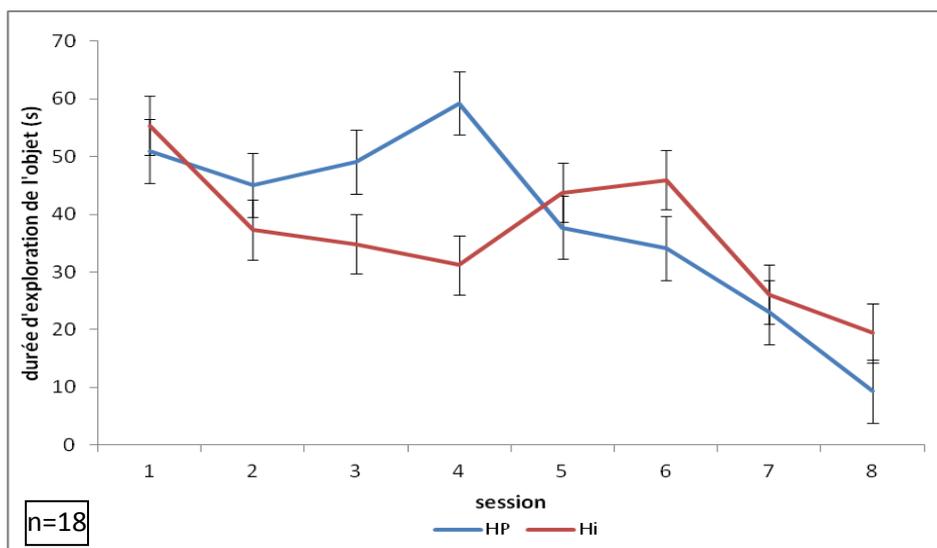


(UBC Dairy, veau et objet nouveau, juin 2012, par Charlotte Gaillard)
Photo 9. Un veau explorant le nouvel objet (bassine rouge)

Tableau 3. Intervalles de temps (IT) testés pendant le test du NOR sur 3 jours consécutifs

Session	IT	Jour
1	0 mn	1
2	5 mn	
3	30 mn	
4	1 h	
5	2 h	
6	6 h	
7	12 h	2
8	24 h	3

Figure 13. Evolution de la durée d'exploration de l'objet au cours des sessions



HP : veaux en binôme, Hi : veaux logés seuls

Le test d'objet nouveau qui a été effectué avait pour but de voir s'il y a une différence de mémorisation entre les traitements (HP) et (Hi), et, si possible, de déterminer les (IT) pour chaque traitement. L'hypothèse est que les veaux (Hi) auront une mémoire plus courte lors de ce test comparés aux veaux (HP), comme c'est le cas chez les rats (McLean et al., 2008).

2. Matériels et méthodes

2.1. Animaux, alimentation et logement

L'expérience s'est déroulée à la ferme laitière expérimentale de UBC, à Agassiz. 18 veaux Holstein ont participé à ce test. A l'âge de 4 jours, ils ont été répartis en deux traitements : 8 veaux logés individuellement (Hi) et 10 logés en binôme (HP). Les conditions de logement et d'alimentation sont identiques à celles présentées dans la partie 1 de ce rapport. Tous les veaux ont été testés à la fin de leur 7^{ème} semaine d'âge, juste avant le sevrage.

2.2. Procédure expérimentale

Les veaux ont été individuellement relâchés dans l'enclos expérimental, un rectangle (3x4,6 m) délimité par des planches de bois de 1,20 m de hauteur. Après 5 minutes, le veau retourne dans son enclos et attend 5 minutes. Pendant ce temps, un objet nouveau (une bassine en plastique rouge de 60 cm de diamètre et 40 cm de hauteur) est positionné au centre de l'enclos expérimental. Ensuite, le veau est relâché dans l'enclos expérimental pendant 5 minutes (IT = 0 minute) (Photo 9). Le veau est ensuite testé 7 fois avec différents intervalles de temps (IT = 5min, 30min, 1h, 2h, 6h, 12h, 24h) sur 3 jours consécutifs (Tableau 3). A chaque session d'exploration, le veau a 5 minutes pour explorer l'objet avant de retourner dans son enclos.

2.3. Analyse statistique

La durée d'exploration de l'objet a été mesurée directement à chaque session. Elle comprend le temps passé à renifler, lécher, pousser et regarder (tête du veau tournée vers l'objet, distance tête-objet \leq 20cm) l'objet. Les résultats ont été analysés avec le logiciel de statistiques SAS, suivant la même procédure (MIXED procedure) que dans la partie 1. Ici, le but est de déterminer si le traitement a une influence sur la durée d'exploration.

3. Résultats

La durée d'exploration diminue quand le nombre de session augmente. Il n'y a pas de différence significative entre les traitements ($F=0,03$; $df=16$; $p=0,86$). Néanmoins, le graphique de la figure 13 montre deux périodes d'exploration distinctes. Dans un premier temps, le veau commence par beaucoup explorer l'objet. Ce dernier lui devient familier et il le mémorise de la session 1 à 4 pour (HP) et 1 à 6 pour (Hi). Ensuite, le temps d'exploration est plus bas pour les dernières sessions : session 5 à 8 pour (HP) et 7 à 8 pour (Hi). L'objet est maintenant familier et n'intéresse plus les veaux.

4. Discussion et conclusion

Le logement ne semble pas avoir d'influence sur la durée d'exploration de l'objet. Après une période stable de mémorisation cette durée diminue pour les deux traitements. Toutefois, il semble que la période de mémorisation soit plus longue chez les veaux (Hi) que chez les veaux (HP). Les veaux (Hi) auraient besoin de plus de temps (6 sessions de 5 minutes) pour rendre l'objet familier que les veaux (HP) (4 sessions de 5 minutes).

Pour le second but de cette expérience, déterminer combien de temps les veaux peuvent mémoriser un objet, il ne semble pas possible d'accéder à cette information d'après les résultats obtenus. Ce que l'on sait c'est qu'après 2 jours, les veaux se souviennent toujours de l'objet. Ils sont sûrement capables de mémoriser cette bassine rouge très longtemps car ils ont eu de nombreuses sessions pour s'y habituer. Pour obtenir ces (IT), il faudrait modifier le protocole de cette expérience et, dans un premier temps, avoir plus de veaux. Les veaux de chaque traitement seraient répartis en groupes de 8, et chaque groupe serait associé à un seul intervalle de temps. Les intervalles de temps seraient également modifiés allant de 5 minutes à une semaine. Les veaux effectueraient seulement deux sessions d'exploration : une session d'acquisition (première rencontre avec l'objet) et une session de rétention permettant de calculer un index de mémorisation par groupe. Après avoir trouvé ces (IT), il serait intéressant de faire le test complet de l'objet nouveau d'Ennaceur et Delacour (1988) testé notamment chez les rats (McLean et al., 2008) et décrit dans la partie bibliographique de ce rapport.

DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALE

Le but de cette étude était de déterminer les effets de l'élevage en binôme ou en individuel sur les performances cognitives de veaux laitiers, de la naissance à 8 semaines d'âge. L'hypothèse de départ était que les veaux logés en binôme, ayant accès à un contact social précoce, ont plus de facilités d'apprentissage et de mémorisation que les veaux logés individuellement. Les résultats confirment cette hypothèse : le logement en binôme favorise le développement des capacités cognitives d'apprentissage et de mémorisation. Les veaux (HP) ont une meilleure performance au cours de l'apprentissage inversé que les veaux (Hi). Ces expériences avaient également pour but de : 1) déterminer si les veaux peuvent différencier les couleurs et également les formes, 2) observer la flexibilité des veaux : une fois qu'ils ont appris à différencier des couleurs, combien de temps leur faut-il pour réapprendre l'exercice alors que les signes ont changé ? 3) comparer les capacités de mémorisation entre les traitements au cours d'un test d'objet nouveau. Ces objectifs ont été atteints. Les veaux peuvent différencier les couleurs et également les formes. Ils sont très flexibles dans leur apprentissage et la théorie de Spence (1960) est validée : il est plus facile pour eux d'apprendre à différencier des éléments d'une nouvelle dimension plutôt que de d'apprendre une inversion de discrimination. Au cours du test de l'objet nouveau, les résultats ne sont pas très probants mais laissent supposer que les veaux (Hi) ont besoin de plus de temps pour mémoriser l'objet que les veaux (HP). Cette dernière expérience peut être améliorée en testant différents (IT) et en appliquant le protocole défini par Ennaceur et Delacour (1988).

Les résultats de cette étude suggèrent que le logement individuel des veaux laitiers (usage le plus répandu dans les fermes laitières) entraîne un déficit d'apprentissage. Ce déficit a des implications éthiques (devons-nous loger des veaux d'une façon qui limite leur fonction cognitive ?) et pratiques, par exemple en limitant la flexibilité des veaux lors d'un changement d'environnement comme cela arrive fréquemment dans les fermes commerciales.

Suite à ces résultats, mon maître de stage, Dan Weary, m'a proposé de poursuivre ces travaux au Canada avec différents objectifs : 1) continuer l'expérience de différenciation des formes et compléter mes résultats 2) déterminer quelle dimension les veaux préfèrent entre les formes et les couleurs 3) faire la même expérience en ajoutant deux traitements aux précédents : des veaux logés avec leur mère et ayant accès à la mamelle, et des veaux logés avec leur mère sans accès à la mamelle (mamelle recouverte).

REFERENCES

Bibliographie

- Adam S. et Baillargeon J. (2012). Elever des veaux en groupe. Quand on est deux ça va deux fois mieux. *Le producteur de lait québécois*, avril, p. 28-30.
- Baldwin B.A. (1981). Shape discrimination in sheep and calves. *Animal Behavior*, 29, 830-834.
- Baldwin B.A. (1978). Operant studies on shape discrimination in goats. *Physiology and Behavior*, 23, 455-459.
- Blackmore T.L. (2009). The use of signs to facilitate maze learning in dairy cows (*Bos taurus*). PhD, University of Waikato, New-Zealand, 167 p.
- Burman O.H.P., Parker R.M.A., Paul E.S. and Mendl M. (2008). A spatial judgement task to determine background emotional state in laboratory rats (*Rattus norvegicus*). *Animal Behavior*, 76, 801-809.
- Candland D.K. (1968). *Psychology: The Experimental Approach*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Chua B., Coenen E., Van Delen J. and Weary D.M. (2002). Effects of pair housing versus individual housing on the behaviour and performance of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 85, 360-364.
- Cole J. (1951). A study of discrimination reversal learning in monkeys. *Journal of Comparative Physiological Psychology*, 44. In Riopelle, A.J. (Ed), (1967). *Animal Problem Solving: Selected readings*, 467-472. UK: Penguin Books Ltd.
- Davidson R.S. (1966). Operant stimulus control applied to maze behavior: heat escape conditioning and discrimination reversal in Alligator *Mississippiensis*. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 9, 671-676.
- De Paula Vieira A. (2012). Effects of the early social environment on the responses of dairy calves to novel events. Doctor of Philosophy, University of British Columbia, Vancouver, 94p.
- De Paula Vieira A., von Keyserlingk M.A.G., Weary D.M. (2010). Effects of pair versus single housing on performance and behavior of dairy calves before and after weaning from milk. *Journal of Dairy Science*, 93, 3079-3085.
- Dodwell P.C. (1957). Shape recognition in rats. *British Journal of Psychology*, 48, 221-229.
- Ennaceur A. and Delacour J. (1988). A new-trial test for neurobiological studies of memory in rats. 1: Behavioral data. *Behavioural Brain Research*, 32, 47-59.
- Faerevik G., Bak Jensen M. and Egil Boe K. (2006). Dairy calves social preferences and the significance of a companion animal during separation from the group. *Applied Animal Behaviour Science*, 99, 205-221.
- Fellows B.J. (1967). Change stimulus sequences for discrimination tasks. *Psychological Bulletin*, 67, 87-92.

Flower F. and Weary D.M. (2001). Effects of early separation on the dairy cow and calf: 2. Separation at 1 day and 2 weeks after birth. *Applied Animal Behavior Science*, 70, 275-284.

Gellerman, L.W. (1933). Chance orders of alternating stimuli in visual discrimination experiments. *Journal of Genetic Psychology*, 42, 207-208.

Gilbert Jr. B.J. et Arave C.W. (1986). Ability of cattle to distinguish among different wavelengths of light. *Journal of Dairy Science*, 69, 825-832.

Harlow, H. F. (1944). Studies in discrimination learning by monkeys. The learning of discrimination series and the reversal of discrimination series. *Journal of General Psychology*, 30, 3-12.

Heidbreder C.A., Weiss I.C., Domeney A.M. et al. (2000). Behavioural, neurochemical and endocrinological characterization of the early social isolation syndrome. *Neuroscience*, 100, 749-768.

Jensen M.B., Vestergaard K.S., Krohn C.C. and Munksgaard L. (1997). Effect of single versus group housing and space allowance on responses of calves during open-field tests. *Applied Animal Behaviour Science*, 54, 109-121.

Krech D., Rosenzweig M. R. and Bennett, E. L.(1962). Relations between chemistry and problem-solving among rats raised in enriched and impoverished environments. *J Comp Physiol Psychol.*, 55, 801-807.

Levine M.W. and Shefner J.M. (1991). Fundamentals of sensation and perception (Second edition). California: Brooks/Cole Publishing Company.

McLean S.L., Grayson B., Harris M. et al. (2008). Isolation rearing impairs novel object recognition and attentional set shifting performance in female rats. *Journal of Psychopharmacology*, 24, 57-63.

North A.J. (1950). Improvement in successive discrimination reversals. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 43, 442-460.

Paul E.S., Harding E.J. and Mendl M. (2005). Measuring emotional processes in animals : the utility of a cognitive approach. *Neuroscience Biobehavioral Reviews*, 29, 469-491.

Phillips C.J.C and Lomas C.A. (2001). The perception of color by cattle and its influence on behavior. *Journal of Dairy Science*, 84, 807-813.

Porkess M.V. (2008). The impact of social isolation on rats behavior. Degree of Doctor of Philosophy, University of Nottingham, 247p.

Rehkämper G. and Görlach A. (1996). Visual discrimination in adult dairy bulls. *Journal of Dairy Science*, 80, 1613-1621.

Rose J., Schmidt R., Grabemann M., Güntürkün O. (2009). Theory meets pigeons: the influence of reward-magnitude on discrimination learning. *Behavioural Brain Research*, 198, 125-129.

Sappington B.K.F, McCall C.A., Coleman D.A., Kuhlert D.L. and Lishak R.S. (1997). A preliminary study of the relationship between discrimination reversal learning and performance tasks in yearling and 2-year-old horses. *Applied Animal Behaviour Science*, 53, 157-166.

Schaeffer R.G. and Sikes J.D. (1971). Discrimination learning in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 54, 893-896.

Schubert M.I., Porkess M.V., Dashdorj N. et al. (2009). Effects of social isolation rearing on the limbic brain: a combined behavioral and magnetic resonance imaging volumetry study in rats. *Neuroscience*, 159, 21-30.

Spence K.W. (1960). Behavior theory and learning. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 403p.

Towe, A. L. (1954). A study of figural equivalence in the pigeon. *J. comp. physiol. Psychol.*, 47, 283-287.

Warren, J. M. & Baron, A. (1956). The formation of learning sets by cats. *J. comp. physiol. Psychol.*, 49, 227-231.

Werck C. (1967). Les apprentissages discriminatifs et conceptuels avec inversion d'indices. *L'année psychologique*, vol. 67, n°67-1, pp. 219-240.

Wiekert, D. A., Johnson L. P., Offord K. P., and Barr. G. R. (1966). Measuring learning ability in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 49-729 (Abstr.).

Webographie

(1) AdmiNet (page consultée le 25/08/2012). Législation communautaire en vigueur http://admi.net/eur/loi/leg_euro/fr_397L0002.html

(2) Canadian Federation of Humane Societies (CFHS) (pages consultées le 25/08/2012). Realities of farming in Canada http://cfhs.ca/farm/farming_in_canada/. Dairy Cattle http://cfhs.ca/farm/dairy_cattle/. Veal crates http://cfhs.ca/farm/veal_crates/. Legislation <http://cfhs.ca/farm/legislation/>.

The British Columbia Society for the Prevention of Cruelty to Animals (BCSPCA) (pages consultées le 25/08/2012). Dairy cattle <http://www.sPCA.bc.ca/welfare/farm-animal-welfare/farm-animals/dairy-cattle.html>

(3) The University of British Columbia. Dairy Education and Research Centre (pages consultées le 25/08/2012). Posters <http://www.landfood.ubc.ca/dairycentre/posters>. About us - Developing and International leading Dairy Education and Research centre <http://www.landfood.ubc.ca/dairycentre/about-us>

(4) La Prim'Holstein France (page consultée le 25/08/2012). Présentation <http://primholstein.com/la-prim-holstein/presentation-primholstein/>

(5) National Farm Animal Care Council (pages consultées le 25/08/2012). Codes of Practices. Dairy cattle <http://www.nfacc.ca/codes-of-practice/dairy-cattle>. Veal calves <http://www.nfacc.ca/codes-of-practice/veal-calves>.

(6) Wikipedia (page consultée le 25/08/2012). Cognition <http://fr.wikipedia.org/wiki/Cognition>

ANNEXES

Annexe I. Poster présentant les résultats majeurs du projet de master

Early social housing improves animal welfare for example by providing social contact and reducing responses to weaning. Does it have an influence on calves' cognition? Here we present the first report based on color discrimination and reversal learning to assess calves' cognitive performance.

AIM: To determine the effects of pair versus individual housing on cognitive performance of dairy calves from birth to 8 weeks of age.

METHODOLOGY: 16 Holstein dairy calves, 8 housed individually and 8 in pair, were trained twice a day (2 sessions) to discriminate between two colors in a Y-maze. During each session (12 choices) the position of the positive stimulus changed following one of Gellerman sequence.

1st step : Simple discrimination

Calves were trained with a black or white panel as the positive stimulus (milk reward).

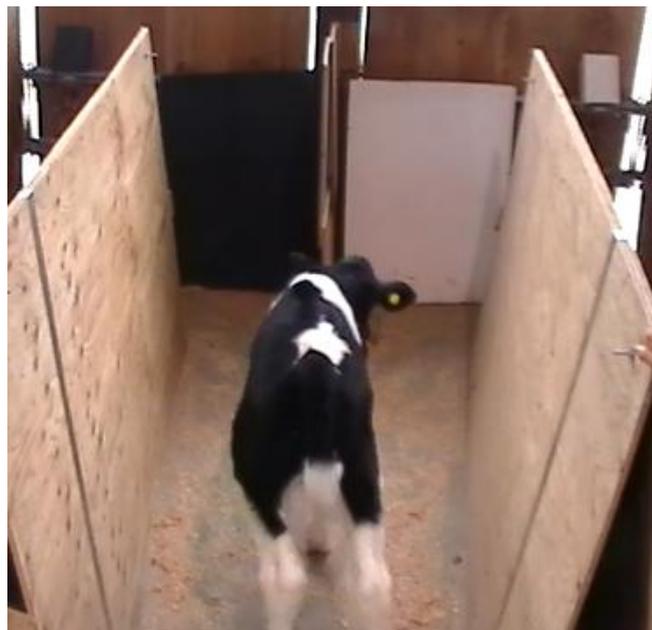
They succeed in the step when they responded at least at 80% correct over 3 consecutive sessions.

2nd step : Reversal

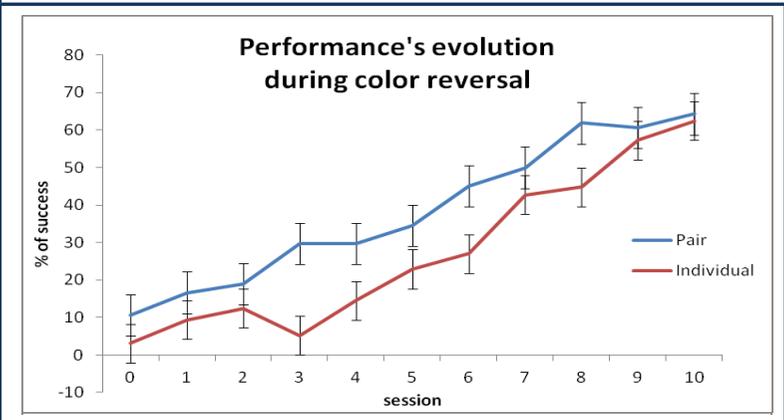
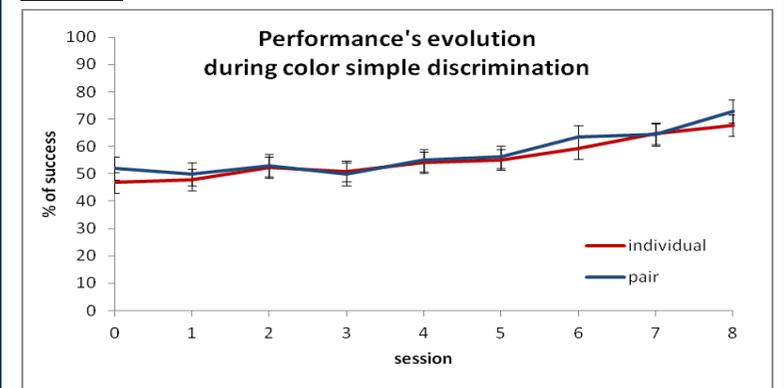
The discriminative stimuli were reversed i.e. calves trained to associate white with milk had to associate black with milk for this 2nd step.

Calves were tested again until the learning criterion was met.

EXPERIMENTAL Y-MAZE



RESULTS



CONCLUSION: Calves housed in pair showed more ability during the reversal than the calves housed individually. Pair housing improves dairy calves' cognitive performance.

Effects of social versus individual rearing on cognitive performance of dairy calves: learning and reversal learning in a visual discrimination task.

C. Gaillard, M. A. G. von Keyserlingk and D. M. Weary

Abstract

Early social housing is known to benefit cognitive development in laboratory animals. Pre-weaned dairy calves are typically housed alone but no work to date has addressed the effect of individual versus social housing on cognitive performance on these animals. The aim of this study was to determine the effects of social housing on performance in a discrimination learning and reversal task. Holstein calves were either housed individually in a standard calf pen (n=8) or kept in pairs using a double pen (n=8). Starting at 3 weeks of age, calves were tested twice daily in a Y-maze. Calves were initially trained to discriminate two colors (black and white) until they reached the learning criterion of 80% correct over 3 consecutive sessions. Training stimuli were then reversed (i.e. the previously rewarded color was now unrewarded, and vice-versa) and training continued until calves re-reached the learning criterion. Calves from the two treatments showed similar rates of learning in the initial discrimination task, but when stimuli were reversed the individually housed calves showed slower rates of learning. These results provide the first direct evidence that early social contact improves learning abilities in dairy calves.

Key words: pair housing, social contact, color, perception, reversal learning

1. Introduction

On many dairy farms, calves are separated from the cow and housed in individual pens throughout the first weeks of life. Social housing provides greater opportunity for the calves to perform play behavior and other social behaviors, likely benefiting calf welfare (Faerevik et al., 2006, Jensen et al., 1997). Social housing early in life also reduces calf responses to weaning and improves performance after weaning when calves are typically introduced into group housing (De Paula Vieira et al., 2010, 2012a, b).

Early social housing may also benefit cognitive development. As reviewed by Fone and Porkess (2008), rats reared in social isolation show cognitive deficits, including impaired habituation relative to socially reared rats. No work to date has specifically assessed cognitive performance in calves, but recent studies have shown that socially isolated calves take longer to access feed in a novel environment (De Paula Vieira et al., 2010; 2012a).

Reversal learning is used to measure learning ability (Sappington et al., 1997) and can be thought of as test of learning to learn. Animals are initially trained using a discrimination task until they reach a specified learning criterion; at this point the training cues are reversed (i.e. responses to what was the original positive cue are no longer rewarded and vice versa). Rats reared in isolation show similar performance to socially housed rats in a simple discrimination task, but show much slower learning when test stimuli are changed (McLean et al., 2008).

The aim of this study was to test the effects of individual versus pair housing of dairy calves on initial discrimination learning and reversal learning. We predicted that the initial discrimination learning would be similar in the individual and socially reared calves, but individually housed calves would show slower learning on the reversal task. This prediction is based on the results obtained on rats: isolation rearing has been shown to impair reversal

learning but not acquisition (Krech et al., 1962; Porkess, 2008).

2. Material and methods

2.1. Animals, housing and diet

The experiment was conducted using 16 calves housed at the University of British Columbia's Dairy Education and Research Centre in Agassiz, BC. Calves were separated from the dam within 6 h of birth, housed in individual pens (1.2x2m) for 4 d, and then assigned to either continued individual housing (n=8 calves) or pair housing (n=8 calves housed in double pens measuring 2.4x2m). All pens were sawdust bedded. Pasteurized whole milk was fed via teat, 4 L twice a day. Starter, hay and water were available *ad libitum*.

2.2. Materials and Methods

From birth to 3 weeks of age no testing was performed. During the last five days of the third week calves spent 10 minutes each day alone in the experimental pen to habituate to the test pen (3x4.6m) and Y-maze (*Fig. 1*). During the last three visits, the calf was fed from bottles of milk in both arms of the Y-maze.

Training began at 4 weeks of age. Calves were tested twice a day at 07:30 to 09:30 and 15:00 to 17:00. A 2 L bottle covered with a white wooden box was positioned at the end of one arm of the Y-maze, immediately adjacent to a white square (measuring 80 by 95 cm). An identical box, bottle and square were placed in the opposite arm but in this case the base and square were painted black. Calves were alternately assigned to training with the white positive (i.e. the white side had a bottle containing milk and the black one was empty) or black positive (the black side had milk and the white one was empty). During the first 2 training sessions calves experienced 4 forced 'choices' where only the arm with either the positive or negative stimulus were available. Stimuli were presented in a 1/2/1 sequence.

Following the forced trials during the first two sessions, and for every subsequent training session, calves experienced 12 choice trials. Choice trials started when the calf crossed the start line of the Y-maze and stopped when the calves reached a teat. If the calf chose the rewarded option, the calf was allowed to calf to drink for 5 s, consuming on average 0.3 L. The calf was then gently guided into the exit of the Y-maze and was able to immediately return to the start position for a new choice. If the calf chose the side without milk, the trial stopped and the calf was unable to return to the start gate for 20 s.

The discriminative stimuli (e.g. black versus white squares and boxes) were alternated between the two arms of the Y-maze using Gellerman's (1933) sequence (1/1/2/3/3/2), selected by Fellow (1967) to ensure the calf was learning the visual cue rather than location (i.e. left versus right sides of the arm). Calves received 4 L of milk per session.

Training continued until the calf reached the learning criterion of over 80% correct during 3 consecutive sessions. Once calves had reached this leaning criterion discriminative stimuli were reversed; i.e. calves that were initially trained to associate the white with milk now had milk access paired with the black stimulus and vice versa. Testing continued with the new stimuli (and the same Gellerman sequence) until the learning criterion was again met.

2.3. Statistical analysis

The percentage of correct choices (performance) during a session, the number of sessions required until the calf reached the learning criterion and the side chosen were measured for

both the initial discrimination and the reversal task. The latency to choose a side (i.e. time from leaving the start zone of the y-maze; from when the ears crossed the start line until the calf touched the teat) was measured for each trial from video. Only the first sessions of each step were selected for the analysis because all the calves are present for these sessions.

The percentage of correct choices and the durations of correct and incorrect choices were averaged per session for each calf. The effect of treatment on % correct choices and choice duration was tested using the MIXED procedure in SAS (version 9.2) using an autoregressive covariance structure. The model specified session as a repeated measure and calf as the subject. Session x treatment interactions were tested but were never significant. Data were analyzed separately in 2 periods: the simple discrimination step (session 0 to 8) and the reversal step (session 0 to 10).

To test for a left/right bias, we compared of times calves chose the right arm of the Y-maze with a 50:50 expectation using a binomial test.

4. Results

During the initial color discrimination training, calf performance (% correct) improved steadily with no difference between treatments (*Fig. 2*). Calves reached the learning criterion after on average of 14.4 ± 4.3 training sessions. When the training stimuli were reversed, calves in both treatments initially performed poorly; during the first few trials performance was below chance (50%) as calves persisted in responding to the stimuli as if the reinforcement had not been reversed. Individually housed calves showed a longer period of persistence compared to the pair-housed calves; the percent of correct choices was lower for the individually housed calves than pair-housed calves throughout the reversal training phase of the experiment ($F=7.33$, $df=14$, $p=0.018$); calves in both treatments eventually reached the learning criterion after on average 20.9 ± 5.8 training sessions; the number of sessions required to reach the criterion did not differ between treatments.

During the initial training calves showed no consistent side bias (i.e. right versus left side of the Y-maze). However, during the reversal training calves housed individually showed a preference for the left arm (mean: 45.9% of right side chosen). Calves housed in pairs showed no bias (mean: 51.7% of right side chosen) (*Fig.3*).

5. Discussion

As expected, calves housed in pair showed better learning during the reversal task than did calves housed alone. This result is consistent with the results of De Paula Vieira et al. (2012 a) who found that early social contact reduced the time calves required to discover and use a new feeder, a difference these authors attributed to a cognitive deficit in individually housed calves. This result corresponds to the rats' literature too. Isolated reared rats show impairment during reversal learning (Krech et al., 1962) more precisely when they have to adopt a new strategy (i.e. when the cues are reversed) (Morgan et al., 1973 and 1977).

Previous research has shown that calves are able to discriminate between various similar shapes (Baldwin, 1981). We suggest that future studies consider using adding an extra-dimensional shift in training stimuli (to shapes instead of color) as well as the reversal task used in the current study. We predict that the treatment will have a similar effect during a shift phase and during the reversal phase as it have been discovered on rats. Rats reared in isolation show impairments in the extradimensional task when compared with socially reared rats (McLean et al., 2008). Rats reared in isolation show lower performance in the extradimensional task (Schrijwer et al., 2001 ; Birrel et al., 2000). Ideally the experiment would begin by initially training half of the calves with the color dimension (simple discrimination and reversal) and then the shapes (simple discrimination and reversal) – and

the other half first with the shapes and then the colors. It would permit to determine which dimension is easier for the calf to be trained with.

6. Conclusion

Both individually and socially housed were able to learn a simple color discrimination, and then re-learn the task when the color treatments were reversed. Initial discrimination learning was similar for socially and individually housed calves, but the socially housed calves were able to recover more quickly when the training stimuli were reversed. More flexible learning (as demonstrated by improved performance in reversal tasks) has also been shown in other species. The results of this study suggest that the common method of individual housing for dairy calves results in a learning deficit; this deficit has ethical implications (should we house calves in ways that impair cognitive function) and practical implications (perhaps making calves more flexible in their responses to changes in management and housing as frequently occurs on commercial farms).

Acknowledgment

Thanks to Zoë Cocker and Kathleen Ma, students at the UBC Animal Welfare Program and the UBC Dairy Education and Research Centre for their help on the experiments and video analysis.

References

Baldwin B.A. (1981). Shape discrimination in sheep and calves. *Animal Behavior*, 29, 830-834.

Blackmore T.L. (2009). The use of signs to facilitate maze learning in dairy cows (*Bos taurus*). PhD, University of Waikato, New-Zealand.

Burman O.H.P., Parker R.M.A., Paul E.S. and Mendl M. (2008). A spatial judgement task to determine background emotional state in laboratory rats (*Rattus norvegicus*). *Animal Behavior*, 76, 801-809.

Candland D.K. (1968). *Psychology: The Experimental Approach*. New York: McGraw-Hill Book Company.

Cole J. (1951). A study of discrimination reversal learning in monkeys. *Journal of Comparative Physiological Psychology*, 44. In Riopelle, A.J. (Ed), (1967). *Animal Problem Solving: Selected readings*, 467-472. UK: Penguin Books Ltd.

Davidson R.S. (1966). Operant stimulus control applied to maze behavior: heat escape conditioning and discrimination reversal in *Alligator Mississipiensis*. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 9, 671-676.

De Paula Vieira A., von Keyserlingk M.A.G., Weary D.M. (2012 a). Presence of an older weaned companion influences feeding behavior and improves performance of dairy calves before and after weaning from milk. *Journal of Dairy Science*, 95, 3218-3224.

De Paula Vieira A., de Passillé A.M., Weary D.M. (2012 b). Effects of the early social environment on behavioral responses of dairy calves to novel events. *Journal of Dairy Science*, 95, 5149-5155.

De Paula Vieira A., von Keyserlingk M.A.G., Weary D.M. (2010). Effects of pair versus single housing on performance and behavior of dairy calves before and after weaning from

milk. *Journal of Dairy Science*, 93, 3079-3085.

Ennaceur A. and Delacour J. (1988). A new-trial test for neurobiological studies of memory in rats. 1: Behavioral data. *Behavioural Brain research*, 32, 47-59.

Faerevik G., Bak Jensen M. and Egil Boe K. (2006). Dairy calves social preferences and the significance of a companion animal during separation from the group. *Applied Animal Behaviour Science*, 99, 205-221.

Fellows B.J. (1967). Change stimulus sequences for discrimination tasks. *Psychological Bulletin*, 67, 87-92.

Flower F. and Weary D.M. (2001). Effects of early separation on the dairy cow and calf: 2. Separation at 1 day and 2 weeks after birth. *Applied Animal Behavior Science*, 70, 275-284.

Gellerman L.W. (1933). Chance orders of alternating stimuli in visual discrimination experiments. *J. Genet. Physiol.*, 42, 206-208.

Heidbreder C.A., Weiss I.C., Domeney A.M. et al (2000). Behavioural, neurochemical and endocrinological characterization of the early social isolation syndrome. *Neuroscience*, 100, 749-768.

Jensen M.B., Vestergaard K.S., Krohn C.C. and Munksgaard L. (1997). Effect of single versus group housing and space allowance on responses of calves during open-field tests. *Applied Animal Behaviour Science*, 54, 109-121.

Krech D., Rosenzweig M. R. and Bennett, E. L.(1962). Relations between chemistry and problem-solving among rats raised in enriched and impoverished environments. *J Comp Physiol Psychol.*, 55, 801-807.

Levine M.W. and Shefner J.M. (1991). *Fundamentals of sensation and perception* (Second edition). California: Brooks/Cole Publishing Company.

McLean S.L., Grayson B., Harris M. et al (2008). Isolation rearing impairs novel object recognition and attentional set shifting performance in female rats. *Journal of Psychopharmacology*.

North A.J. (1950). Improvement in successive discrimination reversals. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 43, 442-460.

Paul E.S., Harding E.J. and Mendl M. (2005). Measuring emotional processes in animals: the utility of a cognitive approach. *Neuroscience Biobehavioral Reviews*, 29, 469-491.

Porkess M.V. (2008). The impact of social isolation on rats behavior. Degree of Doctor of Philosophy, University of Nottingham, 247p.

Sappington B.K.F, McCall C.A., Coleman D.A., Kuhlers D.L. and Lishak R.S. (1997). A preliminary study of the relationship between discrimination reversal learning and performance tasks in yearling and 2-year-old horses. *Applied Animal Behaviour Science*, 53, 157-166.

Schaeffer R.G. and Sikes J.D. (1971). Discrimination learning in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 54, 893-896.

Schubert M.I., Porkess M.V., Dashdorj N. et al (2009). Effects of social isolation rearing on

the limbic brain: a combined behavioral and magnetic resonance imaging volumetry study in rats. *Neuroscience*, 159, 21-30.

Rehkämper G. and Görlach A. (1996). Visual discrimination in adult dairy bulls. *Journal of Dairy Science*, 80, 1613-1621.

Rose J., Schmidt R., Grabemann M., Güntürkün O. (2009). Theory meets pigeons : the influence of reward-magnitude on discrimination learning. *Behavioural Brain Research*, 198, 125-129.

Figure 1. Experimental pen

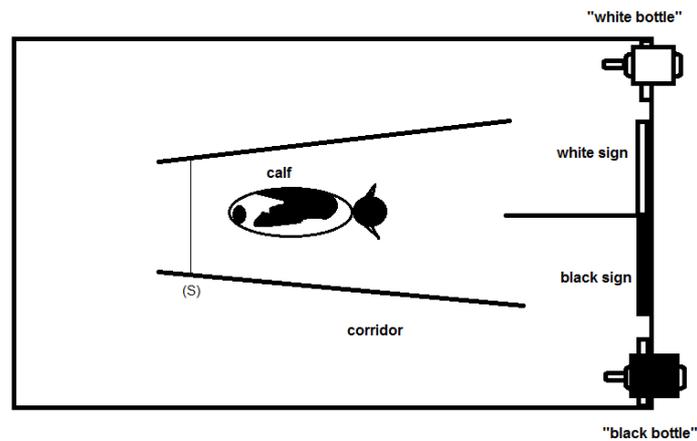
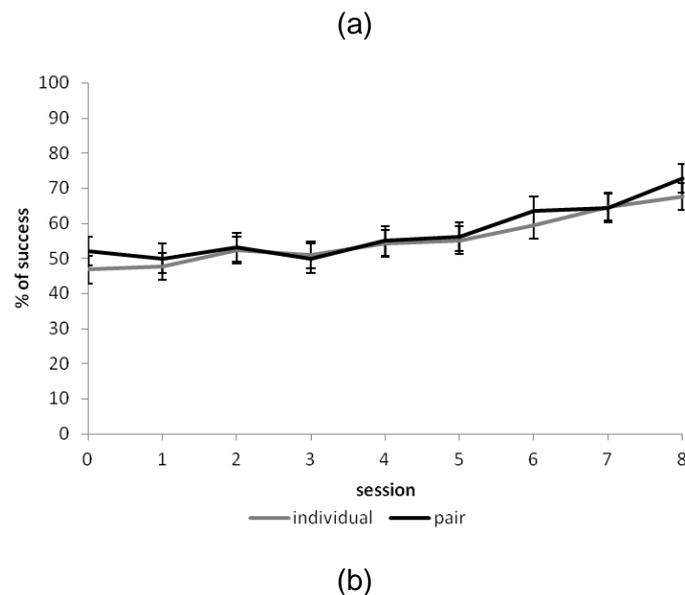


Figure 2. Performance's evolution during initial discrimination (a) and the reversal task (b)



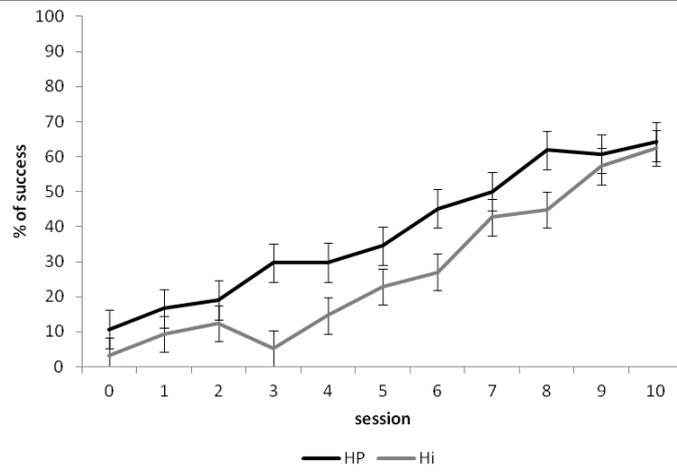
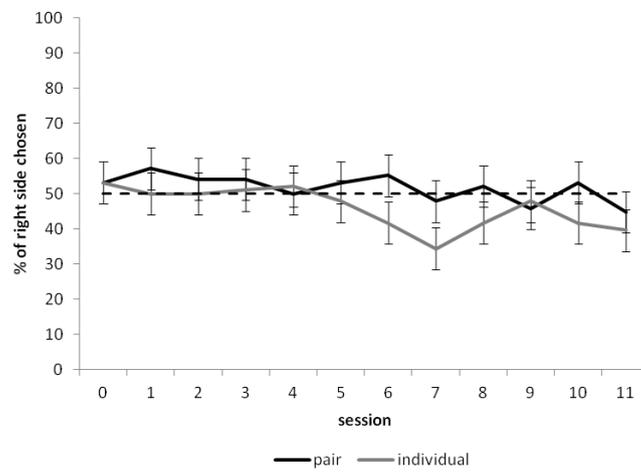
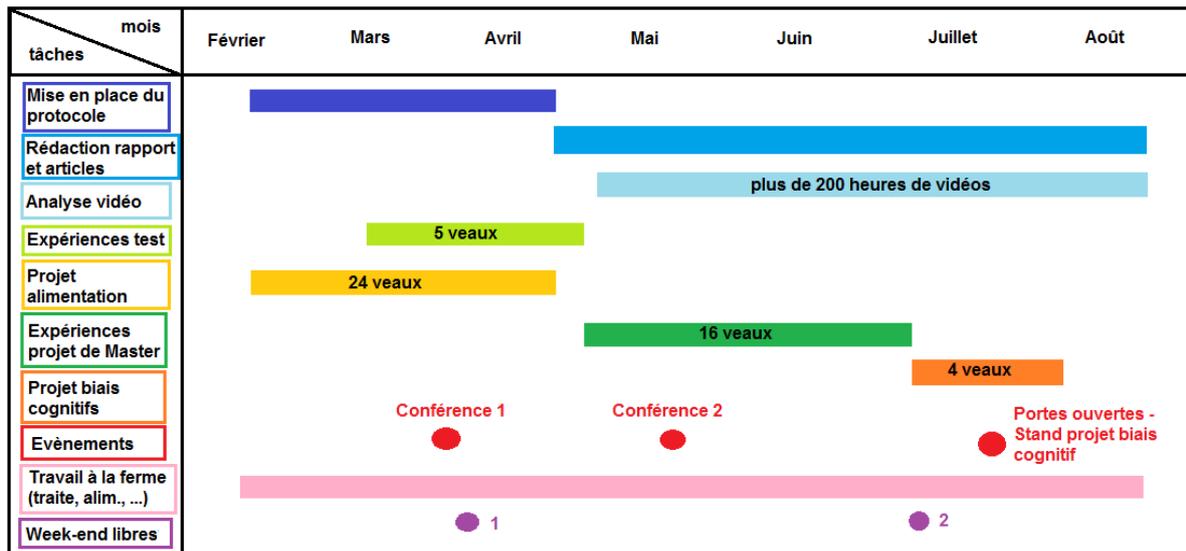


Figure 3. Preference for the right side during the reversal task

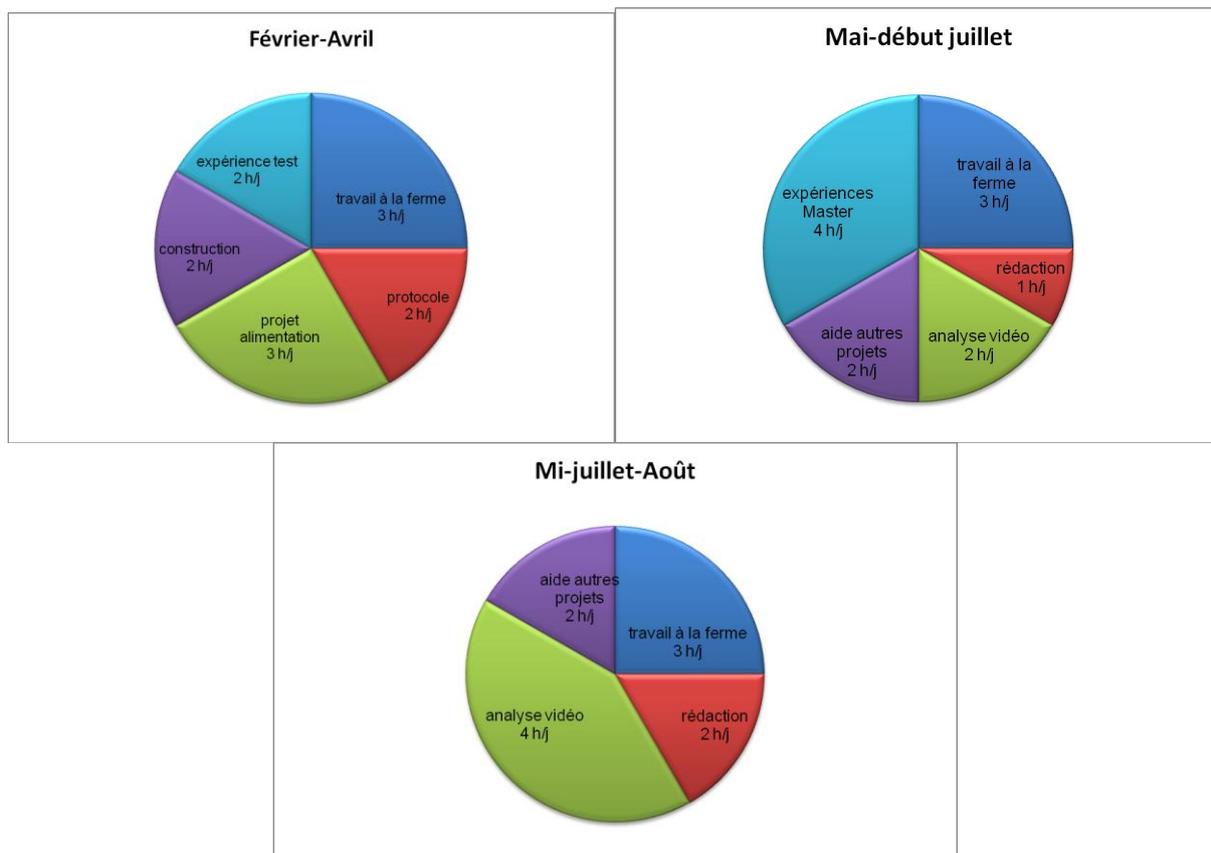


Annexe III. Planning des 6 mois de stage à UBC Dairy et répartition du temps

➤ Planning des 6 mois



➤ Répartition des activités sur une journée moyenne de 12 heures (7j/7)



Short communication: Effects of social versus individual rearing of dairy calves on cognitive performance – novel object test

C. Gaillard, M. A. G. von Keyserlingk and D. M. Weary

Abstract

The aim of this project was to determine how social versus individual rearing of dairy calves affects cognitive development. For the first 7 weeks of life Holstein calves were either housed individually ($n = 8$) in a standard calf pen or housed in pairs ($n = 10$) in a double pen. Calves were tested individually using a novel object recognition test starting at 7 weeks of age using a test pen that contained one novel object (a red bin) that calves were able to approach and explore. After the initial test calves were retested 7 times at different inter-trial intervals from 5 min to 24 h. Exploration time of the novel object averaged 37.6 ± 13.9 s and did not differ for calves reared individually and in pairs. The calves spent more time exploring the object during the first sessions (45.3 ± 14.1 s), than during retesting (24.9 ± 13.7 s) even when the interval between tests was 24 h.

1. Introduction

On many dairy farms, calves are separated from the cow and housed in individual pens throughout the first weeks of life. Social housing provides greater opportunity for the calves to perform play behavior and other social behaviors, likely benefiting calf welfare (Faerevik 'et al', 2006, Jensen 'et al', 1997). Social housing early in life also reduces calf responses to weaning and improves performance after weaning when calves are typically introduced into group housing (De Paula Vieira 'et al', 2010, 2012 a, b).

Early social housing may also benefit cognitive development. In rats, social isolation increases hyperactivity and impairs memory and learning (Heidbreder 'et al', 2000; McLean 'et al', 2008). No work to date has specifically assessed cognitive performance in calves, but recent studies have shown that socially isolated calves take longer to access feed in a novel environment (De Paula Vieira 'et al', 2010, 2012 a). This type of cognitive deficit can have important effects on welfare, for example, by reducing the animal's ability to modify behavior in response to environmental changes.

The Novel Object Recognition (NOR) test has been highlighted as being relevant model for studying visual learning and memory (Ennaceur and Delacour, 1988). It's a non-spatial test of recognition memory, which is ethologically relevant as it relies on the animal's natural tendency to explore novel objects and environments. MacLean et al (2008) used this test to investigate the effects of isolation rearing on cognitive performance in female rats. They discovered that rats reared in isolation show deficits in recognition memory and executive function as shown by impaired ability to discriminate between the novel and familiar objects in the retention trial of the NOR test.

Calves housed individually show stronger responses to novel situations (Jensen et al, 1997). Calves housed individually are more active (less time standing, more time running) and more reactive (more defecations and abrupt movements) than calves housed in pair when they are individually released in a novel area, indicating that responses to environmental novelty are reduced in pair housed versus individual housed calves (De Paula Vieira et al., 2012 b).

The effects of social housing on NOR has not previously been tested. The first aim of the current study was to use the NOR test to show cognitive differences between the calves housed in pairs (HP) and calves housed individually (Hi), during the acquisition phase (first exploration) and the others (different inter-trials tested). A secondary aim was to determine how the effect of inter-trial interval on responses to the object during a second exposure. We predicted that individually housed calves would have to explore longer the objet during a

session make it familiar and would have a shorter memory than the calves (HP). For this last part, we will try to define how long the calves of each treatment can memorize the object.

2. Material and methods

2.1. Animals, diet and housing

The experiment was conducted using 18 calves housed at the University of British Columbia's Dairy Education and Research Centre in Agassiz, BC. Calves were separated from the dam within 6 h of birth, housed in individual pens (1.2×2m) for 4 d, and then, at 5 d, assigned to either continued individual housing (n=8 calves) or pair housing (n=10 calves, a double pen measuring 2.4×2m). All pens were sawdust bedded. Pasteurized whole milk was fed via teat, 4 L twice a day; starter, hay and water were available *ad libitum*. Calves were tested at 7 weeks of age, just before weaning.

2.2. Experimental procedure

The calves were tested individually in a familiar test pen (3×3.6m). After 5 min, a novel object (a plastic red bin of 60 cm of diameter and 40 cm height) was put in the center of the experimental pen and the calf was provided 5 min to explore (first inter-trial interval, ITI=0). Each calves were retested 7 times with different inter-trial interval (ITI = 5 min, 30 min, 1h, 2h, 6h, 12h, 24h), chosen at random, during 3 consecutive days. The time calves spent exploring the object was measured during each session; exploration was defined as sniffing, licking, pushing the object or head turned toward the object at a distance ≤ 20 cm.

2.3. Statistical analysis

The effect of treatment on the exploration time was tested using the MIXED procedure in SAS (version 9.2) using an autoregressive covariance structure. The model specified session as a repeated measure and calf as the subject. Sessions by treatment interactions were tested but never significant. We assumed significance when $P < 0.05$.

3. Results

For both treatments, exploration declined over repeated testing sessions (*Fig. 1*). Individually housed calves showed a numerically greater decline for inter-trial intervals less than 2 h, and pair housed calves a greater decline for the subsequent intervals.

4. Discussion

Calves recognized an initially novel object when retested; exploration times declined with multiple testing. The results also suggest that this memory of the object persists at least 24 h, the longest inter-trial interval employed in this study. However, we found no evidence of an effect of social housing on either the initial response to the object, on the rate at which the calves habituated to the test, or on the duration of the memory.

To continue this experiment, it will be interesting to find how long the calves can memorize an object and to do the entire novel object experiment built by Ennaceur and Delacour (1988) and tested on rats by MacLean et al (2008). If we follow this protocol and add a second object during retesting, we can calculate some indexes of memory that would allow us to compare more precisely the group tested and their reaction in front of a familiar object (first object) and a novel object (second object).

References

De Paula Vieira A., von Keyserlingk M.A.G., Weary D.M. (2012 a). Presence of an older

weaned companion influences feeding behavior and improves performance of dairy calves before and after weaning from milk. *Journal of Dairy Science*, 95, 3218-3224.

De Paula Vieira A., de Passillé A.M., Weary D.M. (2012 b). Effects of the early social environment on behavioral responses of dairy calves to novel events. *Journal of Dairy Science*, 95, 5149-5155.

De Paula Vieira A., von Keyserlingk M.A.G., Weary D.M. (2010). Effects of pair versus single housing on performance and behavior of dairy calves before and after weaning from milk. *Journal of Dairy Science*, 93, 3079-3085.

Ennaceur A. and Delacour J. (1988). A new-trial test for neurobiological studies of memory in rats. 1: Behavioral data. *Behavioural Brain research*, 32, 47-59.

Faerevik G., Bak Jensen M. and Egil Boe K. (2006). Dairy calves social preferences and the significance of a companion animal during separation from the group. *Applied Animal Behaviour Science*, 99, 205-221.

Flower F. and Weary D.M. (2001). Effects of early separation on the dairy cow and calf: 2. Separation at 1 day and 2 weeks after birth. *Applied Animal Behavior Science*, 70, 275-284.

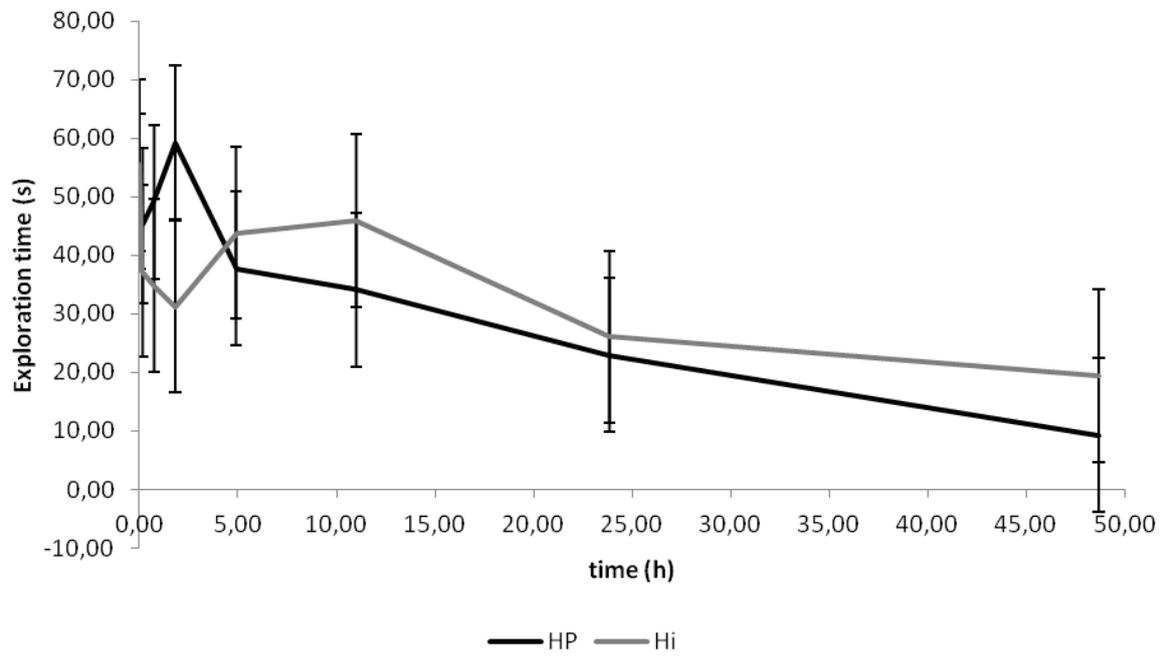
Heidbreder C.A., Weiss I.C., Domeney A.M. et al (2000). Behavioural, neurochemical and endocrinological characterization of the early social isolation syndrome. *Neuroscience*, 100, 749-768.

Jensen M.B., Vestergaard K.S., Krohn C.C. and Munksgaard L. (1997). Effect of single versus group housing and space allowance on responses of calves during open-field tests. *Applied Animal Behaviour Science*, 54, 109-121.

McLean S.L., Grayson B., Harris M. et al (2008). Isolation rearing impairs novel object recognition and attentional set shifting performance in female rats. *Journal of Psychopharmacology*.

Paul E.S., Harding E.J. and Mendl M. (2005). Measuring emotional processes in animals: the utility of a cognitive approach. *Neuroscience Biobehavioral Reviews*, 29, 469-491.

Figure 1. Exploration time of the object during the sessions, for the calves housed in pair (HP) and individually (Hi)





Diplôme : Diplôme d'Agronomie Approfondie (DAA)
Spécialité : Ingénierie Zootechnique

Enseignant référent : Yannick LE COZLER

Auteur(s) : **Charlotte GAILLARD**

Date de naissance : 31/05/1988

Nb pages : 67 Annexe(s) : 4

Année de soutenance : 2012

Organisme d'accueil : **UBC Dairy Education and Research Centre**

Adresse : P.O. Box 202, 6947 # 7 Highway

Agassiz, BC

CANADA VOM1AO

Maître de stage : Dan Weary

Titre français : Effets de l'élevage en groupe ou individuel sur les performances cognitives des veaux laitiers.

Titre anglais: Effects of social versus individual rearing of dairy calves on cognitive performance.

Résumé :

Le contact social précoce est bénéfique pour la santé, la croissance et le comportement des veaux laitiers. Les veaux logés en binôme 4 jours après la naissance prennent plus de poids, vocalisent moins pendant le sevrage et s'habituent plus facilement aux changements d'environnement que les veaux logés seuls. Le logement en binôme pourrait aussi favoriser le développement cognitif, comme on l'a découvert chez les rats. Le but de cette étude était de déterminer les effets du logement des veaux laitiers sur leurs performances cognitives de la naissance à 8 semaines d'âge. A 4 jours, 16 veaux Holstein sont répartis : 8 veaux restent seuls et 8 sont logés en binôme. A 3 semaines, les veaux sont testés deux fois par jour dans un enclos en forme de Y permettant un choix entre deux options. Les veaux sont entraînés à différencier deux couleurs (noir et blanc) puis les stimuli sont inversés et les veaux entraînés de nouveau. Ils doivent ensuite différencier des formes (triangle et cercle) suivant le même protocole. A 7 semaines, les effets du logement pendant un test d'objet nouveau sont testés. Les résultats montrent que les veaux sont capables de différencier des couleurs et aussi des formes. Le logement a une influence sur les performances cognitives des veaux : les veaux logés en binôme sont plus performants pendant l'inversion que les veaux logés individuellement. Les veaux logés seuls ont également besoin de plus de temps pour mémoriser un objet que les veaux en binôme. Le contact social précoce favorise le développement des capacités d'apprentissage et de mémorisation.

Abstract:

Early social housing is beneficial for the health, the growth and the behavior of young dairy calves. The calves housed in pair 4 days after birth take more weight, vocalize less during weaning and get used to the group life and environment change more easily than calves housed individually. Pair housing may also benefit cognitive development, as it has been discovered on rats. The aim of this study was to determine the effects of housing of dairy calves on cognitive performance, from birth to 8 weeks of age. 4 days after birth, 16 Holstein calves were divided: 8 calves kept living alone and 8 calves were housed in pair. After 3 weeks, the calves were tested twice a day in an experimental wooden Y-maze allowing a choice between two options. The calves were first trained to discriminate between two colors (black and white) and then the stimuli were reversed and the calves were trained again to discriminate the colors. After, the calves had to discriminate between shapes (triangle and circle) following the same protocol. At 7 weeks the effects of housing during a novel object test have been tested. The results show that the calves are able to discriminate between colors and also between shapes. The housing has an influence on the calves' cognitive performance: the calves housed in pair show a better performance during the reversal than the calves housed individually. Concerning the novel object test, the calves housed alone need more time to memorize the object than the calves housed in pair. Early social contact helps them to develop learning and memorization abilities.

Mots-clés : cognition, apprentissage inversé, couleur, logement binôme, contact social

Key Words: cognition, reversal learning, color, pair housing, social contact

