



**HAL**  
open science

# Mécanismes comportementaux d'établissement de l'affinité pour le soigneur : étude sur agneaux élevés en allaitement artificiel

Céline Tallet

► **To cite this version:**

Céline Tallet. Mécanismes comportementaux d'établissement de l'affinité pour le soigneur : étude sur agneaux élevés en allaitement artificiel. Alimentation et Nutrition. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II; Université d'Auvergne - Clermont-Ferrand I, 2006. Français. NNT : 2006CLF21640 . tel-00688759v2

**HAL Id: tel-00688759**

**<https://theses.hal.science/tel-00688759v2>**

Submitted on 18 Apr 2012

**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.

**ECOLE DOCTORALE  
DES SCIENCES DE LA VIE ET DE LA SANTE**

N° d'ordre 434

**THESE**

Présentée à l'Université Blaise-Pascal  
pour l'obtention du grade de

**DOCTEUR D'UNIVERSITE  
(SPECIALITE : ETHOLOGIE COGNITIVE)**

soutenue le 2 février 2006

**CELINE TALLET**

---

**MECANISMES COMPORTEMENTAUX D'ETABLISSEMENT  
DE L'AFFINITE POUR LE SOIGNEUR : ETUDE SUR  
AGNEAUX ELEVES EN ALLAITEMENT ARTIFICIEL**

---

Directeurs de thèse : Xavier Boivin et Isabelle Veissier

Membres :	P. Chambres	Prof.	Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand
	H. Erhard	Senior Research Scientist	Macaulay Institute, Aberdeen, GB
	I. Veissier	DR	INRA, Centre de Clermont-Ferrand/Theix
	X. Boivin	CR	INRA, Centre de Clermont-Ferrand/Theix
Rapporteurs :	M.-A. Richard	Prof.	Université de Rennes 1
	B. Deputte	Prof.	Ecole Nationale Vétérinaire, Maisons Alfort

Laboratoire d'accueil

Equipe Adaptation et Comportements Sociaux  
Unité de Recherches sur les Herbivores  
INRA Centre de Clermont-Ferrand Theix  
63122 Saint-Genès-Champanelle





**ECOLE DOCTORALE  
DES SCIENCES DE LA VIE ET DE LA SANTE**

N° d'ordre 434

**THESE**

Présentée à l'Université Blaise-Pascal  
pour l'obtention du grade de

**DOCTEUR D'UNIVERSITE**  
**(SPECIALITE : ETHOLOGIE COGNITIVE)**

soutenue le 2 février 2006

**CELINE TALLET**

---

**MECANISMES COMPORTEMENTAUX D'ETABLISSEMENT  
DE L'AFFINITE POUR LE SOIGNEUR : ETUDE SUR  
AGNEAUX ELEVES EN ALLAITEMENT ARTIFICIEL**

---

Directeurs de thèse : Xavier Boivin et Isabelle Veissier

Membres :	P. Chambres	Prof.	Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand
	H. Erhard	Senior Research Scientist	Macaulay Institute, Aberdeen, GB
	I. Veissier	DR	INRA, Centre de Clermont-Ferrand/Theix
	X. Boivin	CR	INRA, Centre de Clermont-Ferrand/Theix
Rapporteurs :	M.-A. Richard	Prof.	Université de Rennes 1
	B. Deputte	Prof.	Ecole Nationale Vétérinaire, Maisons Alfort

Laboratoire d'accueil

Equipe Adaptation et Comportements Sociaux  
Unité de Recherches sur les Herbivores  
INRA Centre de Clermont-Ferrand Theix  
63122 Saint-Genès-Champanelle





L'aboutissement de ce travail de thèse, je le dois avant tout à Xavier Boivin et Isabelle Veissier qui m'ont accueillie dans l'équipe Adaptation et Comportements Sociaux de l'Unité de Recherche sur les Herbivores du site de Theix de l'INRA. Ils ont, plus qu'encadré, guidé jour après jour mon travail. Xavier, tu m'as appris que rien n'est jamais simple, même le résultat le plus évident peut cacher des choses insoupçonnables ! Je suis vraiment ravie du résultat de notre collaboration. Isabelle, ton esprit clair et synthétique et tes encouragements m'ont beaucoup aidé dans cette aventure. Je ne comprendrais jamais comment tu peux gérer toutes tes activités à la fois tout en corrigeant mes écrits en un temps record !

Ces trois années n'ont pas été seulement trois ans de dur labeur, mais aussi une expérience humaine très enrichissante pour moi. L'équipe ACS est un nid bien douillé duquel on ne voudrait jamais partir. Je remercie donc chacun de vous pour m'avoir si bien accueillie et supportée : Xavier et Isabelle encore, Eric Delval, Gilles Toporenko et Stéphane Andanson les comparses des pauses café, Alain Boissy et ses émotions, Gérard Després qui est si loin..., Gilbert Trillat et les tracas d'ordi, Hervé Dubroeuq. Merci aussi de m'avoir permis de découvrir une partie de la Finlande et du Japon grâce aux congrès, cela restera l'un des merveilleux souvenirs de ces trois années. Merci aussi à Madeleine Delpoux, Pascale Francisco et Claudine Tixier qui nous aident chaque jour à nous dépatouiller de toutes les procédures administratives. Merci également à Maryse Teyssède qui s'occupe si bien des non-titulaires.

Toutes les expériences n'auraient pas pu être menées sans la participation et l'investissement de toute l'équipe expérimentale de la bergerie du centre, dirigée par Hervé Tournadre, Jean-Bernard Teuma et Pascal Faure. Je remercie particulièrement Pascal Payard, Mickaël Bernard et Dominique Chassaignes qui ont endossé le rôle de soigneur pour mes agneaux et ont donc passé des semaines à tantôt s'asseoir sans bouger, sans parler, tantôt donner des biberons, tantôt caresser les agnelles... Merci de votre dextérité, merci de m'avoir donné quelques uns de vos week-ends, merci et encore merci ! Un énorme merci également à Lionel Lavelle et Bernard Mallet qui ont veillé mes petits pendant leurs premières nuits, et à Christine Ravel (tu te souviendras de moi quand Edouard aura son prix nobel !), Bernard Guillaume, Didier Gouttebel et Marc Planeix qui ont préparé le lait des agneaux avec tous les autres. Merci aussi à tous pour la construction des parcs de tests et pour le transport des agneaux, pour le café aussi... J'espère surtout que vous vous êtes tous mis à porter des jupes vertes et orange et des tenues d'apiculteur, je suis sûre qu'on peut lancer une mode !

Durant ces trois années, j'ai croisé la route ou partagé le bureau de nombreux stagiaires. Je remercie encore ceux qui ont participé aux expériences de la thèse : Sébastien, Christelle, Sacco, Jérémy. Une pensée également pour Lucile, Lise, Luc, Lara, Raphaëlle, Nicolas, Anne, Emilie, Aurélie, Caroline. J'ai vraiment apprécié les moments de détente qui ponctuaient notre travail.

Je tiens également à remercier Jean-Baptiste Coulon, directeur de l'URH, ainsi que Christian Touraille et Michel Beckert, Présidents successifs du centre de Theix de m'avoir accueillie à Theix. Merci également à tout l'équipe pour la bonne humeur journalière.

J'ai également eu le plaisir de travailler avec Raymond Nowak, David Val-Laillet et Camille Liaigre de l'équipe Comportement de l'INRA de Nouzilly. J'ai réellement apprécié ces collaborations. M'investir dans d'autres expériences a été très enrichissant.

Je tiens également à remercier les membres du comité de thèse, Bertrand Deputte, Raymond Nowak et Pascal Poindron. Merci également à tous ceux qui ont accepté de lire le manuscrit et d'en juger la clarté (en particulier Eric, Gilles et Stéphane). J'adresse également ma reconnaissance à Marie-Annick Richard, Hans Erhard, Bertrand Deputte et Patrick Chambres qui ont accepté de juger ce travail. Mes remerciements vont également au département PHASE (feu ENA) et à la Région Auvergne qui ont financé ces trois années.

Je ne serais jamais arrivée jusque là sans Richard Porter, Michel Picard et Cécile Arnould de l'INRA de Nouzilly qui m'ont encadrée au cours de mes stages de Maîtrise et de DEA. C'est grâce à vous que j'ai pu faire mes premiers pas dans la recherche, grâce à la confiance que vous m'avez accordée et à vos encouragements incessants. Merci Dick d'avoir accepté de lire quelques écrits de ma thèse. Merci aussi à Claude Baudoin, directeur du DEA de Biologie du Comportement de l'Université de Paris 13 et à Marie-Annick Richard, de l'Université de Rennes 1, pour ses enseignements et ses conseils.

Merci aussi à tous mes amis, ceux qui ont traversé la France pour venir à Clermont (!) et les autres : Titi, Audrey P, Armelle, Lucile et Lise (encore), Phoua, Fabienne (Martinique), Marina, Isabelle, les DEAistes qui m'ont fait supporter la banlieue parisienne.

Mon dernier merci, mais pas le moindre, ira à mes parents qui ont dès le départ cru en moi et dont les sacrifices m'ont permis d'arriver au bout de ce rêve. Merci aussi à ma soeurette, Mimie, que j'adore. A tous les membres de ma famille qui croient que seuls les génies peuvent arriver là (vous verrez en lisant ce manuscrit qu'il n'y a rien d'extraordinaire dans ce travail). Ma vie d'éternelle étudiante se termine là !

Les mythes que nous tissons reflètent  
inévitavelmente un fragment de vérité éternelle.

John Ronald Reuel TOLKIEN  
(1892 – 1973)



## TABLE DES MATIERES

<b>INTRODUCTION</b> .....	1
<b>CONTEXTE DE LA THESE</b> .....	3
1. La construction de l'environnement social du jeune mammifère .....	7
1.1. Le développement de la vie sociale du jeune .....	7
1.1.1. Présentation succincte de l'attachement social .....	7
1.1.2. Propriétés de la figure d'attachement.....	11
1.2. La première relation sociale : l'attachement du jeune animal pour sa mère .....	12
1.2.1. Une relation liée à des besoins du nouveau-né .....	13
1.2.1.1. Le nouveau-né a besoin de téter .....	13
1.2.1.2. Le nouveau-né a besoin de chaleur et de contact social.....	14
1.2.2.L'expression de l'attachement du jeune à sa mère.....	15
1.3. L'élargissement de l'univers social aux autres individus de l'espèce.....	16
1.4. La possibilité d'établir des relations voire des attachements inter-spécifiques .....	17
2. Une relation inter-spécifique particulière : la relation entre les mammifères non humains et l'homme .....	20
2.1. L'environnement social module les possibilités d'établir une relation avec l'homme .	21
2.1.1. Les conséquences de la présence de la mère.....	21
2.1.2. Les conséquences de la présence des congénères .....	21
2.2. Certaines caractéristiques des deux partenaires peuvent influencer l'établissement de la relation.....	22
2.2.1. Les caractéristiques de l'animal.....	22
2.2.1.1. Sa génétique .....	22
2.2.1.2. Son tempérament.....	23
2.2.1.3. Son sexe.....	23
2.2.1.4. L'existence de périodes sensibles .....	23
2.2.2. La façon dont l'homme perçoit les animaux .....	24
2.3. Le type de contacts donnés par l'homme est déterminant .....	25
2.3.1. Qualité des contacts.....	25
2.3.1.1. Les contacts physiques aversifs engendrent une peur de l'homme.....	25
2.3.1.2. La simple présence de l'homme est mieux que l'absence .....	25
2.3.1.3. Les contacts physiques doux donnés par l'homme pourraient être bénéfiques	26
2.3.1.4. Les contacts liés à l'alimentation sont bénéfiques .....	27
2.3.2. Quantité de contact.....	27
2.4. De ces interactions découle la perception de l'homme par l'animal.....	27
2.4.1. L'homme qui fait peur.....	28

2.4.1.1. L'homme, un prédateur ? .....	28
2.4.1.2. L'homme, le signal d'évènements aversifs ? .....	28
2.4.2. L'homme qui attire.....	29
2.4.2.1. L'homme, un partenaire social ? .....	29
2.4.2.2. L'homme, une figure d'attachement ? .....	29
2.4.2.3. L'homme, le signal d'évènements positifs ? .....	30
<b>PROBLEMATIQUE .....</b>	<b>33</b>
1. Objectif de la thèse .....	35
2. Démarche expérimentale.....	36
3. Hypothèses de travail .....	36
3.1. Si le conditionnement intervient, avec l'alimentation comme renforçateur .....	36
3.2. Si l'attachement intervient .....	37
<b>METHODE GENERALE .....</b>	<b>39</b>
1. Les animaux .....	41
1.1. La race INRA 401 .....	41
1.2. Animaux et mode d'élevage.....	42
2. Les manipulations humaines et le suivi des animaux .....	43
2.1. Les manipulations par le soigneur.....	43
2.2. Les autres interventions (suivi sanitaire, paillage...) .....	44
3. Les tests comportementaux permettant de déterminer les propriétés de la relation établie .....	45
3.1. Test d'affinité : test d'isolement / présence de l'homme / séparation.....	45
3.2. Test d'exploration selon la présence du soigneur .....	46
<b>CHAPITRE 1 ETUDES METHODOLOGIQUES.....</b>	<b>51</b>
<b>PARTIE 1 REPETABILITE DES REPONSES AU SOIGNEUR ET VALEUR EMOTIONNELLE DE LA PHOTO DU SOIGNEUR.....</b>	<b>55</b>
1. Contexte et objectifs.....	57
2. Méthodes .....	57
3. Résultats .....	57
4. Conclusions .....	58
<i>Article 1 A note on the consistency and specificity of lambs' responses to a stockperson and to their photograph in an arena test.....</i>	<i>59</i>

**PARTIE 2 VALIDATION DE L'UTILISATION D'UN OUTIL DE MESURE DE LA FREQUENCE CARDIAQUE ET MODIFICATION DE L'ACTIVITE CARDIAQUE EN PRESENCE DU SOIGNEUR.....67**

- 1. Contexte et objectifs..... 69
- 2. Méthodes ..... 69
- 3. Résultats ..... 70
- 4. Conclusions ..... 70

*Article 2 Does the use of a device to measure heart rate affect the behavioural responses of lambs to humans?.....71*

**CHAPITRE 2 IMPORTANCE RELATIVE DES CONTACTS TACTILES DOUX ET DE L'ALIMENTATION DONNES PAR LE SOIGNEUR ET UTILISATION DU SOIGNEUR COMME SIGNAL DE L'ALIMENTATION.....85**

- 1. Contexte et objectifs..... 89
- 2. Méthodes ..... 89
- 3. Résultats ..... 89
- 4. Conclusions ..... 90

*Article 3 Human contact and feeding as rewards for lamb's affinity to their stockperson.....91*

**CHAPITRE 3 ETUDE DU MECANISME DE CONDITIONNEMENT AU TRAVERS DE L'UTILISATION DE L'ALIMENTATION COMME UN STIMULUS INCONDITIONNEL.....107**

**PARTIE 1 IMPORTANCE DE L'ASSOCIATION TEMPORELLE ENTRE LA PRESENCE DU SOIGNEUR ET LA DISTRIBUTION ALIMENTAIRE.....111**

- 1. Contexte et objectifs..... 113
- 2. Méthodes ..... 113
- 3. Résultats ..... 114
- 4. Conclusions ..... 114

*Article 4 Food conditioning is not necessary for the development of affinity to a human caregiver in hand-fed lambs.....115*

**PARTIE 2 MOTIVATION ALIMENTAIRE DES AGNEAUX ET PRESENCE DU SOIGNEUR AVANT LA DISTRIBUTION ALIMENTAIRE.....151**

- 1. Contexte et objectifs..... 153
- 2. Méthodes ..... 153

3. Résultats .....	154
4. Conclusions .....	154
<i>Article 5 The separate and interactive effects of starvation and presence just before a food reward on the development of an affinity to the caregiver in artificially suckled lambs.....</i>	<i>155</i>

**CHAPITRE 4 IMPORTANCE DE L'ATTENTION PORTEE AU SOIGNEUR PAR LES ANIMAUX : METHODE DE DISTRIBUTION DE L'ALIMENT.....175**

1. Contexte et objectifs.....	177
2. Méthodes .....	177
3. Résultats .....	178
4. Conclusions .....	178

<i>Article 6 Are feeding procedures important for the development of lambs' affinity to their caregiver?.....</i>	<i>179</i>
---	------------

**CHAPITRE 5 META ANALYSE.....215**

1. Objectifs .....	217
2. Méthodes et Résultats.....	217
2.1. Détermination d'une variable synthétique de la réaction au soigneur .....	217
2.2. Facteurs permettant de différencier les traitements.....	219
2.3. Influence des variables descriptives sur l'affinité .....	221
3. Discussion .....	221
4. Références bibliographiques .....	224

**DISCUSSION GENERALE.....227**

1. Principaux résultats de la thèse .....	232
2. Réflexions sur les méthodes utilisées.....	235
2.1. Le test d'affinité .....	235
2.2. Le test d'exploration.....	239
3. Rôle de l'association du soigneur à la distribution alimentaire dans le développement de l'affinité : le conditionnement alimentaire .....	243
3.1. Lorsque le soigneur annonce la distribution alimentaire .....	243
3.2. Lorsque le soigneur nourrit les agneaux (présence pendant la distribution alimentaire) .....	244

4. Rôle des contacts humains dans le développement de l'affinité : des conditions propices à l'attachement .....	247
4.1. Aucun renforçateur apparent n'est nécessaire à l'expression de comportements d'attachement .....	247
4.2. Facteurs qui pourraient moduler l'attachement.....	248
4.3. La sécurisation potentielle par le soigneur : exploration d'objets.....	249
4.4. Hypothèses qui ne suffisent pas à expliquer tous les résultats.....	250
5. Conclusion : modèle général d'établissement de l'affinité .....	252
6. Implications des résultats .....	253
6.1. Implications théoriques : quid du mécanisme d'attachement ?.....	253
6.2. Implications pratiques .....	254
7. Perspectives de recherche.....	255
7.1. Pourquoi les contacts physiques sont-ils importants ?.....	255
7.2. Quelle perception sensorielle du soigneur ?.....	256
7.3. Quelle représentation « sociale » du soigneur ?.....	257
7.4. Certaines caractéristiques animales sont-elles importantes ?.....	259
7.5. L'environnement social est-il important ? .....	260
7.6. Vers une approche multicritère de l'étude de l'affinité.....	261

<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>265</b>
---	------------

<b>LISTE DES PUBLICATIONS.....</b>	<b>285</b>
------------------------------------	------------

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

### Figures

Figure 1. Schéma des facteurs qui influent sur le développement de la relation entre les mammifères non humains et l'homme .....	20
Figure 2. Ovins de race INRA 401.....	41
Figure 3. Seau de lait sur son support (mode d'alimentation général).....	43
Figure 4. Parcs d'élevage des agneaux (2 rangées).....	43
Figure 5. Homme camouflé pour intervenir en dehors des traitements .....	44
Figure 6. Schématisation du parc du « test d'affinité ».....	46
Figure 7. Schéma des deux parties du « test d'exploration » permettant de mesurer l'utilisation du soigneur comme une base de sécurité .....	47
Figure 8. Objets utilisés lors du test permettant de mesurer l'utilisation du soigneur comme une base de sécurité.....	48
Figure 9. Hypothèses testées concernant l'établissement et l'expression d'une affinité pour le soigneur fondée sur un conditionnement alimentaire .....	230
Figure 10. Hypothèses testées concernant l'établissement et l'expression d'une affinité pour le soigneur fondée sur un attachement .....	230
Figure 11 Exemple d'évènement anxigène .....	241
Figure 12. Biberon posé contre les parois du parc d'élevage.....	245
Figure 13 Brebis léchant son agneau nouveau-né.....	248
Figure 14 Agneaux formant des groupes pour dormir les uns contre les autres.....	248
Figure 15. Schéma représentant les facteurs impliqués ou non dans le déterminisme de l'affinité des agneaux d'allaitement artificiel pour leur soigneur, affinité exprimée dans un environnement nouveau à partir de l'âge de 3,5 semaines.....	252

### Tableaux

Tableau 1 Neurobiologie de l'attachement du jeune à sa mère (d'après les revues de Nelson et Panksepp, 1998 chez les rats et de Young et coll., 2001 chez les campagnols) .....	10
Tableau 2. Description des traitements expérimentaux analysés dans cette thèse et de leurs effets sur certaines réponses en présence du soigneur .....	233

# **INTRODUCTION**



# **CONTEXTE DE LA THESE**



Tout mammifère nouveau-né d'une espèce grégaire va rapidement établir son univers relationnel : c'est la **socialisation**. Cet univers est axé autour de la mère, de la fratrie et des autres membres du groupe social, avec des liens d'affinité pour des individus particuliers. Chez les espèces domestiquées, l'homme fait également partie de cet univers relationnel déjà complexe.

L'homme, en tant que partie intégrante de l'environnement des animaux domestiques, contribue à leur bien/mal-être. Le **bien-être** d'un animal fait référence à une absence de souffrances physique et mentale (peur, douleur, frustration...) (Dawkins, 1990). Il dépend de la perception de l'environnement par l'animal. En 1979, le Farm Animal Welfare Council a défini cinq « libertés » auxquelles les animaux peuvent prétendre en terme de bien-être (Farm Animal Welfare Council, 1992). Elles sont généralement admises dans la communauté scientifique. Ces libertés sont l'absence de faim et de soif, l'absence d'inconfort, l'absence de douleur, de blessure et de maladie, la liberté d'exprimer des comportements normaux, et l'absence de peur et d'anxiété.

Les animaux qui n'ont pas ou très peu de contact avec des humains ont spontanément peur d'eux (Vandenheede et coll., 1998 ; Erhard, 2003). Des contacts appropriés (doux, liés à l'alimentation, voir paragraphe 2.3, p25) permettent de diminuer cette peur, donc le stress, et même de faciliter l'approche du soigneur par les animaux. En ce sens, éliminer les réactions de peur à la faveur des réponses d'approche peut favoriser le bien-être des animaux en présence d'un homme. La réaction des animaux aux hommes est donc l'un des critères d'évaluation du bien-être animal (Bartussek, 1999). Il existe de nombreuses revues bibliographiques qui relatent des effets négatifs de la peur de l'homme et des effets positifs d'une bonne relation entre les animaux d'élevage et l'homme (Rushen et coll., 1999b ; Hemsworth, 2003 ; Boivin et coll., 2003). Lors de procédures vétérinaires (Waiblinger et coll., 2004) ou de pratiques d'élevage désagréables comme le chargement (Lensink et coll., 2001b), la présence d'un soigneur familier qui a été associé à des contacts doux, va ainsi réduire le stress des animaux. Les manipulations humaines peuvent aussi, en tant qu'enrichissement du milieu (Newberry, 1995), diminuer la réactivité des animaux lors de situations potentiellement stressantes non liées à une présence humaine (pour revue, voir McMillan, 1999).

Par ailleurs, un animal qui n'a pas peur de l'homme mais qui, au contraire, s'en approche volontiers, peut être plus facile à manipuler et moins dangereux pour le manipulateur. Par exemple, le chargement des animaux dans un camion peut être accéléré

(Lensink et coll., 2001b), la fouille rectale (Waiblinger et coll., 2004) et la traite (Rousing et coll., 2004) susciter moins d'agitation. Ceci n'est valable que lorsque la dangerosité de l'animal n'est pas trop importante (pas chez les taureaux par exemple). Une bonne relation animal - soigneur peut également augmenter la **productivité** (augmenter la croissance et la reproduction, diminuer la mortalité) donc la rentabilité de l'élevage (pour revue, voir Hemsworth et Coleman, 1998). La **qualité** des produits peut aussi être améliorée (Lensink et coll., 2001a) même si ce n'est pas toujours le cas (Rushen et coll., 1999a ; Day et coll., 2002).

Si l'on veut améliorer le bien-être des animaux, il est important de comprendre l'établissement d'une bonne relation avec le soigneur et de déterminer quels sont les **mécanismes qui conduisent à une telle relation**. Ceci est l'objet de la thèse. Nous nous placerons du point de vue de l'animal avec pour sujet d'étude l'agneau. D'un point de vue théorique, la relation entre les animaux et l'homme, en tant que relation inter-individuelle, peut aussi être un modèle d'étude de relations inter-individuelles. Comprendre l'établissement de la relation entre l'animal et l'homme nous permettra donc d'avancer dans notre compréhension du monde relationnel des animaux et dans la perception qu'a l'animal de son environnement.

Dans la suite de cette introduction, nous présenterons tout d'abord le contexte théorique de l'étude. Nous décrirons la mise en place de l'univers relationnel du jeune mammifère : l'attachement à la mère, la construction de relations avec des congénères et des individus d'autres espèces. Nous nous intéresserons ensuite de façon plus détaillée à la relation inter-spécifique particulière que constitue la relation entre les mammifères non humains et l'homme. Nous décrirons l'importance de l'environnement social dans lequel se construit la relation, l'importance de certaines caractéristiques des deux partenaires. Nous terminerons par une description du type de contacts donnés par l'homme et des conséquences de ces contacts sur la perception de l'homme par les animaux. Cette introduction se poursuivra par une présentation de la problématique (objectif, hypothèses) étudiée dans la thèse et des méthodes utilisées (incluant les animaux sujets et les tests comportementaux).

## **1. La construction de l'environnement social du jeune mammifère**

Le terme « social » fait souvent référence aux relations inter-individuelles intra-spécifiques mais certains auteurs ne font pas cette restriction spécifique. Scott (1981) définit une relation sociale comme « a regular and predictable interaction between two or more individuals » (c'est-à-dire un ensemble d'interactions régulières et prévisibles entre deux individus ou plus). Les animaux échangent de telles interactions avec leur soigneur. Ainsi, selon la définition de Scott, la relation animal – homme peut être considérée comme une relation sociale. C'est dans ce sens élargi que nous utiliserons le terme « social » dans cette thèse, sans distinction de spécificité (sauf précision contraire).

### **1.1. Le développement de la vie sociale du jeune**

Certains comportements sont favorables à la cohésion (comportements sexuels, soins, signaux de détresse, défense) alors que d'autres tendent plutôt à éloigner les animaux les uns des autres (comportements agonistiques). Pourtant, la vie en groupe a une **valeur adaptative** certaine (Manning et Dawkins, 1998b). Chez les espèces proies, le groupe permet une meilleure protection contre les prédateurs : par la propagation des signaux d'alarmes lorsqu'un prédateur est repéré et par l'effet de foule et de dispersion des individus qui perturbent le prédateur. Le groupe permet aussi une meilleure localisation et un partage des ressources. Pour les espèces prédatrices, le groupe peut faciliter la prédation comme c'est le cas chez les hyènes ou les lycaons par exemple (Manning et Dawkins, 1998b).

D'après Scott (1981), les individus se comportent comme s'ils étaient attachés les uns aux autres et vont se rejoindre lorsqu'ils sont séparés. Pour ces raisons, l'attachement serait l'un des processus basiques de la cohésion du groupe.

#### ***1.1.1. Présentation succincte de l'attachement social***

Cette présentation de l'attachement n'a pas vocation à être une revue exhaustive de la théorie de l'attachement mais bien à retracer les éléments qui nous paraissent importants pour cette thèse. La **théorie de l'attachement** est une théorie psycho-éthologique développée dans les années 1950 par John Bowlby et reprise par Mary Ainsworth (Bretherton, 1992). L'attachement est un concept utilisé pour décrire à la fois un mécanisme qui permet d'établir une relation et la relation établie. Il est plus souvent fait référence à la relation d'attachement qu'au mécanisme d'attachement. Le résultat du mécanisme d'attachement serait l'équivalent chez les mammifères de celui de l'empreinte chez les oiseaux (Hess, 1959). L'empreinte peut

en effet se définir comme la restriction de comportements spécifiques à des individus particuliers pendant des périodes sensibles du développement (Bretherton, 1992). Cependant, alors que l’empreinte semble presque instantanée, le mécanisme d’attachement des mammifères le serait moins.

Si nous synthétisons les nombreuses définitions de l’attachement proposées depuis 1958 (Bowlby, 1958 ; Ainsworth, 1969 ; Cohen, 1974 ; Gubernick, 1981 ; Field, 1996 ; Mason et Mendoza, 1998 ; Cassidy, 1999 ; Zimmermann, 1999 ; Prato-Previde et coll., 2003), le mécanisme d’attachement résulte en une relation :

- **émotionnelle** (ou affective) : la figure d’attachement influe sur la réactivité émotionnelle du sujet,
- **sélective** (envers un individu particulier) : il peut exister des attachements multiples mais chaque attachement est unique dans son expression (Ainsworth, 1979),
- **sécurisante** : le sujet peut avoir une plus grande propension à explorer son environnement en présence de la figure d’attachement (ceci sera détaillé dans le paragraphe 1.1.2 p11).

La notion de durabilité de la relation est parfois évoquée (Gubernick, 1981 ; Mason et Mendoza, 1998) sans préciser si cela signifie qu’une relation d’attachement peut perdurer tout au long de la vie ou qu’elle va perdurer jusqu’à une séparation prolongée.

L’attachement social repose sur des **comportements primaires** (présents à la naissance) exprimés par les jeunes (Bowlby, 1958). A la naissance, ces comportements s’organisent vers la mère ou tout individu qui joue le rôle de soigneur principal (Ainsworth, 1979) et vont permettre le développement du lien (Ainsworth, 1969). Bowlby (1958) classe la succion, la tendance à suivre, les pleurs et les sourires parmi les comportements qui participent à l’attachement chez le bébé humain. Le mécanisme d’attachement est un phénomène à renforcement interne (Scott, 1967). Des états d’inconfort, de détresse telles la faim, la soif et la peur pourraient faciliter l’expression des comportements d’attachement (Harlow, 1959 ; Scott, 1962 ; Bowlby, 1969 p304, 348 ; Cassidy, 1999). Le mécanisme d’attachement est souvent opposé au conditionnement pour lequel les stimuli sont plus généralement externes et très explicites (Scott, 1967).

Un individu peut développer **plusieurs attachements** au cours de sa vie (Bowlby, 1959 ; Zazzo, 1979 ; Scott, 1981 ; Field, 1996) : l’attachement à la mère (ou au père), entre jeunes, entre adultes et de la mère à son petit. Il existe une hiérarchie entre les relations d’attachement. On parle d’attachement primaire pour l’attachement du jeune à sa mère et de secondaire(s) pour les autres ; l’attachement primaire étant le plus fort (Ainsworth, 1979). La

perte d'une figure d'attachement ou la séparation faciliterait le développement de nouveaux attachements.

Les travaux sur la **neurobiologie** de l'attachement à la mère ont été synthétisés par Nelson et Panksepp (1998). Ils sont repris dans le tableau 1. La formation de l'attachement dépend des sécrétions d'ocytocine, de vasopressine (voir aussi Young et coll., 2001), d'opiacés et de norépinephrine qui vont faciliter la mémorisation, l'établissement de préférences, les apprentissages olfactifs... L'expression de l'attachement à la mère dépend de l'ocytocine et des opiacés qui participent à réduire les réponses consécutives à une séparation sociale.

Tableau 1. Neurobiologie de l'attachement du jeune à sa mère (d'après les revues de Nelson et Panksepp, 1998 chez les rats et de Young et coll., 2001 chez les campagnols)

hormone	induction de la sécrétion	inhibition de la sécrétion	rôle dans l'attachement
ocytocine	- stimulations sociales		DEVELOPPEMENT - facilitation de la mémoire sociale - formation de préférences sociales - participation au comportement d'ingestion en réponse aux cholécystokinines, à la distension gastrique EXPRESSION - atténuation des réactions à l'isolement social
vasopressine	- stimulations sociales		DEVELOPPEMENT - effet renforçateur EXPRESSION - participation à l'expression de la recherche de contact de la figure d'attachement
opiacés endogènes	- contact social - transfert de lait - jeu	isolement social	DEVELOPPEMENT - effet renforçateur lors d'apprentissages - à faible niveau, induction d'une recherche de contact social EXPRESSION - atténuation des réactions à l'isolement social - contribution à la réduction du jeu
norépinephrine	- ocytocine		DEVELOPPEMENT - rôle dans l'apprentissage olfactif

### 1.1.2. Propriétés de la figure d'attachement

La figure d'attachement a des propriétés particulières pour le sujet. Ainsi, un comportement doit être considéré comme le signe d'un attachement seulement s'il est exprimé plus souvent et avec une plus grande intensité vers un individu particulier que vers tout autre individu (Cohen, 1974). La relation d'attachement se caractérise par :

- la **préférence** de la figure d'attachement par rapport à tout autre individu familial. Cette préférence se mesure en présentant au sujet simultanément la figure d'attachement et un individu familial. La familiarité du second stimulus est indispensable pour éviter de mesurer une simple préférence pour un individu familial par rapport à un étranger (Cohen, 1974) ;
- la **recherche du contact** de la figure d'attachement. L'individu exprime des comportements d'approche de sa figure d'attachement, la suit et cherche toujours à rester en contact avec sa figure d'attachement (Mason et Mendoza, 1998). Cette recherche de contact peut se mesurer en observant le comportement spontané de l'animal ou par la quantité de travail qu'un animal peut fournir pour être près de sa figure d'attachement (Harlow, 1961) ;
- une forte réponse de **détresse suite à une séparation**. La détresse se mesure classiquement par une augmentation des vocalisations, une agitation locomotrice et une activation de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien (Hennessy, 1997) ;
- un **réconfort lors de la réunion** ultérieure. La réponse à la réunion dépend de la durée de la séparation. Ainsi, Bowlby (1961) décrit une réponse de réconfort après une brève séparation (recherche de contact, diminution voire disparition des vocalisations). Après une séparation plus longue, la détresse va laisser place à un désespoir et au détachement qui permettra la construction de nouveaux liens ;
- l'utilisation de la figure d'attachement comme une **base de sécurité**. Le sujet est plus enclin à explorer en présence de sa figure d'attachement que de tout autre individu (Gubernick, 1981). Cette propriété se mesure par exemple par la réponse à des stimuli potentiellement effrayants en présence de la figure d'attachement comme par exemple dans les travaux de Harlow (1959 ; 1961) sur les primates. Le sujet va tout d'abord chercher le contact de sa figure d'attachement avant d'explorer les stimuli effrayants, pouvant faire des allers-retours entre les stimuli et la figure d'attachement.

Ces propriétés sont particulièrement observées dans le cas de la relation jeune – mère (cf 1.2.). La notion de base de sécurité n'est pas nécessaire à l'attachement. En effet, il existe

différentes catégories d'attachement décrites dans le cadre de l'attachement des enfants à leur mère. Certains enfants se sentent sécurisés en présence de leur mère (attachement sécurisé) alors que d'autres sont anxieux (attachement non sécurisé) (Ainsworth, 1979). Ces catégories ont aussi été décrites dans le cadre de l'attachement des chiens à leur maître (Topal et coll., 1998).

Afin de décrire l'attachement des enfants à leur mère, Ainsworth (par exemple : Ainsworth et Bell, 1970) a mis au point un test combinant tous les éléments cités ci-dessus : la « situation étrange ». Dans ce test s'enchaînent des phases où le bébé est avec sa mère, seul ou avec une personne étrangère mais toujours en présence de jouets ; ces phases devant engendrer une tension graduelle (Pierrehumbert, 1992). Un observateur note les comportements dirigés vers la mère et la personne étrangère (recherche du contact, maintien du contact, évitement, jeu, recherche de la personne disparue...). Ce test est utilisé pour catégoriser un attachement en termes de niveau de sécurisation : attachement sécurisé, insécurisé, anxieux (Pierrehumbert, 1992). Il a été repris récemment pour étudier l'attachement des chiens aux humains (Topal et coll., 1998 ; Prato-Previde et coll., 2003). L'inconvénient majeur d'un tel test est l'enchaînement de nombreuses phases qui sont liées. Par conséquent, l'état de l'animal dans une phase peut influencer sa réponse dans les phases ultérieures (Pierrehumbert, 1992).

## **1.2. La première relation sociale : l'attachement du jeune animal pour sa mère**

Le premier individu avec lequel le jeune mammifère établit une relation est sa mère. On parle d'attachement à la mère. Cet attachement est indispensable à la survie du jeune. Il existe trois stratégies de soins aux jeunes qui dépendent de la maturité des nouveaux-nés (Gubernick, 1981) :

- la stratégie **nidicole** lorsque le jeune est peu mature et la portée nombreuse (ex : rongeurs, lagomorphes, carnivores). Les jeunes sont peu mobiles, souvent aveugles et restent en permanence au nid,
- la stratégie **nidifuge** lorsque le jeune est très mature et la portée peu nombreuse (ex : la plupart des ongulés). Les espèces nidifuges se subdivisent en deux types (Lent, 1974) : le type « follower » dont les jeunes suivent incessamment leur mère dès les premières heures post-partum (ex : ovins, camélidés, bisons) et le type « hider » dont les jeunes restent dans un endroit confiné alors que la mère fait des va-et-vient pour aller se nourrir (ex : cerfs,

chevreuils, caprins, bovins). Les jeunes de type « hider » sont habitués à subir des séparations de leur mère,

- la stratégie **intermédiaire** lorsque les jeunes sont relativement précoces mais restent dépendants de leur mère (pour leurs déplacements par exemple chez les primates) (ex : primates, suidés).

De ces stratégies et de la maturité des jeunes va dépendre la qualité de l'attachement à la mère. Les animaux nidifuges sont habitués à subir des séparations répétées de leur mère, contrairement aux autres animaux. De ces stratégies, et du niveau de maturation des animaux, vont aussi dépendre les besoins des animaux.

### *1.2.1. Une relation liée à des besoins du nouveau-né*

Le jeune mammifère est vulnérable à sa naissance et va dépendre de sa mère à différents points de vue : c'est elle qui lui fournit l'alimentation nécessaire à son développement, les premiers contacts sociaux et la chaleur indispensable à sa survie. La mère joue un rôle important dans les premiers contacts dont elle est souvent l'initiatrice. A la mise-bas, elle est en effet attirée par le liquide amniotique (Lévy et coll., 1983) ce qui la conduit à lécher son nouveau-né longuement et donc à initier les premiers contacts.

#### 1.2.1.1. Le nouveau-né a besoin de téter

L'**alimentation** joue un rôle clé dans l'établissement de la relation avec la mère. Si l'on prive des agneaux de tétée pendant les six premières heures de vie (Nowak, 1995) ou entre 12 et 18 h d'âge (Nowak et coll., 1997), ils ne discriminent pas leur mère d'une étrangère à 24 h alors qu'ils montrent une préférence pour leur mère en condition normale.

Les jeunes mammifères, quelle que soit leur maturité à la naissance, sont totalement dépendants de leur mère pour se nourrir, en conditions naturelles. L'ingestion de lait n'a cependant pas seulement une fonction nutritive et immunologique (par la transmission d'anticorps). Elle peut aussi avoir des effets apaisants au moins chez les rats et les humains (Blass, 1994). A la naissance, les jeunes mammifères ont un réflexe de **succion** qui se manifeste par exemple dès qu'on leur présente un doigt ou une tétine pour les bébés humains. Jusqu'à l'âge de deux semaines, les rats choisissent autant de téter une tétine non nutritive qu'une tétine nutritive (Blass et Teicher, 1980). La succion non nutritive a des effets apaisants chez les humains (Morren et coll., 2002 ; Franco et coll., 2004) et les veaux (Veissier et coll., 2002). En l'absence de leur mère, les veaux dirigent leur comportement de succion vers les congénères ou les éléments de l'environnement physique (pour revue, voir de Passillé, 2001).

Cela suggère le rôle très important de la succion en elle-même, en dehors de l'alimentation. La tétée est aussi utilisée chez les lapins comme un renforçateur dans le cadre d'un conditionnement (Hudson et coll., 2002). Les opioïdes seraient impliqués dans l'initiation de la succion (Petrov et coll., 1998).

La simple **distension gastrique** induite par l'ingestion de liquide physiologique suffit à l'établissement d'une préférence pour la mère chez l'agneau (Val-Laillet et coll., 2004). Les **propriétés du liquide ingéré** sont également importantes, le colostrum étant le stimulus le plus efficace (Goursaud et Nowak, 1999 ; Val-Laillet et coll., 2004). L'alimentation n'est cependant pas déterminante pour le maintien de la relation chez ces animaux nidifuges puisque si on les empêche de téter la mère après le premier jour de vie cela n'altère pas la préférence pour la mère (Nowak, 1995 ; Napolitano et coll., 2003).

#### 1.2.1.2. Le nouveau-né a besoin de chaleur et de contact social

La **thermorégulation** des jeunes est souvent imparfaite les premiers jours de vie, même chez les animaux précoces comme les ruminants (Piccione et coll., 2002). Les jeunes ont donc besoin de **chaleur**, chaleur qu'ils trouvent au contact de leur mère. Si l'on maintient un très jeune chiot sur une surface douce à une température de 30°C, il ne manifeste aucune détresse, même s'il est seul (Scott, 1981). Cet aspect de recherche de chaleur a beaucoup été étudié chez les rats dans des paradigmes de conditionnement. Ainsi, les jeunes ratons tournent la tête pour recevoir un jet d'air à 30-35°C (Guenaire et coll., 1982) ou lorsqu'ils reçoivent une décharge de chaleur provenant d'une plateforme chauffante (Flory et coll., 1997). Un apport calorifique peut également servir de renforçateur et faciliter l'orientation vers la mère (Alberts et May, 1984 ; Polan et Hofer, 1998). La chaleur est d'autant plus importante qu'elle conditionne aussi le comportement maternel, en particulier chez les rats. En effet, le refroidissement d'un jeune raton entraîne un intérêt moindre de la mère pour ce jeune par rapport à un jeune « normal » (Young, 1965).

Les **stimulations tactiles** semblent aussi faire partie des besoins des jeunes, peut-être parce qu'elles sont associées à des stimulations thermiques du partenaire. Ceci a particulièrement été étudié chez les rats, espèce nidicole, mais pourrait s'appliquer à d'autres espèces. La succion peut être stimulée par les contacts maternels, mimés à l'aide d'un pinceau (Smotherman et coll., 1997). Les contacts peuvent diminuer l'activité locomotrice en open field (Uvnas-Moberg et coll., 1996). Les léchages maternels peuvent aussi représenter un renforcement pour le jeune (Sullivan et Hall, 1988). Plus généralement, les contacts sociaux

non-agressifs induisent un état de calme, ont un effet sédatif (pour revue, voir Uvnas-Moberg, 1997).

### *1.2.2. L'expression de l'attachement du jeune à sa mère*

Nous l'avons vu, le besoin de téter et le besoin de chaleur conduisent le jeune à rechercher le contact de sa mère. De ces contacts va naître l'attachement. Les propriétés de l'attachement décrites page 11 ont été démontrées dans le cadre de la relation jeune – mère chez les animaux. Les espèces nidicoles ont fait l'objet de très nombreuses études et la possibilité de l'utilisation de la mère comme une base de sécurité a surtout été étudiée chez certaines espèces nidicoles (rongeurs, chiens) et intermédiaires (primates : travaux de Harlow) (Ruiz-Miranda et Callard, 1992). Nous nous limiterons ici aux mammifères de rente, plus proches de notre espèce d'étude qu'est le mouton.

Les jeunes ruminants développent très rapidement un attachement pour leur mère qui se manifeste par une **recherche de contact** (Boissy et coll., 2001). Durant la première semaine de vie, les agneaux (Fisher et Matthews, 2001), les chevreaux (Lickliter, 1985), les porcelets (Orgeur et coll., 2002), les poneys (Crowell-Davis, 1986) et les veaux (Boe et Faerevik, 2003 ; bisons : Daleszczyk, 2004) passent la plupart de leur temps près de leur mère.

Les agneaux expriment une **préférence** pour leur mère par rapport à une autre femelle dès 12 h après leur naissance (Nowak et coll., 1987). Généralement, dans les conditions naturelles, la préférence s'estompe pour disparaître au sevrage ce qui permet l'établissement de nouveaux liens avec la fratrie et les congénères de même âge (Boissy et coll., 2001 ; Keeling et Gonyou, 2001). Le système opioïdérique (Shayit et coll., 2003) et les cholécystokinines (Nowak et coll., 1997 ; Nowak et coll., 2001 ; Goursaud et Nowak, 2000) faciliteraient l'établissement de la préférence.

La **réponse à la séparation** de la mère a fait l'objet de nombreuses études (pour revues, voir Hennessy, 1997 ; Newberry et Swanson, 2001). Lorsque des poneys, par exemple, sont séparés de leur mère, ils vocalisent et se déplacent plus que lorsqu'ils étaient avec leur mère (Houpt, 2002). La réponse à la séparation chez les espèces nidifuges peut dépendre du type d'espèce : « hiders » ou « followers ». Les « hiders », habitués à subir des séparations, sont susceptibles d'être moins réactifs à une séparation que les « followers ». Lors de la **réunion**, les comportements d'agitation et de détresse cessent (Weary et coll., 1999 ; Houpt, 2002).

Quelques études vont dans le sens du rôle de la mère comme une **base de sécurité**. La présence de la mère diminue le stress d'exposition à un environnement nouveau plus que la présence d'une femelle inconnue chez les porcelets (Graves et Hennessy, 2000 ; Hennessy et coll., 2002). Il en est de même pour les réactions émotionnelles des chevreaux (Liddell, 1954 cité par Epley, 1974). Lyons et coll. (1988) ont montré que seule la mère (par rapport à une chèvre familière ou étrangère) pouvait réguler la réponse corticoïdienne des chevreaux face à un évènement aversif telle la présence d'un homme. L'homme était aversif par sa nouveauté. Face à un objet ou un homme nouveau, les chevreaux s'approchent d'autant plus vite et longuement et vocalisent d'autant moins que leur mère est présente (Ruiz-Miranda et Callard, 1992).

### **1.3. L'élargissement de l'univers social aux autres individus de l'espèce**

En conditions naturelles, la distance entre le jeune et sa mère augmente avec l'âge (agneaux : Hinch et coll., 1987 ; poneys : Crowell-Davis, 1986). La présence d'un nouveau jeune facilite ce détachement (Hinch et coll., 1990 ; Lawrence, 1991). Le jeune va donc créer de nouveaux liens. En élevage, c'est plus souvent l'homme qui sépare abruptement le(s) jeune(s) de sa (leur) mère. Les groupes sont alors souvent réorganisés ce qui est très perturbant pour le jeune animal social (pour les porcins : Orgeur et coll., 2002 ; pour les bovins : Boe et Faerevik, 2003).

Il existe dans un groupe des **relations préférentielles** entre individus particuliers, les relations d'affinité. L'affinité est caractérisée par une proximité spatiale en particulier lors du repos et de l'alimentation, une agressivité réduite, plus d'interactions positives (léchages, ...), une synchronisation des activités (Bouissou et coll., 2001 ; Newberry et Swanson, 2001). Les liens préférentiels peuvent se former pendant le jeune âge (Bouissou et Andrieu, 1977). La réduction de l'anxiété est un facteur motivationnel important des comportements d'affinité (Epley, 1974). Même si les réponses de stress sont diminuées en présence de tout le groupe social (Veissier et Le Neindre, 1992 ; Boissy et Le Neindre, 1997), c'est souvent le partenaire privilégié qui agit comme le meilleur support social (Sachser et coll., 1998). Ainsi, un animal mis en présence d'un congénère « spectateur » mangera d'autant plus longtemps qu'il a un niveau fort d'affinité pour le « spectateur » (Boissy et Le Neindre, 1990).

Les individus d'un groupe ont également des **relations de dominance – subordination** dont dépend la stabilité du groupe. Ces relations forment la hiérarchie. Une hiérarchie stable permet de diminuer les agressions au sein du groupe (Keeling et Gonyou, 2001) et par conséquent de diminuer le stress des animaux les plus dominés (Sachser et coll.,

1998). L'existence de relations d'affinité entre les individus peut affecter les réponses prédites par le niveau hiérarchique. On observe notamment une tolérance dominant – dominé en situation de compétition (Bouissou et coll., 2001).

#### **1.4. La possibilité d'établir des relations voire des attachements inter-spécifiques**

Des individus d'autres espèces peuvent aussi intégrer l'univers social du jeune mammifère. D'après Cairns (1966b), les agneaux pourraient former un attachement avec tout objet pertinent avec lequel ils ont été confinés auparavant, même un poste de télévision allumé ! Mais les résultats de son expérience ne vont pas dans ce sens. Alors qu'un agneau élevé avec un chien ou une brebis préférera cet individu par rapport à rien dans un test de choix, un agneau élevé avec un poste de télévision allumé ne fera pas de choix entre le poste de télévision et rien et continuera à préférer une brebis par rapport au poste de télévision. Quelques études ont également porté sur la possibilité de l'existence d'une proximité spatiale entre des ovins et des bovins (Hulet et coll., 1987 ; Anderson et coll., 1988 ; 1992 ; 1996 ; Fredrickson et coll., 2001). Cette proximité spatiale permettrait aux ovins de pouvoir se défendre des prédateurs en restant près des bovins. Les auteurs nomment parfois cette relation « attachement ». Une simple proximité spatiale semble toutefois insuffisante pour conclure à un attachement. Cependant, il existerait des relations inter-spécifiques d'affinité pouvant aller jusqu'à l'attachement.

Certains travaux de Harlow (Harlow, 1959 ; 1965 ; 1975), utilisant des **substituts maternels** pour étudier l'attachement des jeunes primates, même s'ils n'ont jamais été abordés dans ce sens, me semblent refléter la possibilité d'attachements avec des objets n'appartenant pas à l'espèce. Les jeunes peuvent exprimer une grande détresse lorsqu'ils sont séparés de substituts maternels, constructions grillagées ou douces, nourricières ou non. Ils se précipitent sur leur mère substitut dès qu'un objet effrayant apparaît et vont faire des allers-retours entre les objets et la mère rassurante (Harlow, 1959 ; 1961). Ces réponses rappellent celles observées en présence de la mère. L'utilisation de substituts maternels ne peut pas, par essence, être intra-spécifique. Même si nous ne savons pas si les jeunes singes perçoivent ces substituts comme des individus de leur propre espèce, un substitut maternel n'est pas la représentation exacte du modèle maternel.

L'attachement a également été observé **entre animaux d'espèces différentes**. Des agneaux adoptés à la naissance par des chèvres, et des chevreaux par des brebis vont montrer

une préférence pour leur espèce d'adoption (Kendrick, 1998 ; Kendrick et coll., 2001). Plus tard, les mâles dirigent même leur comportement sexuel vers des femelles de l'espèce d'adoption, ce qui n'est pas le cas des femelles. Des agneaux (ou chevreaux) élevés avec des chevreaux (ou agneaux) dès leur naissance répondront à une séparation de leur partenaire inter-spécifique comme s'il était de la même espèce (Price et Thos, 1980).

Si l'on confine des agneaux de trois à quatre semaines pendant une centaine de jours avec un chien, ils vont ultérieurement choisir ce chien par rapport à une brebis. Ils exprimeront aussi des comportements semblables à ceux d'agneaux élevés avec leur mère lorsqu'ils seront séparés de ce chien (vocalisations, agitation, sauts contre les parois de la case d'élevage...) (Cairns et Johnson, 1965).

Les jeunes animaux peuvent également établir des relations **avec les humains**. Les détails de l'établissement de ces relations seront décrits dans le paragraphe suivant (2 p20). Ces relations sont liées à la domestication. Classiquement, un animal domestique est un animal dont l'entretien (alimentation, reproduction) est sous contrôle humain (Piggins et Phillips, 1998 ; Denis, 2004). L'homme utilise ces animaux pour sa compagnie (chien, chat), pour ses loisirs (cheval, chiens de chasse), pour se nourrir (ovins, bovins, porcins...), pour se vêtir (bovins : cuir, ovins et caprins : laine), pour expérimenter (lapins, souris et rats de laboratoire...). Le comportement grégaire des espèces serait une des bases de la domestication ; le comportement sexuel, le mode d'alimentation... sont aussi des éléments importants (Stricklin, 2001, Table 4.1. p.86-87). Les chiens domestiqués existaient depuis environ 12000 ans avant J-C, les ovins, caprins, porcins et bovins depuis 5000 à 9000 ans avant J-C, les lapins depuis le Moyen-Age (pour une description détaillée, voir Mignon-Grasteau et coll., 2005).

La domestication a induit des modifications morphologiques des animaux (diminution de taille) mais aussi comportementales (diminution des comportements d'alerte, de peur de l'homme...) (pour revue, voir Mignon-Grasteau et coll., 2005). En particulier, elle a conduit certains animaux à mieux utiliser des signaux humains pour ajuster leur comportement. Les chiens sont plus habiles pour retrouver de la nourriture cachée avec l'aide d'un homme que les loups ; que l'homme marque la localisation avec un bout de bois ou même qu'il regarde simplement la localisation (Hare et coll., 2002). La direction de l'attention visuelle de l'homme est un facteur primordial sur lequel se basent les chiens pour ajuster leur stratégie (Cooper et coll., 2003 ; Viranyi et coll., 2004).

En résumé, les mammifères grégaires établissent de nombreuses relations sociales au cours de leur existence. Ils s'attachent tout d'abord à leur mère, l'attachement étant considéré comme la base de la socialisation. Cet attachement repose sur des besoins fondamentaux des jeunes (nourriture, chaleur...). Il se manifeste par des réponses particulières tels la recherche du contact de la mère, une forte détresse après une séparation, un réconfort après une réunion et une plus grande propension à explorer en présence de la mère. Les jeunes étendent ensuite leurs relations au reste du groupe, créant des liens d'affinité pour des individus particuliers. Chez les animaux domestiques, l'homme fait aussi partie intégrante de l'univers social.

## 2. Une relation inter-spécifique particulière : la relation entre les mammifères non humains et l'homme

Dans cette partie, nous allons décrire précisément et discuter du développement de la relation entre les mammifères non humains et l'homme. La construction de cette relation dépend de nombreux facteurs à la fois externes (sociaux, environnementaux) et propres aux individus (sexe, type de contacts donnés par l'homme...). Les facteurs analysés sont synthétisés sur la figure 1.

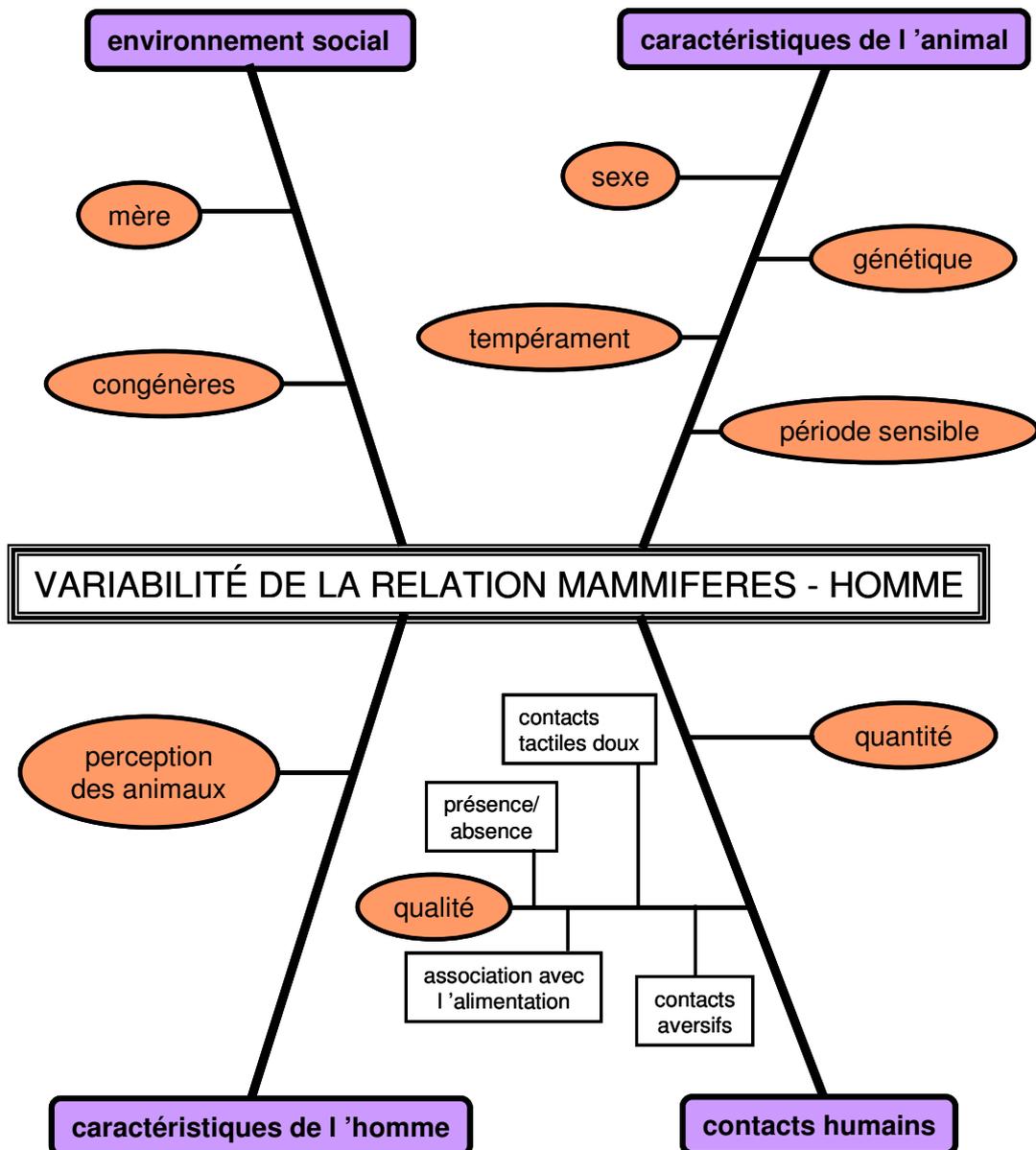


Figure 1. Schéma des facteurs qui influent sur le développement de la relation entre les mammifères non humains et l'homme

## **2.1. L'environnement social module les possibilités d'établir une relation avec l'homme**

Nous avons vu dans le chapitre précédent que le jeune mammifère d'espèce grégaire évolue dans un univers social riche. Ce contexte social est déterminant dans l'établissement d'une relation avec l'homme. Il peut avoir un rôle positif ou négatif.

### ***2.1.1. Les conséquences de la présence de la mère***

La présence de la mère est souvent un **frein** à l'établissement d'une relation entre ses petits et l'homme (ovins : Boivin et coll., 2001 ; 2002 ; bovins : Krohn et coll., 2003). Les auteurs suggèrent que le lien pour la mère pourrait limiter la possibilité d'établissement d'autres liens. Pourtant, la mère peut avoir un rôle facilitateur. Si l'on donne des contacts à une jument en présence de son poulain dès sa naissance et pendant 5 jours, ce dernier passe spontanément plus de temps au contact de l'homme jusqu'au moins l'âge de 35 jours (Henry et coll., 2005). Il se laisse plus facilement approcher et caresser jusqu'à un an (Henry et coll., 2005).

Au-delà de la simple présence de la mère, la relation qui existe ou qui se construit entre la mère et l'homme pourrait influencer le comportement des jeunes vis-à-vis de l'homme. Une mère qui n'a pas peur de l'homme agirait comme un **facilitateur social** auprès de ses petits, ce qui les conduirait à approcher l'homme (Henry et coll., 2005). Une mère peureuse tendrait au contraire à effrayer ses petits. La facilitation sociale se définit comme le fait que le comportement d'un compagnon déclenche l'exécution du même comportement par le sujet (Nicol, 1995). Ainsi, des animaux naïfs pourraient apprendre socialement à ne pas avoir peur de l'homme et à s'en approcher s'ils sont en présence d'animaux qui manifestent un attrait pour l'homme.

### ***2.1.2. Les conséquences de la présence des congénères***

La littérature présente une grande variabilité concernant le contexte social dans lequel les contacts humains sont prodigués : les animaux peuvent être élevés en isolement (par exemple Breuer et coll., 2003), élevés en groupe et manipulés dans le groupe (par exemple Pedersen et coll., 1998) ou élevés en groupe mais manipulés en isolement (par exemple Boivin et coll., 2001). De même que l'environnement maternel a de l'importance, la présence de congénères familiers peut moduler l'établissement de la relation avec l'homme.

Les manipulations par l'homme faciliteraient d'autant plus l'établissement d'une affinité pour l'homme, chez les bovins et les équins, qu'elles sont réalisées sur des animaux isolés (Lensink et coll., 2001b ; Raussi et coll., 2003 ; Sondergaard et Halekoh, 2004). D'après Raussi (2003), l'élevage en groupe laisserait plus de liberté aux animaux pour bouger donc pour fuir l'homme et rester près de leurs congénères. Par ailleurs, les animaux élevés seuls réagiraient moins fortement à l'isolement que ceux élevés en groupe et seraient donc moins stressés par des manipulations qui sont réalisées en isolement (Sondergaard et Halekoh, 2004). De même, il est plus facile de manipuler des bovins lorsque leurs congénères sont absents que lorsqu'ils sont présents, ce qui s'expliquerait aussi par la motivation à rester près des congénères (Grignard et coll., 2000).

## **2.2. Certaines caractéristiques des deux partenaires peuvent influencer l'établissement de la relation**

Même si le contexte social est déterminant pour l'établissement de la relation entre l'animal et l'homme, les caractéristiques des deux partenaires en sont le point clé.

### ***2.2.1. Les caractéristiques de l'animal***

#### **2.2.1.1. Sa génétique**

La propension à être attiré par l'homme ou au contraire à en avoir peur semble, en partie au moins, liée aux **caractéristiques génétiques** des animaux. Par exemple, les moutons de race Romanov ont plus peur d'un homme (immobile ou se déplaçant dans leur direction) que les moutons croisés Berrichon du Cher x Lacaune (Boissy et coll., 2005). Cette variabilité inter-races existe chez les ovins (Lankin, 1997) ainsi que chez les bovins (exemples: Murphey et coll., 1981 ; Hearnshaw et Morris, 1984 ; Morris et coll., 1994). Cette variabilité pourrait expliquer un effet différentiel des contacts humains. Les races moins dociles pourraient être plus réfractaires aux contacts doux donnés par l'homme (Geers et coll., 1995). A notre connaissance, cet aspect a été rarement étudié.

Il existe également une variabilité inter-individuelle au sein d'une même race. La réactivité à l'homme semble héritable chez certaines races d'ovins (Boissy et coll., 2005) et de bovins (Hearnshaw et Morris, 1984 ; Le Neindre et coll., 1995 ; Visscher et Goddard, 1995). Ces propriétés ont permis de sélectionner des animaux comme les visons (Malmkvist et Hansen, 2002) sur leur réponse à l'homme.

### 2.2.1.2. Son tempérament

La variabilité inter-individuelle serait aussi liée au tempérament des animaux. Ainsi, certains auteurs attribuent à leurs animaux un tempérament « timide » ou « confiant » selon les réponses vis-à-vis d'un homme qu'ils observent (Lyons, 1992). Ce trait de tempérament semble répétable sur quelques années (ovins: Réale et coll., 2000). Le tempérament est à la fois sous la dépendance de facteurs génétiques (décrits ci-dessus) et de facteurs environnementaux. Ainsi, des contacts humains doux, en particulier dans le jeune âge, peuvent diminuer les réactions de peur du soigneur (pour revue, Rushen et coll., 1999b).

### 2.2.1.3. Son sexe

Les **femelles** montrent généralement un plus fort évitement de l'homme chez les ovins qui sont élevés sans contact humain renforcé (Vandenheede et Bouissou, 1993 ; Viérin et Bouissou, 2003 ; Boissy et coll., 2005). Cet effet du sexe ne signifie pas forcément que les femelles sont moins enclines à développer une relation avec l'homme. En effet, généralement, les femelles sont plus sensibles à une séparation sociale que les mâles (équins : Moons et coll., 2005). Elles semblent avoir plus besoin de contacts sociaux, ce qui peut s'expliquer par la formation de groupes de femelles chez les espèces sauvages. Elles pourraient donc aussi être plus susceptibles de former des liens nouveaux, mais cet aspect n'a jamais été abordé à notre connaissance dans le cadre de la relation animal - homme.

### 2.2.1.4. L'existence de périodes sensibles

L'expérience peut avoir une plus grande influence à certaines périodes de la vie qu'à d'autres (Scott, 1970 ; Bateson, 1979); ces périodes sont qualifiées de « sensibles ». Elles constitueraient des **périodes de réorganisation rapide** où l'animal est, par exemple, plus facilement déstabilisé par un évènement aversif (Bateson, 1979). La période post-natale et un sevrage abrupt (réalisé par l'homme) constituent des périodes sensibles, notamment pour l'établissement d'une relation avec l'homme.

La période sensible que constituent **les premiers jours de vie** est limitée par deux facteurs. Son début dépend de l'état de maturation de l'animal (Scott, 1970) : par exemple, les chiens naissent peu matures (en particulier au niveau visuel) et leur période sensible pour développer des liens sociaux ne se situe qu'à partir de l'âge d'environ trois semaines. Chez les espèces qui naissent matures (comme les ruminants), la période sensible commencerait dès les heures suivant la naissance. Par exemple, chez les moutons, des manipulations réalisées lors des trois premiers jours de vie sont plus efficaces qu'après le troisième jour (Markowitz et

coll., 1998). La fin de la période sensible serait concomitante au développement de la peur de la nouveauté (Hess, 1959 ; Scott, 1992). Avec la peur, les animaux seraient moins enclins à approcher tout élément nouveau et donc à former des relations inter-individuelles. Ainsi, dans l'état actuel des connaissances, la période post-natale optimale pour favoriser le développement d'une relation animal - homme se situerait dans les 42 premiers jours de vie chez les équins (Mal et McCall, 1996), la première semaine chez les lapins (Bilko et Altbacker, 2000), les quatre premiers jours chez les bovins allaités artificiellement (Krohn et coll., 2001) et les porcins (Hemsworth et Barnett, 1992), les trois premiers jours chez les ovins allaités artificiellement (Markowitz et coll., 1998). Les manipulations dans le jeune âge peuvent avoir des effets à long terme sur la relation entre les animaux et l'homme (pour revue, voir Boivin et Le Neindre, 2005).

En élevage, le **sevrage artificiel**, qui induit notamment une réorganisation sociale suite à la séparation définitive de la mère, facilite aussi l'établissement d'une relation avec l'homme et peut être considéré comme une période sensible. Les chevaux sont plus faciles à manipuler au sevrage que 21 jours après (Lansade et coll., 2004). Les manipulations sont plus efficaces pour diminuer la peur de l'homme au sevrage que six semaines après chez les bovins (Boivin et coll., 1992) et plus efficaces juste après un sevrage précoce (à une semaine) que cinq semaines après chez les caprins (Boivin et Braastad, 1996).

### ***2.2.2. La façon dont l'homme perçoit les animaux***

La façon dont le soigneur perçoit ces animaux détermine en grande partie son comportement vis-à-vis d'eux. Ainsi, par exemple, il existe un lien entre une perception négative des animaux (nerveux, difficiles à manipuler...) et le nombre d'interactions négatives envers les animaux chez les éleveurs de porcins (Coleman et coll., 1998) et de bovins (Waiblinger et coll., 2002). Au contraire, un soigneur qui perçoit ces animaux comme sensibles leur prodiguera des contacts doux (Lensink et coll., 2000a). Comme la qualité des contacts donnés par le soigneur prédétermine en grande partie la relation qui va s'établir entre ses animaux et lui (voir 2.3 page 25), la façon dont le soigneur appréhende son travail et ses animaux influe directement sur la réactivité de ceux-ci (Lensink et coll., 2000a ; Waiblinger et coll., 2002). La **psychologie** du soigneur est donc un élément important de la relation animal - homme.

## **2.3. Le type de contacts donnés par l'homme est déterminant**

Mises à part les caractéristiques individuelles des deux partenaires décrites précédemment, le type d'interactions entre les animaux et l'homme est déterminant dans l'établissement de la relation. Les contacts peuvent en effet être perçus comme négatifs ou positifs par les animaux qui seront alors plus ou moins enclins à s'approcher de l'homme.

### ***2.3.1. Qualité des contacts***

#### **2.3.1.1. Les contacts physiques aversifs engendrent une peur de l'homme**

La diminution des contacts humains avec l'évolution de l'élevage (mécanisation, augmentation du nombre d'animaux par éleveur) a souvent réduit les interventions humaines à des interventions sanitaires ou vétérinaires et à séparer les animaux de leur groupe ou les déplacer. Ces contacts sont plutôt aversifs voire même parfois douloureux du point de vue de l'animal. Des manipulations aversives peuvent générer une **peur** des hommes plus importante que l'absence de contact : c'est le cas par exemple lorsque l'on donne un choc électrique à un porc qui s'approche (Gonyou et coll., 1986 ; Hemsworth et coll., 1996), un coup à un bovin avec la main (Pajor et coll., 2003) ou avec une baguette (Breuer et coll., 2003) pour qu'il avance ou se lève par exemple, ou lorsqu'on immobilise un mouton (Mateo et coll., 1991). Les animaux n'associeraient pas pour autant toutes les pratiques d'élevage aversives avec la présence du soigneur. Ainsi, présenter une truie à un mâle alors qu'elle n'est pas réceptive sexuellement, pratique aversive pour la truie, ne semble pas modifier l'approche ultérieure du soigneur (Hemsworth et coll., 1996b).

#### **2.3.1.2. La simple présence de l'homme est mieux que l'absence**

L'effet de la simple présence humaine a surtout été étudié chez les volailles. La présence d'un homme totalement inactif (Jones, 1993 ; Zulkifli et coll., 2002) ou qui marche lentement devant les cages et passe de temps en temps la main dans la cage (Barnett et coll., 1994) suffit à diminuer la peur de l'homme chez les volailles par rapport à l'absence de contact humain. Chez les bovins, la présence d'un homme qui n'interagit pas mais s'approche de temps en temps diminue l'agitation lors de contacts ultérieurs (Hemsworth et coll., 1987). Si l'homme tend simplement la main, les bovins passent plus de temps à son contact (Hemsworth et coll., 1996a). L'aspect visuel est important puisque les porcins sont plus

effrayés par un homme debout immobile que par un homme assis (Hemsworth et coll., 1986). Les animaux **s'habituent** à la présence de l'homme (Jones, 1993).

### 2.3.1.3. Les contacts physiques doux donnés par l'homme pourraient être bénéfiques

Les interactions douces avec les animaux semblent bénéfiques. **Caresser** les animaux, par exemple, a des conséquences comportementales et physiologiques chez de nombreuses espèces (pour revue, voir McMillan, 1999) : cela diminue l'activité des rats en open field et la fréquence cardiaque des chiens et des chevaux. Chez les animaux de ferme, même s'il existe des résultats contradictoires, les **contacts doux** semblent favorables à la relation animal - homme par rapport à l'absence de contacts. Tanida et coll. (1995), Hemsworth et coll. (1996a) et Pedersen et coll. (1998) chez les porcins, ainsi que Boivin et coll. (2000) chez les ovins et Becker et coll. (1997) chez les bovins ont observé que le fait de caresser les animaux permet de diminuer la peur et d'augmenter l'affinité pour l'homme en comparaison à l'absence de contacts humains. Ceci pourrait expliquer que les bovins sont plus faciles à manipuler s'ils ont été caressés (Sato et coll., 1984). Au contraire, Hemsworth et coll. (1996b) chez les porcins, ainsi que Boivin et coll. (1998a) et Jago et coll. (1999) chez les bovins n'ont pas pu montrer de tels effets.

Ces comparaisons laissent entendre que dans certains cas les contacts tactiles doux peuvent faciliter l'établissement de l'affinité pour l'homme. Cependant, elles ne permettent pas de s'affranchir de l'effet de la simple présence de l'homme discutée dans la partie précédente. En effet, il n'existe pas de comparaison entre les contacts tactiles doux et la simple présence chez les mammifères de rente. Aussi, la question de l'effet des contacts tactiles doux reste-t-elle ouverte.

Récemment, une étude chez les bovins a montré qu'il est également important de considérer la localisation des contacts sur le corps de l'animal (Schmied et coll., 2004). L'état motivationnel dans lequel se trouve l'animal pourrait aussi avoir de l'influence. En effet, chez des lapins de quatre semaines, les manipulations humaines sont plus efficaces pour augmenter l'affinité pour l'homme si elles sont réalisées 15 minutes avant ou 15 à 30 minutes après la tétée que plus tôt ou plus tard (Pongracz et Altbacker, 1999); les animaux sont alors dans des états d'éveil particuliers qui pourraient faciliter les apprentissages (Pongracz et Altbacker, 2003). Le fait que les animaux puissent eux-mêmes décider d'approcher ou non l'homme pour se faire caresser, qu'ils aient un certain contrôle sur la situation, pourrait aussi avoir de l'importance (Hemsworth et Barnett, 1992).

#### 2.3.1.4. Les contacts liés à l'alimentation sont bénéfiques

La plupart des études qui montrent un effet des contacts humains au sens large sur l'affinité ont impliqué la distribution de nourriture. Ainsi, donner des contacts tactiles doux à des ovins et des bovins lors de la distribution de nourriture est un bon moyen d'augmenter l'affinité pour le soigneur comparé à des contacts minimum (Markowitz et coll., 1998 ; Boivin et coll., 2000 ; Krohn et coll., 2001) ou à la simple présence humaine (De Passillé et coll., 1996). Même si, **empiriquement, l'alimentation serait le facteur principal** permettant l'établissement d'une affinité pour l'homme, peu d'études ont mesuré et montré l'effet additif des contacts tactiles doux associés à l'alimentation par rapport à celui des contacts doux seuls (porcins : Hemsworth et coll., 1996b ; ovins : Boivin et coll., 2000).

#### 2.3.2. *Quantité de contact*

A notre connaissance, **aucune étude n'a porté spécifiquement sur l'importance de la durée des interactions avec l'homme** sur la relation ultérieure. La plupart du temps une session de contacts se limite à quelques minutes (1 min : De Passillé et coll., 1996 ; à 5 min : Mateo et coll., 1991) mais peut s'étendre jusqu'à 30 min (Sato et coll., 1984). Le nombre de sessions par jour varie jusqu'à quatre (De Passillé et coll., 1996) à raison de cinq (Hemsworth et coll., 1996a) à sept (Jago et coll., 1999) jours par semaine. La plus forte variabilité concerne la période sur laquelle s'étendent les manipulations : de deux jours (Markowitz et coll., 1998) à neuf mois (Boissy et Bouissou, 1988). Ces conditions dépendent beaucoup des moyens humains qui sont disponibles pour réaliser les interventions et des objectifs des auteurs. Les conditions de test (environnement, temps écoulé depuis les contacts, âge des animaux...) étant très variables, il ne nous est pas possible d'émettre quelque hypothèse que ce soit concernant des conditions optimales pour obtenir une plus forte affinité pour l'homme.

#### **2.4. De ces interactions découle la perception de l'homme par l'animal**

Nous avons vu que les contacts donnés par l'homme peuvent avoir un impact négatif ou positif sur la relation animal – homme. Ces contacts déterminent la perception de l'homme par l'animal.

### 2.4.1. L'homme qui fait peur

#### 2.4.1.1. L'homme, un prédateur ?

De nombreux tests comportementaux utilisent la réaction à l'homme comme une mesure de la peur (Vandenhede et coll., 1998 ; Viérin et Bouissou, 2003) ou utilisent l'homme comme un stimulus effrayant lors de tests de conflit de motivation (par exemple, Erhard, 2003). Cette peur de l'homme peut s'interpréter comme une **peur de la nouveauté**, mais certains auteurs considèrent que l'homme serait un **prédateur potentiel** pour les animaux (Estep et Hetts, 1992 ; Beausoleil et coll., 2005). Certains résultats vont dans ce sens. Par exemple, face à un homme, on enregistre une activation neuronale similaire à celle enregistrée face à un chien chez les moutons (Kendrick, 1990). Il suffit de manipuler de façon positive les animaux pour qu'ils expriment, au contraire, un attrait pour l'homme (voir 2.3, p25).

#### 2.4.1.2. L'homme, le signal d'évènements aversifs ?

Comme nous l'avons vu précédemment (p25) l'homme peut être associé à des évènements aversifs pour l'animal (contacts brusques, séparation des congénères...). L'animal pourrait associer ces éléments à l'homme par un **conditionnement** (Hemsworth et coll., 1996b).

Le conditionnement peut se définir comme une modification de la **représentation interne** de l'environnement de l'animal (Dickinson, 1980, p21) qui résulte de l'association de deux évènements : un stimulus conditionnel (tel que la présence de l'homme) et un stimulus inconditionnel (tel qu'un comportement effrayant : coup...) Le stimulus conditionnel acquiert progressivement une valeur de prédiction pour le stimulus inconditionnel et va induire la même réponse que le stimulus inconditionnel (Pearce, 1997). Cette réponse est appelée réponse conditionnée. Le conditionnement peut se mettre en place dans deux conditions d'association temporelle entre le stimulus conditionnel et le stimulus inconditionnel : la condition de délai (le stimulus inconditionnel commence alors que le stimulus conditionnel n'est pas terminé) et la condition de trace (le stimulus inconditionnel commence très peu de temps après la fin du stimulus conditionnel). Le conditionnement rétrograde (le stimulus inconditionnel précède le stimulus conditionnel) est rare (Urushihara, 2004) et se produit seulement lorsqu'il y a une contiguïté temporelle entre les deux stimuli (Silva et coll., 1996 ; et pour revue, Arcediano et Miller, 2002).

### 2.4.2. *L'homme qui attire*

La perception de l'homme par l'animal peut être rendue positive lorsque l'on donne des contacts appropriés aux animaux (contacts doux, nourriture...).

#### 2.4.2.1. L'homme, un partenaire social ?

Comme le suggèrent Rushen et coll. dans une revue récente (2001), l'homme pourrait être un **acteur social (au sens co-spécifique) dans le monde des animaux de ferme** compte-tenu du fait que ce sont des animaux sociaux et que certaines pratiques d'élevages pourraient faciliter l'établissement d'une forte affinité pour l'homme (distribution d'alimentation, séparation d'avec la mère...). Certains éleveurs considèrent qu'ils communiquent avec leurs animaux. En effet, les propriétaires de chevaux, de chiens ou d'animaux de cirque par exemple, utilisent des signaux de communication pour faire obéir leurs animaux. Les porcins, comme les chiens, utilisent les postures humaines pour ajuster leur comportement (Hemsworth et coll., 1986 ; Vas et coll., 2005). Le fait que les animaux ajustent leur comportement en réponse à des comportements humains ne signifie pas qu'ils communiquent avec eux. Les chiens peuvent aussi manifester des comportements de jeu avec leur maître, mais la structure du jeu ne serait pas la même selon que le partenaire est un homme ou un chien (Rooney et coll., 2000). L'homme peut se servir de signaux utilisés par les dominants pour manipuler un cheval (Sighieri et coll., 2003) ou un zébu (bergers peuls). Même si il semble exister des échanges organisés de signaux de communication (Kerepesi et coll., 2005), il n'est pas pour autant évident que l'homme soit perçu comme un individu co-spécifique. La manifestation de comportements sexuels envers le soigneur chez des animaux élevés en permanence avec l'homme peut être un indice qui va dans ce sens (Sambraus et Sambraus, 1975).

#### 2.4.2.2. L'homme, une figure d'attachement ?

Certains auteurs suggèrent la possibilité d'un attachement à l'homme (Scott, 1981 ; Boivin et coll., 2000). Comme nous l'avons vu, l'attachement est une relation affective qui se manifeste par des comportements particuliers dirigés vers la figure d'attachement. De tels comportements ont été mis en évidence dans le cadre de la relation animal - homme. Les animaux peuvent exprimer de l'**affinité** pour l'homme comme nous l'avons vu dans le paragraphe 2.3 (p25). Ils peuvent également montrer des **signes de détresse** (agitation locomotrice, vocalisations) réduits en présence d'un homme (Price et Thos, 1980 ; Boivin et

Braastad, 1996 ; Hennessy et coll., 1998 ; Boivin et coll., 2000 ; McGee et Smith, 2004). Au contraire, une séparation peut conduire à des comportements de détresse (Boivin et coll., 2000 ; 2002). Ces réponses se font **préférentiellement vis-à-vis du soigneur familial** par rapport à une autre personne (Boivin et al., 1997, 2001). L'homme semble aussi pouvoir être utilisé comme une **base de sécurité** pour jouer chez les chiens au moins (Topal et coll., 1998 ; Prato-Previde et coll., 2003 ; Palestrini et coll., 2005) comme c'est le cas de la mère chez les primates humains (Ainsworth et Bell, 1970) et non humains (Harlow, 1959). Toutefois, chez les chiens, l'homme ne semble pas toujours induire des effets semblables aux congénères en situation de stress (Dreschel et Granger, 2005). Dans cette étude, alors que la présence de congénères induit une diminution du stress, la présence du maître n'a pas d'effet.

L'attachement est, dans le tout jeune âge, à la base du phénomène de socialisation et d'intégration de l'animal dans son univers social intra- et inter-spécifique (pour revue, voir Scott, 1992). A cet âge, l'animal a une grande plasticité puisqu'il découvre son monde social et doit s'en faire une image. Il développera par la suite préférentiellement des relations avec des individus ressemblant à la première figure d'attachement, en général la mère. Ainsi, si le soigneur intègre l'univers social de l'animal dès son plus jeune âge, l'animal pourrait par la suite généraliser cette relation à d'autres personnes. La socialisation à l'homme a été surtout étudiée chez les oiseaux (imprégnation, depuis Lorenz dans les années 1930) et les chiens (depuis Scott dans les années 1960) mais peu chez d'autres espèces en particulier les herbivores d'élevage.

#### 2.4.2.3. L'homme, le signal d'évènements positifs ?

Les comportements de recherche du contact du soigneur, de diminution des manifestations de détresse en sa présence et d'augmentation après son départ sont observés chez des animaux pour lesquels l'homme apporte des éléments potentiellement positifs (contacts doux, alimentation), ce qui pose la question de l'association de l'homme à une récompense et de l'établissement d'une relation de type stimulus→réponse comme dans le cadre d'un **conditionnement** (mécanisme décrit dans le paragraphe 2.4.1.2 p28 ). Cela pourrait être une hypothèse alternative à l'attachement.

La présence du soigneur étant associée à des récompenses potentielles, elle pourrait être le signal de ces récompenses pour l'animal. Cette hypothèse est souvent évoquée dans la littérature pour expliquer le comportement des animaux (De Passillé et coll., 1996 ; Hemsworth et coll., 1996b ; Lensink et coll., 2000b). Alors, les réponses en présence ou en l'absence du soigneur seraient liées à la recherche de la récompense, son absence provoquant

une frustration de l'animal. Il a été montré que les stimuli donnés par l'homme tels que les caresses peuvent être utilisés comme stimulus inconditionnel dans un conditionnement chez les rats (Davis et Pérusse, 1988), les chats (Wenzel, 1959) et les chiens (Fonberg et coll., 1981).

La plupart des auteurs considèrent que l'attachement ne nécessite pas de renforçateur externe évident. Pourtant, certains auteurs comme Cairns (1966a) sont d'avis que le conditionnement pourrait être à l'origine de l'attachement, les renforçateurs (stimuli inconditionnels) augmentant la saillance de la figure d'attachement, c'est-à-dire sa pertinence dans l'environnement. La saillance augmenterait l'attention portée à la figure d'attachement et par conséquent les interactions. Ce sont ces interactions, leur quantité, qui conduiraient au développement d'un attachement (Cairns, 1966a). Cette hypothèse n'a jamais fait l'objet d'études à notre connaissance chez les mammifères d'élevage.

**Le conditionnement serait moins intéressant en élevage que l'attachement.** En effet, si la récompense disparaît, on mesure une disparition de la réponse (= extinction, Dickinson, 1980). Le conditionnement impliquerait donc que le soigneur soit souvent associé à la récompense contrairement à l'attachement qui repose sur la simple présence de l'individu. Par ailleurs, aucune étude jusqu'ici n'a mis en évidence (ni même testé) de propriété apaisante (base de sécurité) du stimulus conditionnel.

En résumé, il existe un très grand nombre de paramètres qui influent sur la relation animal - homme. En particulier, la présence d'une mère qui n'a pas été manipulée limite l'établissement du lien. Certaines races sont moins réceptives que d'autres. Les périodes post-natale et post-sevrage semblent plus propices. Les contacts doux et l'alimentation sont deux éléments importants des contacts humains, et ce, d'autant plus que l'homme a une perception positive de ses animaux. L'affinité des animaux pour l'homme pourrait reposer sur le développement d'un attachement à l'homme mais également sur un conditionnement dans lequel l'homme serait une source d'éléments positifs tels que les contacts doux ou la nourriture. Ces deux mécanismes ne confèrent pas les mêmes propriétés à l'homme, l'attachement semblant plus favorable à l'élevage.



# **PROBLEMATIQUE**



L'étude de la relation entre les animaux et l'homme s'insère dans une problématique **socio-économique** en développement constant : le bien-être animal. Notre société (les consommateurs, les sociétés de protection animale..., voir Larrere, 2003) est de plus en plus sensible au respect des conditions de bien-être des animaux de rente. Le bien-être est lié à la perception qu'a l'animal de son environnement. L'homme, ou plutôt la relation entre l'animal et l'homme, en tant que partie intégrante de cet environnement, est l'un des éléments pouvant moduler le bien-être de l'animal (voir p5). Du point de vue de l'éleveur, avoir une bonne relation avec ses animaux est également un enjeu socio-économique important. En effet, nous avons vu que cela peut avoir des conséquences positives en terme de travail de l'éleveur (dangerosité, rapidité, voir p5) et en terme de production (voir p6).

Au travers de notre revue bibliographique exposant le contexte de ce travail, il apparaît également que l'étude du développement de la relation entre les animaux (ici les mammifères grégaires) et les humains s'insère dans une **démarche scientifique** plus large qui concerne le développement du monde relationnel du jeune animal. Le monde relationnel ne se limite pas en effet aux individus intra-spécifiques (la mère, la fratrie et les autres congénères) mais peut s'étendre à d'autres individus. Dans ce domaine, la relation entre les jeunes et l'homme a à la fois un intérêt propre, mais peut aussi être le modèle d'autres relations si l'on suppose l'existence de mécanismes proches. En effet, les manipulations humaines peuvent être facilement standardisées alors que le comportement animal l'est difficilement.

Le sujet de notre étude est **l'agneau d'allaitement artificiel**. Ces animaux, séparés très tôt de leur mère et nourris par l'homme, développent une relation très spéciale avec leur soigneur qui se caractérise notamment par des comportements d'attachement envers lui. Nous nous plaçons aussi dans le contexte d'une période sensible, favorable à la socialisation et propice aux effets durables : la période néo-natale. C'est ce lien que nous cherchons à caractériser à moyen terme (entre 3,5 et 7 semaines environ) dans cette thèse.

## 1. Objectif de la thèse

La façon dont l'animal perçoit l'homme détermine les réponses de l'animal à ce dernier. Elle dépend du (ou des) mécanismes qui est (sont) à l'origine de la relation. L'objectif de notre thèse a donc été de **déterminer par quel(s) mécanisme(s) se développe la relation d'affinité entre les agneaux allaités artificiellement et leur soigneur**.

Les réponses d'approche de l'homme et de détresse lors d'une séparation pouvant être le résultat, comme nous l'avons vu dans l'introduction du contexte, d'un **attachement** (p.29)

mais pouvant aussi s'interpréter en terme de **conditionnement** (p.30), nous nous sommes particulièrement intéressés à ces deux mécanismes et à leur implication respective sans toutefois les considérer comme exclusifs l'un de l'autre.

## 2. Démarche expérimentale

La démarche de l'ensemble de la thèse a consisté à aborder la relation animal-homme à deux niveaux : au moment de sa **construction** et **une fois la relation établie**. Cette double approche avait pour objectif de nous permettre d'aborder les conséquences de différents contacts avec le soigneur sur la perception ultérieure du soigneur par l'animal (signal d'une récompense, objet d'attachement...).

Nous avons fait **varier les conditions d'établissement** de la relation entre l'agneau et son soigneur dans le tout jeune âge, période favorable au développement de relations inter-individuelles, en relation avec les mécanismes supposés. L'homme a par exemple été associé ou non à différents renforçateurs potentiels. L'accent a été mis sur l'alimentation, renforçateur le plus important d'après la littérature. Nous avons ensuite **étudié les propriétés du soigneur** lorsque la relation était établie (réponse à la présence du soigneur, à la séparation, effet du soigneur sur l'exploration).

## 3. Hypothèses de travail

D'après les considérations théoriques relatives à chaque mécanisme, plusieurs hypothèses ont été émises.

### **3.1. Si le conditionnement intervient, avec l'alimentation comme renforçateur**

Si l'affinité repose sur un conditionnement alimentaire, lors de l'établissement de la relation :

- l'association de l'homme à l'alimentation serait plus efficace pour le développement d'une affinité que la simple présence de l'homme ;
- la présence de l'homme avant l'alimentation suffirait à l'établissement d'une affinité pour l'homme, l'homme étant perçu comme le signal de l'arrivée de cette récompense.

Lors de l'expression de la relation :

- l'animal rechercherait l'alimentation et non pas l'homme donc si l'homme est présent en même temps que la source d'aliment, l'animal devrait se diriger vers cette source<sup>1</sup> ;
- la motivation des animaux pour manger devrait moduler l'attrait de l'homme, puisque cela augmenterait la recherche d'alimentation ;
- la répétition des contacts humains non associés à l'alimentation devrait conduire à l'extinction du conditionnement, donc à la disparition de l'intérêt pour l'homme.

### **3.2. Si l'attachement intervient**

Si l'affinité repose sur un attachement, lors de l'établissement de la relation :

- la simple présence ou la présence après la récompense devrait suffire pour qu'il s'établisse une affinité, sans association de l'homme à une récompense ;
- l'état interne de l'animal lors de l'établissement de la relation devrait être important, les états de faim, de soif, de détresse pouvant potentiellement favoriser l'attachement. En relation avec l'alimentation, seule l'importance de l'état de faim a été étudiée.

Lors de l'expression de la relation :

- la présence de l'homme devrait induire une diminution des états de détresse (exprimées par l'agitation locomotrice et les vocalisations) et son départ (séparation) une augmentation ;
- l'homme pourrait servir de base de sécurité aux animaux : l'animal pourrait chercher sa présence suite à un évènement aversif et, se sentant rassuré en présence de l'homme, pourrait être plus enclin à explorer son environnement.

---

<sup>1</sup> Le conditionnement peut également conduire des individus à exprimer envers le stimulus conditionnel le même comportement qu'envers le stimulus inconditionnel mais vraisemblablement pas avec la même intensité surtout si le stimulus conditionnel et le stimulus inconditionnel sont présents en même temps.



# **METHODE GENERALE**



## 1. Les animaux

### 1.1. La race INRA 401

La race INRA 401 (Figure 2) est le produit d'un programme de sélection ayant débuté en 1963. Elle est issue du croisement d'une race prolifique (Romanov) et d'une race bouchère (Berrichon du Cher). Elle est élevée en ferme depuis 1980 et l'on compte actuellement 30 000 brebis. La prolificité est élevée (1,99) et il n'est pas rare de voir naître des triplés voire des quadruplés.



bélière



brebis et ses agneaux



agneaux

Figure 2. Ovins de race INRA 401

Les expériences de la thèse ont été réalisées à l'**installation expérimentale** de l'Unité de Recherches sur les Herbivores (site des Intrabois, Theix, 63). Le troupeau est constitué d'une vingtaine de béliers pour près de 300 brebis. La reproduction est désaisonnée avec, chaque année, deux périodes d'agnelages : au printemps (mars) et à l'automne (novembre). A

chaque période d'agnelage de 2003 à 2005 entre 226 et 352 agneaux sont nés au printemps et entre 225 et 245 à l'automne, avec environ la moitié de femelles.

## **1.2. Animaux et mode d'élevage**

Pour les raisons scientifiques citées précédemment, nous avons choisi de travailler avec des agneaux **allaités artificiellement**. C'est une pratique courante en élevage laitier. Elle permet aussi de sauver des agneaux lorsque la portée est trop importante ou lorsque la mère n'est pas assez maternelle. Etant donnée que l'ingestion du colostrum est primordiale pour la survie des agneaux (présence d'immunoglobulines, de protéines), nous avons séparés les agneaux de leur mère en moyenne 12 h après leur naissance et non immédiatement après.

Les agneaux étaient nourris au **seau** (Figure 3), le seau étant fixé sur un support en bois à une hauteur adaptée à la taille des agneaux. Trois tétines étaient fixées au seau, ce qui permettait à tous les agneaux d'un groupe de pouvoir téter simultanément.

Le sexe des agneaux pourrait avoir un effet sur l'établissement de la relation animal - homme (discuté page 23), nous avons donc choisi de ne travailler qu'avec un seul sexe dans chaque expérience. Nous avons principalement étudié les **agnelles**, comme cela était le cas dans les expériences antérieures réalisées dans l'équipe Adaptation et Comportements Sociaux. Une exception a toutefois été faite lors de la première période d'agnelage (mars 2003) : deux expériences ont été menées et, l'effectif de femelles étant insuffisant, nous avons réalisé une expérience avec des mâles.

Les agneaux étaient élevés en petits **groupes de trois** pour des raisons liées aux statistiques et au bien-être animal. Au plan statistique, les animaux étant élevés en groupe, ce facteur pouvait être testé. Au plan du bien-être animal, même si l'élevage individuel favorise l'établissement d'une relation avec l'homme, il est beaucoup trop stressant pour des animaux grégaires. Ensuite, étant donné que nous réalisions des observations individuelles hors du parc d'élevage, un minimum de trois animaux s'imposait pour ne jamais laisser un agneau seul dans son parc. Finalement nous avons travaillé avec quatre à six groupes de trois agneaux par traitement selon les expériences ce qui a représenté 246 agneaux (dont 24 mâles).



Figure 3. Seau de lait sur son support (mode d'alimentation général)



Figure 4. Parcs d'élevage des agneaux (2 rangées)

Les **parcs d'élevage** (Figure 4) étaient constitués de planches de bois de 1,5 m de côté. Ces dimensions permettaient l'élevage des animaux jusqu'à environ 8 semaines et empêchait les agneaux de voir l'environnement extérieur et notamment les soigneurs de l'installation. Ainsi, la seule présence humaine à laquelle ils étaient confrontés était celle de leur propre soigneur lors des sessions de traitements. Les parcs étaient paillés. A partir de l'âge de quatre semaines, les agneaux recevaient, en plus du lait, du foin et du concentré. Ceci permettait de faciliter la transition alimentaire au moment de l'arrêt de l'alimentation lactée et de diminuer les diarrhées. Des lumières placées au-dessus des parcs permettaient d'obtenir une luminosité suffisante pour pouvoir visualiser les animaux à l'aide de caméras, pour l'observation de leur comportement en présence du soigneur et la surveillance.

## 2. Les manipulations humaines et le suivi des animaux

### 2.1. Les manipulations par le soigneur

Le comportement des animaux était étudié dès leur mise en parc d'élevage (12 h en moyenne après leur naissance) jusqu'à l'âge de six à huit semaines. Les contacts humains étaient donnés pendant **cinq ou sept jours consécutifs puis deux jours par semaine**. Notre situation de référence était l'apprentissage de la tétée. Elle nécessite en moyenne deux jours d'entraînement, à raison de trois sessions par jour, mais il existe une grande variabilité (certains animaux peuvent mettre cinq jour à apprendre à téter seul). Ainsi, nous nous placions dans des conditions optimales pour que tous les animaux puissent apprendre à téter avec l'aide du soigneur.

L'expression de la relation était ensuite observée lorsque les animaux avaient 3,5 semaines pour voir l'effet à moyen terme. Il nous était donc nécessaire d'« entretenir » la relation, d'où des sessions supplémentaires deux jours par semaine. Cette procédure se place

également dans un objectif pratique qui est d'améliorer la relation animal - homme en intervenant un minimum. Des contacts journaliers pendant une durée prolongée nous paraissaient par exemple inappropriés en élevage.

Deux soigneurs intervenaient dans chaque expérience, chacun étant le soigneur de la moitié des parcs de chaque traitement. Ceci permettait de vérifier que l'effet des traitements que nous appliquions pouvait être généralisable et n'était pas simplement attribuable à un soigneur particulier.

## **2.2. Les autres interventions (suivi sanitaire, paillage...)**

Notre démarche consistant à déterminer l'effet de certains types de contacts humains allant de la simple présence à des contacts physiques doux, l'environnement humain était extrêmement contrôlé. En dehors des interventions pour les traitements expérimentaux, aucun soigneur n'intervenait dans un parc d'élevage sans avoir au préalable revêtu une **tenue de camouflage** (Figure 5). Cette tenue masquait la forme humaine (tête carrée, jupe, tissus pour masquer les bras...). Ce soigneur camouflé intervenait pour apprendre aux animaux à téter et pour les soigner. Les soigneurs impliqués dans les traitements n'intervenaient jamais avec la tenue de camouflage dans les parcs dont ils s'occupaient.



Figure 5. Homme camouflé pour intervenir en dehors des traitements

Cette procédure avait pour but de minimiser la généralisation des contacts lors des traitements aux autres interventions nécessitant une présence humaine. En effet, il existe une généralisation des réponses à d'autres soigneurs chez les agneaux (Boivin et coll., 2004). Afin de déterminer si les animaux n'avaient pas généralisé les contacts donnés par le soigneur à ce soigneur camouflé, un test était réalisé dans leur parc d'élevage à la fin des traitements.

### 3. Les tests comportementaux permettant de déterminer les propriétés de la relation établie

Cette présentation des méthodes est générale, les détails concernant les tests comportementaux (type de mesures...) sont présentés dans les articles. Nous avons choisi d'étudier le comportement des animaux vis-à-vis de leur soigneur dans deux conditions :

- dans leur parc d'élevage, pour suivre le développement de la relation,
- à l'extérieur du parc d'élevage, pour se rapprocher des conditions d'élevage, les animaux pouvant être manipulés hors du parc d'élevage (transport, interventions vétérinaires).

Nous testions ainsi la généralisation des contacts donnés.

#### 3.1. Test d'affinité : test d'isolement / présence de l'homme / séparation

Le test d'affinité est adapté de Boivin et coll. (1997). Il consiste à isoler un agneau dans un environnement nouveau (couloir de 6 m x 1,5 m, Figure 6) pendant 2 min et à le **confronter successivement à l'arrivée de son soigneur familial (2 min) et à son départ (2 min d'isolement)**. Ce test a l'avantage de pouvoir mesurer à la fois si l'agneau recherche la présence de son soigneur, si ce soigneur peut diminuer l'expression de la détresse due à l'isolement social mais aussi si les animaux expriment de la détresse lorsqu'ils sont séparés de celui-ci.

Pour tester l'hypothèse d'un conditionnement alimentaire à l'origine de l'affinité pour l'homme, nous avons adapté ce test de deux façons :

- en faisant **varier la motivation alimentaire** des animaux au moment du test. Pour cela, le seau de lait était enlevé en moyenne 5 h avant le test. Nous avons au préalable vérifié que 4 h suffisaient pour que les animaux soient motivés à téter : ils manifestaient des comportements de grattage du support du seau non observés avant et se mettaient à téter dès que nous le leur remettions.
- en ajoutant, dans une des expériences, **un seau d'apparence familière** près de la position du soigneur (identique à celui que les agneaux utilisent pour se nourrir dans leur parc d'élevage). Il était rempli de lait chaud.

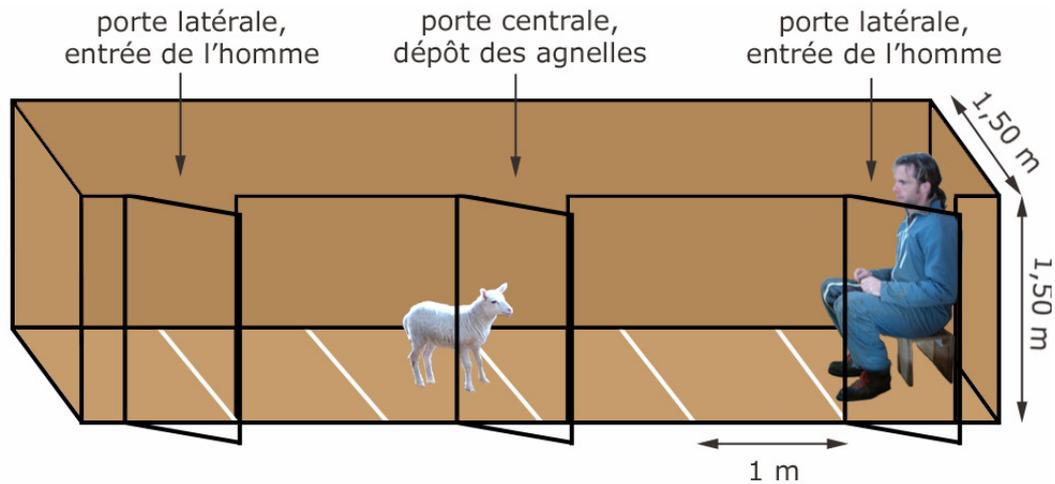


Figure 6. Schématisation du parc du « test d'affinité »

### 3.2. Test d'exploration selon la présence du soigneur

Le parc d'élevage étant trop petit, ce test a également été réalisé en environnement nouveau. Ce test consistait en deux parties (Figure 7) :

- première partie : pour **familiariser** l'agneau à un environnement nouveau et à un objet nouveau. L'animal est placé dans un coin du parc pendant 20 s (compartiment d'attente) puis est libre d'explorer pendant 5 min ;
- seconde partie : pour mesurer la propension de l'agneau à **explorer en présence de son soigneur**. L'animal reste confiné avec son soigneur dans un coin du parc puis est libre d'explorer le parc dans lequel a été rajouté un objet nouveau en plus de l'objet de la première partie, devenu familier. Ce type de comparaison (objet familier *versus* objet nouveau) est utilisé chez les rats pour mesurer l'exploration (Mumby, 2001). A la fin de cette phase, un ballon tombe brusquement au-dessus de l'objet nouveau et est retiré aussitôt. Nous mesurons alors si les agneaux recherchaient le contact du soigneur après un évènement potentiellement stressant.

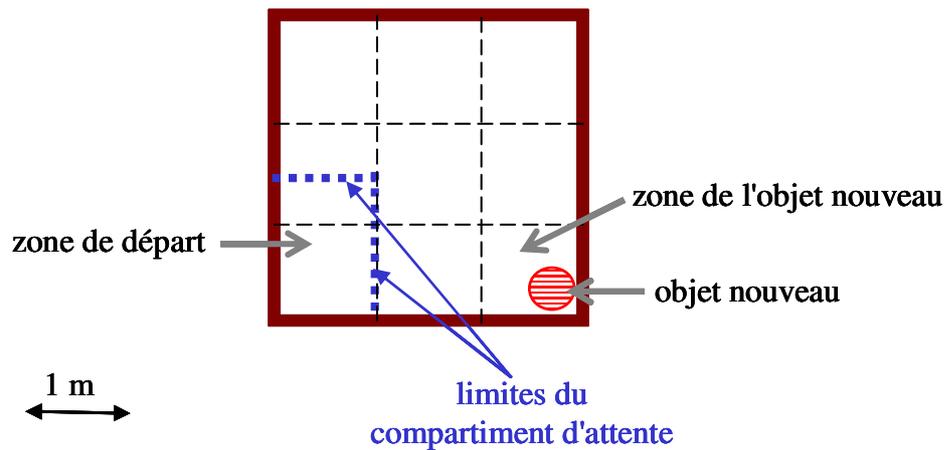
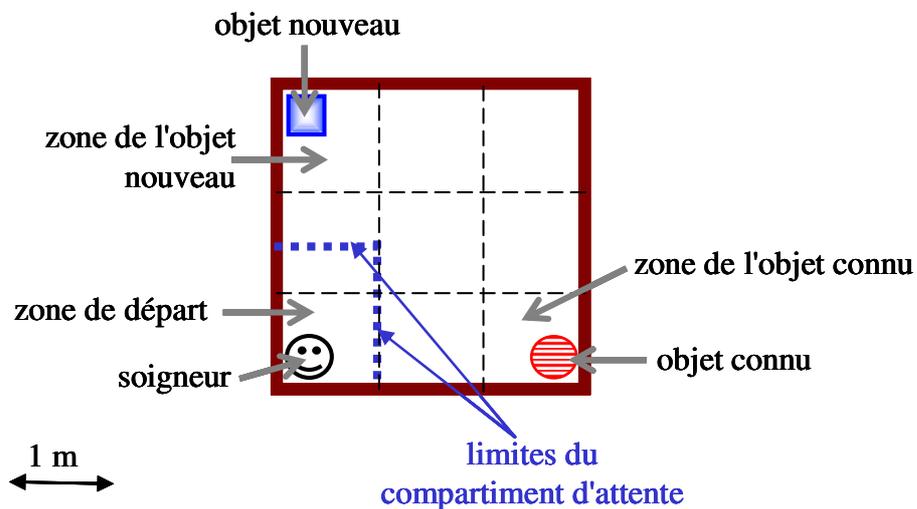
**(a) familiarisation à l'objet et au parc de test****(b) exploration en présence du soigneur**

Figure 7. Schéma des deux parties du « test d'exploration » permettant de mesurer l'utilisation du soigneur comme une base de sécurité

Chaque objet (cône de circulation et bidon, Figure 8) était utilisé pour la moitié des animaux (selon leur traitement, leur parc d'élevage et leur ordre de passage) lors de la première partie du test afin d'éviter que la réponse différentielle entre l'objet familier et l'objet nouveau dans la seconde partie ne soit attribuable qu'aux propriétés de l'objet lui-même et pas à sa familiarité.



cône de  
circulation



bidon



Figure 8. Objets utilisés lors du test permettant de mesurer l'utilisation du soigneur comme une base de sécurité

Le rapport des expériences de la thèse, qui suit, se déroule en cinq chapitres. Le premier chapitre est consacré à trois études méthodologiques ayant donné lieu à deux articles primaires (p59 et p71). Les trois chapitres suivant rapportent quatre expériences analysant les mécanismes d'établissement de l'affinité pour le soigneur et ayant donné lieu à quatre articles primaires (p91, p115, p155 et p177). Le chapitre cinq consiste en une méta analyse destinée à regrouper les données des quatre expériences afin d'en avoir une vision synthétique. Chaque article scientifique en anglais est précédé d'une présentation en français résumant les objectifs, les méthodes ainsi que les principaux résultats et conclusions.



# **CHAPITRE 1**

## **ETUDES METHODOLOGIQUES**



Trois points méthodologiques ont été étudiés.

- Nous avons testé la répétabilité des réponses au soigneur dans le « test d'affinité ». Si un test est répétable, il ne mesure pas une caractéristique aléatoire. Le réaliser une seule fois suffit donc. Le caractère répétable des réponses devait nous permettre d'adapter ce test dans différentes conditions (motivation alimentaire des agnelles, présence d'un seau de lait...) en minimisant les risques d'observer des variations de réponses aléatoires.
- Nous avons également testé la valeur émotionnelle de la photographie du soigneur dans le « test d'affinité ». L'objectif était de déterminer si l'utilisation de la photographie du soigneur pouvait être pertinente dans ce test, à la fois pour caractériser la perception sensorielle du soigneur et en vue de l'utilisation de photographies pour des tests de catégorisation (voir page 257 pour une description des tests de catégorisation).

Ces deux points sont décrits dans la partie 1 de ce chapitre (article 1).

- Nous avons enfin voulu déterminer si le port du matériel nécessaire à mesurer l'activité cardiaque des agnelles ne perturbait pas leurs réponses en raison du stress potentiel qu'il pouvait engendrer. Les études concernant la relation animal - homme se fondent de plus en plus sur l'utilisation de mesures physiologiques, en plus des mesures comportementales. La validité de l'utilisation de ce type d'appareillage devait nous permettre de déterminer si la présence du soigneur pouvait moduler l'état physiologique dans lequel sont les agnelles dans le « test d'affinité ».

Ce point est décrit dans la partie 2 de ce chapitre (article 2).



## **PARTIE 1**

---

### **REPETABILITE DES REPONSES AU SOIGNEUR ET VALEUR EMOTIONNELLE DE LA PHOTO DU SOIGNEUR**

*Article 1 (A note on the consistency and specificity of lambs' responses to a stockperson and to their photograph in an arena test, Applied Animal Behaviour Science, sous presse)*



## 1. Contexte et objectifs

Cette courte note rapporte une étude méthodologique sur la répétabilité des réponses au soigneur dans le « test d'affinité » et leur spécificité, par comparaison avec la photographie du soigneur. Les moutons ont une bonne acuité visuelle et peuvent discriminer des individus (familier/non familier, mouton/autre espèce...) sur la base de signaux visuels en deux dimensions sous la forme de photographies. Si les agneaux semblent reconnaître leur soigneur dans ce test puisqu'ils le discriminent par rapport à un autre soigneur, la perception sensorielle du soigneur par les moutons n'a jamais été étudiée. Les bovins et les porcins reconnaîtraient leur soigneur principalement sur une base visuelle. Nous avons donc voulu savoir si la photographie du soigneur pouvait induire des réponses liées spécifiquement (par rapport à une photographie d'un objet) aux réponses en présence du soigneur.

Une telle étude, ainsi que toutes les études de cette thèse, nécessite l'utilisation du « test d'affinité » dans différentes conditions. Il est donc indispensable que les réponses observées en présence du soigneur ne soient pas aléatoires mais, au contraire, cohérentes lorsque l'on répète le test. La répétabilité individuelle n'a jamais été testée dans de test.

## 2. Méthodes

Trente six agnelles ont été élevées en allaitement artificiel par groupes de trois. Lors de leur sevrage à huit semaines, elles ont été réparties en quatre groupes égaux. Les agnelles ont été testées deux fois à quatre et cinq semaines dans le « test d'affinité ». Nous avons procédé à un troisième test après le sevrage, à dix semaines. Ceci nous permettait de tester la répétabilité des réponses au soigneur. A onze semaines, la même procédure de test a été utilisée mais avec la photographie d'un objet connu (Figure a) et celle du soigneur familier assis comme il l'était lors du test (Figure b, paradigme de cross-over). Nous avons ensuite testé le lien qui pouvait exister entre les réponses aux photographies et les réponses au soigneur.

## 3. Résultats

Il existe une corrélation positive significative entre les réponses aux trois « tests d'affinité » réalisés à 4, 5 et 10 semaines ( $0,35 < R_S < 0,78$ ). Les agnelles passent plus de temps près de la photographie de leur soigneur que près de celle de l'objet ( $P < 0,05$ ). Il existe une liaison significative entre le temps passé près du soigneur et le temps passé près des photos, quel que soit leur contenu ( $P < 0,05$ ). Alors que le départ du soigneur induit une

augmentation de l'activité vocale et locomotrice des agnelles ( $P < 0,05$ ), le retrait des photos n'induit pas d'évolution ( $P > 0,1$ ).

#### 4. Conclusions

Les réponses au soigneur dans le « test d'affinité » ne sont pas aléatoires mais bien répétables. Cela confirme la validité du test. Cela implique que la réponse à l'homme peut être considérée comme un trait comportemental qui peut être révélé précocement. D'autres études devront déterminer si ces résultats se confirment à plus long terme. Les réponses lors du test pourraient être utilisées pour une sélection précoce des agneaux.

Dans ce test, les agnelles discriminent la photographie de leur soigneur et celle d'un objet par un temps plus long passé près de la photographie du soigneur. Cependant, il n'existe pas de lien particulier entre les réponses au soigneur et à sa photographie. Cela ne va pas dans le sens de l'utilisation de photographies à la place du soigneur dans ce test. La réponse au soigneur ne semble pas fondée sur les seuls critères visuels en deux dimensions.



Figure a. Photographies des objets

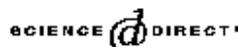


Figure b. Photographies des soigneurs

## ARTICLE IN PRESS



ELSEVIER

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Applied Animal Behaviour Science xxx (2005) xxx–xxx

[www.elsevier.com/locate/applanim](http://www.elsevier.com/locate/applanim)


---



---

**APPLIED ANIMAL  
BEHAVIOUR  
SCIENCE**


---



---

Short communication

## A note on the consistency and specificity of lambs' responses to a stockperson and to their photograph in an arena test

Céline Tallet, Isabelle Veissier, Xavier Boivin\*

*INRA Centre de Recherche de Clermont-Ferrand/Theix/Lyon, Unité de Recherches  
sur les Herbivores, Adaptation et Comportements Sociaux,  
F-63122 Saint-Genès-Champagnelle, France*

Accepted 18 September 2005

**Abstract**

Understanding how farm animals perceive their stockperson is a major challenge, especially for artificially reared animals which are known to show strong attraction to humans. Replacing the stockperson by its photograph in an arena test could be a useful method for standardising human stimuli. Such an approach requires individual consistency in young lambs' responses to their stockperson, which has not yet been demonstrated. Our objective was to test this consistency and to determine whether the responses of lambs to a photograph of a stockperson in an arena test are linked in a specific way to their responses to the real stockperson in that same test. Thirty-six female lambs were bucket-fed by two men. The individual responses of the lambs to the person feeding them were assessed when the lambs were 4, 5 and 10 weeks of age, in a test pen where the lambs were first alone for 2 min, then left with their stockperson for 2 min, and then left alone again for a further 2 min. At 11 weeks of age, a similar test was run with photographs (object and stockperson). Responses to the real stockperson were positively correlated between tests ( $r_s > 0.44$ ,  $P < 0.01$ ). The lambs spent more time near the photograph of their stockperson than a photograph of an object ( $40 \pm 5$  s versus  $29 \pm 4$  s,  $P = 0.02$ ). The time spent near the two photographs was statistically linked ( $P < 0.02$ ) to the time spent near the real stockperson in the previous test. We observed an increase of the frequency of vocalisations and locomotion when the stockperson left the pen ( $P < 0.001$ ), but not when the photographs were removed. In conclusion, individual lambs' give consistent responses to the presence or disappearance of a stockperson in an arena test. This suggests an early individual

\* Corresponding author. Tel.: +33 4 73 62 41 07; fax: +33 4 73 62 41 18.

E-mail addresses: [xavier@clermont.inra.fr](mailto:xavier@clermont.inra.fr) (X. Boivin), [ctallet@clermont.inra.fr](mailto:ctallet@clermont.inra.fr) (C. Tallet).

## ARTICLE IN PRESS

2

*C. Tallet et al. / Applied Animal Behaviour Science xxx (2005) xxx–xxx*

behavioural trait in lambs, and therefore the possibility of early selection for this trait. Our results do not support the use of photographs of humans in arena tests, due to an absence of specific link.

© 2005 Elsevier B.V. All rights reserved.

*Keywords:* Domestic sheep; Human–animal relationship; Behavioural trait; Visual cues; Perception; Discrimination

## 1. Introduction

This experiment fits into the general topic of young farm animals' perception of their stockperson and the use of photographs as a methodological tool. Photographs could allow to standardise human stimuli and thus analyse animals' perception of humans. One method to describe this perception consists in observing behaviour towards the stockperson in an arena test after animals had been separated from penmates. This approach has been widely used and validated in artificially reared lambs (see review of [Boivin et al., 2003](#)), as it makes it possible to evaluate emotional responses to the stockperson. However, these responses may depend on different cues of the real human (visual, tactile, olfactory, etc.) that have not yet been investigated.

In studies using learning procedures or electrophysiological measurements, sheep discriminate photographs of humans ([Kendrick and Baldwin, 1989](#); [Peirce et al., 2001](#)). These methods are difficult to manage as they necessitate many human contacts. They also mean it is practically impossible to control the perception of the stockperson by sheep. More simple procedures, such as arena tests comparing photographs of objects and humans remain inconclusive. Domestic sheep have been shown to discriminate their conspecifics from many other stimuli on photographs in an arena test (e.g. [Ligout and Porter, 2004](#)). In contrast, [Vandenheede and Bouissou \(1994\)](#) observed no behavioural differences between responses to a photograph of a human and an object. They did not control for responses to real humans. Some animals less fearful of humans could have reacted differently to the photographs than other more fearful animals. This uncontrolled variability could have led to a statistical absence of discrimination between the photographs of a human and an object.

Our main objective in the experiment described here was to evaluate the responses of lambs to humans in a validated test such as that developed by [Boivin et al. \(1997\)](#), and to relate these responses to the responses to photographs of humans or objects (as control). Using an arena test with different stimuli meant that we could observe consistent individual responses towards the same stimulus. The early tendency of lambs to develop a strong attraction to the stockperson has not yet been tested, and was therefore an additional study objective.

## 2. Materials and methods

### 2.1. Animals and housing conditions

We studied 36 female lambs of the INRA401 breed that were separated from their dams 12 h after birth to be reared in groups of three. The lambs were fed with a multi-nipple

## ARTICLE IN PRESS

*C. Tallet et al. / Applied Animal Behaviour Science xxx (2005) xxx–xxx*

3

bucket and thus had regular contact with one stockperson. Two stockpersons were involved, each working with half of the lambs in order to screen for possible differences in behaviour induced by differences between stockpersons. Other necessary interventions (healthcare, etc.) were conducted by a disguised stockperson whose human shape was camouflaged (as already used in Boivin et al., 2001). This disguised stockperson wore a beekeeper suit, a long skirt, large sleeves, and plastic gloves. When the lambs were 8 weeks old, they were divided into four groups of nine lambs per group because the rearing pens were becoming too crowded. Milk feeding was then progressively reduced over a period of 1 week, and the lambs were then fed (hay and concentrate) and watered ad libitum.

### 2.2. Human test: lambs' reaction to a familiar stockperson in an arena

The human test was repeated three times at 4, 5 and 10 weeks of age to assess the consistency of responses. It took place in a 6 m × 1.50 m pen with 1.50 m-high wooden walls. The floor was divided into six 1 m × 1.50 m zones by lines painted on the floor. The lamb to be tested was led to the test pen in a cart on wheels and introduced in the centre of the pen. The test was divided into three 2 min phases. In Phase 1, the animal was alone in the test pen. In Phase 2, the stockperson entered and crouched down at one end of the pen; to avoid any spatial effect due to the place where the stockperson sat, he sat at one end of the pen for 18 lambs and at the other end for the other 18 lambs. The stockperson would slowly stretch his arm to maintain contact with the lamb whenever the lamb entered the zone; the aim of this procedure was to measure motivation to be in contact with the stockperson rather than just simple curiosity from the animals. In Phase 3, the stockperson left the pen and the animal was again alone.

All the tests were videorecorded, and behaviour was further encoded using The Observer 3.0 software (Noldus, The Netherlands). We analysed latency to enter the stockperson's zone, time spent in this zone, number of vocalisations, and number of zones crossed (lines on the floor) which reflects locomotor activity.

### 2.3. Photograph test: lambs' reaction to two photographs in an arena

The photograph test was conducted when the lambs were 11 weeks old. The lambs had never experienced any previous exposure to pictorial stimuli. Each animal was tested twice – once with its familiar stockperson in a seated position, and once with its known geometrical object – following a cross-over design. We used the photograph of objects as controls to verify that sheep were effectively able to discriminate between photographs, and to detect potential influences of repetitions of the test with a real human on animals' responses to this test. The objects had been presented once to the animals (each to one half of the lambs) for 30 min 7 days before the tests so as to preclude any novelty effect during the test. The use of two objects was designed to detect possible differences in animal behaviour induced by differences between objects.

The photographs (1.10 m × 0.50 m) had been taken in the same place and at the same brightness (printed by Chaumeil Repro, Clermont-Ferrand, France). Each photograph was wedged between a wooden plank and a transparent, non-reflective plastic.

The general procedure was identical to the human test except that in Phase 2, a photograph was presented instead of the real stockperson. The photograph was introduced

ARTICLE IN PRESS

and removed by sliding it along a metal rail. Each time the photograph was introduced or removed, the door was rapidly opened or closed, as in the human test. Behaviour was observed as in the human test.

2.4. Statistical analyses

Data were analysed using the S.A.S software package (SAS Institute Ins, version sax81, Cary, NC, USA). Behavioural responses were analysed by ANOVAs (mixed procedure). To test the relationship with responses to the stockperson in the human test, time spent near the stockperson in the third human test was used as a covariate. We calculated correlations between consecutive human tests using the non-parametric Spearman test to avoid any data distribution problems.

The results are given as means ± standard error (S.E.). Results were considered as significant when the probability of the null hypothesis was less than or equal to 0.05.

Table 1

Mean (S.E.) responses of the lambs to the stockperson in the human tests and to the two kinds of photographs (stockperson vs. object) in the photograph test during each phase of each test (phase 1 – animal alone, phase 2 – with the stimulus, phase 3 – alone again)

	Phase 1	Phase 2	Phase 3	F (kind)	F (phase)	F (kind × phase)
Human tests (Overall Mean)						
Latency to enter the stimulus zone <sup>a</sup> (s) (log transformation)	36 (7)					
Time spent near the stimulus <sup>a</sup> (s)	50 (7)					
Number of vocalisations <sup>b</sup> (log transformation)	33 (2) t	17 (2) v	29 (2) t		See text	
Number of zones crossed <sup>b</sup>	28 (2) t	15 (1) v	27 (2) t		See text	
Photographs test						
Latency to enter the stimulus zone <sup>a</sup> (s) (log transformation)						
Stockperson	20 (6)			0.23		
Object	23 (6)					
Time spent near the stimulus <sup>a</sup> (s)						
Stockperson	40 (5) a			5.97*		
Object	29 (4) b					
Number of vocalisations <sup>b</sup> (log transformation)						
Stockperson	33 (2) t	24 (2) v	26 (2) v	0.72	112.9***	1.02
Object	31 (2) t	24 (2) v	25 (2) v			
Number of zones crossed <sup>b</sup>						
Stockperson	31 (3) t	20 (2) v	20 (2) v	0.08	35.9***	0.29
Object	30 (2) t	20 (2) v	22 (2) v			

a, b, t, v: values with different letters are significantly different in a same phase (a, b:  $P < 0.05$ ) and between phases (t, v:  $P < 0.001$ ).

<sup>a</sup> The number of degrees of freedom is (1/35) for the effect of the kind of photograph.

<sup>b</sup> The number of degrees of freedom is (1/175) for the effect of the kind of photograph and of the phase and (2/175) for their interaction.

\*  $P < 0.05$ .

\*\*\*  $P < 0.001$ .

## ARTICLE IN PRESS

C. Tallet et al. / *Applied Animal Behaviour Science* xxx (2005) xxx–xxx

5

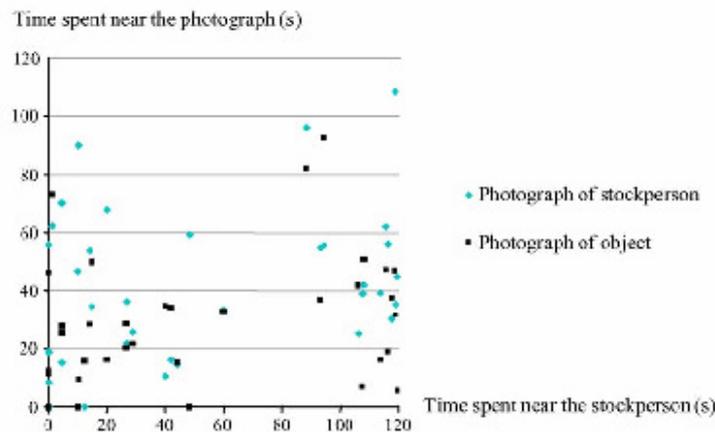


Fig. 1. Time spent near each photograph (stockperson and object) as a function of the time spent near the stockperson in the third repetition of the human test.

### 3. Results

In the human test, there were no differences between the responses to the two persons ( $P > 0.10$ ). Mean responses are summarised in Table 1. There were significant positive correlations between the latencies to approach the stockperson ( $r > 0.44$ ,  $P < 0.01$ ) and between the times spent near the stockperson ( $r > 0.53$ ,  $P < 0.01$ ).

Frequency of vocalisations and zones crossed always decreased when the stockperson entered the pen and increased when he left (vocalisations:  $F_{2/70} > 42.26$ ,  $P < 0.001$ ; zones crossed:  $F_{2/70} > 12.01$ ,  $P < 0.001$ ). In the presence of the stockperson, frequencies of vocalisations and of zones crossed were positively and significantly correlated across repetitions ( $r > 0.50$ ,  $P < 0.01$ ).

In the photographs test, there were no differences between the two objects we used nor between the two stockpersons ( $P > 0.10$ ). The main results of the photographs test are given in Table 1. The kind of photograph did not affect latency to approach ( $P = 0.63$ ). The lambs spent more time near the photograph of a stockperson than near the photograph of an object ( $P = 0.02$ ), even if they were not attracted by the stockperson (Fig. 1). The latency to approach and the time spent near the photographs were related to the time spent near the stockperson in the human test (latency:  $F_{1/34} = 14.09$ ,  $P < 0.001$ ; time:  $F_{1/34} = 5.81$ ,  $P = 0.02$ , Fig. 1).

Frequencies of vocalisations and zones crossed decreased from Phase 1 to Phase 2 and then remained stable in Phases 2 and 3 (phase effect:  $P < 0.001$ ), and there was no effect of kind of photograph ( $P > 0.1$ ). Vocalisations and crossed zones were not related to the time spent near the stockperson in the human test ( $P > 0.1$ ).

### 4. Discussion

All responses to the real stockperson remained quite consistent across repetitions. We thus have a good early evaluation of the human–animal relationship that appears stable, at

## ARTICLE IN PRESS

6

*C. Tallet et al. / Applied Animal Behaviour Science xxx (2005) xxx–xxx*

least until 10 weeks. This suggests that lambs' responses to humans in the arena test could be individual behavioural traits, which has thus far never been shown in such a test. This is in agreement with Réale et al. (2000) who showed great repeatability of the individual docility of ewes over time, and with studies on cattle in a test measuring avoidance of a moving human (Lensink et al., 2003; Rousing and Waiblinger, 2004). If the animals keep this trait until adulthood, which remains to be determined, early detection could be useful for selection.

A specific link between responses to the real stockperson and the photograph of this stockperson compared to the photograph of an object would have suggested that lambs really did perceive the human on the photograph. This was not observed. The time spent close to the photographs (human or object) was similarly linked to the responses to the real stockperson. Testing the animals three times with the real stockperson could have conditioned the animals into approaching the zone where the stockperson sat, i.e. also the zone where the photographs were introduced, which could have explained this result. However, lambs discriminated between the two photographs, supporting the validity of our experimental design. Such discrimination in sheep is consistent with previous studies (e.g. Ligout and Porter, 2004). Furthermore, frequency of vocalisations and locomotion did not evolve when the photograph was removed, whereas in the test with a real stockperson they increased on departure of the stockperson. Both these variables are signs of distress (Cockram, 2004). Taken together, these results suggest that the photograph of a stockperson did not, even partially, have a similar emotional value for the lambs as the real stockperson. This is in agreement with Munksgaard et al. (1997) who found that cattle were unable to discriminate between photographs of two handlers even if they preferred the gentle handler (i.e. associated with food distribution and stroking) to the negative handler (i.e. associated with being struck by hand) in an arena test.

In conclusion, despite the use of a simple task (comparing an object and a stockperson), and despite the control of the human–animal relationship (extensive human contacts), our results do not support the use of photographs as a replacement for a stockperson in arena tests, thereby confirming previous reports (Vandenheede and Bouissou, 1994; Munksgaard et al., 1997). Responses in the human test are consistent, which opens up many perspectives. Visual cues in one dimension, as in a photograph, may be insufficient, and the use of two-dimensional stimuli (e.g. a stockperson behind a Plexiglas) or movies may prove more efficient.

### Acknowledgements

The authors would like to thank all the technicians involved in the construction of the test pen and in the running of the tests, and particularly Michaël Bernard, Pascal Payard and Jean-Bernard Teuma. This work is part of a PhD supported by an INRA and Région Auvergne grant.

### References

- Boivin, X., Lensink, B.J., Tallet, C., Veissier, I., 2003. Stockmanship and farm animal welfare. *Anim. Welfare* 12, 479–492.

## ARTICLE IN PRESS

*C. Tallet et al. / Applied Animal Behaviour Science xxx (2005) xxx–xxx*

7

- Boivin, X., Nowak, R., Després, G., Tournadre, H., Le Neindre, P., 1997. Discrimination between shepherds by lambs reared under artificial conditions. *J. Anim. Sci.* 75, 2892–2898.
- Boivin, X., Nowak, R., Terrazas Garcia, A., 2001. The presence of the dam affects the efficiency of gentling and feeding on the early establishment of the stockperson–lamb relationship. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 72, 89–103.
- Cockram, M.S., 2004. A review of behavioural and physiological responses of sheep to stressors to identify potential behavioural signs of distress. *Anim. Welfare* 13, 283–291.
- Kendrick, K.M., Baldwin, B.A., 1989. Visual responses of sheep temporal cortex cells to moving and stationary human images. *Neurosci. Lett.* 100, 193–197.
- Lensink, B.J., van Reenen, C.G., Engel, B., Rodenburg, T.B., Veissier, I., 2003. Repeatability and reliability of an approach test to determine calves' responsiveness to humans: "a brief report". *Appl. Anim. Behav. Sci.* 83, 325–330.
- Ligout, S., Porter, R.H., 2004. The role of visual cues in lamb's discrimination between individual agemates. *Behaviour* 141, 617–632.
- Munksgaard, L., De Passillé, A.M., Rushen, J., Thodberg, K., Jensen, M.B., 1997. Discrimination of people by dairy cows based on handling. *J. Dairy Sci.* 80, 1106–1112.
- Peirce, J.W., Leigh, A.E., daCosta, A.P.C., Kendrick, K.M., 2001. Human face recognition in sheep: lack of configurational coding and right hemisphere advantage. *Behav. Process.* 55, 13–26.
- Rousing, T., Waiblinger, S., 2004. Evaluation of on-farm methods for testing the human–animal relationship in dairy herds with cubicle loose housing systems—test–retest and inter-observer reliability and consistency to familiarity of test person. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 85, 215–231.
- Réale, D., Gallant, B.Y., Leblanc, M., Festa-Bianchet, M., 2000. Consistency of temperament in bighorn ewes and correlates with behaviour and life history. *Anim. Behav.* 60, 589–597.
- Vandehede, M., Bouissou, M.F., 1994. Fear reactions of ewes to photographic images. *Behav. Process.* 32, 17–28.



## **PARTIE 2**

---

**VALIDATION DE L'UTILISATION D'UN OUTIL DE  
MESURE DE LA FREQUENCE CARDIAQUE  
ET  
MODIFICATION DE L'ACTIVITE CARDIAQUE EN  
PRESENCE DU SOIGNEUR**

*Article 2 (Does the use of a device to measure heart rate affect the behavioural responses of lambs to humans? Applied Animal Behaviour Science, sous presse)*



## 1. Contexte et objectifs

Même si les indices comportementaux apportent beaucoup en terme de perception du soigneur par les agneaux, les indices physiologiques (telle l'activité cardiaque) pourraient nous permettre de mieux comprendre les processus internes qui sous-tendent les réponses au soigneur.

Le rythme cardiaque est un indice physiologique intéressant qui peut être enregistré en continu. Cette méthode est de plus en plus utilisée dans le cadre d'études de la relation homme – animal. Il existe des méthodes lourdes consistant à implanter les animaux avec des capteurs. D'autres, moins lourdes, consistent à équiper les animaux d'une ceinture sur laquelle est fixé l'appareillage (voir la figure 1 de l'article). Cette dernière méthode, qui est utilisée dans l'équipe ACS, est similaire à celle utilisée en radio-tracking. Elle pourrait être stressante pour les animaux car elle implique le port d'un matériel étranger. Or, le stress peut modifier les réponses comportementales des animaux.

L'objectif de cette expérience était double. Nous avons voulu savoir si l'appareillage utilisé pour mesurer l'activité cardiaque (une ceinture élastique sur laquelle sont accrochés les émetteurs, électrodes...) pouvait modifier le comportement des animaux vis-à-vis de leur soigneur dans le « test d'affinité ». Nous avons ensuite déterminé si l'on observait une variation de la fréquence cardiaque en réponse à l'arrivée et au départ du soigneur.

## 2. Méthodes

Vingt quatre agneaux mâles élevés par six ont été répartis en deux traitements :

- manipulés : le soigneur caressait les agneaux pendant qu'il les faisait téter. Il intervenait 10 min trois fois par jour pendant cinq jours consécutifs puis un jour par semaine.
- non manipulés : le soigneur n'entrait jamais dans les parcs d'élevage. Un homme déguisé apprenait aux agneaux à téter.

A partir de six semaines, nous avons étudié l'affinité des agneaux pour leur soigneur dans le « test d'affinité ». Ce test a été réalisé dans deux conditions pour chaque animal (dispositif de cross-over) : alors qu'ils étaient équipés pour que l'on enregistre leur fréquence cardiaque et alors qu'ils n'étaient pas équipés. L'équipement était mis par un homme déguisé afin que les agneaux n'assimilent pas la pose de l'équipement, qui pouvait être stressante en soi, au soigneur. L'homme déguisé attrapait aussi les agneaux non équipés pour les transporter jusqu'au parc de test.

### 3. Résultats

Nous avons montré que le port de l'équipement pour enregistrer la fréquence cardiaque induit une diminution de l'activité des agneaux (vocalisations et déplacements,  $P < 0,05$ ), indépendamment de leur traitement (traitement x équipement :  $P > 0,1$ ). Il a un impact limité sur les différences de temps passé près du soigneur par les animaux manipulés et les animaux non manipulés (traitement x équipement :  $P < 0,05$ ) : il diminue seulement le temps passé près du soigneur pour les animaux non manipulés. Avec l'équipement, les agneaux non manipulés passent en moyenne 0,1 s ( $\pm 0,1$  s) près du soigneur alors qu'ils passent 3 s ( $\pm 1$  s) près du soigneur sans l'équipement.

Chez les agneaux manipulés, la fréquence de vocalisations et la fréquence cardiaque diminuent lorsque le soigneur est présent ( $P < 0,05$ ) alors que seule la fréquence de vocalisations augmente quand le soigneur est parti ( $P < 0,05$ ). Il n'y a pas d'évolution de la fréquence cardiaque chez les animaux non manipulés ( $P > 0,1$ ) alors qu'il y a une diminution des vocalisations après l'arrivée du soigneur ( $P < 0,05$ ).

### 4. Conclusions

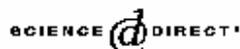
Ces résultats montrent que l'équipement utilisé pour mesurer l'activité cardiaque diminue l'activité générale des agneaux mais a peu de conséquences sur la différence comportementale entre les agneaux manipulés et non manipulés. Cette méthode semble donc appropriée pour étudier la perception du soigneur par les agneaux, du moins lorsque l'on compare des animaux manipulés et des non manipulés. Pourtant, les valeurs absolues du nombre de déplacements et de vocalisations doivent être prises avec précaution du fait de leur diminution possible à cause du port de l'appareillage.

Les réponses comportementales et physiologiques ne semblent pas suivre les mêmes évolutions, ce qui pose la question de leur valeur émotionnelle respective. Ces mesures pourraient refléter différents aspects de notre situation de test : la nouveauté de l'environnement, la séparation des congénères, la présence du soigneur.

## ARTICLE IN PRESS



ELSEVIER

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Applied Animal Behaviour Science xxx (2005) xxx–xxx

[www.elsevier.com/locate/applanim](http://www.elsevier.com/locate/applanim)


---



---

**APPLIED ANIMAL  
BEHAVIOUR  
SCIENCE**


---



---

## Does the use of a device to measure heart rate affect the behavioural responses of lambs to humans?

Céline Tallet\*, Isabelle Veissier, Xavier Boivin

*INRA Centre de Recherche de Clermont-Ferrand/Theix, Unité de Recherches sur les Herbivores, Adaptation et Comportements Sociaux, F-63122 Saint-Genès Champanelle, France*

Accepted 4 October 2005

---

### Abstract

Devices used to measure cardiac activity (elasticized belt, electrodes, etc.) in standardised behavioural tests could be stressful for the animals, and therefore affect their responses. Preliminary habituation to the device is not always possible. To date, the impact of carrying such devices has been poorly evaluated. In the present experiment, we examined the impact of a device used to measure cardiac activity on the behavioural responses of handled and non-handled lambs in a standard human test. We also studied variations in heart rate in response to human presence and separation. Twenty-one lambs were separated from their dam 12 h after birth: 11 received no additional human contact (non-handled) and 10 received additional contact for 1 week and then 1 day a week until 6 weeks. They consisted of stroking and milk-feeding (handled). At 6.5 weeks of age, each lamb was submitted twice to a behavioural test. The procedure comprised three phases: the lamb stayed alone for 2 min, then for 2 min with the familiar stockperson, and then alone for 2 min again. The tested lambs were equipped or not with a cardiac device in a cross-over design. The device used to measure cardiac activity led to a decrease in vocalisations and locomotion ( $P < 0.05$ ). It had only a limited impact on the behavioural differences between handled and non-handled lambs. It reduced slightly the time spent near the stockperson for the non-handled lambs (mean  $\pm$  S.E.  $0.1 \pm 0.1$  s with cardiac device versus  $3 \pm 1$  s without;  $P < 0.05$ ) but had no effect on the handled lambs ( $35 \pm 15$  s versus  $23 \pm 10$  s;  $P > 0.1$ ). In handled lambs, the frequency of vocalisations and the heart rate decreased as the stockperson entered ( $P < 0.05$ ). When he left, we observed an increase in frequency of

---

\* Corresponding author. Tel.: +33 4 73 62 40 94; fax: +33 4 73 62 41 18.

E-mail addresses: [ctallet@clermont.inra.fr](mailto:ctallet@clermont.inra.fr) (C. Tallet), [xavier.boivin@clermont.inra.fr](mailto:xavier.boivin@clermont.inra.fr) (X. Boivin).

## ARTICLE IN PRESS

2

*C. Tallet et al. / Applied Animal Behaviour Science xxx (2005) xxx–xxx*

vocalisations but no change in heart rate ( $P > 0.1$ ). No change in heart rate was observed for the non-handled lambs.

We conclude that the device used to measure cardiac activity led to a general decrease in activity but did not affect the difference between handled and non-handled lambs. Consequently, this method seems to be appropriate for further exploring artificially reared lambs' perception of humans, with few risks of behavioural alterations. However, the absolute values of cardiac activity should be taken with caution. Behavioural and physiological measures were not totally consistent, which questions then-respective emotional significance.

© 2005 Elsevier B.V. All rights reserved.

*Keywords:* Sheep; Human–animal relationship; Handling; Affinity; Heart rate; Methodology

## 1. Introduction

The relationship between farm animals and their stockperson may affect animal welfare (for review see [Boivin et al., 2003](#)). Many behavioural tests have been developed to characterise this relationship, including measuring the animals' spontaneous approach patterns toward a stockperson (rabbits: [Bilko and Altbacker, 2000](#); horses: [Lansade et al., 2004](#); cattle: [Pajor et al., 2003](#); blue foxes: [Pedersen et al., 2002](#); sheep: [Tallet et al., 2005](#)). These tests are not only used to assess fear of humans (e.g. [Hemsworth and Barnett, 1992](#)) but also attraction toward the stockperson (e.g. [Markowitz et al., 1998](#)) and the potential calming effect (reduction of vocalisations or locomotion) induced by his/her presence (e.g. [Boivin et al., 2000](#)).

Physiological measurements such as cardiac activity are increasingly used in these tests (e.g. in horses: [Sondergaard and Halekoh, 2004](#) and in cattle: [Raussi et al., 2003](#)). Indeed, the combination of behavioural and physiological measures is essential for understanding the emotional perception of a situation by animals ([Désiré et al., 2002](#)), especially since interpreting behaviour is not always easy. A typical example is immobility: staying immobile does not always reflect a calm state, as stress can also lead to immobility ([Boissy, 1998](#)). While immobility is associated with a low heart rate, stress-induced immobility is associated with a higher heart-rate (in dogs: [Reese et al., 1984](#)).

Different methods are used to measure cardiac activity. Some authors use surgery to implant the device, most often with small animals ([Cabanac and Cabanac, 2000](#); [Korte et al., 1998](#); [Mandile et al., 2003](#)). Others use a less invasive method where the transmitter is fitted on a belt ([Goddard et al., 2000](#) and [Désiré et al., 2004](#) in sheep; [Roussel et al., 2005](#) in goats; [Takeda et al., 2003](#) in heifers; [Mohr et al., 2002](#) in calves and cows). This method is able to differentiate handled and non-handled animals (e.g. [Raussi et al., 2003](#)). However, carrying a belt could be stressful for the animals if they are not habituated to it. Indeed, rats carrying a device such as a radio-collar have a lower cardiac activity than free rats ([Mikesic and Drickamer, 1992](#)). Radio-transmitters can also lead to an increase in energy expenditure ([Godfrey et al., 2003](#)). Habituation of the animals to the equipment is not always possible or done, in particular because it necessitates frequent prior handlings which could affect the human–animal relationship. Consequently, some authors such as [Markowitz et al. \(1998\)](#) have avoided cardiac measurement in young lambs because they

## ARTICLE IN PRESS

*C. Tallet et al. / Applied Animal Behaviour Science xxx (2005) xxx–xxx*

3

suspected a possible change in behaviour due to the stress induced by the device. Lambs are often used as a model for studying human–farm–animal relationships (e.g. Markowitz et al., 1998; Goddard et al., 2000; Boivin et al., 2001, 2002; Tallet et al., 2005). However, to date, the impact of carrying a cardiac device on lamb behaviour in a human standard approach test has not been evaluated, despite its great importance in the use such a technique to further explore animal perception of humans without any risk of behavioural alterations.

This experiment had a dual aim. First, we aimed to determine the impact of carrying the equipment necessary to measure the cardiac activity on the behavioural responses of lambs in a standard human test. The responses of positively handled (stroking and feeding) and non-handled artificially reared lambs were compared. Handling may, effectively, modify the emotional reactivity of animals (McMillan, 1999) and thus the response to a stressful event such as carrying the cardiac device. Second, we compared cardiac activity between handled and non-handled lambs during the test in order to assess the potential utility of these measures in providing further insight into the perception of humans by animals.

## 2. Materials and methods

### 2.1. Animals and housing conditions

We studied 24 male lambs of the breed INRA401 that were born over 4 days. They were separated from their dam at about 12 h following birth. Immediately after the separation, the lambs were placed in four pens of six lambs each: two pens measuring 5 m × 2.4 m and two other pens measuring 4 m × 2.4 m. The pens were bordered by 1.5 m high blind wooden partitions to avoid any visual contact with humans. The floor was covered with straw. The lambs received milk *ad libitum* from an automatic milk feeder (two teats for each pen).

They were separated into two experimental treatments (two pens for each treatment), as described in the following section. Twin lambs were never included in the same experimental treatment. To minimise interference from uncontrolled human contact, all husbandry procedures (bedding, any medical treatment, etc.) were performed by a disguised stockperson, as in Krohn et al. (2001) and Tallet et al. (2005). The disguised stockperson wore a bee-keeper suit, a long skirt, large sleeves and plastic gloves to hide visual cues of the person.

### 2.2. Experimental treatments (non-handled and handled lambs)

The non-handled lambs ( $n = 12$  lambs) had no human contact. Until the lambs suckled without any assistance, three times a day for 10 min a disguised stockperson helped the lambs to suckle, by taking each lamb alternatively for 20 s and putting its mouth to a teat. All other interventions were also conducted by a disguised stockperson.

The handled lambs ( $n = 12$  lambs) had contact with a stockperson (woman) three times a day for 10 min during the first five consecutive days and then once a week until the behavioural tests when lambs were 6.5 weeks old. This person never intervened as a

## ARTICLE IN PRESS

4

C. Tallet et al. / *Applied Animal Behaviour Science xxx (2005) xxx-xxx*

disguised stockperson. The milk feeder was stopped for 1 h before the stockperson entered the pen, in order to increase feeding motivation at the time of contact and speed of learning. Just before entering the pen, the stockperson reactivated the milk feeder. The stockperson caught each lamb alternatively for 20 s, stroked it, and talked softly while the animal suckled. The stockperson helped the lambs to suckle until they were able to suckle by their own.

### 2.3. Observations

#### 2.3.1. Testing procedure

Three lambs (one handled and two non-handled) died before the beginning of the behavioural tests. The final strength was of 11 handled lambs and 10 non-handled lambs. Testing was conducted at 6.5 weeks of age.

The lambs were individually tested in an unfamiliar 6 m × 1.5 m test pen bordered by 1.5 m high wooden panels (Fig. 1). The test pen was divided into six 1 m × 1.5 m zones by white lines painted on the floor. A camcorder (SONY™, TRV320E) was fixed above the test pen.

The general procedure (adapted from Boivin et al. (1997)) consisted of observing the lambs' responses to their familiar stockperson after they had been separated from their group. The disguised stockperson gently caught each lamb and transported it in a cart on wheels to the test pen and introduced it into the test pen by the central door. The test was divided into three 2 min phases. In Phase 1, the animal was alone. In Phase 2, the familiar stockperson entered the pen through a side door (the right-hand door for half the lambs in each treatment and the left-hand door for the other half) and sat against the walls at one end of the pen (Fig. 1); the familiar stockperson slowly stretched their arm to maintain contact with the lamb whenever it entered the zone where they sat (called the "stockperson zone"). In Phase 3, the stockperson left the pen and the animal was again alone.

The day preceding the test, all the lambs were locally sheared by a disguised stockperson to facilitate the pasting of cardiac electrodes. Each lamb was tested with the equipment required to record cardiac activity (Fig. 2) and again without this equipment in a cross-over design balanced between treatments. This is considered as the condition of testing (with and without equipment). The sessions were conducted over two consecutive days.

To record cardiac activity, the lambs were fitted with an elasticized belt (Fig. 2) by a disguised stockperson to avoid any generalisation (negative effect) from this person to the

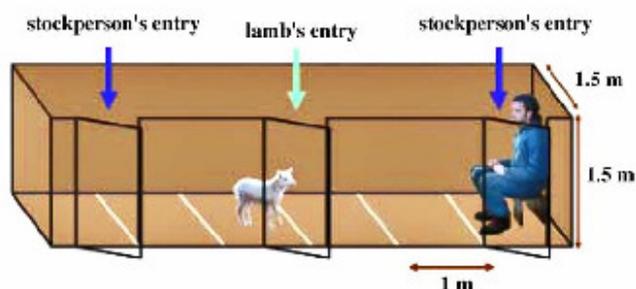


Fig. 1. Schematic representation of the test pen.

## ARTICLE IN PRESS

C. Tallet et al. / *Applied Animal Behaviour Science xxx (2005) xxx–xxx*

5



Fig. 2. Photograph of a lamb fitted with the equipment required to measure cardiac activity.

familiar stockperson employed in the test arena. The belt was adjusted so that the lambs were not squeezed too tightly. One adhesive electrode was glued to the sternum and the other electrode was glued over the right scapula. They were connected to the transmitter of an ambulatory ECG monitoring unit (LifeScope 6 model OEC-6301K, Nihon Kodhen, Japan). The receptor was connected to an Apple PowerPC via a data acquisition system (PowerLab, ADInstruments, Castle Hill, Australia). The rate of acquisition was 1000 points/s. Chart Software (version 3.6.8, ADInstruments, Australia) was used to record the data. The heart rate recording apparatus was removed by the unfamiliar stockperson at the end of each test.

### 2.3.2. Behavioural responses

The tests were video recorded. Behaviour was further encoded using The Observer (version 5.0, Noldus, The Netherlands) software. We noted latency to enter the familiar stockperson zone, time spent in this zone, vocalisations emitted and number of zones crossed (locomotion).

### 2.3.3. Cardiac activity

The ECGs were analysed using Chart Software. Heart rate (beats per minute) was calculated for each 2 min phase of the test.

## 2.4. Statistical analyses

Statistical analyses were performed using the SAS software (version sasx81, SAS<sup>TM</sup> Institute). The data were analysed via ANOVA using the MIXED procedure (generalisation of the standard linear model with REML and ML estimation methods implemented with a Newton–Raphson algorithm, SAS, 1999). We analysed the behavioural responses (latency to enter the stockperson zone, frequency of vocalisations and locomotion) by testing the

## ARTICLE IN PRESS

6

*C. Tallet et al. / Applied Animal Behaviour Science xxx (2005) xxx–xxx*

effects of treatment (non-handled versus handled), testing condition (with versus without cardiac measurement), test phase (1, alone; 2, with the stockperson; 3, alone), and test day (Day 1 versus Day 2) as well as interactions between these factors. The animal's identity was used as a random effect nested in the treatment. As there was no effect of the rearing pen on behavioural responses, the effect of the rearing pen was removed from the model. Because the conditions for parametric analysis of the time spent near the stockperson were not met even after transformation (Martin and Bateson, 1994), these data were analysed differently from the preceding variables. The effect of the treatment (non-handled versus handled) on time spent near the stockperson was tested using the Mann–Whitney test ( $U$ ) followed by a non-parametric Wilcoxon paired-test ( $W$ ) to determine the effect of the testing condition on this time within each treatment (Martin and Bateson, 1994).

Cardiac activity was analysed in the same way as for behavioural responses.

The results are expressed as means  $\pm$  standard error (S.E.). The results session will focus on significant results ( $P \leq 0.05$ ) while mentioning tendencies ( $0.05 < P \leq 0.1$ ).

### 3. Results

#### 3.1. Impact of the device used to measure the cardiac activity on behavioural responses

The device used to measure cardiac activity tended to induce an increase in the latency to approach the stockperson in the non-handled lambs, whereas it had no effect in the handled lambs ( $P = 0.08$ , Table 1). The effect of the device on time spent near the stockperson was significantly dependent on treatment. There was no effect of the device for the handled lambs ( $P = 0.22$ ), whereas in contrast, the device slightly lowered the time spent near the stockperson for the non-handled lambs ( $P = 0.03$ ) (Table 1). The lambs equipped with the device vocalised less ( $P = 0.04$ ) and crossed fewer zones ( $P < 0.001$ ) than the non-equipped lambs, regardless of the quantity of human contact (Table 1).

#### 3.2. Effect of the presence of the stockperson after isolation and stockperson departure in relation to amount of human contact

##### 3.2.1. Behavioural responses

There was no treatment effect on latency to enter the stockperson's zone (Table 1). The other responses of the lambs depended on their treatment. The handled lambs spent more time near the stockperson than the non-handled lambs ( $P = 0.01$ ). Broadly speaking, handled lambs also vocalised more (treatment:  $P = 0.03$ , Table 1). Frequency of vocalisations decreased from Phase 1 to Phase 2 for all the lambs, but from Phase 2 to Phase 3, it increased in the handled lambs with no change in the non-handled lambs (treatment  $\times$  phase:  $P < 0.01$ , Table 1). All the lambs crossed more zones when they were alone than when the stockperson was present ( $F_{2/93}(\text{phase}) = 8.61$ ,  $P < 0.001$ ), independently of the treatment (treatment  $\times$  phase:  $P = 0.24$ , Table 1). Whatever the variable, we found no significant interaction between treatment and day of test ( $P > 0.3$ ).

ARTICLE IN PRESS

C. Tallet et al. / Applied Animal Behaviour Science xxx (2005) xxx–xxx

7

Table 1  
Mean (S.E.) responses of the handled (stroked and fed) and non-handled (no human contact) lambs (treatment factor) during the three phases (1, alone; 2, with the familiar stockperson; 3, alone) of the test in relation to test condition (with or without measurement of cardiac activity)

Human contact	Measure of cardiac activity	Phase 1	Phase 2	Phase 3	F treatment	F condition	F treatment × condition	F treatment × phase	F treatment × condition × phase
Latency to enter the stockperson zone(s) <sup>1</sup>									
Handled	With		63 (17) b						
	Without		71 (18) ab						
Non-handled	With		110 (11) a		1.47	1.60		3.39 <sup>a</sup>	
	Without		68 (17) b						
Time spent near the stockperson(s) (non-parametric tests, <i>U</i> = Mann–Whitney, <i>W</i> = Wilcoxon)									
Handled	With		35 (15) a						
	Without		23 (10) a						<i>W</i> = -6.5
Non-handled	With		0.1 (0.1) c		<i>U</i> = 6.2 **				
	Without		3 (1) b						<i>W</i> = 10.5 *
Frequency of vocalisations <sup>2</sup>									
Handled	With	32 (3) †	16 (4) #	24 (4) †					
	Without	39 (4) †	20 (3) #	24 (3) †	5.48 *	4.49 *	2.08	6.99 **	1.30
Non-handled	With	21 (3) †	16 (2) †	15 (2) †					
	Without	24 (3) †	13 (3) †	16 (3) †					
Frequency of crossed zones (locomotion) <sup>2</sup>									
Handled	With	16 (3)	10 (2)	15 (2)					
	Without	25 (3)	13 (2)	22 (4)	2.77	18.3 ***	0.20	1.44	0.66
Non-handled	With	12 (3)	7 (2)	9 (2)					
	Without	17 (4)	13 (4)	13 (3)					

Values with different letters differ significantly within a phase (a, b, c; *P* < 0.05) or between phases (†, ‡, #; *P* < 0.05). For the *F* value, †: 0.05 < *P* < 0.1; \*: *P* < 0.05; \*\*: *P* < 0.01; \*\*\*: *P* < 0.001. For the variables marked <sup>1</sup>, The number of degrees of freedom is 1/19 for the treatment and the condition effects. For the variables marked <sup>2</sup>, the number of degrees of freedom is 1/19 for treatment effect, 1/93 for treatment × condition and 2/93 for treatment × phase and treatment × condition × phase.

## ARTICLE IN PRESS

8

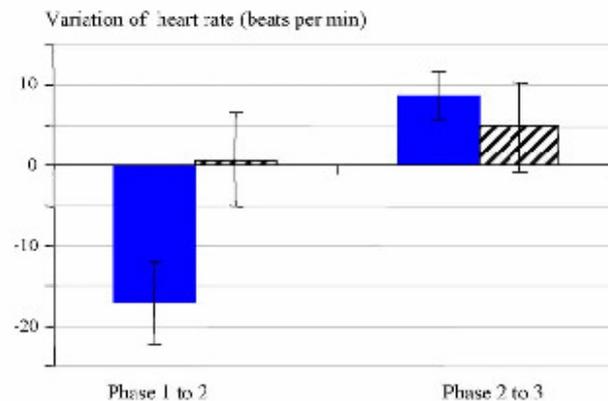
C. Tallet et al. / *Applied Animal Behaviour Science xxx (2005) xxx-xxx*

Fig. 3. Change in the mean ( $\pm$ S.E.) heart rate (bpm) of the lambs from Phase 1 (alone) to Phase 2 (with the stockperson) and from Phase 2 to Phase 3 (alone) in relation to human contact: (■) handled (stroked and fed); (▨) non-handled.

### 3.2.2. Heart rate

There was an interaction between treatment and phase of the test for heart rate ( $F_{2/38} = 3.40$ ,  $P = 0.04$ , Fig. 3). Heart rate decreased between Phase 1 and Phase 2 and then remained constant from Phase 2 to Phase 3 in the handled lambs, whereas there was no change in non-handled lambs. The heart rate was higher for handled lambs than for non-handled lambs (handled:  $255 \text{ bpm} \pm 5$ ; non-handled:  $229 \text{ bpm} \pm 5$ ;  $F_{1/17} = 5.72$ ,  $P = 0.03$ ).

## 4. Discussion

The cardiac device affected the general activity of the lambs in the test arena. However it had only a few consequences on the differences between handled and non-handled animals in the presence of the stockperson. Overall, handled animals approached more the human than non-handled ones. In handled lambs, the frequency of vocalisations and the heart rate decreased as the stockperson entered. However and interestingly, when she left, we observed an increase in the frequency of vocalisations of these animals but no change in the heart rate. No change in heart rate during the whole test was observed for the non-handled lambs, which also did not increase their vocalisation frequency when the human stockperson left the test pen.

The first objective of this study was to determine the effect of carrying a cardiac device on the behavioural responses of handled and non-handled lambs. The cardiac device reduced the vocal and locomotor activities of the lambs independently of the amount of human contact they had received. This is consistent with results from Mikesic and Drickamer (1992) who found a decrease in the activity of radio-collared rats compared to unequipped rats. The handling necessary to equip the lambs with the cardiac device may have been stressful for the lambs. The device itself (i.e. the large elastic belt) may also have been a little uncomfortable for the lambs, even though we made efforts to tighten the belt as

## ARTICLE IN PRESS

*C. Tallet et al. / Applied Animal Behaviour Science xxx (2005) xxx–xxx*

9

little as possible. This finding suggests that the behavioural values we registered did not reflect the absolute real value, but only the relative one. This has to be taken into account when comparing results of different studies where animals were equipped or not.

Habituation is probably a possible way of reducing such effects. However, as in many previous studies (e.g. [Jeziński et al., 1999](#)), we did not habituate the lambs to this device because repeated handling could have modified response to the stockperson and thus confounded the results of the study. Even if the device used to measure heart rate lowered the activity of the lambs, it only had a slight influence on the differences between treatments. Carrying the device affected the time spent near the stockperson in a treatment-dependent fashion. While the handled lambs were unaffected, the non-handled lambs tested with the cardiac device spent on average 0.1 s near the stockperson versus 3 s without the equipment. This is a quite small effect that does not challenge the treatment effect but, on the contrary, increased it. In contrast with previous studies using cardiac devices, we disguised the person fitting the animal with the cardiac device before the test. We cannot rule out the possibility that this precaution helped to avoid an effect of this handling on animals' responses to the familiar stockperson during the test. Disguised stockpersons may still look human and therefore the lambs may associate them with the familiar stockperson. Restraint itself can be stressful for unhabituated animals (see [Grandin, 1997](#) for a review). Consequently, they could durably associate this stress with the stockperson's presence if they were not disguised. However, we did not test this hypothesis in our experiment.

Thus, we can consider the cardiac device we used as valid for assessing human–animal relationships, at least in our conditions. However, it can influence behaviour (i.e. the behaviour of unhandled lambs was affected more than the behaviour of handled lambs) and has to be used with caution according to the amount of human contact considered.

The second objective of this study was to determine the impact of the testing procedure on the cardiac activity of handled and non-handled lambs. Heart rate was affected by the treatment and by the phase of the test (1, alone; 2, with the stockperson; 3, alone). The non-handled lambs had never seen any human being who was not disguised, but the presence of the stockperson in the test pen had no effect on their heart rate. Previous studies have shown that minimally handled animals have a higher heart rate than positively handled animals ([Raussi et al., 2003](#); [Waiblinger et al., 2004](#)). Minimal handling often includes veterinary and sanitary procedures which could be perceived as negative by the animals. In our study, the stockperson was only new, not negative. The absence of effect of novelty on heart rate is in agreement with [Désiré et al. \(2004\)](#). By contrast, the presence of the familiar stockperson induced a decrease in heart rate in the handled lambs. This agrees with the results of previous studies measuring responses to the presence of the stockperson during a husbandry ([Lensink et al., 2001](#)) or a veterinary ([Waiblinger et al., 2004](#)) procedure, which showed that the presence of the stockperson attenuated the increase in heart rate induced by a stressful situation in gently handled animals compared to minimally handled animals. The presence of the familiar partner, i.e. the familiar stockperson, seems to exert calming effects for the handled lambs but not for the non-handled lambs. As in [Rushen et al. \(2001\)](#), who studied the effect of human presence on stress levels of cows at milking, and in [Lyons and Price \(1987\)](#), who studied the responses of dam-reared and human-reared goats to

## ARTICLE IN PRESS

10

*C. Tallet et al. / Applied Animal Behaviour Science xxx (2005) xxx–xxx*

humans, we found a discrepancy between behavioural and physiological responses. The presence of the stockperson in our experiment induced a decrease in vocalisations and locomotion for all the lambs but a decrease in heart rate only for the handled lambs. The departure of the stockperson induced an increase in vocalisations for the handled lambs only, and had no effect on heart rate, whatever the treatment. One hypothesis, as evoked by Ramos and Mormede (1997), would be that our test situation would represent different dimensions of emotionality. Each measure (behavioural or physiological) would reflect a particular aspect of emotionality (Ramos and Mormede, 1997). Indeed, our stressful situation was multidimensional, involving separation from pen mates, isolation and novelty of the environment. This leads to questions about the emotional meaning of the respective measures (Rushen et al., 2001). The level of emotion may affect whether physiological or behavioural (or both) measures are changed.

## 5. Conclusion

This experiment shows that measuring the heart rate of lambs following the external attachment of a measuring device during a standard human test leads to a decrease in the behavioural activity of the lambs, probably due to some lack of comfort. However, these perturbations do not modify the effect of the amount of human contact (human contact versus no human contact) on the responses to the stockperson. This suggests that these cardiac devices can be used in the conditions described in this experiment to further explore artificially reared lambs' perception of humans via heart rate measurement. However, the absolute values of cardiac activity should be taken with caution. The results also show that behavioural and physiological responses are not always consistent, which leads to a question about their respective emotional meanings.

## Acknowledgements

We are grateful to S. Andanson, M. Bernard, P. Payard and G. Toporenko for their involvement in the data collection and to the shepherd's staff for taking care of the animals. This PhD work was supported by an INRA and Region Auvergne grant.

## References

- Bilko, A., Altbacker, V., 2000. Regular handling early in the nursing period eliminates fear responses toward human beings in wild and domestic rabbits. *Dev. Psychobiol.* 36, 78–87.
- Boissy, A., 1998. Fear and fearfulness in determining behavior. In: Grandin, T. (Ed.), *Genetics and the Behavior of Domestic Animals*. Academic Press, New York, USA, pp. 67–111.
- Boivin, X., Boissy, A., Nowak, R., Henry, C., Toumadre, H., Le Neindre, P., 2002. Maternal presence limits the effects of early bottle feeding and petting on lambs' socialisation to the stockperson. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 77, 311–328.
- Boivin, X., Lensink, B.J., Tallet, C., Veissier, I., 2003. Stockmanship and farm animal welfare. *Anim. Welfare* 12, 479–492.

## ARTICLE IN PRESS

C. Tallet et al. / *Applied Animal Behaviour Science xxx (2005) xxx–xxx*

11

- Boivin, X., Tournadre, H., Le Neindre, P., 2000. Hand-feeding and gentling influence early-weaned lambs' attachment responses to their stockperson. *J. Anim. Sci.* 78, 879–884.
- Boivin, X., Nowak, R., Després, G., Tournadre, H., Le Neindre, P., 1997. Discrimination between shepherds by lambs reared under artificial conditions. *J. Anim. Sci.* 75, 2892–2898.
- Boivin, X., Nowak, R., Terrazas Garcia, A., 2001. The presence of the dam affects the efficiency of gentling and feeding on the early establishment of the stockperson–lamb relationship. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 72, 89–103.
- Cabanac, A., Cabanac, M., 2000. Heart rate response to gentle handling of frog and lizard. *Behav. Process.* 52, 89–95.
- Désiré, L., Boissy, A., Veissier, I., 2002. Emotions in farm animals: a new approach to animal welfare in applied ethology. *Behav. Process.* 60, 165–180.
- Désiré, L., Veissier, I., Després, G., Boissy, A., 2004. On the way to assess emotions in animals: do lambs (*Ovis aries*) evaluate an event through its suddenness, novelty, or unpredictability? *J. Comp. Psychol.* 118, 363–374.
- Goddard, P.J., Fawcett, A.R., Macdonald, A.J., Reid, H.W., 2000. The behavioural, physiological and immunological responses of lambs from two rearing systems and two genotypes to exposure to humans. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 66, 305–321.
- Godfrey, J.D., Bryant, D.M., Williams, M.J., 2003. Radio-telemetry increases free-living energy costs in the endangered Takahe *Porphyrio mantelli*. *Biol. Conserv.* 114, 35–38.
- Grandin, T., 1997. Assessment of stress during handling and transport. *J. Anim. Sci.* 75, 249–257.
- Hemsworth, P.H., Barnett, J.L., 1992. The effects of early contact with humans on the subsequent level of fear of human in pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 35, 83–90.
- Jezierski, T., Jaworski, Z., Gorecka, A., 1999. Effects of handling on behaviour and heart rate in konik horses: comparison of stable and forest reared youngstock. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 62, 1–11.
- Korte, S.M., Ruesink, W., Blokhuis, H.J., 1998. Heart rate variability during manual restraint in chicks from high- and low-feather pecking lines of laying hens. *Physiol. Behav.* 65, 649–652.
- Krohn, C.C., Jago, J.G., Boivin, X., 2001. The effect of early handling on the socialisation of young calves to humans. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 74, 121–133.
- Lansade, L., Bertrand, M., Boivin, X., Bouissou, M.-F., 2004. Effects of handling at weaning on manageability and reactivity of foals. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 87, 131–149.
- Lensink, B.J., Raussi, S., Boivin, X., Pyykkonen, M., Veissier, I., 2001. Reactions of calves to handling depend on housing condition and previous experience with humans. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 70, 187–199.
- Lyons, D.M., Price, E.O., 1987. Relationships between heart rate and behaviour of goats in encounters with people. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 18, 363–369.
- Mandile, P., Giuditta, A., Romano, F., Montagnese, P., Piscopo, S., Cotugno, M., Vescia, S., 2003. Waking EEG power spectra in the rat: correlations with training performance. *Cogn. Brain Res.* 17, 94–105.
- Markowitz, T.M., Dally, M.R., Gursky, K., Price, E.O., 1998. Early handling increases lamb affinity for humans. *Anim. Behav.* 55, 573–587.
- Martin, P., Bateson, P., 1994. *Measuring Behaviour: An Introduction Guide*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 222 pp.
- McMillan, F.D., 1999. Effects of human contact on animal health and well-being. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 215, 1592–1598.
- Mikesic, D.G., Drickamer, L.C., 1992. Effects of radiotransmitters and fluorescent powders on activity of wild house mice (*Mus-Musculus*). *J. Mammal.* 73, 663–667.
- Mohr, E., Langbein, I., Numberg, G., 2002. Heart rate variability. A noninvasive approach to measure stress in calves and cows. *Physiol. Behav.* 75, 251–259.
- Pajor, E.A., Rushen, J., De Passillé, A.M.B., 2003. Dairy cattle's choice of handling treatments in a Y-maze. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 80, 93–107.
- Pedersen, V., Moeller, N.H., Jeppesen, L.L., 2002. Behavioural and physiological effects of post-weaning handling and access to shelters in farmed blue foxes (*Alopex lagopus*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 77, 139–154.
- Ramos, A., Mormede, P., 1997. Stress and emotionality: a multidimensional and genetic approach. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 22, 33–57.
- Raussi, S., Lensink, B.J., Boissy, A., Pyykkonen, M., Veissier, I., 2003. The effect of contact with conspecifics and humans on calves' behaviour and stress responses. *Anim. Welfare* 12, 191–203.

## ARTICLE IN PRESS

12

*C. Tallet et al. / Applied Animal Behaviour Science xxx (2005) xxx–xxx*

- Reese, W.G., Angel, C., Newton, J.E., 1984. Immobility reactions: a modified classification. *Paylov. J. Biol. Sci.* 19, 137–143.
- Roussel, S., Boissy, A., Montigny, D., Hemsworth, P.H., Duvaux-Ponter, C., 2005. Gender-specific effects of prenatal stress on emotional reactivity and stress physiology of goat kids. *Horm Behav.* 47, 256–266.
- Rushen, I., Munksgaard, L., Marnet, P.G., De Passillé, A.M., 2001. Human contact and the effects of acute stress on cows at milking. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 73, 1–14.
- SAS Institute Inc., 1999. *SAS/STAT User's Guide, Version 8.* SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sondergaard, E., Halekoh, U., 2004. Young horses' reactions to humans in relation to handling and social environment. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 84, 265–280.
- Takeda, K., Sato, S., Sugawara, K., 2003. Familiarity and group size affect emotional stress in Japanese Black heifers. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 82, 1–11.
- Tallet, C., Veissier, I., Boivin, X., 2005. Human contact and feeding as rewards for the lamb's affinity to their stockperson. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 94, 59–73.
- Waiblinger, S., Menke, C., Korff, J., Bucher, A., 2004. Previous handling and gentle interactions affect behaviour and heart rate of dairy cows during a veterinary procedure. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 85, 31–42.

Ces études méthodologiques nous ont permis de valider la répétabilité du « test d'affinité » et son utilisation dans les expériences ultérieures.

L'utilisation de photographies ne semble pas valable dans ce test car il n'existe pas de lien spécifique entre les réponses au soigneur et à sa photographie.

Le port du matériel nécessaire pour mesurer l'activité cardiaque apparaît valide lorsque l'on compare des individus manipulés à des individus non manipulés. Il diminue cependant l'activité générale des animaux, ce qui empêche toute comparaison avec des expériences précédentes. Il peut surtout diminuer le temps passé près du soigneur selon le traitement. Nous n'avons donc pas retenu cette méthode car nous attendions peu de différences entre certains traitements réalisés dans les expériences, du fait de la décomposition des interventions humaines. Une variation du temps passé près du soigneur due au matériel de mesure aurait pu masquer ces différences.



## **CHAPITRE 2**

# **IMPORTANCE RELATIVE DES CONTACTS TACTILES DOUX ET DE L'ALIMENTATION DONNES PAR LE SOIGNEUR ET UTILISATION DU SOIGNEUR COMME SIGNAL DE L'ALIMENTATION**

*Article 3 (Human contact and feeding as rewards for lamb's affinity to their  
stockperson, Applied Animal Behaviour Science, 94 : 59-73)*



L'allaitement artificiel implique non seulement le nourrissage des animaux mais également un contact proche généralement doux avec eux. L'association des deux facteurs est souvent utilisée avec succès pour développer une affinité pour le soigneur par rapport à l'absence totale de contacts humains. L'alimentation serait centrale au développement de l'affinité alors que l'effet des contacts tactiles en eux-mêmes reste inconnu. Pour déterminer par quel mécanisme ces facteurs peuvent favoriser cette affinité, nous avons voulu comprendre comment les agneaux perçoivent leur soigneur si celui-ci est associé à ces contacts et à l'alimentation. Nous avons en particulier cherché à savoir si les agneaux recherchent l'alimentation lorsqu'ils vont au contact de leur soigneur.



## 1. Contexte et objectifs

L'alimentation serait le facteur principal d'établissement de l'affinité des mammifères de rente pour leur soigneur d'après la littérature et certains auteurs suggèrent que l'homme serait le signal de l'arrivée de la nourriture dans le cadre d'un conditionnement. Elle est souvent associée à des contacts tactiles doux mais l'effet des contacts tactiles doux en eux-mêmes, par rapport à la simple présence, reste indéterminé.

Ainsi, nous avons voulu déterminer l'importance relative de l'alimentation et des contacts tactiles doux dans l'établissement de l'affinité. Pour tester l'hypothèse du conditionnement alimentaire, nous avons cherché à déterminer si le fait d'augmenter la motivation alimentaire des agnelles lors des tests pouvait augmenter la recherche du contact du soigneur et si le soigneur pouvait favoriser la recherche d'alimentation.

## 2. Méthodes

Cinquante quatre agnelles ont été réparties en trois traitements :

- alimentation+contacts tactiles doux : le soigneur prenait les agnelles dans ses bras et les caressait pendant qu'il les faisait téter au seau,
- contacts tactiles doux : le soigneur prenait les agnelles dans ses bras et les caressait en dehors de l'alimentation,
- présence (témoin) : le soigneur était simplement présent assis et immobile en dehors de l'alimentation.

Le soigneur intervenait trois fois par jour pendant 5 min les cinq premiers jours puis deux jours par semaine. A partir de 3,5 semaines, nous avons étudié l'affinité des agnelles pour leur soigneur dans le « test d'affinité ». Ce test a été réalisé une première fois dans deux conditions de motivation alimentaire pour chaque animal (dispositif de cross-over) : alors qu'ils avaient libre accès au lait dans leur case d'élevage et alors que leur seau de lait avait été retiré depuis 5 h en moyenne. Lors du second test, les agnelles étaient testées dans les mêmes conditions mais un seau de lait d'apparence familière était disposé dès le début du test près de l'emplacement prévu pour le soigneur.

## 3. Résultats

Nous avons montré que les contacts tactiles doux augmentent significativement l'affinité des agnelles pour le soigneur par rapport à la seule présence ( $P < 0,05$ ). Par contre, dans cette expérience, nous n'avons pas pu mettre en évidence une influence de l'alimentation

pendant l'élevage ni de la faim pendant les tests sur cette affinité ( $P > 0,1$ ). La sortie du parc de test du soigneur a induit une augmentation plus forte des vocalisations pour les traitements associant le soigneur à des contacts tactiles doux que pour le traitement impliquant la seule présence (traitement x phase de test :  $P < 0,05$ ), et ce, indépendamment du niveau de faim lors du test ( $P > 0,1$ ). Les agnelles ne têtent pas au seau présent dans le parc de test (second test). Cependant, quand les agnelles avaient été nourries et caressées par le soigneur, elles passent autant de temps près de lui que près du seau ( $P > 0,1$ ), alors qu'elles passent plus de temps près du soigneur que près du seau ( $P < 0,05$ ) dans les autres traitements.

#### 4. Conclusions

Les contacts tactiles doux sont importants pour l'établissement d'une relation d'affinité pour le soigneur. Ils pourraient agir soit comme un stimulus inconditionnel dans le cadre d'un conditionnement, soit en induisant des processus physiologiques mettant les agnelles dans un état de calme favorable à l'établissement d'une relation.

L'absence d'effet additif de l'alimentation sur l'affinité est surprenante. Elle pourrait être liée à la façon dont les agnelles étaient nourries (au seau) qui tournerait leur attention vers le seau et non vers le soigneur (hypothèse testée dans le chapitre 4). Dans les expériences antérieures de la littérature, le biberon a souvent été utilisé seul ou en complément du seau de façon efficace, ce qui a pu favoriser l'association. Le seau n'est en effet pas directement lié au soigneur, contrairement au biberon. Par ailleurs, la situation de test ne serait pas alimentaire puisque l'état de faim des agnelles ne module pas leurs réponses et puisqu'elles ne têtent pas au seau.

La répartition du temps passé près du seau et du soigneur suggère tout de même que les agnelles ont pu associer le soigneur et le seau de lait. Le conditionnement dépendrait de l'association temporelle entre le stimulus conditionnel (ici le soigneur) et le stimulus inconditionnel (ici la nourriture). L'association temporelle entre le soigneur et la distribution alimentaire pourrait donc avoir une importance dans le déterminisme de l'affinité pour le soigneur chez les agneaux élevés en allaitement artificiel (hypothèse testée dans le chapitre 3).

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

SCIENCE @ DIRECT®

APPLIED ANIMAL  
BEHAVIOUR  
SCIENCE

Applied Animal Behaviour Science 94 (2005) 59–73

[www.elsevier.com/locate/applanim](http://www.elsevier.com/locate/applanim)

## Human contact and feeding as rewards for the lamb's affinity to their stockperson

Céline Tallet\*, Isabelle Veissier, Xavier Boivin

*INRA Centre de Recherche de Clermont-Ferrand/Theix, Unité de Recherches sur les Herbivores, Adaptation et Comportements Sociaux, F-63122 Saint-Genès Champanelle, France*

Accepted 8 February 2005

Available online 29 March 2005

### Abstract

In this paper, we assessed the relative importance of handling and feeding lambs in the development of affinity for their stockperson. We also tested the extent to which this affinity can be linked to feeding motivation and behaviour in a conditioning hypothesis. Lambs were reared in groups of three and artificially fed from a multiple-nipple bucket. From the first day of age, contacts with the stockperson were given in the home pens three times a day for 5 consecutive days, then 2 days a week until the tests. In five groups (Presence), the stockperson sat motionless; in five groups (Handling), he caught the lambs and stroked them; in six groups (Handling & Feeding), he caught and stroked the lambs while placing them at the food bucket. At 3.5 weeks of age, the lambs were individually tested in a 6 m × 1.5 m arena. In Test 1 (Human Test), the lambs stayed 2 min alone, 2 min with the familiar stockperson, then 2 min alone again. In Test 2 (Bucket Test), a milk bucket was added to the arena and the same procedure was followed. For each test, the lambs were observed after 5 h of starvation or ad libitum feeding (cross-over design). In the Human Test, Presence lambs spent less time near the stockperson ( $27 \pm 7$  s) than Handling lambs ( $59 \pm 9$  s,  $P = 0.03$ ) or Handling & Feeding lambs ( $59 \pm 6$  s,  $P = 0.03$ ). In the Bucket Test, three lambs suckled from the bucket. Only Handling & Feeding lambs increased their time spent near the bucket when the stockperson entered (treatment × time,  $P = 0.05$ ). No interaction between the treatments and the hunger state was observed in any test.

Handling per se contributed to the development of lambs' affinity for their stockperson during individual tests, and could have calming and rewarding properties for the lambs. Neither feeding from a bucket during handling nor hunger state increased this affinity. Nevertheless, some association of

\* Corresponding author. Tel.: +33 47362 4094; fax: +33 47362 4118.

E-mail addresses: [ctallet@clermont.inra.fr](mailto:ctallet@clermont.inra.fr) (C. Tallet), [xavier.boivin@clermont.inra.fr](mailto:xavier.boivin@clermont.inra.fr) (X. Boivin).

the stockperson with the milk bucket seemed to occur, suggesting a food conditioning. The way of feeding the animals and their perception of the test as an alimentary situation are discussed.

© 2005 Elsevier B.V. All rights reserved.

*Keywords:* Sheep; Human–animal relationship; Handling; Affinity; Food conditioning; Social attachment

## 1. Introduction

The relationship between humans and farm animals can have a strong impact on animal welfare, ease of handling (for review, see Boivin et al., 2003; Hemsworth, 2003), and productivity (for review, see Hemsworth and Coleman, 1998). Animals that receive additional human contact are less fearful of humans than those that receive minimal contact (goats: Lyons and Price, 1987; sheep: Hargreaves and Hutson, 1990; poultry: Jones, 1993; dairy calves: Lensink et al., 2001). They are also less agitated during loading and transport (e.g. veal and dairy calves: Lensink et al., 2000; Lensink et al., 2001) and during veterinary procedures (dairy cows: Waiblinger et al., 2004), and spend more time near their stockperson (pigs: Tanida et al., 1995; sheep: Boivin et al., 1997). This affinity, defined as the seek for the stockperson's contact (Markowitz et al., 1998), appears to be a good indicator of a positive human-animal relationship. Indeed, a high affinity has often been associated with a lower level of physiological stress (recently, Raussi et al., 2003).

Some farm animals develop a high affinity for their stockperson and can serve as models for studying the development of a positive human-animal relationship. This is the case for young mammals fed artificially by their stockperson, not only in their home pen (e.g. Krohn et al., 2001) but also when isolated in novel environments (e.g. Boivin et al., 2002). For artificially-fed animals, the stockperson is an essential feature of the environment: not only does he provide them with food, observe them, and clean the pens – usual farming practice – but he also helps the very young animals to suckle. This latter procedure is often associated with catching the animals and giving them positive tactile contact. In order to build a positive and durable human-farm animal relationship, it is important to understand how this affinity can develop by identifying the important factors, such as positive tactile contacts and feeding, and studying their mechanisms of action.

Petting, for example, has positive behavioural and physiological consequences in many species such as rats and dogs (for review, see McMillan, 1999): it decreases the activity of rat pups in an open field test and diminishes the heart rate of dogs or horses. In farm animals, when positive tactile contacts are compared to minimal contacts, they clearly decrease the fear of humans (for review, see Rushen et al., 1999). In contrast, fewer studies have investigated the effect of positive tactile contacts on affinity for the stockperson, and they observed contradictory results. Tanida et al. (1995) and Pedersen et al. (1998) in pigs, and Boivin et al. (2000) in sheep observed that petting increases affinity in comparison to non-handled animals. In contrast, Hemsworth et al. (1996) in pigs, Boivin et al. (1998) in beef calves, and Jago et al. (1999) in dairy calves could not see any effect. The comparison of positive tactile contacts with minimal contacts means that their hypothetical impact cannot be distinguished from that of habituation to the presence of the stockperson (Jones,

1993). Thus, further studies are needed to investigate the effect of handling compared with the simple presence of the stockperson.

Most of the studies showing an effect of human contact on affinity for the stockperson have involved feeding. In sheep and cattle, giving positive tactile contacts at food distribution is a good way of increasing the affinity for the stockperson compared to minimal contacts (Markowitz et al., 1998; Boivin et al., 2000; Krohn et al., 2001) or simple presence (De Passillé et al., 1996). However, few studies have investigated the effect of human contact compared with the effect of the associated feeding. Contacts at food distribution are more efficient than when they are given outside food distribution in 17-week-old pigs (Hemsworth et al., 1996). Boivin et al. (2000) reported similar results in artificially-reared lambs, but the treatments began after 2 days of contacts at food distribution for all the animals.

The affinity between farm animals and their stockperson may develop through an attachment process (Scott, 1992; Boivin et al., 2003). However, this affinity is more often believed to develop thanks to a classical conditioning which would generalise outside the rearing pen, with food or human contact as rewards (Hemsworth et al., 1996). Classical conditioning is based on the temporal association between two stimuli (Manning and Dawkins, 1998). The first stimulus (conditioned stimulus: CS) acquires a value of prediction for the second one (unconditioned stimulus: US) so that it triggers behaviour normally expressed in response to the second (Pearce, 1997). If such a mechanism underlies the development of the affinity, then the affinity would be expressed as a search for a reward (US), not that of the stockperson per se. In a food conditioning hypothesis, the animals should look for food when approaching their stockperson. Hence, they should be more ready to approach him when they are hungry. Moreover, they should be more ready to eat in the presence of the stockperson since this would lead them to prepare for consumption. Such behaviours have never been explored in farm animals.

Thus, the first objective of this study was to explore the importance of handling compared to the simple human presence in early days for the establishment of the affinity of artificially-fed lambs for their stockperson. The second objective was to study the importance of handling at food distribution and to assess whether responses attributed to a classical conditioning could occur in these lambs. The behaviour of lambs toward their stockperson was observed in their rearing pen, and also in a novel environment, while in presence of food or not, and at two different levels of feeding motivation.

## 2. Materials and methods

### 2.1. Animals and housing conditions

We used 54 female lambs of the breed INRA401 that were born over a week. The lambs were separated from their dam at 12 h (standard error = 3 h) after birth. Immediately after the separation, the lambs were put in groups of three in 1.5 m × 1.5 m pens delimited by 1.5 m high blind wooden partitions to avoid any uncontrolled visual human contact. The floor was covered with straw. The lambs were artificially suckled from a bucket fitted with three teats. Two groups were removed from the experiment due to the death of one animal in the pen.

As soon as the lambs were separated from their dam, they were allocated to one of the three experimental treatments described in the next section. Within each group, the variation from the first lamb that was born to the third lamb was of 7 h ( $\pm 45$  min). The exact time the lambs had stayed with their dam and their birth weights were balanced across treatments. Twin lambs were never included in the same experimental treatment. The treatments consisted of variations in the amount and quality of the contacts received from the same stockperson, who will be qualified as “familiar”. All other husbandry procedures (giving the milk bucket, bedding, medical treatment, etc.) also required a human presence in the pen. They were performed by a disguised stockperson. As in Boivin et al. (2002), this disguised stockperson wore a bee-keeper suit, a long skirt, large sleeves, and plastic gloves to hide visual cues of the person. Visual cues (colour of the clothes, face) seems to be important factors in discriminating between humans or between humans and other stimuli in farm ungulates (Kendrick and Baldwin, 1989; Peirce et al., 2001; Rybarczyk et al., 2003). Two male stockpeople (A and B) were involved for each treatment group. For half of the groups in each treatment, Stockperson A was the disguised stockperson and Stockperson B was the familiar stockperson performing the treatments and vice versa for the remaining groups. Their respective interventions began as soon as the lambs were put in their rearing pen.

## 2.2. Experimental treatments

For the Presence treatment ( $n = 5$  pens), the contacts consisted of mere human presence. Three times a day during 5 min until the lambs suckled without any assistance, the disguised stockperson helped the lambs to suckle: he took each lamb alternatively for 20 s and put her mouth to a teat. Three times a day for 5 days and then 2 days a week until the first behavioural test (lambs were about 3.5-week-old), the familiar stockperson entered the pen and crouched down for 5 min before leaving the pen. This happened either 1 h before or 1 h after the disguised stockperson intervened to help lambs to suckle or to give the bucket.

For the Handling treatment ( $n = 5$  pens), the same procedure as for the Presence treatment was followed except that the familiar stockperson caught each lamb alternatively and petted it all along the body for 20 s while talking softly.

For the Handling & Feeding treatment ( $n = 6$  pens), the familiar stockperson caught each lamb alternatively and petted it for 20 s while talking softly as in the Handling treatment. At the same time, lambs were also fed from a bucket. The milk bucket was removed 1 h before the familiar stockperson entered the pen to increase feeding motivation before the treatment. The familiar stockperson entered the pen with the bucket full of milk, stood motionless for 10 s to clearly associate the arrival of the bucket with their presence and then put the bucket on its stand. Before the lambs could suckle without assistance, he helped the lambs to suckle in the same way as the disguised stockperson did in the other treatments. He stroked the lambs and talked softly while the animals suckled either autonomously or with the familiar stockperson’s help. To also habituate the lambs of this treatment to being caught by the disguised stockperson as in the other treatments, the disguised stockperson entered the pens for 5 min and caught each lamb for 20 s alternatively, three times a day until the lambs suckled on their own. This occurred either 1 h before or 1 h after the familiar stockperson’s interventions.

### 2.3. Observations

#### 2.3.1. Observations in the rearing pen during the treatment sessions

During each treatment session, we noted if at least one lamb approached the familiar stockperson as he entered or followed him as he left a pen. The proportion of the total sessions for each pen was then analysed. We also noted the number of interventions necessary for the lambs to be able to suckle without assistance.

#### 2.3.2. Human Test: lambs' reaction to the familiar stockperson in an arena

When they were about 3.5-week-old, the lambs were individually tested in an unfamiliar 6 m × 1.5 m wide test pen delimited by 1.5 m high wooden panels (Fig. 1). The test pen was divided into six 1 m × 1.5 m zones by white painted lines on the floor. A camcorder (SONY™, TRV320E) was fixed above the test pen. Two tests were run.

The Human Test consisted of observing the lambs responses to their familiar stockperson after they had been separated from their group (adapted from Boivin et al., 1997). The disguised stockperson conducted a lamb in a cart on wheels to the test pen and he introduced the lamb to the test pen by the central door. The test was divided into three 2 min phases. In Phase 1, the animal was alone. In Phase 2, the familiar stockperson entered the pen by a side door (the right door for half the lambs in each treatment and the left door for the other half) and crouched down against the walls in the middle of Zone 1 (Fig. 1); he slowly stretched his arm to maintain contact with the lamb whenever it entered the zone (called the 'familiar stockperson zone'). In Phase 3, the stockperson left the pen and the animal was alone again. In order to evaluate the effect of the hunger level on the animals' affinity for their familiar stockperson, each group was tested either after 5 h of starvation (the milk bucket had been removed from their rearing pen according to the hour of testing) or after ad libitum access to food (the milk bucket was not removed from the rearing pen), in a cross-over design balanced between treatments. When the lambs were returned to their home pen, a full bucket containing 4 kg of milk was provided. Fifteen minutes later we weighed the milk remaining. Two days were necessary to test all the lambs in a hungry condition (half of the cross-over). We thus balanced the order in which the lambs were

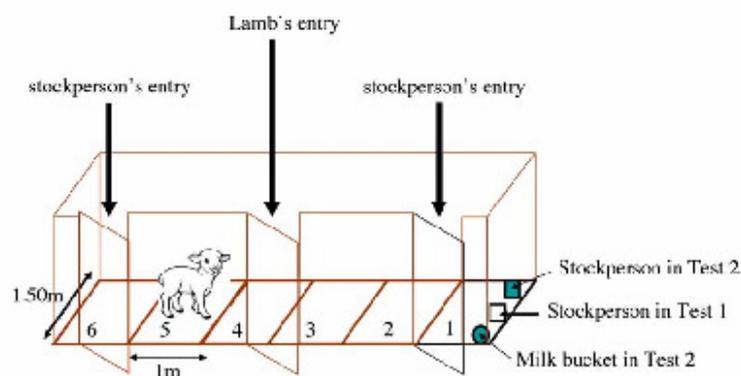


Fig. 1. Schematic representation of the test pen used in the Human Test and the Bucket Test.

tested according to day, treatment and hunger level. All lambs in a same pen were tested on a same day with a maximum of 1:05 h between the first and last lamb tested.

All the tests were video recorded. The behaviour was further encoded using The Observer™ (version 3.0, Noldus, Netherlands) software. We noted the latency to entry into the familiar stockperson zone, the time spent in this zone, the vocalisations emitted and the number of zones crossed.

### 2.3.3. Bucket Test: animals' reaction to the familiar bucket of milk depending on the familiar stockperson's presence in an arena

The Bucket Test was conducted 2 days after the Human Test with a similar order for testing the animals and the same hunger levels. The same general procedure as for the Human Test was followed except that a bucket, similar to the one used to feed the lambs and containing 4 kg of milk (temperature 20–22 °C, identical to when we gave the bucket in the rearing pen), was placed in Zone 1 in the corner opposite the familiar stockperson (Fig. 1). Zone 1 was so divided into the 'familiar stockperson zone' and the 'bucket zone'.

The same variables as in the Human Test were recorded in addition to the latency to enter the bucket zone and the time spent in this zone. A preference index was calculated in Phase 2 as the ratio of the difference between the time spent near the familiar stockperson and the time spent near the bucket out of the total time spent near these two elements.

### 2.3.4. Statistical analyses

Data were analysed using SAS software (version sax81, SAS™ institute Ins, 1999–2000). The statistical unit was the group of lambs from the same pen. We calculated the means per pen for all variables and these means were analysed using the MIXED procedure. We tested the effects of the treatment (Presence, Handling, Handling & Feeding), the hunger level (after 5 h without milk versus after ad libitum access to milk), the phase of the test (three phases), and the interactions between these factors. When the conditions for parametric statistical analyses were not met, transformations (logarithmic or arcsines) were performed to meet these conditions (Martin and Bateson, 1994). When the conditions were not met on transformed data, we used the non-parametric Kruskal–Wallis test followed by the Mann–Whitney test. Within each treatment, we compared with paired *t*-tests the time spent in the familiar stockperson zone in the Human Test and the preference index in the Bucket Test with the values expected by chance (time: 20 s and index: 0).

The results are expressed as mean  $\pm$  standard error (S.E.) for parametric tests and medians (25th and 75th percentiles) for non-parametric tests. The result session will focus on significant results ( $P < 0.05$ ) and tendencies ( $0.05 < P < 0.1$ ).

## 3. Results

### 3.1. Observations during treatments

The number of sessions necessary for the lambs to suckle autonomously tended to be affected by the treatment (Kruskal–Wallis,  $\chi^2 = 4.71$ ,  $P = 0.09$ ). Handling & Feeding lambs learned more rapidly (7 (6–8) sessions) than the controls (Presence treatment: 10 (9–

12) sessions,  $P = 0.03$ ), with the lambs that were only handled being intermediate (8 (7–11) sessions,  $P > 0.1$ ). When the familiar stockperson entered the home pen, more Handling & Feeding lambs approached him than Presence lambs ( $P = 0.004$ ) or Handling lambs ( $P = 0.06$ ) (% sessions during which one lamb approached the familiar stockperson:  $83 \pm 5$  in Handling & Feeding,  $58 \pm 12$  in Handling, and  $40 \pm 9$  in Presence;  $F_{2/13} = 6.30$ ,  $P = 0.01$ ). When the familiar stockperson left the pen, a lamb followed him in 27% sessions ( $\pm 4\%$ ), with no variations between treatments ( $F_{2/13} = 0.96$ ,  $P = 0.41$ ).

### 3.2. Human Test: lambs' reaction to the familiar stockperson in an arena

For all the variables, the mean values and the effects of treatment and phase of the test are summarised in Table 1. The treatment did not influence the latency to approach the familiar stockperson ( $P > 0.1$ ), whatever the hunger level (treatment  $\times$  hunger level:  $F_{2/13} = 0.14$ ,  $P = 0.87$ ). There was no difference between Handling lambs or Handling & Feeding ones in the time spent near the familiar stockperson, but both groups spent more time near him than controls ( $P < 0.05$ ), regardless of their hunger level (treatment  $\times$  hunger level:  $F_{2/13} = 1.09$ ,  $P = 0.37$ ). This time was higher than expected by chance for the Handling & Feeding lambs ( $t_{11} = 7.10$ ,  $P < 0.001$ ) and for the Handling lambs ( $t_9 = 4.52$ ,  $P = 0.001$ ) but not for the Presence lambs ( $t_9 = 1.44$ ,  $P = 0.18$ ).

We observed an interaction between treatment and phase of the test for the number of vocalisations ( $P < 0.05$ ) emitted. When the familiar stockperson left the test pen between

Table 1  
Mean (S.E.) responses of the lambs to each treatment (Handling & Feeding, Handling, Presence) during the three phases (alone, with the familiar stockperson, alone) of the Human Test

	Phase 1	Phase 2	Phase 3	F treatment	F phase	F treatment $\times$ phase
Latency to enter the stockperson zone(s) <sup>1</sup>						
Handling & Feeding		28 (6)				
Handling		26 (10)		1.02		
Presence		50 (13)				
Time spent near the stockperson(s) <sup>1</sup>						
Handling & Feeding		59 (6) x				
Handling		59 (9) x		3.64 <sup>t</sup>		
Presence		27 (7) y				
Number of vocalisations <sup>2</sup>						
Handling & Feeding	36 (3) t	17 (3) v	32 (3) w			
Handling	34 (2) t	16 (3) v	31 (2) w	0.03	107 <sup>***</sup>	2.89 <sup>*</sup>
Presence	35 (4) t	22 (4) va	28 (5) vb			
Number of crossed zones <sup>2</sup>						
Handling & Feeding	26 (4) a	13 (1) b	26 (3) a			
Handling	19 (4) a	13 (2) b	24 (3) a	0.49	13.8 <sup>***</sup>	0.45
Presence	21 (4) a	14 (1) b	23 (3) a			

Values with different letters differ significantly in a same phase (x, y:  $P < 0.05$ ) or between phases (t, v, w:  $P < 0.01$ ; a, b:  $0.01 < P < 0.05$ ). For the variables marked <sup>1</sup>, the number of degrees of freedom is 2/13 for the treatment effect. For variables marked <sup>2</sup>, the number of degrees of freedom is 2/65 for treatment and phase simple effects and 4/65 for their interaction.

Phases 2 and 3, the increase of vocalisations was higher for the Handling and Handling & Feeding treatments than for the Presence treatment ( $F_{2/39} = 4.37$ ,  $P = 0.02$ ). The lambs crossed significantly less zones when the familiar stockperson was present than when they were alone in the test pen ( $P < 0.001$ ), regardless of their treatment.

During the test, the lambs that had been deprived of food for 5 h emitted more vocalisations than the lambs that had had ad libitum access to milk ( $30 \pm 2$  versus  $26 \pm 2$ ;  $F_{1/65} = 10.56$ ,  $P < 0.01$ ) and crossed more zones ( $22 \pm 2$  versus  $18 \pm 1$ ;  $F_{1/65} = 6.25$ ,  $P = 0.01$ ), regardless of treatment or phase of the test. After a test session, the lambs ingested more milk if they had been deprived of milk before the test than when they had had ad libitum access to milk ( $1.49 \pm 0.09$  kg versus  $0.17 \text{ kg} \pm 0.05$  kg;  $F_{2/13} = 93.0$ ,  $P < 0.001$ ), whatever their treatment.

### 3.3. Bucket Test: animals' reaction to the familiar bucket of milk depending on the familiar stockperson's presence in an arena

For all the variables, the mean values and the effects of treatment and phase of the test are summarised in Table 2, except for the preference index (Fig. 2). During the Bucket Test, three pens were submitted to starvation by error (one for each treatment) and were removed from the analyses.

The treatment and the interaction between treatment and hunger level did not affect the latency to entry into the familiar stockperson zone nor the time spent near him ( $P > 0.1$ ). The lambs took significantly more time to enter the bucket zone in the presence of the familiar stockperson than in his absence, whatever their treatment or hunger level ( $P > 0.1$ ). The presence of the familiar stockperson induced a significant increase in the time spent near the bucket for Handling & Feeding lambs, no evolution for Handling lambs and a significant decrease for Presence lambs. His absence induced a decrease of the time spent near the bucket for the Handling & Feeding lambs, with no change observed in the Handling and Presence group lambs. In Phase 1, all the lambs displayed a preference for the bucket zone (negative index significantly different from 0: paired- $t$ ;  $P < 0.01$ ); in Phase 2, the Handling and Presence lambs preferred the familiar stockperson zone (positive index:  $P < 0.01$ ) whereas the Handling & Feeding lambs did not show a preference (paired- $t = 0.56$ ,  $P = 0.59$ ); in Phase 3, all the lambs did not show a preference ( $P > 0.29$ ; Fig. 2). Only one lamb for each treatment suckled from the bucket of milk.

As regards the number of vocalisations, the interaction phase  $\times$  treatment tended to be significant ( $P < 0.1$ ) and this was not affected by hunger level ( $F_{6/50} = 0.15$ ;  $P = 0.99$ ). As in the Human Test, this interaction appeared only when the familiar stockperson left the test pen: the increase of the number of vocalisations was higher for the lambs in the Handling and Handling & Feeding treatments than for the Presence treatment ( $F_{2/30} = 3.43$ ,  $P = 0.05$ ). The lambs also crossed significantly less zones when the familiar stockperson was present than when they were alone in the test pen, regardless of treatment or hunger level ( $P > 0.30$ ).

After a test session, as for the Human Test, the lambs ingested more milk if they had been deprived of milk before the test than when they had had ad libitum access to milk ( $1.74 \pm 0.16$  kg versus  $0.11 \pm 0.02$  kg;  $F_{2/13} = 121$ ,  $P < 0.001$ ), whatever their treatment.

Table 2  
Mean (S.E.) responses of the lambs to each treatment (Handling & Feeding, Handling, Presence) during the three phases (alone, with the familiar stockperson, alone) of the Bucket Test

	Phase 1	Phase 2	Phase 3	F treatment	F phase	F treatment x phase
Latency to enter the familiar stockperson zone(s) (log transformation)						
Handling & Feeding		35 (7)				
Handling		17 (7)		2.09		
Presence		5 (2)				
Time spent near the familiar stockperson(s) <sup>1</sup>						
Handling & Feeding		36 (6)				
Handling		58 (10)		0.86		
Presence		46 (9)				
Latency to enter the bucket zone(s) <sup>2</sup>						
Handling & Feeding	45 (6) b	52 (7) a	46 (8) b			
Handling	30 (5) b	46 (8) a	22 (9) b	2.33	6.17**	2.33
Presence	23 (4) b	65 (14) a	29 (9) b			
Time spent near the bucket(s) <sup>2</sup>						
Handling & Feeding	17 (3) b	23 (4) ap	18 (3) q			
Handling	20 (3)	13 (2)	14 (3)	0.14	1.16	2.49*
Presence	23 (4) ap	12 (4) b	14 (4) q			
Number of vocalisations (log transformation) <sup>2</sup>						
Handling & Feeding	32 (3) t	17 (2) v	28 (3) w			
Handling	31 (2) t	14 (2) v	28 (2) w	0.31	41.4***	2.41†
Presence	31 (3) t	20 (3) va	27 (3) wb			
Number of crossed zones <sup>2</sup>						
Handling & Feeding	31 (2) a	17 (2) b	26 (3) a			
Handling	27 (1) a	13 (2) b	28 (3) a	0.54	24.7***	1.27
Presence	27 (3) a	18 (4) b	34 (3) a			

Values with different letters differ significantly or tend to differ between phases (t, v, w:  $P < 0.01$ ; a, b:  $0.01 < P < 0.05$ ; p, q:  $0.05 < P < 0.1$ ). For the variables marked<sup>1</sup>, the number of degrees of freedom is 2/10 for the treatment effect. For variables marked<sup>2</sup>, the number of degrees of freedom is 2/50 for treatment and phase simple effects and 4/50 for their interaction.

#### 4. Discussion

In the present study, the quality of the interactions with the familiar stockperson influenced the response of the lambs to his presence in the rearing pen and in a novel environment. When the familiar stockperson entered the rearing pen for the treatment sessions, the Handling & Feeding lambs approached more than the others. In the Human Test (response to the stockperson's presence), Handling and Handling & Feeding lambs showed similar affinities (motivation to seek the contact) for their familiar stockperson and significantly higher than controls (human presence only). They also reacted more to his departure (more vocalisations) in both tests performed. During the Bucket Test (response to a bucket of milk in relation to the presence of the stockperson), the Handling & Feeding lambs split their time between their familiar stockperson and the familiar milk bucket, whereas the other lambs preferred their stockperson. However, only one lamb per treatment

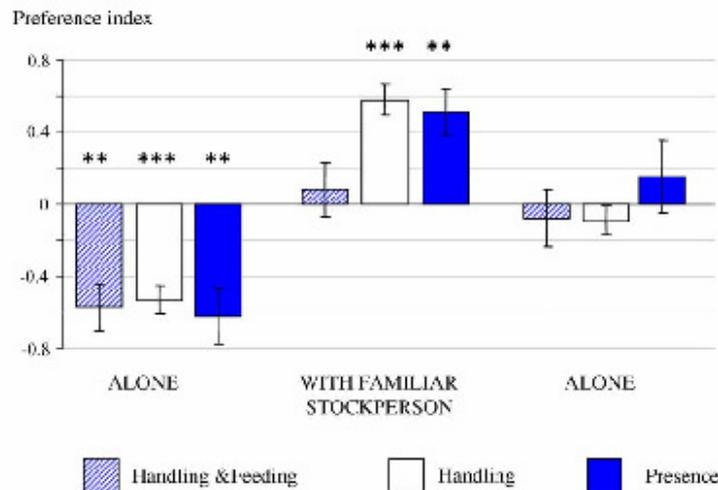


Fig. 2. Evolution of the preference index during the Bucket Test according to treatment of the lambs (Handling & Feeding, Handling, Presence). Preference index = (time spent near the familiar stockperson – near the bucket)/(time spent near the familiar stockperson + near the bucket). Values significantly different from the value expected by chance (0) are marked \*\* $P < 0.01$  or \*\*\* $P < 0.001$  (paired  $t$ -tests). Index  $< 0$  means preference for the bucket;  $> 0$  means preference for the familiar stockperson.

suckled from the bucket. Finally, the hunger level of the lambs during the tests did not have any effect.

Our first objective was to determine the importance of handling for artificial feeding in early age on the development of lambs' affinity for their stockperson. Human handling per se (including gentle catching, stroking and speaking) was efficient in increasing the time spent near the stockperson compared to the simple presence of the stockperson when the lambs were isolated in a novel environment (Human Test). This time does not appear to be a measure of an avoidance of the stockperson, as has often been suggested (pigs: Hemsworth et al., 1986; laying hens: Barnett et al., 1994; chicks: Jones, 1995), but in fact is rather a measure of the affinity, defined as the seek of the stockperson's contact (Markowitz et al., 1998). Avoidance would have been characterised by a higher latency to contact the stockperson (e.g. Gonyou et al., 1986) and by less time spent near him than expected by chance. In contrast, in our experiment the lambs expressed a similar latency to enter the stockperson's zone whatever their experimental treatment. Handling lambs also spent more time near their familiar stockperson than the time expected by chance. This suggests an attraction for the human contact, which translates as an affinity. On the contrary, Presence lambs did not spend a different time near their stockperson from that expected by chance. This suggests at least no avoidance of the stockperson, which is not surprising as the animals were frequently exposed to human contact during the treatment, which induced a habituation (Hargreaves and Hutson, 1990; Jones and Waddington, 1993). However, the affinity for the stockperson shown by Handling lambs does not appear to be a simple habituation to the human presence. Some elements of the handling procedure might have been perceived as attractive by the lambs. Our handling procedure involved gently stroking

the lambs, catching them and softly speaking which are current procedures in artificial feeding in addition to the food distribution itself. These three elements may have particular calming, rewarding or other properties that could contribute to an enhanced perception of the stockperson.

For instance, stroking is known to have such calming properties in rats and humans (for review, see Uvnas-Moberg, 1997) but this has never been studied in sheep. As mother's bleats could have reassuring properties for the lambs since they are associated with maternal care (Shillito, 1972), the vocal stimulations given by the stockperson could have been reassuring for the lambs. Handling also included gently catching the lambs. Following Mateo et al. (1991), catching the lambs to stroke them could have been less efficient than spontaneous contact (Presence treatment). This was not supported by our results. Mateo et al. (1991) stroked their sheep restrained in a head gate. Such a restriction could have been perceived as aversive by the animals that were reared in extensive conditions and that had already experienced aversive human handling. In our experiment, the stockperson caught the very young lambs in a slow and gentle manner; he put them against his body, providing additional physical contact. These imposed interactions that were regularly repeated during the few days of treatment could have been considered as non-aversive by the lambs. On one hand, animals can habituate to repeated non-aversive procedures such as restriction (Grandin, 1997). An habituation to the procedure of gentle catching could have led the lambs to become less and less disturbed by the capture and more sensitive to the subsequent stroking. On the other hand, catching in itself could have been rewarding for the lambs. Young lambs are known to spend a great deal of time lying against their mothers during the first days of life (Hinch et al., 1987). They could be looking for the tactile stimulations or for the body heat of their congeners since the regulation of the body temperature is mature only about 10 days after birth (Piccione et al., 2002). The stockperson may, like the congeners in the home pen, provide the stimulations that the mother normally provides.

Our handling procedure on lambs increased the affinity for the stockperson, as did gentling in previous studies on pigs (Tanida et al., 1995; Pedersen et al., 1998) and on lambs (Boivin et al., 2000), but these studies did not compare gentling to the simple human presence. In contrast, our results did not confirm the results of other studies on herbivores (beef calves: Boivin et al., 1998; dairy calves: Jago et al., 1999) and on pigs (Hemsworth et al., 1996) that found no additional effect of human gentling on the affinity for the stockperson. These studies are difficultly comparable since they notably differ in the species studied, the age of the animals, and the familiarity of the stockperson. Maybe the way the stockpeople stroked the animals or the localisation of stroking also differed. A recent study on dairy cows showed that such parameters could be important in the animals' responses to humans and should be more precisely controlled (Schmied et al., 2004). The relative importance of the stimulations induced by handling remains to be clarified.

Our second objective was to determine the importance of the food distribution in addition to handling on the development of an affinity for the stockperson. We also investigated whether responses attributed to a classical conditioning mechanism (here a food conditioning) could be observed in young artificially-reared lambs when isolated in a novel environment.

In the present experiment, if the stockperson had been associated with the milk bucket through a classical conditioning, the lambs, by seeing him, would have looked for food.

Some of our results support this idea. In the rearing pen, more Handling & Feeding lambs searched contact with their entering stockperson bringing the bucket of milk than in the other treatments. Out of the rearing pen, they were not more interested in the bucket alone than the other lambs (Bucket Test). However, they increased their time spent near the bucket in consequence of the arrival of the stockperson, contrary to the lambs exposed to human contact outside food distribution. The Handling & Feeding lambs also split their time between their familiar stockperson and the bucket, whereas the others preferred their stockperson. All these results support the hypothesis that the lambs could have made an association between the stockperson and the milk bucket.

However, Handling & Feeding lambs did not improve their affinity for the stockperson himself (i.e. without bucket) as measured in the Human Test compared to handling without feeding. Thus, we were unable to support the results of previous studies such as that of Boivin et al. (2000) on lambs and Hemsworth et al. (1996) on adult pigs that showed an additional effect of feeding on the affinity. Five hours of starvation did not increase the affinity in our test situations, even if this duration was sufficient to significantly increase milk consumption after the tests compared to ad libitum access to food. In a conditioning hypothesis, we expected that hungry lambs would have sought their familiar stockperson more than non-hungry lambs because they would search for food. Indeed, the animals' motivation affects the rate of a conditioned response (Lawrence et al., 1988). For example, pigs that have been conditioned in a test room to press a panel to obtain food press this panel more often when hungry than when receiving ad libitum food in their home pen (Lawrence et al., 1988). Thus, in contrast to the results of the preceding paragraph, these results do not support the hypothesis that a food conditioning would explain the lamb's affinity for the stockperson himself in the Human Test. We will consider different hypotheses that could explain these contradictory results in the following paragraphs.

Firstly, the way we performed the Handling & Feeding treatment may have turned the attention of the lambs more toward the bucket than toward the familiar stockperson, and not sufficiently reinforced the association between food distribution and the stockperson himself in absence of the bucket. Indeed, we fed the lambs using a multi-nipple bucket, whereas Boivin et al. (2000) used a multi-nipple bucket plus a feeding-bottle directly linked to the stockperson. Furthermore, we handled the lambs while they were eating. As a consequence, their attention was maybe more focused on the bucket and less on the stockperson. Thus, the conditioning process could have been less effective compared to other studies involving bottle-feeding, and the differences between treatment only appeared when the two stimuli (stockperson and bucket) were associated, such as in the home pen or in the Bucket Test. The way the food is distributed, with a bucket (e.g. Krohn et al., 2001) or with an additional bottle (e.g. Boivin et al., 2001), will have to be further considered. Secondly, it is possible that the test procedures were not perceived as sufficiently alimentary situations by the lambs, whatever their hunger state. Indeed, only three lambs suckled during the Bucket Test. Sheep are gregarious, and the isolation from pen mates in a novel environment is very stressful (Price and Thos, 1980), and may have been too stressful for the lambs to suckle alone (Sibbald and Hooper, 2004), even if they were hungry.

In summary, we cannot exclude that the affinity could effectively result from a food conditioning. However, it would not vary with the feeding motivation in isolation

conditions. However, even if the test situations were not alimentary, Handling & Feeding lambs approached the bucket more in the Bucket Test in the presence of the stockperson. For artificially-reared lambs, the perception of the stockperson could be closely linked or even necessarily incidental to the bucket of milk.

Thus far, we discussed the associative mechanism that could explain the affinity for the human. Another mechanism, non-exclusive but independent of any reinforcement (Scott, 1992), could explain it: an attachment to the stockperson (Boivin et al., 2000). Some of our results could be in agreement with this hypothesis. Firstly, the lambs sought the contact of their stockperson during the tests in relation to their treatment which is the first property of attachment. Secondly, the departure of the familiar stockperson induced a higher increase in vocalisations for Handling and Handling & Feeding lambs than for Presence lambs, which is a sign of distress in lambs (Collias, 1956; Fisher and Matthews, 2001). This hypothesis of an attachment to the familiar stockperson must nevertheless be taken cautiously, and will have to be further considered in later studies.

## 5. Conclusion

We conclude from our experiment that gently handling artificially-reared lambs during the days following birth increases their subsequent affinity for their stockperson expressed in an isolation situation. The factors that are involved in handling, such as gently catching the lambs, stroking them and softly speaking, have to be further explored to better understand the establishment of this positive relationship. This could later help us to facilitate the work of the stockperson while contributing to the animals' welfare. An association between the familiar stockperson and the milk bucket seems to have occurred in our experiment, suggesting a conditioning process. However, this did not increase the lambs' affinity for this stockperson. The lambs may search for an appeasement by the stockperson rather than for a reward. To test these two hypotheses (conditioning versus appeasement), further studies need to be conducted to test the temporal association between human presence and feeding and to analyse the emotional state of lambs during human contact.

## Acknowledgements

The authors are grateful to the entire shepherds' staff, with special thanks to M. Bernard and P. Payard who were involved in the treatment applications and Lionel Lavelle who fed the lambs during their first night after birth. This PhD work was supported by an INRA and Région Auvergne grant.

## References

- Barnett, J.L., Hensworth, P.H., Hennessy, D.P., McCallum, T.H., Newman, E.A., 1994. The effects of modifying the amount of human contact on behavioural, physiological and production responses of laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 41, 87–100.

- Boivin, X., Boissy, A., Nowak, R., Henry, C., Toumadre, H., Le Neindre, P., 2002. Maternal presence limits the effects of early bottle feeding and petting on lambs' socialisation to the stockperson. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 77, 311–328.
- Boivin, X., Garel, J.P., Durier, C., Le Neindre, P., 1998. Is gentling by people rewarding for beef calves? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 61, 1–12.
- Boivin, X., Lensink, B.J., Tallet, C., Veissier, I., 2003. Stockmanship and farm animal welfare. *Anim. Welfare* 12, 479–492.
- Boivin, X., Toumadre, H., Le Neindre, P., 2000. Hand-feeding and gentling influence early-weaned lambs' attachment responses to their stockperson. *J. Anim. Sci.* 78, 879–884.
- Boivin, X., Nowak, R., Després, G., Toumadre, H., Le Neindre, P., 1997. Discrimination between shepherds by lambs reared under artificial conditions. *J. Anim. Sci.* 75, 2892–2898.
- Boivin, X., Nowak, R., Terrazas Garcia, A., 2001. The presence of the dam affects the efficiency of gentling and feeding on the early establishment of the stockperson-lamb relationship. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 72, 89–103.
- Collias, N.E., 1956. The analysis of socialisation in sheep and goats. *Ecology* 37, 228–239.
- De Passillé, A.M., Rushen, J., Ladewig, J., Petherick, C., 1996. Dairy calves' discrimination of people based on previous handling. *J. Anim. Sci.* 74, 969–974.
- Fisher, A., Matthews, L., 2001. The social behaviour of sheep. In: Keeling, L.J., Gonyou, H.W. (Eds.), *Social Behaviour in Farm Animals*. CAB International, Wallingford, pp. 211–245.
- Gonyou, H.W., Hemsworth, P.H., Bamett, J.L., 1986. Effects of frequent interactions with humans on growing pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 16, 269–278.
- Grandin, T., 1997. Assessment of stress during handling and transport. *J. Anim. Sci.* 75, 249–257.
- Hargreaves, A.L., Hutson, G.D., 1990. The effect of gentling on heart rate, flight distance and aversion of sheep to a handling procedure. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 26, 243–252.
- Hemsworth, P.H., 2003. Human-animal interactions in livestock production. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 81, 185–198.
- Hemsworth, P.H., Barnett, J.L., Hansen, C., 1986. The influence of handling by humans on the behaviour, reproduction and corticosteroids of male and female pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 15, 303–314.
- Hemsworth, P.H., Coleman, G.J., 1998. Human-animal interactions and animal productivity and welfare. In: Hemsworth, P.H., Coleman, G.J. (Eds.), *Human-livestock interactions: the stockperson and the productivity and welfare of intensively farm animals*. CAB international, Bristol, UK, pp. 39–61 (Chapter 3).
- Hemsworth, P.H., Verge, J., Coleman, G.J., 1996. Conditioned approach-avoidance responses to humans: the ability of pigs to associate feeding and aversive social experiences in the presence of humans with humans. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 50, 71–82.
- Hinch, G.N., Lecrivain, E., Lynch, J.J., Elwin, R.L., 1987. Changes in maternal-young associations with increasing age of lambs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 17, 305–318.
- Jago, J.G., Krohn, C.C., Matthews, L.R., 1999. The influence of feeding and handling on the development of the human-animal interactions in young cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 62, 137–151.
- Jones, R.B., Waddington, D., 1993. Attenuation of the domestic chick's fear of human beings via regular handling: in search of a sensitive period. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 36, 185–195.
- Jones, R.B., 1993. Reduction of the domestic chick's fear of human beings by regular handling and related treatments. *Anim. Behav.* 46, 991–998.
- Jones, R.B., 1995. Ontogeny of response to humans in handled and non-handled female domestic chicks. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 42, 261–269.
- Kendrick, K.M., Baldwin, B.A., 1989. Visual responses of sheep temporal cortex cells to moving and stationary human images. *Neurosci. Lett.* 100, 193–197.
- Krohn, C.C., Jago, J.G., Boivin, X., 2001. The effect of early handling on the socialisation of young calves to humans. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 74, 121–133.
- Lawrence, A.B., Appleby, M.C., Macleod, H.A., 1988. Measuring hunger in the pig using operant conditioning: the effect of food restriction. *Anim. Prod.* 47, 131–137.
- Lensink, B.J., Fernandez, X., Boivin, X., Pradel, P., Le Neindre, P., Veissier, I., 2000. The impact of gentle contacts on ease of handling, welfare and growth of calves and on quality of veal meat. *J. Anim. Sci.* 78, 1219–1226.
- Lensink, B.J., Raussi, S., Boivin, X., Pyykkonen, M., Veissier, I., 2001. Reactions of calves to handling depend on housing condition and previous experience with humans. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 70, 187–199.

- Lyons, D.M., Price, E.O., 1987. Relationships between heart rate and behaviour of goats in encounters with people. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 18, 363–369.
- Manning, A., Dawkins, M., 1998. *An Introduction to Animal Behaviour*, fifth ed. Cambridge University Press, Cambridge, p. 450.
- Markowitz, T.M., Dally, M.R., Gursky, K., Price, E.O., 1998. Early handling increases lamb affinity for humans. *Anim. Behav.* 55, 573–587.
- Martin, P., Bateson, P., 1994. *Measuring behaviour, an introduction guide*. Cambridge University Press, Cambridge (GB), p. 222.
- Mateo, J.M., Estep, D.Q., Mc Cann, J.S., 1991. Effects of differential handling on the behaviour of domestic ewes (*Ovis aries*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 32, 45–54.
- McMillan, F.D., 1999. Effects of human contact on animal health and well-being. *J Am. Vet. Med. Assoc.* 215, 1592–1598.
- Pearce, J.M., 1997. *Animal Learning and Cognition*. Psychology Press, UK, p. 333.
- Pedersen, V., Bamett, J.L., Hensworth, P.H., Newman, E.A., Schirmer, B., 1998. The effects of handling on behavioural and physiological responses to housing in tether-stalls among pregnant pigs. *Anim. Welfare* 7, 137–150.
- Peirce, J.W., Leigh, A.E., daCosta, A.P.C., Kendrick, K.M., 2001. Human face recognition in sheep: lack of configurational coding and right hemisphere advantage. *Behav. Process.* 55, 13–26.
- Piccione, G., Caola, G., Refinetti, R., 2002. Maturation of the daily body temperature rhythm in sheep and horse. *J. Thermal Biol.* 27, 333–336.
- Price, E.O., Thos, J., 1980. Behavioral responses to short-term social isolation in sheep and goats. *App. Anim. Ethol.* 6, 331–339.
- Raussi, S., Lensink, B.J., Boissy, A., Pyykkonen, M., Veissier, I., 2003. The effect of contact with conspecifics and humans on calves' behaviour and stress responses. *Anim. Welfare* 12, 191–203.
- Rushen, J., Taylor, A.A., de Passillé, A.M., 1999. Domestic animals' fear of humans and its effect on their welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 65, 285–303.
- Rybarczyk, P., Rushen, J., De Passillé, A.M., 2003. Recognition of people by dairy calves using colour of clothing. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 81, 307–319.
- Schmied, C., Waiblinger, S., Boivin, X., 2004. Behavioural reactions of dairy cows to stroking at different regions. In: *Proceedings of the 38th International Congress of the International Society for Applied Ethology*. p. 100.
- Scott, J.P., 1992. The phenomenon of attachment in human-nonhuman relationships. In: Davis, H., Balfour, D. (Eds.), *The Inevitable Bond: Examining Scientist-Animal Interactions*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 72–92.
- Shillito, E.E., 1972. Vocalization in sheep. *J. Physiol. London* 226, 45–46.
- Sibbald, A.M., Hooper, R.J., 2004. Sociability and the willingness of individual sheep to move away from their companions in order to graze. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 86, 51–62.
- Tanida, H., Miura, A., Tanaka, T., Yoshimoto, T., 1995. Behavioral-response to humans in individually handled weanling pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 42, 249–259.
- Uvnas-Moberg, K., 1997. Physiological and endocrine effects of social contact. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 807, 146–163.
- Waiblinger, S., Menke, C., Korff, J., Bucher, A., 2004. Previous handling and gentle interactions affect behaviour and heart rate of dairy cows during a veterinary procedure. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 85, 31–42.



# **CHAPITRE 3**

## **ETUDE DU MECANISME DE CONDITIONNEMENT AU TRAVERS DE L'UTILISATION DE L'ALIMENTATION COMME UN STIMULUS INCONDITIONNEL**



Nous avons vu dans le chapitre 2 que les agnelles pourraient associer le soigneur au seau de lait. Les résultats ne nous permettent cependant pas de déterminer si cette association est le résultat d'un conditionnement. Le conditionnement dépend de l'association temporelle entre les stimuli conditionnel et inconditionnel. L'association temporelle entre le soigneur et la distribution d'alimentation pourrait donc moduler l'établissement de l'affinité pour le soigneur. Cette hypothèse a été testée dans la première partie de ce chapitre.

Par ailleurs, le conditionnement implique aussi que les animaux soient motivés pour obtenir le stimulus conditionnel, considéré comme une récompense. Nous avons donc privé les agnelles de téter avant les traitements correspondant à des paradigmes de conditionnement. Cette privation en mettant les agnelles dans un état d'inconfort potentiel, pourrait être importante en elle-même. L'importance de la motivation alimentaire et son interaction avec l'association du soigneur à la distribution alimentaire ont été testées dans la seconde partie de ce chapitre.



## PARTIE 1

---

# IMPORTANCE DE L'ASSOCIATION TEMPORELLE ENTRE LA PRESENCE DU SOIGNEUR ET LA DISTRIBUTION ALIMENTAIRE

*Article 4 (Food conditioning is not necessary for the development of affinity to a human caregiver in hand-fed lambs, Developmental Psychobiology, soumis le 21/11/05)*



## 1. Contexte et objectifs

La relation animal – soigneur se caractérise par des comportements similaires à ceux observés dans le cadre de l’attachement du jeune à sa mère. Pourtant, elle est régulièrement décrite comme résultant d’un conditionnement alimentaire et non d’un attachement.

Le conditionnement repose sur l’association temporelle entre le stimulus conditionnel (ici le soigneur) et le stimulus inconditionnel (ici la distribution alimentaire). Il se met en place lorsque le stimulus conditionnel débute avant le stimulus inconditionnel et se termine avant la fin de ce dernier. Nous avons donc voulu déterminer l’importance de l’association temporelle entre le soigneur et la distribution alimentaire pour le développement de l’affinité pour le soigneur.

Au-delà des réponses attendues en terme de conditionnement (courbe d’apprentissage lors du développement de l’affinité, importance de la motivation alimentaire au moment des tests), nous avons observé si les agnelles exprimaient des réponses pouvant être assimilées à des comportements d’attachement (« test d’affinité » et « test d’exploration »). La présence de la mère peut être rassurante et facilite l’exploration des jeunes, nous avons voulu savoir s’il en était de même pour le soigneur (« test d’exploration »).

## 2. Méthodes

Soixantes agnelles ont été réparties en quatre traitements :

- présence juste avant la distribution alimentaire : le soigneur restait assis dans le parc puis attrapait un seau de lait et le posait sur son support juste avant de sortir du parc,
- présence pendant la distribution alimentaire : le soigneur était présent pendant que les agnelles tétaient avec son aide (jusqu’à ce qu’elles tètent par elles-mêmes) ou seules,
- présence bien après la distribution alimentaire : le soigneur était présent vingt minutes après la distribution alimentaire,
- aucun contact humain : le soigneur n’entrait jamais dans le parc.

Le soigneur intervenait trois fois par jour pendant 2 min les sept premiers jours puis deux jours par semaine. A partir de 3,5 semaines, nous avons étudié l’affinité des agnelles pour leur soigneur. Le « test d’affinité » a été réalisé dans deux conditions de motivation alimentaire pour chaque animal (dispositif de cross-over) : après libre accès au lait dans le parc d’élevage et après que le seau de lait avait été retiré depuis 5 h en moyenne. Un autre test a été réalisé avec tous les animaux nourris *ad libitum* car peu d’animaux se sont approchés du

soigneur lors du premier test. Afin de mesurer la propension des agnelles à explorer selon la présence du soigneur, nous avons réalisé un « test d'exploration ».

### 3. Résultats

L'association temporelle entre le soigneur et la distribution alimentaire est importante dans le déterminisme de l'affinité pour le soigneur. La présence juste avant la distribution alimentaire accélère l'augmentation du nombre d'interactions avec le soigneur pendant les traitements par rapport à la présence bien après la distribution alimentaire ( $P < 0,05$ ). Le niveau d'interactions atteint le même niveau pour les deux traitements en cinq jours ( $P > 0,1$ ). Par contre, lorsque le soigneur est présent pendant l'alimentation, les agnelles initient moins d'interactions avec lui que dans les autres traitements ( $P < 0,05$ ).

Lors du « test d'affinité », la présence juste avant la distribution alimentaire et la présence bien après induisent une latence d'approche plus faible et un temps proche du soigneur plus élevé que l'absence de contact humain ( $P < 0,05$ ). Les deux traitements ne diffèrent pas dans leurs réponses ( $P > 0,1$ ) et induisent une augmentation des vocalisations au départ du soigneur plus forte que les autres traitements qui n'induisent pas toujours d'augmentation ( $P < 0,05$ ). La présence pendant la distribution alimentaire ne se différencie pas de l'absence de contact humain ( $P > 0,1$ ).

Lors du « test d'exploration », nous n'avons pas mis en évidence d'effet du traitement sur l'exploration ( $P > 0,1$ ).

### 4. Conclusions

Le conditionnement alimentaire (présence avant la distribution alimentaire) accélère le développement de l'affinité pour le soigneur par rapport à la présence du soigneur après la distribution alimentaire. Les agnelles pourraient rechercher la nourriture en s'approchant du soigneur. Cependant, ce conditionnement n'augmente pas l'affinité pour le soigneur dans le « test d'affinité ». Il n'est donc pas indispensable à l'établissement de l'affinité pour le soigneur. L'affinité et les réponses de détresse après séparation du soigneur pourraient être l'expression d'un attachement. L'absence de favorisation de l'exploration en présence du soigneur pourrait provenir de la faible attraction des objets et du faible potentiel anxiogène de la chute du ballon à la fin du test.

De façon surprenante, la présence pendant l'alimentation n'a pas favorisé l'affinité pour le soigneur. Ceci pourrait provenir de la méthode d'alimentation au seau utilisée qui orienterait l'attention plus vers le seau et moins vers le soigneur.

Food conditioning is not necessary for the development of affinity to a human caregiver in  
hand-fed lambs

Céline TALLET, Isabelle VEISSIER, Xavier BOIVIN

Running title: food conditioning in lamb's affinity to caregiver

INRA Centre de Recherche de Clermont-Ferrand/Theix, Unité de Recherches sur les  
Herbivores, Adaptation et Comportements Sociaux, F-63122 Saint-Genès Champanelle,  
France

Corresponding author: Tel: +33 (0)4 73 62 41 07, Fax: +33 (0)4 73 62 41 18,

e-mail addresses: [xavier@clermont.inra.fr](mailto:xavier@clermont.inra.fr) (X. Boivin), [ctallet@clermont.inra.fr](mailto:ctallet@clermont.inra.fr) (C. Tallet)

## Abstract

In precocial mammals such as sheep, feeding is involved in relationship to the dam but also to human caregivers, especially for hand-fed animals. Food conditioning and attachment might explain the development of lamb's affinity to their caregiver. To evaluate the role of food conditioning, we observed the consequences of different temporal associations between caregiver and food distribution. The caregiver was present just before the distribution of milk ("Forward" conditioning paradigm), during feeding ("Simultaneous" conditioning paradigm), or 20 min after the distribution ("Backward"), or was absent ("Controls"). We evaluated the effect of feeding motivation on the expression of affinity. The "Forward" treatment accelerated the increase of contacts with the caregiver compared to the "Backward" treatment, but there was no difference between these treatments at the end of the treatment period. "Simultaneous" treatment led to a low level of contacts. When tested three times in an unfamiliar pen at 3.5 to 6 weeks of age, "Forward" and "Backward" lambs stood longer near the caregiver than controls and did not differ from each other whereas "Simultaneous" lambs did not differ from controls. Only "Forward" and "Backward" lambs bleated when separated from the caregiver. Food motivation had no effect in "Forward" lambs. Thus, food conditioning may accelerate the development of the affinity of lambs to humans. However, it is not essential and other mechanisms (attachment...) are involved. The human presence during feeding could result in a low level of attention given to the caregiver, which would prevent the establishment of lambs' affinity to them.

Keywords: domestic ungulates, sheep, development, human-animal relationship, affinity, food conditioning, attachment, exploration

## 1. Introduction

Many studies have shown that food plays a role in the establishment of inter-individual affinities in precocial mammals such as sheep, both with the dam (Nowak, Murphy, Lindsay, Alster, Andersson, & Uvnas-Moberg, 1997; Goursaud & Nowak, 1999; Val-Laillet, Simon, & Nowak, 2004) and with the human caregiver (De Passillé, Rushen, Ladewig, & Petherick, 1996; Jago, Krohn, & Matthews, 1999; Boivin, Tournadre, & Le Neindre, 2000). Food can be considered as an unconditioned stimulus in a conditioning process. This has often been suggested for human-farm animal relationships, notably by Hemsworth et al. (1996). In contrast, scientists rather refer to the young-dam relationship as an attachment, defined as a “selective emotional bond” (Bowlby, 1969) which “impinges on the (...) emotions of the attached individual” (Mason & Mendoza, 1998). Feeding may not be necessary to the attachment mechanism but could facilitate it (Harlow, 1961; Scott, 1981). Despite this discrepancy, relationships with human caregivers and dams may be expressed in similar ways. Indeed, hand-fed young mammals seek the contact of their human caregiver (lambs: Boivin, Nowak, & Terrazas Garcia, 2001) while mothered young mammals seek their dam (for a review, see Keeling & Gonyou, 2001). They prefer a known to an unknown caregiver (sheep: Boivin, Nowak, Després, Tournadre, & Le Neindre, 1997) and prefer their own dam to another (goats: Lickliter & Hero, 1984; cattle: Veissier, Le Neindre, & Garel, 1990). Young mammals also may express strong distress responses when separated from their human caregiver (sheep: Tallet, Veissier, & Boivin, 2005) as they do when separated from their dam (Hennessy, 1997). This raises the question of whether responses of hand-fed lambs to the human caregiver only express a food conditioning mechanism and whether animals are looking for the human presence as a conditioned stimulus for food reward.

Conditioning depends on the temporal association between a Conditioned Stimulus (CS) and an Unconditioned Stimulus (US). The CS has to come before the US and to end before the end of the US (Manning & Dawkins, 1998 p.271). Backward conditioning (where the US precedes the CS) is rare (Urushihara, 2004) and mainly occurs when the CS arises immediately after the US (Silva, Timberlake, & Koehler, 1996; and for review, Arcediano & Miller, 2002). The animals' motivational state also affects the rate of conditioned responses (Lawrence, Appleby, & Macleod, 1988). To evaluate the role of the food conditioning mechanism in the development of the affinity of hand-fed lambs to their human caregiver, we observed the consequences of repeating different temporal associations between caregiver and food distribution: before, during, after (20 min after to avoid backward conditioning) and no contact. Presence before and during food distribution are two paradigms of conditioning (Manning & Dawkins, 1998). The association between the caregiver and food distribution should be even easier to establish when the caregiver is directly associated with food distribution (i.e. present during food distribution) than when only present before it. We also evaluated the effect of feeding motivation on the expression of lambs' affinity. Affinity levels were assessed by measuring the motivation to seek and maintain proximity to the human caregiver (Markowitz, Dally, Gursky, & Price, 1998). With reference to the attachment theory (Bowlby, 1969), we also assessed emotional responses to human presence and departure (e.g. vocalizations and locomotor agitation). Additionally, the presence of an attachment figure such as the dam appears to reassure young precocial herbivores, as it reduces the latency to approach a new object in goats (Lyons, Price, & Moberg, 1988; Ruiz-Miranda & Callard, 1992). This ability of the attachment figure to confer security has been extensively studied in altricial mammals including humans (e. g. Ainsworth, 1979) and dogs (e. g. Prato-Previde, Custance, Spiezo, & Sabatini, 2003) but fewer studies have been conducted on precocial mammals, particularly in the context of the human-animal relationship. Therefore, we also

explored this possible property of the caregiver's presence in relation to the different temporal associations between caregiver and food distribution.

## **2. Material and methods**

The study protocol was approved by the local ethics committee (Comité Régional d'Ethique en Matière d'Expérimentation Animale Région Auvergne).

### *2.1. Animals and housing conditions*

We used 60 female lambs of the INRA401 breed that were born over five days. They were separated from their dam 12 h ( $\pm$  30 min) after birth. Immediately after the separation, the lambs were assigned to groups of three in 1.5 m x 1.5 m pens fenced by 1.5 m-high blind wooden walls. The floor was covered with straw. The lambs were artificially fed from a bucket fitted with three teats. A trapdoor was used to introduce the bucket into the pen without any intervention in the rearing pen.

As soon as the lambs were separated from their dam, they were allocated to one of four experimental treatments. The exact time the lambs had stayed with their dam and their birth weight were balanced between treatments. Twin lambs were never allocated the same experimental treatment. All the husbandry procedures not included in the treatments (giving the milk bucket, bedding, medical care, etc.) that also required a human presence in the pen were performed by a disguised stockperson, as in Krohn et al. (2001) and Boivin et al. (2002). This disguised stockperson wore a bee-keeper suit with a long skirt, large sleeves, and plastic gloves to hide visual cues of the person (head, arms, legs, etc.).

Two male caregivers (A and B) were involved for each treatment group. For half of the groups in each treatment, Caregiver A was the disguised stockperson and Caregiver B was the

familiar caregiver performing the experimental treatments, and *vice versa* for the remaining groups. Occasionally, other stockpersons were allowed to intervene, but only as disguised stockpersons. Four lambs were removed during the course of the experiment due to illness, and were replaced by other lambs of the same age. Data from these animals were not included in the analyses.

## 2.2. Experimental treatments

The treatments consisted of variations in the temporal association between the presence of a familiar caregiver and food distribution.

*For the "Control" treatment* (n = 14 lambs, 5 pens), the lambs never saw any human being whose shape was not camouflaged by the disguise. Three times a day for 5 min and until the lambs suckled without any assistance, a disguised stockperson helped the lambs to suckle by taking each lamb for 20 s and putting its mouth to a teat. The disguised stockperson never spoke and never petted the lambs. The milk bucket was removed 1 h before each intervention and reintroduced just before it.

*For the "Forward" treatment* (n = 14 lambs, 5 pens), the familiar caregiver (CS) intervened just before the food distribution (US) and gave a bucket full of milk. The milk bucket was removed 1 h before each intervention to increase motivation to suckle. The familiar caregiver entered and sat motionless for 1 min 50 s in the pen. They then took the milk bucket through the trap door to put it on its stand, and stayed for a few seconds until a total time of 2 min had been spent in the pen. This was repeated three times a day for seven consecutive days, and then two days a week until the lambs reached 3.5 weeks old. This schedule was repeated identically in the following treatments. Until lambs suckled without assistance, a disguised

stockperson intervened immediately after the familiar caregiver to teach the lambs to suckle following exactly the same procedure as in the "Control" treatment.

*For the "Simultaneous" treatment* (n = 14 lambs, 5 pens), the familiar caregiver was present during food distribution. The milk bucket was removed 1 h before each of the interventions of the familiar caregiver to motivate the lambs to suckle, and was put back on its stand just before the intervention. During the first days, the familiar caregiver intervened for 2 min to teach the lambs to suckle, and proceeded in the same manner as for the disguised stockperson in the other treatments. The familiar caregiver was immediately followed by a disguised stockperson who intervened for 3 min. Thus, the lambs were taught to suckle for a total time of 5 min, as in the other treatments. When the lambs were able to suckle by themselves, the familiar caregiver sat motionless during 2 min, as in the other treatments.

*For the "Backward" treatment* (n = 14 lambs, 5 pens), the familiar caregiver intervened at least 20 min after food distribution when lambs had finished suckling, and sat motionless in the pen for 2 min. The bucket of milk remained in the home pen. Until lambs suckled without assistance, a disguised stockperson helped the lambs to suckle, as in the "Control" and "Forward" treatments.

### 2.3. Observations

#### 2.3.1. Observations during the treatment sessions in the rearing pen

We noted the number of sessions required for the lambs to be able to suckle without assistance. All treatment sessions were videorecorded. Behavior was encoded using The Observer software (version 5.0, Noldus, The Netherlands). During each treatment session, we noted whether the lambs approached the familiar stockperson when he entered and whether

they followed him when he left. The number of pens per treatment for which at least one lamb approached or followed the familiar caregiver was then analyzed. Every 10 s throughout each 2-min session, we also noted whether the lambs were in contact (sniffing, climbing or nibbling) with the familiar caregiver for a total of ten observations (from 10 to 100 s). We did not include the last 20 s because the 110 s time-point corresponded to the arrival of the bucket of milk in the forward treatment, and the 120 s time-point corresponded to the caregiver's exit.

### *2.3.2. Responses to the disguised stockperson in the rearing pen*

This test was conducted to assess whether there was a treatment effect on the responses to the disguised stockperson. When the lambs were three week old, we tested their response to a disguised stockperson who sat for 2 min in the rearing pen. The milk bucket had been removed five minutes before the test. The test was videorecorded and the behavior was encoded using The Observer. We noted for each lamb the latency to contact, frequency and duration of contact (sniffing, climbing and nibbling) the disguised stockperson. The mean values per pen were then analyzed.

### *2.3.3. Human Test 1 and 2, response to the familiar caregiver (presence, separation) in an arena*

When they reached 3.5 weeks of age, the lambs were individually tested in an unfamiliar 6 x 1.5 m test pen fenced by 1.5 m-high wooden panels (Fig. 1). The test pen was divided into six 1 x 1.5 m zones by white lines painted on the floor. Two tests were conducted.

*Human Test 1* was adapted from Boivin et al. (1997). A disguised stockperson used a cart on wheels to lead the lamb to the test pen which was situated in a different building (to avoid

vocal communication) between the tested lamb and the other lambs). The disguised stockperson introduced the lamb into the test pen via the central door. The test comprised three 2-min phases. In Phase 1, the animal was left alone. In Phase 2, the familiar caregiver entered the pen via a side door (the right door for one half of the lambs in each treatment and the left door for the other half) and crouched down against the wall in the middle of zone 1 (Fig.1), this person slowly held out an arm to maintain contact with the lamb whenever it entered this zone (called the "caregiver zone"). In Phase 3, the familiar caregiver left the pen and the animal was again left alone.

Each group was tested in two conditions of feeding motivation following a cross-over experimental design: 1) after five hours of starvation (the milk bucket had been removed from the rearing pen 5 h before the lambs were tested) and 2) after having free access to food during this same period (the milk bucket remained in the rearing pen). When they were returned to their home pen, a full bucket containing 4 kg milk was provided for 15 min, and we then weighed the unconsumed milk to evaluate feeding motivation. Four days were required to test all the lambs. We balanced the order in which the lambs were tested according to day, treatment and feeding motivation. All lambs sharing a same pen were tested on the same day, with a maximum of 1 h 05 between the first and the last lamb.

*Human Test 2* was conducted two days after Human Test 1 with a similar order for testing the animals. The same procedure as for Test 1 was used, except that the lambs were tested only once and had free access to milk in their rearing pen. This test was conducted because we found a day effect between two days of Test 1. This day effect was characterized by a lower number of animals approaching the caregiver on Day 1 (19 *versus* 30 out of 56).

A camcorder (SONY, TRV320E) was installed above the test pen and connected to a monitor. This permitted us to record the behavior of the lambs on a hand-held PC (Psion Workabout, Psion PLC, U.K.). The behavior was then analyzed using The Observer 5.0 software. Finally,

we analyzed latency to enter the caregiver zone, total time spent in this zone, frequency of vocalizations emitted, and number of zones crossed (locomotion).

#### *2.3.4. Exploration Test*

##### *Exploration in the absence of the human caregiver*

Our procedure was adapted from tests used to assess the novelty preference in rats (Mumby, 2001).

This first part of the test consisted in exposing the tested lamb to a novel object in a novel environment when they were 5 weeks old. The test pen consisted in a 3 x 3 m wooden arena fenced by 1.5 m-high wooden partitions. It was divided into nine 1 x 1 m zones by lines painted on the floor (Fig. 2a). A removable waiting compartment (1.5 x 1 m) placed in a corner inside the arena permitted to visually isolate the lambs from the rest of the pen at the beginning of the test. This waiting compartment was made of two planks connected by a pulley system linked to a rope that, when pulled, opened the compartment. A new object was placed in a corner (object zone) to the right or the left of this compartment. The object (a cone or a drum), its position (left *versus* right corner) and the starting zone (two corners were used) were balanced between treatments and rearing pens to avoid any bias due to pen location or particular properties of the stimulus object. The two objects used were a red and white traffic cone and a blue and white drum placed on a light grey breezeblock.

The disguised stockperson used a cart on wheels to lead a lamb into the test pen (same building as the Human Test pen) and introduced the lamb into the waiting compartment (starting zone). After 20 s, the waiting compartment was opened and the lamb was left free to explore the environment for 5 min. Two days were required to test all the animals in a balanced order according to their treatment.

*Exploration in the presence of the human caregiver*

This second part was conducted in the same test pen as for the first part of the test, but one week later. A new object was placed in the opposite corner to the object zone (same as in the previous test; Fig. 2b). The traffic cone was used for the lambs that had already experienced the drum, and *vice versa*. Therefore, the test pen permanently contained two object zones, the "known" (from the first part of this test) object zone and the new object zone. The familiar caregiver remained seated in the starting zone, which became the caregiver zone.

The disguised stockperson used a cart on wheels to lead a lamb into the test pen. The test consisted in three distinct phases. In Phase 1, the lamb remained in the waiting compartment where the caregiver sat for 3 min. In Phase 2, we opened the waiting compartment and the lamb was left free to explore for 5 minutes. In Phase 3, we briskly introduced and removed a black-and-white ball that was unfamiliar to the lamb using a rope above the new object, and the lamb was again left free to explore for 1 min.

Each test was filmed on a camera (SONY, SP TM128 CE, Japan) connected to a video-tape recorder (SONY, 96LP, Japan) and a monitor. During the test, the position of the lamb in the test pen (zones 1 to 9) was noted using a hand-held PC (Psion Workabout, Psion PLC, U.K.). These observations were then completed by the encoding of the video recordings using The Observer 5.0 software (Noldus, The Netherlands).

For the first part of the test (without the caregiver), we analyzed latency to enter the zone where the new object had been put, time spent near the new object, number of vocalizations emitted, and number of zones crossed (locomotion).

For the second part (with the caregiver), we analyzed time spent in contact with the caregiver (Phase 1) and time spent in the caregiver zone, latency to leave the caregiver zone at the

beginning of Phase 2, number of zones crossed, number of vocalizations, latency to enter the zone with the known object and the zone with the new object, and time spent in these zones.

#### 2.4. Statistical analyses

We used the rearing pen as the statistical unit for the measures in the rearing pen (treatment sessions, response to the disguised stockperson). For all treatment sessions, the proportions (%) of lambs per pen that approached when the caregiver entered and followed when the caregiver left were compared using the Fisher's exact test (Siegel & Castellan, 1988). The evolution in the frequency of contacts with the caregiver during the treatment sessions was analyzed using ANOVA for repeated measures (unstructured matrix, version SAS 8.1, SAS Institute Inc., Cary, NC).

For the test sessions, the Mixed Procedure (generalization of the standard linear model with REML and ML estimation implemented with a Newton-Raphson algorithm, SAS Institute Inc., 1999) was used to analyze effect of treatment (Control, Forward, Simultaneous, Backward), effect of test phase (alone, with the human, alone again), feeding motivation in Human Test 1 (starvation *versus ad libitum* feeding) and their interactions. The rearing pen factor was included in the model and then removed due to the absence of statistical significance.

All post-hoc comparisons for ANOVAs were made using Least Square Differences (LSD).

When the conditions for parametric statistical analyses were not met, transformations were performed to meet these conditions (Martin & Bateson, 1994). When the conditions were not met on transformed data, we used the non-parametric Kruskal-Wallis test followed by the Mann-Whitney test for independent data and the Wilcoxon test for paired data (Martin & Bateson, 1994).

The results are expressed as means  $\pm$  standard error (S.E.) after parametric tests, and medians (25<sup>th</sup>-75<sup>th</sup> percentiles) after non-parametric tests. Results with an associated probability less than or equal to 0.05 were considered as significant, and results with an associated probability less than or equal to 0.1 were considered as tendencies.

### 3. Results

#### 3.1. Observations during the treatment sessions

The number of sessions required before the lambs could suckle by themselves was not affected by the treatment (Kruskall-Wallis,  $Chi^2 = 0.85$ ,  $p = 0.84$ ; 7.5 (6-10)). At the beginning of each treatment session, we observed more approaches to the caregiver in the pens of the Forward and Backward treatments than in the pens of the Simultaneous treatment (five pens vs. one pen, Fisher's test,  $p = 0.05$ ). There was no difference between the treatments in terms of response to the exit of the caregiver (four or five pens, Fisher's test,  $p = 1$ ).

The overall mean proportion of scans (%) on which contacts with the caregiver were observed was higher in the Forward and Backward treatments than in the Simultaneous treatment ( $p < 0.001$ ), with no difference between Forward and Backward ( $p = 0.24$ ) (Forward:  $46\% \pm 6$ , Simultaneous:  $11\% \pm 6$ , Backward:  $35\% \pm 6$ ;  $F(2, 12) = 17.2$ ,  $p < 0.001$ ). There was a significant interaction between the treatment and the session ( $F(28, 328) = 91.8$ ,  $p < 0.01$ , Fig. 3): The proportion of contacts was low in the first session, whatever the treatment ( $4.5\% \pm 1.5\%$ ;  $F(2, 11) = 1.67$ ,  $p = 0.23$ ). Then, the proportion of contacts was higher on the 10 next sessions for the Forward treatment ( $46\% \pm 6\%$ ) than for the Backward ( $25\% \pm 8\%$ ,  $p = 0.02$ ) or Simultaneous treatments ( $5\% \pm 1\%$ ,  $p < 0.001$ ), with Backward treatment higher than the Simultaneous treatment ( $p < 0.001$ ) ( $F(2, 12) = 27.83$ ,  $p < 0.001$ , Fig. 3). Thereafter, all treatments increased similarly ( $F(18, 201)(\text{session}) = 3.84$ ,  $p < 0.001$ ;  $F(36, 201)$  (treatment x

session) = 0.96,  $p = 0.53$ ) but Forward and Backward remained equal ( $78 \% \pm 9\%$ ;  $p = 0.81$ ) and higher ( $p < 0.01$ ) than Simultaneous ( $26 \% \pm 7 \%$ ;  $F(2, 12)(\text{treatment}) = 8.38$ ,  $p < 0.01$ ).

### 3.2. Response to the disguised stockperson

The latency to contact the disguised stockperson was not affected by the treatment ( $71 \text{ s} \pm 10$ ;  $F(3, 16) = 2.05$ ,  $p = 0.15$ ). The treatment effect tended to be significant for the duration of contacts with the disguised stockperson (Forward:  $36 \text{ s} \pm 19$ , Simultaneous:  $34 \text{ s} \pm 20$ ; Backward:  $45 \text{ s} \pm 15$ ; Control:  $2 \text{ s} \pm 2$ ;  $F(3, 16)$  (log transformation) = 3.11,  $p = 0.06$ ). There was no difference between Forward, Simultaneous, and Backward treatments ( $p > 0.14$ ), although the Backward lambs tended to stay longer near the disguised stockperson than Controls ( $p = 0.07$ ).

### 3.3. Human Test 1 and 2: response to the familiar caregiver (presence, departure) in an arena

#### 3.3.1. Effect of treatments

In both tests, there was a treatment effect on the latency to enter the caregiver zone and on the time spent near the caregiver ( $p < 0.01$ , Tables 1 and 2). Lambs in the Forward treatment approached the caregiver significantly quicker and for longer ( $p < 0.05$ ) than lambs in the Simultaneous and Control treatments. Lambs in the Backward treatment were intermediate and significantly differed from Controls by a longer time spent near the caregiver in Test 1 only ( $p < 0.05$ ). Lambs in the treatment Simultaneous were not different from Controls. The Forward and Backward treatments were not different for either of these variables ( $p > 0.1$ ). Lambs in the Forward treatment spent more time near the stockperson than the time expected by chance (nonparametric Wilcoxon paired test, Test1:  $W = 88$ ;  $p = 0.04$ ; Test2:  $W = 43.5$ ,  $p$

= 0.004) whereas there was no difference for the lambs of the treatment Backward (Test1:  $W = 1$ ;  $p = 0.98$ ; Test2:  $W = 17.5$ ,  $p = 0.29$ ), whereas lambs in the Simultaneous ( $W = -120$ ;  $p = 0.003$ ) and Control ( $W = -147$ ;  $P < 0.001$ ) treatment spent less time than expected by chance near the stockperson in Test 1 and there was no difference in Test 2 (Simultaneous:  $W = -19.5$ ,  $p = 0.24$ ; Control:  $W = -10.5$ ;  $p = 0.52$ ).

After the arrival of the caregiver, the frequency of vocalizations decreased similarly for all the lambs in both tests ( $p < 0.05$ , Tables 1 and 2). In Test 1, as the caregiver left the pen, vocalizations increased only in the Forward and Backward treatments and were similar to the levels of the first isolation phase for Forward lambs (treatment x phase,  $p < 0.05$ , Table 1). In Test 2, vocalizations increased in all but more so in the Forward and Backward treatments (treatment x phase,  $p < 0.05$ , Table 2). Locomotion was higher when the lambs were alone than when the caregiver was present ( $p < 0.001$ ) whatever the treatment ( $p > 0.1$ ; Tables 1 and 2). In Test 1, there was more locomotor activity in Phase 3 than in Phase 1 (Table 1).

### 3.3.2. Effect of feeding motivation (Test 1)

After free access to food, lambs of the Backward treatment showed more latency to approach the caregiver (free access: 121 (11-121); starvation: 10 (2-121); *Wilcoxon* = -21.5,  $p < 0.01$ ) and spent less time near the caregiver (free access: 0 (0-22); starvation: 16 (0-70); *Wilcoxon* = -22.5,  $p < 0.01$ ) than after starvation; there was no difference for the other lambs ( $p > 0.13$ ).

The lambs that had been deprived of food for 5 h emitted more vocalizations than the lambs that had had free access to milk ( $26 \pm 1$  versus  $23 \pm 1$ ;  $F(1, 256) = 11.64$ ,  $p < 0.001$ ) and tended to cross more zones ( $18 \pm 1$  versus  $15 \pm 1$ ;  $F(1, 256) = 3.63$ ,  $p = 0.06$ ), regardless of treatment or phase of the test ( $p > 0.38$ ). After a test session, the lambs ingested more milk if they had been deprived of milk before the test than when they had had free access to milk

(1.65 kg $\pm$  0.55 kg *versus* 0.16 kg  $\pm$  0.05 kg;  $F(1, 32) = 7.06, p = 0.01$ ), whatever the treatment (treatment:  $F(3, 32) = 0.72, p > 0.55$ ; treatment x hunger:  $F(3, 32) = 0.90, p = 0.45$ ).

### 3.4. Object Test: exploration of a new object in a new arena

#### 3.4.1. Exploration in the absence of the human caregiver

During the first part of the test (exploration in the absence of the caregiver), and regardless of the treatment, the lambs entered the zone where the object had been put in  $81 \pm 12$  s (treatment:  $F(3, 52) = 1.11, p = 0.35$ ), spent  $51 \pm 5$  s near the new object ( $F(3, 52) = 2.01, p = 0.12$ ), emitted  $51 \pm 3$  vocalizations ( $F(3, 52) = 1.55, p > 0.21$ ) and crossed  $50 \pm 4$  zones ( $F(3, 52) = 0.26, p = 0.86$ ).

#### 3.4.2. Exploration in the presence of the human caregiver

The results of the second part of the test (exploration in the presence of the caregiver) are presented in Table 3. During Phase 1 (restraint with the caregiver in the starting zone), lambs in the Forward and Backward treatments spent more time in contact with the caregiver than the Controls ( $p < 0.01$  and  $p = 0.05$ ), while the lambs in the Simultaneous treatments were intermediate ( $p > 0.1$ ). We observed no treatment effect on frequency of vocalizations ( $p = 0.41$ ).

During Phase 2 (lambs free to explore), lambs in the Forward and Backward groups spent more time near the caregiver than the Simultaneous ( $p = 0.02$  and tendency:  $p = 0.09$ ) and Control ( $p < 0.01$  and  $p = 0.03$ ) treatments, which did not differ ( $p = 0.60$ ). We observed no treatment effect on latency to leave the starting zone ( $p = 0.14$ ), difference between the latency to enter the new object zone and the latency to enter the known object zone ( $p = 0.50$ ), exploration of the objects ( $p > 0.19$ ), frequency of vocalizations ( $p = 0.55$ ), or locomotion ( $p = 0.63$ ).

During Phase 3 (after the fall of the ball), the lambs in the Forward and Backward treatments still spent more time near the caregiver than the lambs in Simultaneous and Control treatments ( $p < 0.05$ ). We observed no treatment effect on latency to return to the new object zone where the ball had fallen ( $p = 0.36$ ), frequency of vocalizations ( $p = 0.87$ ) or locomotion ( $p = 0.38$ ). If we consider lambs that were not near their caregiver when the ball fell (Forward:  $N = 7$ , Simultaneous:  $N = 11$ , Backward:  $N = 10$ , Control:  $N = 14$ ), latency to return to the caregiver's zone was not affected by the treatment ( $P > 0.1$ ).

#### **4. Discussion**

The temporal association between caregiver's presence and food distribution influences the development of the affinity of hand-fed lambs to their caregiver. The amount of lamb-caregiver interactions increased more rapidly when the caregiver was present just before food distribution (Forward treatment) than when he was present 20 min after food distribution (Backward treatment). However, at the end of the treatment period, the behavior of lambs in Forward and Backward treatment groups did not differ significantly. This remained true out of the home pen until the lambs were 6 weeks of age, whatever their feeding motivation. Compared to controls that had received no human contact, both groups expressed a significantly higher level of affinity to their caregiver (earlier approach, more time spent in proximity, increased frequency of vocalizations when the caregiver left the test pen). Surprisingly, when the caregiver had been present simultaneously with food distribution (Simultaneous treatment), the lambs behaved as Controls. These results suggest that a food conditioning procedure, such as when the presence of the caregiver precedes food distribution, accelerates but is not necessary to the early development of affinity of hand-fed lambs to a human caregiver.

Food rewards have been widely used when providing additional human contact to young farm animals (for a review Boivin, Lensink, Tallet, & Veissier, 2003). The authors did not investigate the mechanism underlying the role of feeding. They supposed, without testing it, that the animals' improved affinity to humans would be based on a conditioning process. This is what we studied here. The increase in interactions with the caregiver at the beginning of the Forward treatment compared to the Backward treatment found in this study does support the hypothesis of a conditioning mechanism. In the same way that 17-week-old pigs were able to associate the rewarding experience of feeding with the presence of the handler (Hemsworth et al., 1996), lambs in our experiment could have assimilated their caregiver to the signal for food distribution (Pearce, 1997). Unfortunately, we did not investigate perception of the caregiver at this early age (e. g. effect of a certain level of starvation) and we cannot extend this conclusion to outside the home pen.

The Forward and Backward treatments quickly induced a similar level of interactions and they did not differ in the behavioral tests. This result represents an important advance in our understanding of lambs' perception of their caregiver under artificial husbandry conditions. If conditioning had been the essential in the development of the affinity of lambs to their caregiver, it should have been much more efficient than a presence relatively long after food distribution. In addition, starvation before testing did not increase the motivation to contact the caregiver in the Forward treatment. This suggests, as in Tallet et al. (2005), that affinity for the caregiver would not depend on the search for food in this test situation. From all these results, we can conclude that food conditioning is not essential to the development of affinity to a human caregiver.

This finding could appear surprising if we consider the frequent use of feeding rewards to improve human-animal relationships (for review Boivin et al., 2003). The improvement of

affinity in previous studies could have been due to many stimuli: food was often associated with petting, which can be positive in itself; the duration of exposure to the human contact varied with the age when the contacts are performed and of course with the species studied (for review Boivin et al., 2003). Many aspects of the development of human–animal relationships remain to be explored.

The responses to the caregiver observed in this study could result from an attachment mechanism which leads to an emotional relationship (Bowlby, 1969) characterized by a search for contact with the attachment figure, a state of appeasement in their presence, and some distress following a separation from them (Gubernick, 1981). Such attachment behaviors were reproduced in the present study: lambs looked for the caregiver's contact, and their vocalizations increased after separation from the caregiver, which is a sign of distress in sheep (Cockram, 2004). The attachment behaviors were not characterized by the use of the caregiver as a secure base, which can be the case of the mother for her young (Ainsworth, 1979). We did not find a treatment effect on the time spent exploring objects in the presence of the caregiver or the time taken to return to the caregiver after a potentially frightening event (fall of a ball). This absence of difference could be due to our testing conditions: the objects might have presented little attractivity or the fall of the ball may not have been frightening enough. In addition, there might not have been a high enough amount of contacts with the caregiver to make the lambs feel sufficiently secure in their presence. In particular, the caregiver was not permanently present in the home pen, in contrast with the majority of experiments reported on the attachment relationship between an animal and its attachment figure, which is often the mother (e. g. in goats: Ruiz-Miranda & Callard, 1992). For Cairns (1966), contiguity is decisive in the attachment relationship. Quality of the attachment may also have been too poor, in particular because it lacked certain contacts with the caregiver;

indeed, social contacts have calming properties in many species (McMillan, 1999) and may facilitate the development of relationships to humans in lambs (Tallet et al., 2005), dogs (Fonberg, Kostarczyk, & Prechtl, 1981), and rats (Davis & Pérusse, 1988). Here, we used a passive caregiver. It would be useful to further investigate whether lambs, like dogs (Topal, Miklosi, Csanyi, & Doka, 1998; Prato-Previde et al., 2003), express security in the presence of their caregiver in other treatment conditions.

Taken together, the rapid but temporary increase in interactions with the caregiver in Forward lambs and the fact that caregiver presence after food distribution is sufficient to induce affinity also fit the attachment theory. Indeed, food could accelerate the attachment mechanism but would not be necessary to it (Scott, 1981) as is the case in the early development of the young-dam relationship (Nowak, 1995; Nowak et al., 1997; Napolitano, Annicchiarico, Caroprese, De Rosa, Taibi, & Sevi, 2003). According to Cairns and Johnson (1965), rewards would not affect attachment strength in any direct manner, but indirectly by increasing the salience (i. e. the attention-getting level) of the rewarding object. The conditioning procedure we used may therefore have only increased attention to the caregiver. To our knowledge, this is the first time that the acceleration role of feeding rewards on attachment development is supported by experimental results in a precocial species. No author already recorded the development of such a relationship.

Several authors (Harlow, 1959; Scott, 1992; Cassidy, 1999) consider that attachment is not reinforced by external cues from the attachment figure, and that repeated contiguity between individuals could be sufficient for attachment to occur (Cairns & Johnson, 1965). Rhesus monkeys, for example, develop an attachment to a cloth mother surrogate that does not provide food rather than to a wire surrogate that holds food (Harlow, 1961). Attachment to peers is also totally independent of any food reinforcement in some monkeys (Higley,

Hopkins, Thompson, Byrne, Hirsch, & Suomi, 1992). Similar results were found in our experiment with lambs submitted to the presence of the caregiver relatively late after food distribution: no potentially reinforcing external cue was associated with the caregiver, whose presence was sufficient to induce affinity. This results raises the question as to whether, despite all the differences between the caregiver and peers we have already mentioned, the development of relationships to humans could be similar to the development of relationships to peers.

If attachment is not reinforced by external cues, it could be reinforced by the internal states of animals (Harlow, 1959; Scott, 1992; Cassidy, 1999). In the Backward treatment, post-ingestive state might have facilitated attachment. Indeed, the lambs had finished eating for a few minutes only. Regular handling of rabbits after suckling induces a higher decrease in fear of humans than handling out of suckling in the short and long term (Bilko & Altbacker, 2000). Post-ingestive stimulations (distension of the stomach and properties of the liquid ingested) in the 12 h following birth are sufficient to induce a preference for the dam compared to another ewe in lambs (Goursaud & Nowak, 1999; Val-Laillet et al., 2004). Bilko and Altbacker (2000) suggested that eating would lead to an aroused state that facilitates learning. In this state, the animals could be more receptive to the human presence. To confirm this hypothesis, we could have controlled the time milk stood in the stomach of the lambs, as has already been performed by radiography in lambs (Kay, Orskov, & Wenham, 1972). This time depends on the quantity of milk ingested, which we could not control individually.

Other simpler explanations can be turned down. Affinity could not be attributable to a backward conditioning because 20 minutes separated food distribution from the caregiver, and this mechanism necessitates temporal contiguity (for review, see Arcediano & Miller, 2002). Affinity for the caregiver cannot be simply the result of an enrichment of the environment during the treatment. Environment enrichment enhances general activity

(McMillan, 1999) and object exploration (Reed, Wilkins, Austin, & Gregory, 1993; Hemsworth, Price, & Borgwardt, 1996), but this was not the case in the present experiment. Lambs also did not generalize the contacts they received from the disguised stockperson who taught them to suckle. They showed little attraction to the disguised stockperson and there was no difference between lambs that received human contact (Forward, Backward and Simultaneous treatments), whereas they differed according to their responses to the non-disguised caregiver.

Another remarkable result of this experiment is the total lack of effect of the presence during food distribution compared to the absence of human contact (and thus the lower effect than the presence before food distribution). This finding contrasts with previous research in lambs (Markowitz et al., 1998; Boivin et al., 2000), pigs (Hemsworth et al., 1996), cattle (Jago et al., 1999), and dog and wolf pups (Gacsi, Gyori, Miklosi, Viranyi, Kubinyi, Topal, & Csanyi, 2005) which found an effect of feeding on affinity or preference for the caregiver. We originally supposed that the direct association between the human caregiver and food would have been the most efficient treatment. The caregiver taught the lambs to suckle from the bucket during the two first days of treatment on average. As soon as the lambs were able to suckle by themselves (about two days after birth), the caregiver intervened while the lambs were already suckling and no longer gave them food. When the caregiver was present when lambs were suckling, the lambs were not attracted by this presence (they did not approach when the caregiver entered the pen and frequency of contact remained very low). The lambs maybe paid only little attention to the caregiver. Attention which is turned to a stimulus is of great importance for learning, e.g. in the classical conditioning paradigm (Dayan, Kakade, & Montague, 2000; Zentall, 2005). Many authors mentioned above used a bottle held by the caregiver to feed animals whereas in this study we used a bucket. Bottle-feeding could turn

the animals' attention more to the caregiver than the use of a bucket, because the caregiver has to keep holding the bucket. Thus, the animals would learn more easily that it is the caregiver who gives them milk. In the studies of Hemsworth et al. (1996) and Jago et al. (1999), the caregiver stood close to the animals whereas in the present study, the caregiver sat behind them due to the configuration of the pens.

## **5. Conclusion**

In conclusion, this experiment showed that food conditioning seems to accelerate the development of the affinity of lambs to humans. Nevertheless, food conditioning was not essential to increase affinity after three weeks of contacts in either the home pen or in a stressful situation compared to a presence quite late after food distribution. Other mechanisms, such as attachment, seem to be involved, but this remains to be clarified. In particular, it will be useful to compare different intervals between food distribution and caregiver and to use physiological measurements to investigate the potential role of post-ingestive state. The use of the caregiver as a secure base for exploration in an attachment hypothesis will also have to be further investigated. The presence simultaneous to food distribution prevented the establishment of an affinity to the caregiver. This could result from a low attention to the human caregiver while lambs were feeding due to our feeding methodology. The conclusions of this experiment are not only interesting in terms of human-animal relationships, but can probably be extended to inter-individual relationships, the caregiver being considered as a particular individual who is not continuously present in the home pen.

## Notes

The authors are grateful to all the shepherds' staff, with special thanks to M. Bernard and P. Payard who were involved in the treatment applications and B. Mallet who fed the lambs during the first nights after birth. We would also like to thank S. Andanson, E. Delval and G. Toporenko for their technical assistance. This work is part of a PhD supported by INRA and Région Auvergne grants.

**References**

- Ainsworth, M. D. (1979). Infant-mother attachment. *American Psychologist*, 34, 932-7.
- Arcediano, F., & Miller, R. R. (2002). Some Constraints for Models of Timing: A Temporal Coding Hypothesis Perspective. *Learning and Motivation*, 33, 105-123.
- Bilko, A., & Altbacker, V. (2000). Regular Handling Early in the Nursing Period Eliminates Fear Responses Toward Human Beings in Wild and Domestic Rabbits. *Developmental Psychobiology*, 36, 78-87.
- Boivin, X., Boissy, A., Nowak, R., Henry, C., Tournadre, H., & Le Neindre, P. (2002). Maternal presence limits the effects of early bottle feeding and petting on lambs' socialisation to the stockperson. *Applied Animal Behaviour Science*, 77, 311-328 .
- Boivin, X., Lensink, B. J., Tallet, C., & Veissier, I. (2003). Stockmanship and farm animal welfare. *Animal Welfare*, 12, 479-492.
- Boivin, X., Tournadre, H., & Le Neindre, P. (2000). Hand-feeding and gentling influence early-weaned lambs' attachment responses to their stockperson. *Journal of Animal Science*, 78, 879-884.
- Boivin, X., Nowak, R., Després, G., Tournadre, H., & Le Neindre, P. (1997). Discrimination between shepherds by lambs reared under artificial conditions. *Journal of Animal Science*, 75, 2892-2898.
- Boivin, X., Nowak, R., & Terrazas Garcia, A. (2001). The presence of the dam affects the efficiency of gentling and feeding on the early establishment of the stockperson-lamb relationship . *Applied Animal Behaviour Science*, 72, 89-103.
- Bowlby, J., (1969). *Attachment and Loss.1.Attachment.*
- Cairns, R. B. (1966). Attachment behavior of mammals. *Psychological Review*, 73, 409-426.
- Cairns, R. B., & Johnson, D. L. (1965). The development of interspecies social attachments. *Psychonomic Science*, 2, 337-338.

- Cassidy, J. (1999). The nature of the child's ties. In J.a.S.P.R.e. Cassidy (Ed.), *Handbook of attachment. Theory, research, and clinical applications* (pp. 3-20). New York London.
- Cockram, M. S. (2004). A Review of Behavioural and Physiological Responses of Sheep to Stressors to Identify Potential Behavioural Signs of Distress. *Animal Welfare*, 13, 283-291.
- Davis, H., & Pérusse, R. (1988). Human-based social interaction can reward a rat's behavior . *Animal Learning & Behavior* , 16, 89-92.
- Dayan, P., Kakade, S., & Montague, P. R. (2000). Learning and selective attention. *Nature Neuroscience Suppl*, 3 Suppl, 1218-23.
- De Passillé, A. M., Rushen, J., Ladewig, J., & Petherick, C. (1996). Dairy calves' discrimination of people based on previous handling. *Journal of Animal Science*, 74, 969-974.
- Fonberg, E., Kostarczyk, E., & Prechtl, J. (1981). Training of instrumental responses in dogs socially reinforced by humans. *Pavlovian Journal of Biological Science*, 16, 183-93.
- Gacsi, M., Gyori, B., Miklosi, A., Viranyi, Z., Kubinyi, E., Topal, J., & Csanyi, V. (2005). Species-specific differences and similarities in the behavior of hand-raised dog and wolf pups in social situations with humans. *Developmental Psychobiology*, 47, 111-22.
- Goursaud, A. P., & Nowak, R. (1999). Colostrum mediates the development of mother preference by newborn lambs . *Physiology & Behavior*, 67, 49-56.
- Gubernick, D.J. (1981). Parent and infant attachment in mammals. In D.J. Gubernick, & P.H. Klopfer (Eds.), *Parental care in mammals* (pp. 77-115). New York, London: Plenum press.
- Harlow, H. F. (1959). Love in infant monkey. *Scientific American*, 200, 68-74.
- Harlow, H.F. (1961). The development of affectional patterns in infant monkeys. In B.M.ed. Foss (Ed.), *Determinants of infant behaviour* (Vol. 1) (pp. 75-88). London, Methuen.
- Hemsworth, P. H., Price, E. O., & Borgwardt, R. (1996). Behavioural responses of domestic pigs and cattle to humans and novel stimuli. *Applied Animal Behaviour Science*, 50, 43-56.
- Hemsworth, P. H., Verge, J., & Coleman, G. J. (1996). Conditioned approach-avoidance responses to humans: the ability of pigs to associate feeding and aversive social experiences in the presence of humans with humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 50, 71-82.

- Hennessy, M. B. (1997). Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Responses to Brief Social Separation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 21, 11-29.
- Higley, J. D., Hopkins, W. D., Thompson, W. W., Byrne, E. A., Hirsch, R. M., & Suomi, S. J. (1992). Peers as Primary Attachment Sources in Yearling Rhesus Monkeys (*Macaca mulatta*). *Developmental Psychology*, 28, 1163-1171.
- Jago, J. G., Krohn, C. C., & Matthews, L. R. (1999). The influence of feeding and handling on the development of the human-animal interactions in young cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 62, 137-151.
- Kay, R. N., Orskov, E. R., & Wenham, G. (1972). Radiographic studies of the oesophagus and stomach of the suckling lamb and kid. *Journal of Physiology*, 227, 2P-3P.
- Keeling, L.J., & Gonyou, H.W., (2001). *Social behaviour in farm animals*. Wallingford: CAB International.
- Krohn, C. C., Jago, J. G., & Boivin, X. (2001). The effect of early handling on the socialisation of young calves to humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 74, 121-133.
- Lawrence, A. B., Appleby, M. C., & Macleod, H. A. (1988). Measuring Hunger in the Pig Using Operant Conditioning: the Effect of Food Restriction. *Animal Production*, 47, 131-137.
- Lickliter, R. E., & Hero, J. R. (1984). Recognition of mother by newborn goats. *Applied Animal Behaviour Science*, 12, 187-192.
- Lyons, D. M., Price, E. O., & Moberg, G. P. (1988). Social modulation of pituitary-adrenal responsiveness and individual differences in behavior of young domestic goats. *Physiology & Behavior*, 43, 451-458.
- Manning, A., & Dawkins, M., (1998). *An introduction to animal behaviour* (fifth edition). Cambridge: Cambridge University Press.
- Markowitz, T. M., Dally, M. R., Gursky, K., & Price, E. O. (1998). Early handling increases lamb affinity for humans. *Animal Behaviour*, 55, 573-587.
- Martin, P., & Bateson, P., (1994). *Measuring behaviour: An introductory guide*. Cambridge (GB): Cambridge University Press.

- Mason, A. W., & Mendoza, P. S. (1998). Generic aspects of primate attachments: parents , offsprings and mates. *Psychoneuroendocrinology*, 23, 765-778.
- McMillan, F. D. (1999). Effects of human contact on animal health and well-being. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 215, 1592-1598.
- Mumby, D. G. (2001). Perspectives on object-recognition memory following hippocampal damage: lessons from studies in rats. *Behavioural Brain Research*, 127, 159-181.
- Napolitano, F., Annicchiarico, G., Caroprese, M., De Rosa, G., Taibi, L., & Sevi, A. (2003). Lambs prevented from suckling their mothers display behavioral, immune and endocrine disturbances. *Physiology & Behavior*, 78, 81-89.
- Nowak, R. (1995). Lambs' attachment to their mother: Importance of the first sucking bouts. *Applied Animal Behaviour Science*, 44 , 273.
- Nowak, R., Murphy, T. M., Lindsay, D. R., Alster, P., Andersson, R., & Uvnas-Moberg, K. (1997). Development of a Preferential Relationship With the Mother by the Newborn Lamb: Importance of the Sucking Activity. *Physiology & Behavior*, 62, 681-688.
- Pearce, J.M., (1997). *Animal learning and cognition*. UK: Psychology Press.
- Prato-Previde, E., Custance, M., Spiezo, C., & Sabatini, F. (2003). Is the dog-human relationship an attachment bond? An observational study using Ainsworth Strange Situation. *Behaviour*, 140, 225-254.
- Reed, H. J., Wilkins, L. J., Austin, S. D., and Gregory, N. G., (93). The effect of environmental enrichment during rearing on fear reactions and depopulation trauma in adult caged hens. *Applied Animal Behaviour Science* 36, 39-46.
- Ruiz-Miranda, C. R., & Callard, M. (1992). Effects of the Presence of the Mother on Responses of Domestic Goat Kids (*Capra Hircus*) to Novel Inanimate Objects and Humans . *Applied Animal Behaviour Science*, 33, 277-285.
- Scott, J.P. (1981). Biological and psychological bases of social attachment. In H. Kellerman (Ed.), *Group cohesion, theoretical and clinical perspectives* (pp. 207-233). New York, London, Toronto, Sydney, San Francisco: Grune and stratton.

Scott, J.P. (1992). The phenomenon of attachment in human-nonhuman relationships. In H. Davis, & D. Balfour (Eds.), *The Inevitable Bond: Examining Scientist-Animal Interactions*. (pp. 72-92). Cambridge: Cambridge University Press.

Siegel, S., & Castellan, N.J.J., (1988). *Nonparametric Statistics for the Behavioural Sciences*, 2nd ed. New York: McGraw-Hill.

Silva, F. J., Timberlake, W., & Koehler, T. L. (1996). A Behavior Systems Approach to Bidirectional Excitatory Serial Conditioning. *Learning and Motivation*, 27, 130-150.

Tallet, C., Veissier, I., & Boivin, X. (2005). Human contact and feeding as rewards for the lamb's affinity to their stockperson. *Applied Animal Behaviour Science*, 94, 59-73.

Topal, J., Miklosi, A., Csanyi, V., & Doka, A. (1998). Attachment behavior in dogs (*Canis familiaris*): a new application of Ainsworth's (1969) Strange Situation Test. *Journal of Comparative Psychology*, 112, 219-29.

Urushihara, K. (2004). Excitatory backward conditioning in an appetitive conditioned reinforcement preparation with rats. *Behavioural Processes*, 67, 477-489.

Val-Laillet, D., Simon, M., & Nowak, R. (2004). A full belly and colostrum: two major determinants of filial love. *Developmental Psychobiology*, 45, 163-173.

Veissier, I., Le Neindre, P., & Garel, J. P. (1990). Decrease in cow-calf attachment after weaning. *Behavioural Processes*, 21, 95-105.

Zentall, T. R. (2005). Selective and divided attention in animals. *Behavioural Processes*, 69, 1-15.

Table 1. Mean (S.E.) responses of the lambs to each treatment (Forward, Simultaneous, Backward, Control) during the three phases (alone, with the familiar stockperson, alone again) of Human Test 1.

	Phase 1	Phase 2	Phase 3	F treatment	F phase	F treatment x phase
Latency to enter the stockperson zone(s) (Kruskall-Wallis test)						
Forward		19 (2-121) b				
Simultaneous		121 (20-121) a		KW: 16.6**		
Backward		109 (8-121) ab				
Control		121 (121-121) a				
Time spent near the stockperson (s) (Kruskall-Wallis test)						
Forward		27 (0-84) a				
Simultaneous		0 (0-12) bc		KW: 16.7***		
Backward		1 (0-48) ab				
Control		0 (0-0) c				
Frequency of vocalizations						
Forward	32 (2) a #	20 (3) a †	31 (3) a #			
Simultaneous	29 (2) ab #	22 (2) a †	24 (3) ab †	2.02	39.0***	2.49*
Backward	30 (2) ab #	19 (2) a †	26 (3) a ‡			
Control	24 (2) b #	16 (2) a †	17 (2) b †			
Frequency of crossed zones (locomotion)						
Forward	19 (3) †	10 (1) ‡	22 (2) #			
Simultaneous	18 (3) †	16 (2) ‡	23 (4) #	1.58	13.3***	1.25
Backward	16 (3) †	12 (2) ‡	24 (5) #			
Control	14 (3) †	9 (1) ‡	13 (2) #			

Values with different letters differ within a phase (a, b, c:  $p < 0.05$ ) or between phases (#, †, ‡:  $p < 0.05$ ).

For F values and Kruskal-Wallis tests, \*:  $p < 0.05$ ; \*\*:  $p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$ .

The number of degrees of freedom is 3/52 for treatment effect, 2/256 for phase effect and 6/256 for their interaction.

Table 2. Mean (S.E.) responses of the lambs to each treatment (Forward, Simultaneous, Backward, Control) during the three phases (alone, with the familiar stockperson, alone again) of Human Test 2.

	Phase 1	Phase 2	Phase 3	F treatment	F phase	F treatment x phase
Latency to enter the stockperson zone (s) (Kruskall-Wallis test)						
Forward	8.4 (0-41) b			KW: 11.2*		
Simultaneous	61 (13-121) a					
Backward	12 (0-77) ab					
Control	27 (7-121) a					
Time spent near the stockperson (s)						
Forward	58 (11) a			3.11*		
Simultaneous	15 (4) c					
Backward	45 (14) ab					
Control	28 (12) bc					
Frequency of vocalizations						
Forward	31 (1) #	15 (3) a †	26 (2) #	0.87	55.1***	2.18*
Simultaneous	28 (3) #	19 (3) a †	20 (3) †			
Backward	27 (3) #	14 (3) a †	24 (3) #			
Control	23 (3) #	13 (2) a †	18 (2) #			
Frequency of crossed zones (locomotion)						
Forward	24 (3) #	12 (2) ‡	20 (3) †	0.31	14.1***	0.93
Simultaneous	23 (6) #	16 (4) ‡	26 (8) †			
Backward	26 (6) #	12 (3) ‡	22 (5) †			
Control	20 (4) #	14 (4) ‡	16 (3) †			

Values with different letters differ within a phase (a, b, c:  $p < 0.05$ ) or between phases (#, †, ‡:  $p < 0.05$ ).

For F values and Kruskal-Wallis tests, \*:  $p < 0.05$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$ .

The number of degrees of freedom is 3/52 for treatment effect, 2/104 for the phase effect and 6/104 for their interaction.

Table 3. Mean (S.E.) responses of the lambs to each treatment (Forward, Simultaneous, Backward, Control) during the three phases (1: restriction with the stockperson, 2: exploration, 3: after the fall of a ball) of the Security Test.

	Forward	Simultaneous	Backward	Control	<i>F</i> (3, 52)
<i>Phase 1: 3 min of restriction in the waiting compartment with the stockperson</i>					
<b>time in contact with caregiver(s)</b>	<b>66 ± 10 a</b>	<b>52 ± 9 ab</b>	<b>56 ± 9 a</b>	<b>31 ± 9 b</b>	<b>2.74 0.05</b>
frequency of vocalizations	21 ± 4	21 ± 4	21 ± 3	14 ± 2	0.98 0.41
<i>Phase 2: 5 min of free exploration</i>					
latency to leave stockperson zone(s)	0.8 ± 0.2	0.6 ± 0.1	0.7 ± 0.1	0.5 ± 0.1	1.77 0.14
latency (new zone – known zone(s))	-69 ± 28	-2 ± 35	-11 ± 25	-43 ± 46	0.80 0.50
time in the zone of the new object(s)	30 ± 7	37 ± 9	33 ± 10	38 ± 11	0.15 0.93
time in the zone of the known object(s) <sup>#</sup>	9 ± 4	34 ± 17	23 ± 6	13 ± 4	1.65 0.19
<b>time near the caregiver (s)</b>	<b>118 ± 24 a</b>	<b>5 ± 11 b‡</b>	<b>101 ± 23 a†</b>	<b>39.58 ± 17 b</b>	<b>3.68 0.02</b>
frequency of vocalizations	41 ± 7	40 ± 7	34 ± 4	32 ± 3	0.72 0.55
frequency of crossed zones	44 ± 7	56 ± 11	48 ± 6	42 ± 8	0.57 0.63
<i>Phase 3: 1 min after the sudden fall of a new object (ball)</i>					
latency to enter new object zone(s)	45 ± 6	38 ± 7	53 ± 4	45 ± 6	1.09 0.36
<b>latency to enter caregiver's zone<sup>‡</sup></b>	<b>25 ± 8 a</b>	<b>41 ± 6 bc</b>	<b>28 ± 6 ab</b>	<b>43 ± 6 c</b>	<b>1.75 0.17</b>
<b>time near the caregiver(s)</b>	<b>23 ± 6 a</b>	<b>8 ± 3 b</b>	<b>22 ± 6 a</b>	<b>8 ± 4 b</b>	<b>3.12 0.03</b>
frequency of vocalizations	10 ± 2	10 ± 2	10 ± 1	9 ± 1	0.24 0.87
frequency of crossed zones	9 ± 1	11 ± 2	9 ± 1	7 ± 1	1.04 0.38

Values with different letters differ between treatments (a,b:  $p < 0.05$ ).

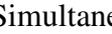
For *F* values, \*:  $p < 0.05$ ; \*\*:  $p < 0.01$ .

<sup>‡</sup> Data analyzed with individuals that were not near their caregiver when the ball fell: *F*(3, 38), (Forward: *N* = 7, Simultaneous: *N* = 11, Backward: *N* = 10, Control: *N* = 14).

<sup>#</sup>: log (*x* + 1) transformation

Fig. 1. Schematic representation of the test pen used in Human Tests 1 and 2.

Fig. 2. Schematic representation of the test pen used in the Exploration Test. (a) Part 1: exploration in the absence of the caregiver, (b) Part 2: exploration in the presence of the caregiver.

Fig. 3. Evolution of the mean ( $\pm$  S.E.) proportion of contact (%) with the caregiver during the 30 treatment sessions for each treatment (Forward: , Simultaneous: , Backward: ). Ten observations were made for each session. Treatment x session:  $F(28, 238) = 91.8, p < 0.01$ .

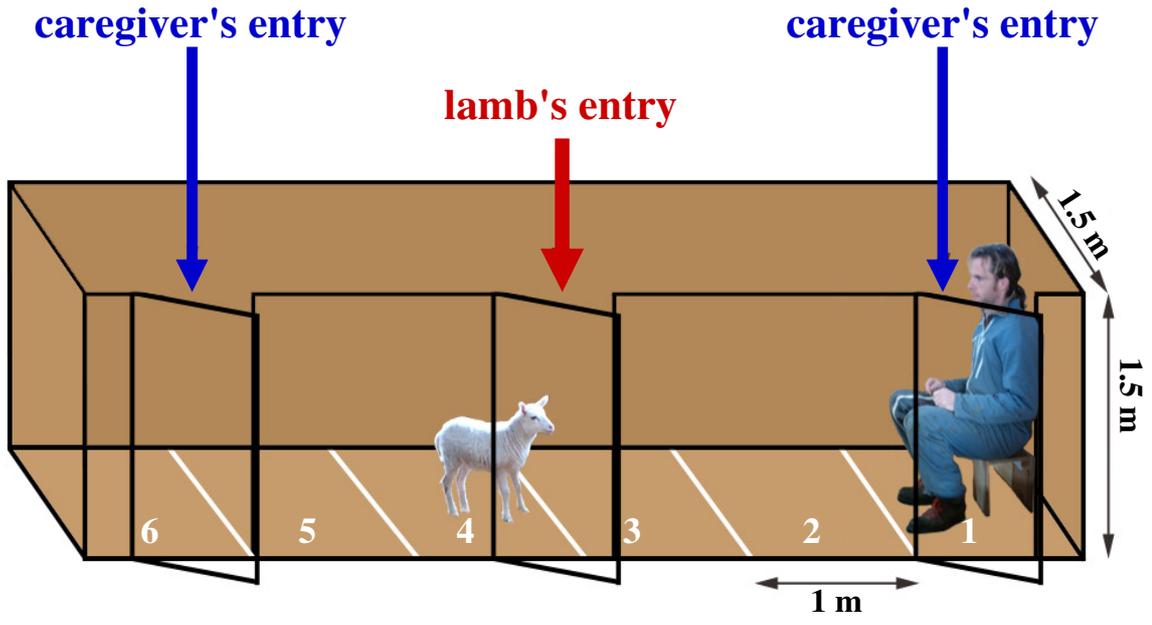


Fig. 1. Tallet et al.

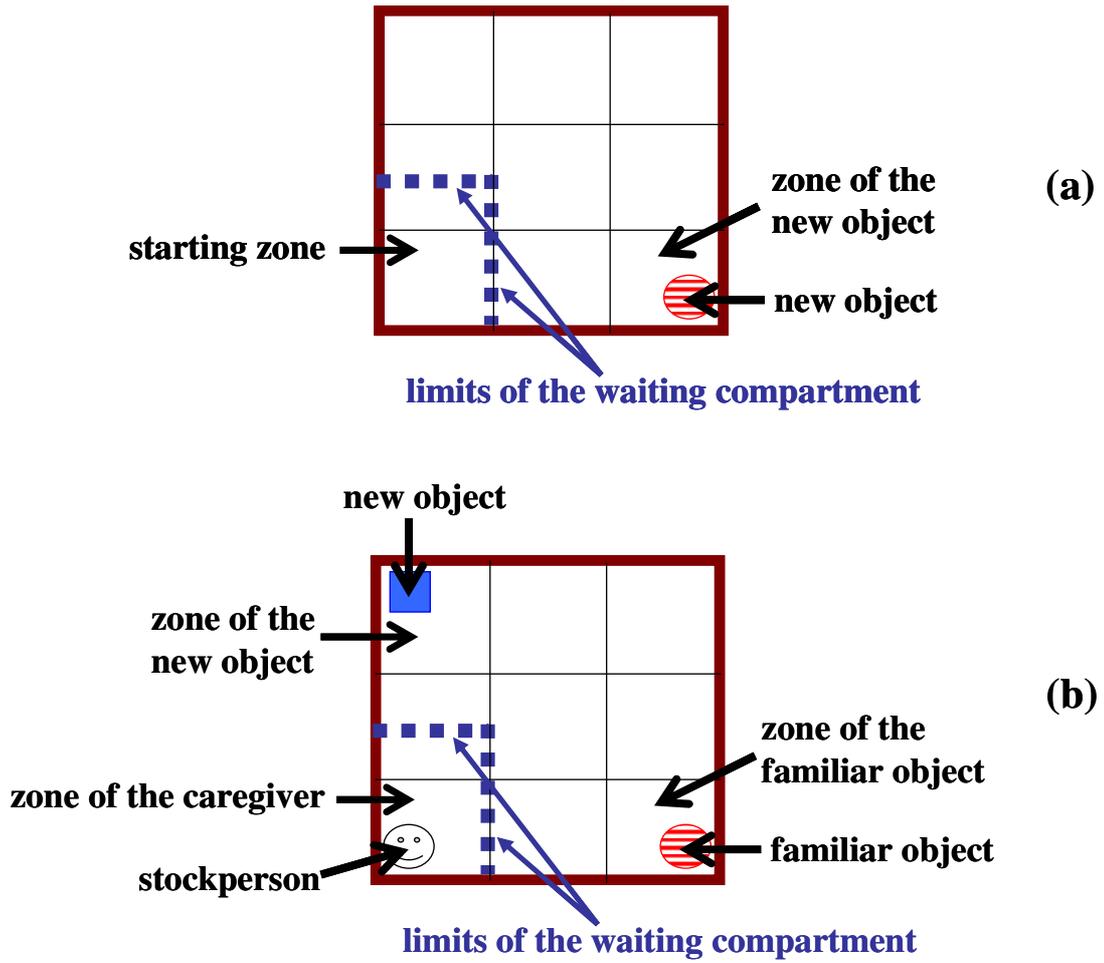


Fig. 2. Tallet et al.

### Proportion of contacts with the caregiver (%)

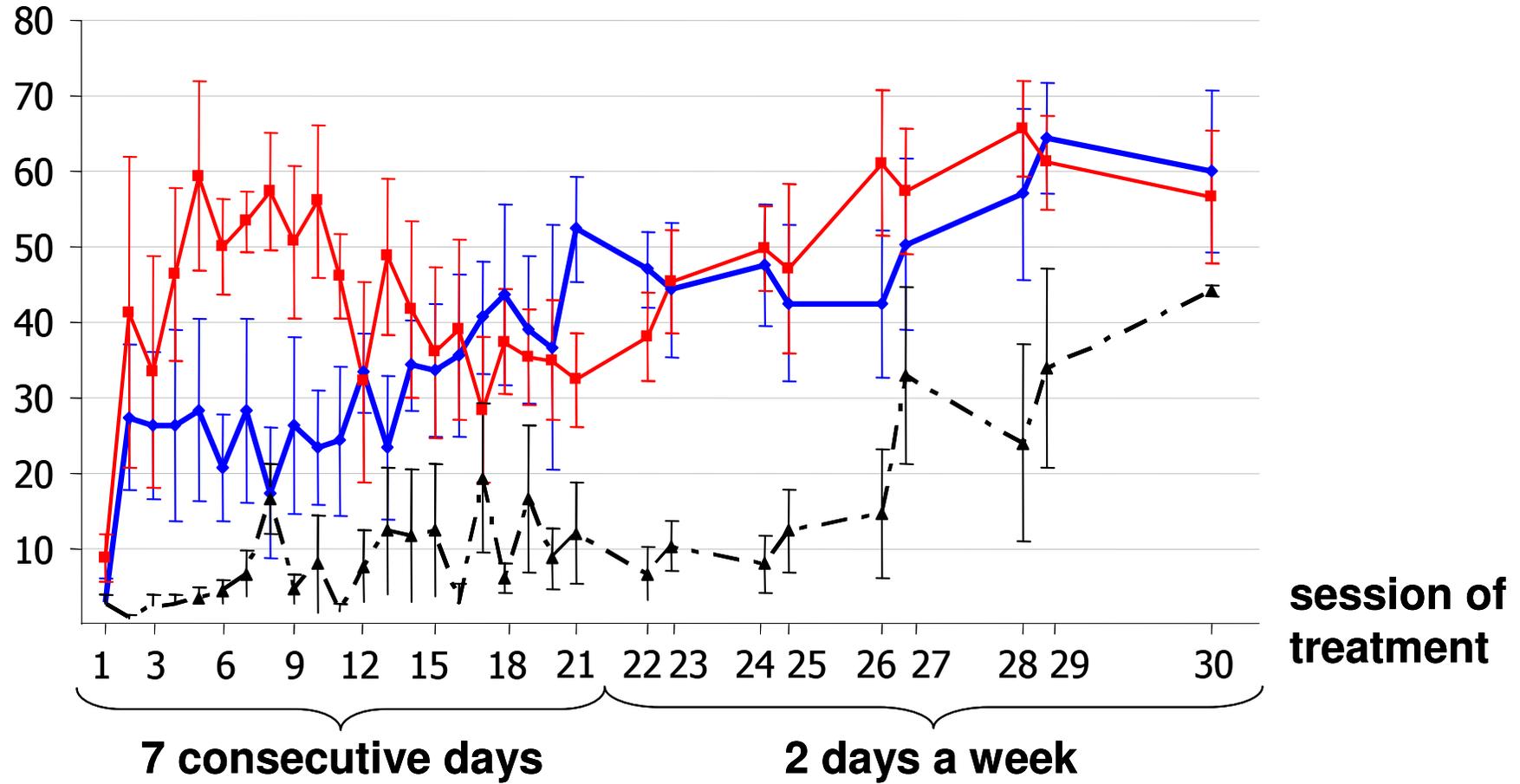


Fig. 3. Tallet et al

## PARTIE 2

---

### MOTIVATION ALIMENTAIRE DES AGNEAUX ET PRESENCE DU SOIGNEUR AVANT LA DISTRIBUTION ALIMENTAIRE

*Article 5 (The separate and interactive effects of food deprivation and presence just before a food reward on the development of an affinity to the caregiver in artificially suckled lambs, Developmental Psychobiology, soumission prévue pour février 2006)*



## 1. Contexte et objectifs

Une privation de nourriture induit une augmentation de l'activité locomotrice chez les agneaux (observations des expériences précédentes : articles 3 et 4). Elle pourrait donc favoriser les interactions avec le soigneur, simplement parce que les agneaux sont plus actifs dans le parc d'élevage. Or, dans les études précédentes de la thèse, nous avons privé les agneaux de lait pendant 1 h avant que le soigneur intervienne pour les nourrir. Cela a pu moduler le développement de l'affinité. En particulier, l'augmentation plus rapide du nombre de contacts avec le soigneur dans l'expérience précédente (dans le traitement où le soigneur précédait la distribution alimentaire) pourrait être en partie causée par la motivation alimentaire dans laquelle étaient les agneaux.

L'objectif de cette étude était donc de déterminer les effets séparés et interactifs de la présence avant la distribution alimentaire (paradigme de conditionnement) et de la privation de nourriture sur le développement de l'affinité pour le soigneur. Nous avons également étudié le maintien de l'affinité lorsque le soigneur n'était plus associé à la nourriture. Ceci avait pour but de déterminer si l'absence de renforçateur conduisait à une extinction, caractéristique du conditionnement.

## 2. Méthodes

Quarante huit agnelles ont été réparties en quatre traitements qui croisaient le niveau de présence avant la distribution alimentaire (présence juste avant la distribution ou en dehors) et la motivation alimentaire des agnelles (pas de privation ou 1 h de privation). Les traitements étaient donc :

- présence juste avant la distribution alimentaire sans privation de nourriture : le seau de lait était retiré 5 min avant l'entrée du soigneur. Le soigneur restait assis dans le parc puis attrapait un seau de lait et le posait sur son support juste avant de sortir du parc ;
- présence juste avant la distribution alimentaire après privation de nourriture : le seau de lait avait été retiré du parc 1 h avant. Le soigneur restait assis dans le parc puis attrapait un seau de lait et le posait sur son support juste avant de sortir du parc ;
- présence hors de la distribution alimentaire sans privation de nourriture : le seau de lait était retiré 5 min avant l'entrée du soigneur. Le soigneur restait assis dans le parc immobile. Le seau était remis dans le parc 20 min après son départ ;

- présence hors de la distribution alimentaire après privation de nourriture : le seau de lait était retiré du parc 1 h avant l'entrée du soigneur. Le soigneur restait assis dans le parc. Le seau de lait était remis dans le parc 20 min après le départ du soigneur.

Le soigneur intervenait trois fois par jour pendant 2 min les sept premiers jours puis deux jours par semaine. A partir de 3,5 semaines, nous avons étudié l'affinité des agnelles pour leur soigneur. Le « test d'affinité » a été répété cinq fois. Les agnelles avaient libre accès au lait dans le parc d'élevage avant les quatre premières répétitions. Le seau de lait avait été retiré depuis 5 h en moyenne avant le cinquième test.

### 3. Résultats

Une privation de nourriture de 1 h augmente la quantité de contacts avec le soigneur pendant les traitements par rapport à l'absence de privation ( $P < 0,05$ ). La présence juste avant la distribution de nourriture n'a pas d'effet sur les contacts par rapport à la présence hors alimentation ( $P > 0,1$ ). L'augmentation de la quantité de contacts ne dépend d'aucun de ces facteurs.

Lors du « test d'affinité », il n'y a pas d'effet de la privation qui avait eu lieu pendant les traitements sur les réponses des agnelles, ni d'effet de la présence avant la distribution alimentaire, ni d'interaction entre les deux facteurs ( $P > 0,1$ ). Les agnelles passent en moyenne 47 s ( $\pm 3$  s) près de leur soigneur. L'évolution des réponses au fil des cinq répétitions du test ne dépend pas des traitements ( $P > 0,1$ ). La mise à jeun avant le cinquième test a induit une augmentation des déplacements et des vocalisations ( $P < 0,05$ ) mais n'a pas modulé l'approche du soigneur, quel que soit le traitement ( $P > 0,1$ ).

### 4. Conclusions

La privation de nourriture pendant les traitements pourrait augmenter l'activité locomotrice des agnelles, ce qui les conduirait à interagir plus avec leur soigneur que des agnelles non privées de nourriture. Cependant, la quantité d'interactions lors des sessions de traitement n'influence pas l'affinité ultérieure exprimée dans le « test d'affinité ».

La présence avant la distribution alimentaire, contrairement à l'expérience précédente, n'a pas accéléré l'augmentation du nombre de contacts avec le soigneur lors des sessions de traitements. Les agnelles n'ont peut-être pas appris que le soigneur précédait la distribution de nourriture pendant les sessions de traitements. Les raisons de cette absence éventuelle d'apprentissage ne sont pas connues.

The separate and interactive effects of food deprivation and presence just before a food reward on the development of an affinity to the caregiver in artificially suckled lambs

*Developmental Psychobiology, soumission prévue pour février 2006*

Céline TALLET, Sébastien COMYN, Isabelle VEISSIER, Xavier BOIVIN

Running title : food deprivation, food reward and affinity to humans

INRA Centre de Recherche de Clermont-Ferrand/Theix, Unité de Recherches sur les Herbivores, Adaptation et Comportements Sociaux, F-63122 Saint-Genès Champanelle, France

Corresponding author: Tel: +33 (0)4 73 62 41 07, Fax: +33 (0)4 73 62 41 18,

e-mail addresses: [xavier.boivin@clermont.inra.fr](mailto:xavier.boivin@clermont.inra.fr) (X. Boivin), [ctallet@clermont.inra.fr](mailto:ctallet@clermont.inra.fr) (C.

Tallet)

## Abstract

In precocial mammals such as sheep, feeding is involved in the development of the relationships to the dam and to human caregivers, especially for hand-fed animals. Motivation to suckle (known to increase animals' activity) and conditioning process (caregiver's presence temporally associated with a food reward) could notably be important. We investigated the respective and interactive roles on attraction to the caregiver in hand-fed lambs. Fifty six females were divided into four experimental treatments which followed a factorial design with two conditions of feeding deprivation (no deprivation *versus* 1h of deprivation) and two conditions of food reward (no reward *versus* caregiver before food reward). We observed contacts to the caregiver during treatment sessions and, at 3.5 weeks, we tested the responses of lambs to their stationary caregiver and to its departure on five consecutive arena tests. Feeding deprivation during the treatment sessions increased the number of contacts to the caregiver, no effect of this treatment was observed later in the arena tests. We did not observe any effects of the food reward on the responses to the caregiver. There was no interaction between the two factors. All animals approached the caregiver  $47s \pm 3s$  on the 2min of the test. The evolution of responses along the five tests did not depend on the treatments. In conclusion, lambs' motivation to suckle can increase their contacts to the caregiver only during the treatment sessions, probably due to a higher excitation. Food conditioning, i. e. human presence before food distribution, did not appear effective.

Keywords: sheep, human-animal relationship, development, food deprivation, food reward

## 1. Introduction

Young mammals rapidly develop a bond with their dam and progressively expand their relationships to other young. Human beings may integrate their world of relationship (Estep & Hetts, 1992; Boivin, Lensink, Tallet, & Veissier, 2003 for review). Feeding is involved in the development of the relationship to the dam (Nowak, Murphy, Lindsay, Alster, Andersson, & Uvnas-Moberg, 1997; Goursaud & Nowak, 1999; Val-Laillet, Simon, & Nowak, 2004) as well as to human caregivers (pigs: Hemsworth, Verge, & Coleman, 1996; sheep: Boivin, Tournadre, & Le Neindre, 2000; cattle: Jago, Krohn, & Matthews, 1999). Among mammals, those who are artificially suckled can develop a high affinity to their caregiver that is a motivation to approach the person (Markowitz, Dally, Gursky, & Price, 1998). Indeed, they spent a great part of their time near their caregiver in unfamiliar pens (e. g. in sheep: Markowitz et al., 1998) (and in dogs: Gacsi, Gyori, Miklosi, Viranyi, Kubinyi, Topal, & Csanyi, 2005) and express separation distress (sheep: Boivin et al., 2000).

The provision of food appears important in the development of this affinity (sheep: Boivin et al., 2000; cattle: Jago et al., 1999). Because food has evident rewarding properties for animals, some authors hypothesized that it could improve the affinity through a conditioning process (e. g. Hemsworth et al., 1996). According to this hypothesis, the caregiver could become the signal of food distribution (see Pearce, 1997 for details about conditioning) and animals would be looking for food when approaching him. When the caregiver would stop being associated to food, the affinity would decrease because of the extinction of the conditioning (Pearce, 1997). This has poorly been explored.

Motivation to suckle is also an important component of the feeding process. Food is important for young as well as sucking itself even in non-nutritive situations (rats: Kozlov, Petrov, Kashinsky, Nizhnikov, & Spear, 2003; human babies: Franco, Chabanski, Scaillet, Groswasser, & Kahn, 2004; cattle: de Passillé, 2001). Sucking has evident appeasing

properties (Veissier, De Passillé, Després, Rushen, Charpentier, Ramirez de la Fe, & Pradel, 2002; Franco et al., 2004). To increase motivation of the animals to suckle during treatments, some authors prevented them from suckling for some time before human contacts (e. g. Boivin et al., 2000). Privation of feeding may increase the exploratory activity of many animals (sheep: Tallet, Veissier, & Boivin, 2005; rats: Moorcroft, 1981). It could consequently increase the time exploring the caregiver. Food deprivation could also increase the reinforcing value of the food reward (Lawrence, Appleby, & Macleod, 1988). Therefore, the objective of this study was to determine the potential respective and interactive roles of feeding motivation and of the presence of the caregiver just before food reward (conditioning paradigm, see Manning & Dawkins, 1998 p.271) in the development of the affinity of artificially suckled lambs to their caregiver.

## **2. Material and method**

### *2.1. Animals and housing conditions*

We used 48 female lambs of the breed INRA401. The lambs were separated from their dam at 12 h after birth. Immediately after the separation, the lambs were put in groups of three in 1.5 m x 1.5 m pens delimited by 1.5 m high blind wooden walls to avoid any uncontrolled visual human contact. The floor was covered with straw. The lambs were artificially suckled from a bucket fitted with three teats. A trap door permitted to introduce the bucket into the pen without any intervention in the rearing pen.

As soon as the lambs were separated from their dam, they were allocated to one of the four experimental treatments described in the next section. The experimental treatments were always performed by a same caregiver for a given pen. All husbandry procedures out of the experimental treatments (giving the milk bucket, bedding, medical treatment, etc.) were

performed by a disguised stockperson. As in Tallet et al (2005), this disguised stockperson wore a bee-keeper suit, a long skirt, large sleeves, and plastic gloves to hide visual cues of the person. Two men (A and B) were involved for each treatment group. For half of the groups in each treatment, Caregiver A was the disguised stockperson and Caregiver B was the caregiver performing the treatments and vice versa for the remaining groups. Their respective interventions began as soon as the lambs were put in their rearing pen.

## 2.2. Experimental treatments

The exact time the lambs had stayed with their dam and their birth weights were balanced across treatments. Twin lambs were never included in the same experimental treatment.

The experimental treatments were set up following a 2 x 2 factorial design with:

- two conditions of deprivation of suckling: “deprivation” *versus* “no deprivation”. For the “deprivation” condition, the bucket of milk was removed for 1h before each treatment session. For the “no deprivation” condition, the milk bucket was removed for 1h and then put back into the test pen during 30 min before each treatment session so that the lambs could suckle. Then it was removed again 5 min before the intervention of the caregiver so that all lambs had no milk in their pen during the presence of the caregiver.
- two conditions of food reward immediately following the presence of the caregiver: “reward” or “no reward”. For the “reward” condition, the caregiver put the bucket full of milk on its stand 10s before leaving the pen. For the “no reward” condition, the milk bucket was put back on its stand 20 min after the departure of the caregiver; this time was supposed to be long enough to avoid any association with the caregiver.

Therefore, the lambs were divided into four treatments with four pens of three lambs in each treatment: deprivation/reward, deprivation/no reward, no deprivation/reward, no deprivation/no reward.

Three times a day (once in the morning and twice in the afternoon) for seven consecutive days and then two days a week until the first behavioral test (lambs were 3.5 weeks old), the familiar caregiver entered the pen and either crouched down for 2 min before leaving the pen (“no reward” condition) or crouched down for 1 min 50, took the milk bucket through the trap door and put it back before leaving (“reward” condition).

Three times a day for 5 min until the lambs suckled without any assistance, the disguised stockperson helped the lambs to suckle: he took each lamb alternatively for 20 s and put her mouth to a teat. It happened just after the treatment sessions in the “reward” conditions and after the replacement of the milk bucket in the “no reward” conditions.

### *2.3. Observations*

#### *2.3.1. Observations during the treatment sessions in the rearing pen*

We noted the number of sessions necessary for the lambs to be able to suckle without assistance. All the treatment sessions were video recorded. The behavior was encoded using the software The Observer (version 5.0, Noldus, Netherland). During each treatment session, every 10 s of each 2-min session, we noted if the lambs were in contact (sniffing, climbing, nibbling) with the familiar caregiver for a total of ten observations (from 10 to 100 s). We did not include the last 20 s because 110s corresponded to the arrival of the bucket of milk in the forward treatment, and 120 s to the leaving of the caregiver.

### 2.3.2. Responses to the disguised stockperson in the rearing pen

This test was conducted one afternoon when the lambs were three week old to assess if treatments influenced the responses to the disguised stockperson which could have distorted the treatment effects. The disguised stockperson sat during 2 min in the rearing pen. The milk bucket had been removed five minutes before the test. The test was video recorded and behavior encoded using The Observer. We noted for each lamb the latency, frequency and duration of contact (sniffing, climbing, and nibbling) with the disguised stockperson. The mean values per pen were then analyzed. The testing order was balanced between treatments.

### 2.3.3. Human Tests, response to the familiar caregiver (presence, separation) in an arena

When they were 3.5 week old, the lambs were individually tested in an unfamiliar test pen 6 x 1.5 m large and delimited by wooden panels, 1.5 m high (Fig. 1). It was divided into six 1 x 1.5 m zones by white painted lines on the floor. It permitted us to evaluate the locomotor activity of the lambs (i. e. the number of zones crossed). Five tests were conducted: before the first four, the lambs were fed *ad libitum* whereas before the last one, the bucket of milk had been removed from the rearing pen 5 h before the test.

The Human Test consisted in observing the lambs' individual responses to their familiar caregiver and to the subsequent separation after they had been separated from their penmates (adapted from Boivin et al., 1997). A disguised stockperson conducted the lamb in a cart on wheels to the test pen situated in a different building (to avoid vocal interactions between the tested lamb and the other lambs). He introduced it into the test pen by the central door. The test was divided into three 2-min phases. In Phase 1, the animal was alone. In Phase 2, the familiar caregiver entered the pen by a side door (the right door for one half of the lambs in

each treatment and the left door for the other half) and crouched down against the wall in the middle of zone 1 (Fig.1); he slowly stretched his arm to maintain contact with the lamb whenever it entered the zone where he was (called the "caregiver zone"). In Phase 3, the familiar caregiver left the pen and the animal was alone again.

The testing order was balanced between treatments. A camcorder was fixed above the test pen and connected to a monitor. We recorded the behavior of the lambs on a hand held computer (Psion Workabout, Psion PLC, U.K.). It was then analyzed. We finally analyzed (using The Observer 5.0) the latency to enter the zone of the caregiver, the total time spent in this zone, the number of vocalizations emitted, and the number of zones crossed (locomotor activity).

#### *2.4. Statistical analyses*

We used the rearing pen as the statistical unit for the measures in the rearing pen (treatment sessions, response to the disguised stockperson). The evolution of the responses to the caregiver along the treatment sessions and the repetitions of the Human Test were analyzed using ANOVA for repeated measures (unstructured matrix, version sasx81, SASInstitute Inc.). It included the effects of time (session of treatment or test), deprivation (deprivation, no deprivation), reward (reward, no reward), phase of the Human Test (alone, with the human alone gain), and all their simple and double interactions. The rearing pen factor was included in the model and removed due to the absence of statistical significance. Post-hoc comparisons were made using Least Square Differences (LSD). Paired t-test were used to compare the time spent near the caregiver with the time expected by chance (20s: 6 zones to cross in 2min). For other variables, we used the Mixed Procedure (generalization of the standard linear model with REML and ML estimation methods implemented with a Newton-Raphson algorithm, SAS Institute Inc., 1999) to analyze the deprivation effect, the reward effect and their

interaction. When the conditions for parametric statistical analyses were not met (e. g. latency to approach the disguised stockperson), transformations were performed to meet these conditions (Martin & Bateson, 1994). When the conditions were not met on transformed data (sessions necessary for the lambs to suckled by themselves), we used non parametric Kruskal-Wallis test for independent data (Martin & Bateson, 1994).

The results are expressed as means  $\pm$  standard error (S.E.) after parametric tests and median (25<sup>th</sup>-75<sup>th</sup> percentiles) after non parametric tests. Results with an associated probability equal or below 0.05 were considered as significant.

### 3. Results

#### 3.1. Observations during the treatment sessions

The number of sessions necessary for the lambs to suckle by themselves was not affected by the treatment (5.5 (4.5-6.5), Kruskal-Wallis, deprivation:  $Chi^2 = 1.00$ ,  $p = 0.32$ ; reward:  $Chi^2 = 0.07$ ,  $p = 0.79$ ). Deprivation increased the proportion of contacts with the caregiver during the treatment sessions (deprivation: 48 %  $\pm$  1; no deprivation: 32 %  $\pm$  1;  $F(1, 38.2) = 13.1$ ,  $p < 0.001$ ). There was no effect of the reward ( $F(1, 38.2) = 0.48$ ,  $p = 0.49$ ) and no interaction between deprivation and reward ( $F(1, 38.2) = 0.06$ ,  $p = 0.80$ ). There was an effect of the session on the proportion of contacts with the caregiver during the treatment sessions ( $F(27, 196) = 1.69$ ,  $p = 0.02$ ), without significant interaction neither with deprivation ( $F(27, 196) = 1.21$ ,  $p = 0.23$ ), nor with reward ( $F(27, 196) = 1.44$ ,  $p = 0.08$ ), nor with their interaction ( $F(27, 196) = 1.18$ ,  $p = 0.26$ ). For all treatments, we observed a constant increase from a mean of 22 % ( $\pm$  6) of contacts to a mean of 56 % ( $\pm$  6).

### 3.2. Response to the disguised stockperson

The lambs of the treatment “deprivation/reward” took 20 s ( $\pm 6$ ) to approach the disguised stockperson, which was sooner than the other treatments (49 s  $\pm 7$ ; log (n + 1):  $F(1, 12)$  (deprivation x reward) = 5.92,  $p = 0.03$ ). They stood longer in contact with him than the lambs of the “no reward” condition; lambs of the treatment “no deprivation/reward” being in-between (deprivation/reward: 64 s  $\pm 9$ ; no reward whatever the deprivation state: 35 s  $\pm 6$ ; no deprivation/reward: 44  $\pm 10$ ;  $F(1, 12)$  (deprivation x reward) = 6.02,  $p = 0.03$ ).

### 3.3. Human Tests: response to the presence and the departure of the caregiver in a novel arena

Deprivation during the treatment sessions had minor consequences on the individual responses of the lambs to their caregiver out of the rearing pen. The lambs of the “deprivation” condition went sooner near the caregiver in the third test than in the second one ( $p = 0.04$ ), whereas there was no difference for the lambs of the condition “no deprivation” ( $p = 0.35$ ) (test x deprivation,  $p < 0.05$ , Table 1). There was no difference for latency in the other tests ( $p > 0.1$ ) and no difference for the time spent near the caregiver ( $p > 0.1$ ). The lambs spent on average 47 s ( $\pm 3$  s) near their caregiver, this was higher than expected by chance ( $t = 9.03$ ,  $p < 0.001$ ). We always observed a decrease of the vocal and locomotor activities after the caregiver entry and an increase after his leaving (phase effect,  $p < 0.001$ ). After the leaving of the caregiver, the locomotor activity increased less for the lambs of the condition “deprivation” than for the lambs of the condition “no deprivation” (phase x deprivation:  $p < 0.05$ , Table 1). The reward had no effect on the responses ( $p > 0.5$ ).

The reaction of the lambs in first test was distinguishable from the other tests by a lower latency to enter the zone of the caregiver, a lower time stood near him, the lowest locomotor activity, and an absence of decrease of locomotor activity after the entry of the caregiver (test effect,  $p < 0.05$ , Table 1). Along the following tests, the latency to enter the zone of the caregiver and the time spent near him remained constant (Table 1,  $p > 0.05$ ). The locomotor activity increased along the repetitions of the test, being the highest in the fifth test (after some starvation, Table 1). The vocal activity decreased from the first test to the second one and increased from the fourth to the fifth (Table 1).

#### **4. Discussion**

In accordance with the hypothesis, lambs that were deprived for food interacted more with their caregiver in the home pen than lambs that were not deprived. It seems that hunger and/or motivation for sucking put the lambs in a waking state, which probably increased their activity as already shown in lambs (Tallet et al., 2005) and rats (Moorcroft, 1981) for example. This shows that the internal state of the animals could modulates their propensity to be in contact to the caregiver. It has already been hypothesized in the development of inter-individual relationships, in particular attachment (Bowlby, 1969 p304, p348; Cassidy, 1999). Then, when individually tested out of the rearing pen, the lambs spent near fifty seconds near the caregiver. It is greatly higher than expected by chance and higher than for lambs that had received no human contacts and that were tested in the same conditions (Boivin et al., 2000). So, our lambs showed an affinity to their caregiver (they were motivated to be near the caregiver). They also expressed a decrease of their activity (locomotion and vocalizations) in the presence of the caregiver and an increase after separation from him. These are signs of distress (Cockram, 2004). Such responses have already been found in dogs in a similar test

situation (Pettijohn, Wong, Ebert, & Scott, 1977). No effect of food deprivation in the home pen was found on these responses out of the home pen. The increased quantity of contacts to the caregiver in the home pen therefore does not affect the subsequent affinity in other conditions.

The presence of the caregiver before food distribution did not increase the attraction to the caregiver compared to the presence 30 min after food distribution. We showed no decrease of affinity along the tests (extinction) and no increase of affinity when lambs had been submitted to 5h of starvation. There was no interaction between the food reward and starvation. Such responses were expected if responses depended on a conditioning (Pearce, 1997; Lawrence et al., 1988). Conditioning might have occurred but have been inefficient to increase the affinity to the caregiver or lambs may not have learned that the caregiver preceded the distribution of food. Whatever the reason, the significant approach of the lambs towards the human shows that food conditioning is not necessary for the development of an affinity to a human caregiver in artificially suckled lambs. This result agrees with other studies on sheep (Tallet et al., 2005; 2005). The level of affinity seems also very constant trough repetition of the test confirming the previous results of Tallet et al. (in press). Such consistency is in accordance with the concept of relationship which describes the interactions between the two partners as predictable (Estep and Hetts, 1992).

We also found that when the stockperson was present before food distribution while lambs had been deprived for food, the lambs were more attracted by the disguised stockperson who taught them to suckle than in the other treatments. In this treatment, the disguised stockperson intervened when lambs were hungry and just after the presence of the caregiver. The entry of the caregiver modulates the routine of the lambs that could become more receptive to environmental events. The increase of attractiveness of the disguised stockperson who directly fed the lambs could have disturbed the development of their relationship to the

caregiver. This disruptive effect of the use of a disguised stockperson has never been found in our preceding studies (unpublished data).

Out of treatments effects, our results also showed an evolution of responses in the tests. The lambs were less attracted by their caregiver and moved less in the first test. The unfamiliarity of the pen may be one explanation to this phenomenon. In the first test, lambs would not explore the pen due to the novelty. Similarly, rats explore less objects in a new environment than if they have been exposed once to the environment (Dai, Krost, & Carey, 1995). Then, affinity and vocalizations decreased whereas locomotion increased. Lambs would then progressively habituate to the conditions (separation from pen mates and new environment); they would express less their motivation to return to their penmates and explore the pen. Finally, conditions of testing may greatly modify lambs' behavior.

In conclusion, some food deprivation can increase lambs' contacts to the caregiver only during the treatment sessions, probably due to a higher excitation. It does not affect responses out of the rearing pen. Food conditioning, i. e. human presence before food distribution, is not essential in the development of lambs' affinity to their caregiver.

## Notes

The authors are grateful to the all the shepherds' staff, with special thanks to P. Payard and M. Bernard. This work is part of a PhD supported by INRA and Région Auvergne grants.

## References

- Boivin, X., Lensink, B. J., Tallet, C., & Veissier, I. (2003). Stockmanship and farm animal welfare. *Animal Welfare*, 12, 479-492.
- Boivin, X., Tournadre, H., & Le Neindre, P. (2000). Hand-feeding and gentling influence early-weaned lambs' attachment responses to their stockperson. *Journal of Animal Science*, 78, 879-884.
- Boivin, X., Nowak, R., Després, G., Tournadre, H., & Le Neindre, P. (1997). Discrimination between shepherds by lambs reared under artificial conditions. *Journal of Animal Science*, 75, 2892-2898.
- Bowlby, J., (1969). *Attachment and Loss.1.Attachment*.
- Cassidy, J. (1999). The nature of the child's ties. In J.a.S.P.R.e. Cassidy (Ed.), *Handbook of attachment. Theory, research, and clinical applications* (pp. 3-20). New York London.
- Cockram, M. S. (2004). A Review of Behavioural and Physiological Responses of Sheep to Stressors to Identify Potential Behavioural Signs of Distress. *Animal Welfare*, 13, 283-291.
- Dai, H., Krost, M., & Carey, R. J. (1995). A new methodological approach to the study of habituation: the use of positive and negative behavioral indices of habituation. *Journal of Neuroscience Methods*, 62, 169-174.
- de Passillé, A. M. (2001). Sucking motivation and related problems in calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 72, 175-187.
- Estep, D.Q., & Hetts, S. ( 1992). Interactions, relationships, and bonds: the conceptual basis for scientist-animal relations . In H. Davis, & D. Balfour (Eds.), *The Inevitable Bond: Examining Scientist-Animal Interactions*. (pp. 6-26). Cambridge: Cambridge University Press.
- Franco, P., Chabanski, S., Scaillet, S., Groswasser, J., & Kahn, A. (2004). Pacifier use modifies infant's cardiac autonomic controls during sleep. *Early Human Development*, 77, 99-108.
- Gacsi, M., Gyori, B., Miklosi, A., Viranyi, Z., Kubinyi, E., Topal, J., & Csanyi, V. (2005). Species-specific differences and similarities in the behavior of hand-raised dog and wolf pups

in social situations with humans. *Developmental Psychobiology*, 47, 111-22.

Goursaud, A. P., & Nowak, R. (1999). Colostrum mediates the development of mother preference by newborn lambs. *Physiology & Behavior*, 67, 49-56.

Hemsworth, P. H., Verge, J., & Coleman, G. J. (1996). Conditioned approach-avoidance responses to humans: the ability of pigs to associate feeding and aversive social experiences in the presence of humans with humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 50, 71-82.

Jago, J. G., Krohn, C. C., & Matthews, L. R. (1999). The influence of feeding and handling on the development of the human-animal interactions in young cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 62, 137-151.

Kozlov, A. P., Petrov, E. S., Kashinsky, W., Nizhnikov, M. E., & Spear, N. E. (2003). Oral Compression Activity on a Surrogate Nipple in the Newborn Rat: Nutritive and Nonnutritive Sucking. *Developmental Psychobiology*, 43,

Lawrence, A. B., Appleby, M. C., & Macleod, H. A. (1988). Measuring Hunger in the Pig Using Operant Conditioning: the Effect of Food Restriction. *Animal Production*, 47, 131-137.

Manning, A., & Dawkins, M., (1998). *An introduction to animal behaviour* (fifth edition). Cambridge: Cambridge University Press.

Markowitz, T. M., Dally, M. R., Gursky, K., & Price, E. O. (1998). Early handling increases lamb affinity for humans. *Animal Behaviour*, 55, 573-587.

Martin, P., & Bateson, P., (1994). *Measuring behaviour: An introductory guide*. Cambridge (GB): Cambridge University Press.

Moorcroft, W. (1981). Heightened arousal in the 2-week-old rat: The importance of starvation. *Developmental Psychobiology*, 14, 187-199.

Nowak, R., Murphy, T. M., Lindsay, D. R., Alster, P., Andersson, R., & Uvnas-Moberg, K. (1997). Development of a Preferential Relationship With the Mother by the Newborn Lamb: Importance of the Sucking Activity. *Physiology & Behavior*, 62, 681-688.

Pearce, J.M., (1997). *Animal learning and cognition*. UK: Psychology Press.

Pettijohn, T., Wong, T., Ebert, P., & Scott, J. (1977). Alleviation of separation distress in 3

breeds of young dogs. *Developmental Psychobiology*, 10, 373-381.

Tallet, C., Veissier, I., & Boivin, X. (2005). Affinity of lambs to their stockperson does not depend only on food conditioning. In: *Proceedings of the 39TH International Congress of the International Society for Applied Ethology*, 86.

Tallet, C., Veissier, I., & Boivin, X. (in press). A note on the consistency and specificity of lambs' responses to a stockperson and to their photograph in an arena test. *Applied Animal Behaviour Science*,

Tallet, C., Veissier, I., & Boivin, X. (2005). Human contact and feeding as rewards for the lamb's affinity to their stockperson. *Applied Animal Behaviour Science*, 94, 59-73.

Val-Laillet, D., Simon, M., & Nowak, R. (2004). A full belly and colostrum: two major determinants of filial love. *Developmental Psychobiology*, 45, 163-173.

Veissier, I., De Passillé, A. M., Després, G., Rushen, J., Charpentier, I., Ramirez de la Fe, A. R., & Pradel, P. (2002). Does nutritive and non-nutritive sucking reduce other oral behaviors and stimulate rest in calves. *Journal of Animal Science*, 80, 2574-2587.

Table 1. Mean (S.E.) responses of the lambs during the three phases (1.alone, 2.with the familiar caregiver, 3.alone) of each of the five consecutive repetitions of the Human Test.

	test					F <sub>4/171</sub> test	F <sub>1/43.9</sub> deprivation	F <sub>1/43.9</sub> reward	F <sub>1/43.9</sub> deprivation x reward	F <sub>4/171</sub> test x deprivation	F <sub>4/171</sub> test x reward	F <sub>5/107</sub> test x reward	F <sub>5/107</sub> test x deprivation
	1	2	3	4	5								
<i>latency to enter the zone of the caregiver (s)</i>	81 (7) a	39 (7) b	33 (7) b	29 (7) b	30 (7) b	19.9***	0.88	2.4	0.43	2.74* (cf text)	0.86	0.86	
<i>time spent near the caregiver (s)</i>	21 (5) a	48 (5) b	52 (5) b	56 (5) b	60 (5) b	18.5***	1.0	1.4	0.93	0.49	0.22	0.72	
						F <sub>4/603</sub> test	F <sub>2/601</sub> phase	F <sub>8/601</sub> test x phase	F <sub>2/601</sub> phase x deprivation	F <sub>2/601</sub> phase x reward	F <sub>2/601</sub> phase x reward x deprivation	F <sub>8/601</sub> test x phase	F <sub>8/601</sub> test x phase x reward
<i>number of vocalisations</i>													
phase 1	25 (1) x	28 (1) x	25 (1) x	24 (1) x	29 (2) x								
phase 2	18 (1) y	16 (1) y	13 (1) y	12 (1) y	16 (2) y	3.79**	95.2***	1.25	1.12	0.58	0.38	0.32	0.30
phase 3	22 (2) x	24 (1) x	22 (1) x	22 (1) x	24 (2) x								
whole test	ab	a	bc	c	a								
<i>number of zones crossed</i>													
phase 1	11 (1) x	24 (2) x	22 (2) x	27 (2) x	38 (3) x								
phase 2	11 (1) x	11 (1) y	11 (2) y	14 (2) y	16 (3) y	33.1***	68.5***	5.5***	4.3*	0.73	0.22	0.44	0.71
phase 3	17 (2) y	20 (2) x	20 (2) x	25 (3) x	34 (3) x				(cf text)				
whole test	d	c	c	b	a								

For the test effect, values with different letters differ significantly (a, b, c, d: p < 0.05)

For the phase and test x phase effects, values with different letters differ significantly (x, y: p < 0.05)

For F, \*: 0.01 < p ≤ 0.05; \*\*: 0.001 < p ≤ 0.01; \*\*\*: p ≤ 0.001

Fig. 1. Schematic representation of the test pen used in the Human Tests.

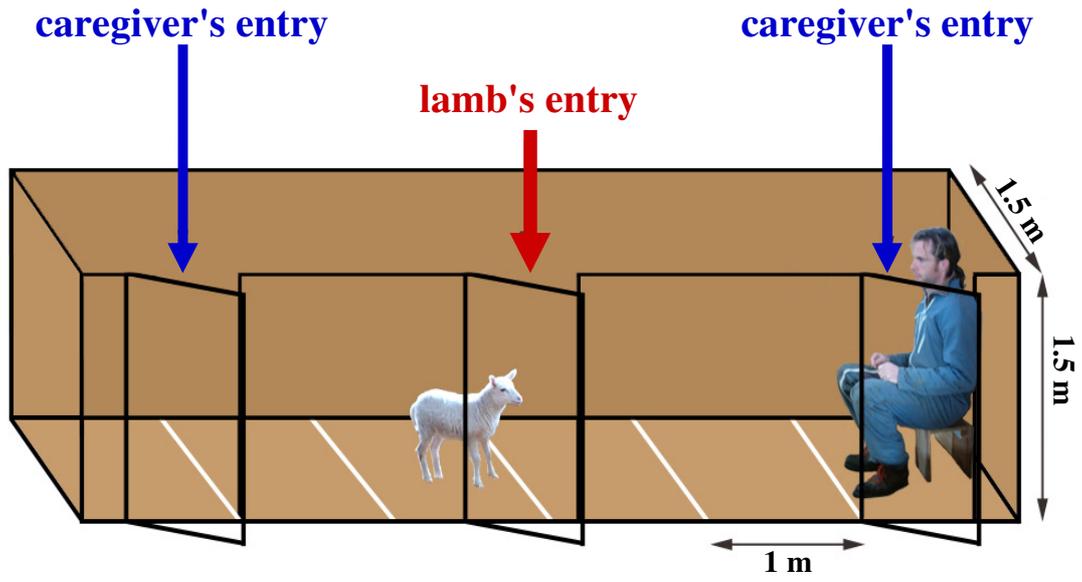


Fig. 1. Tallet et al.

# CHAPITRE 4

## **IMPORTANCE DE L'ATTENTION PORTEE AU SOIGNEUR PAR LES ANIMAUX : METHODE DE DISTRIBUTION DE L'ALIMENT**

*Article 6 (Are feeding procedures important for the development of lambs' affinity to their caregiver?, Developmental Psychobiology, soumission prévue pour janvier 2006)*



## 1. Contexte et objectifs

Les expériences précédentes de la thèse n'ont pas permis de montrer que le fait d'être présent pendant la distribution alimentaire favorisait l'établissement de l'affinité. Ceci ne va pas dans le sens de la littérature et pourrait provenir de la façon dont nous avons nourri les animaux. Les méthodes utilisées pour l'allaitement artificiel font intervenir soit un biberon tenu par le soigneur soit un seau. Le biberon pourrait faciliter l'association entre le soigneur et l'alimentation parce qu'il orienterait l'attention de l'agneau plus vers le soigneur que ne le fait le seau. Les deux méthodes nécessitent un certain contact avec les animaux puisqu'il faut les maintenir dans les bras. Or, les auteurs ont toujours associé alimentation et contacts tactiles pour favoriser l'affinité par rapport à l'absence de contact humain. L'importance de l'alimentation incluant les contacts n'a jamais été comparée aux contacts seuls.

L'objectif était donc de déterminer l'importance de la méthode de distribution alimentaire sur l'affinité. Des agnelles qui étaient simplement maintenues dans les bras du soigneur ainsi que d'autres qui ne recevaient aucun contact humain ont été utilisées comme témoins.

## 2. Méthodes

Soixante agnelles ont été réparties en quatre traitements :

- aucun contact humain : le soigneur n'entrait jamais dans le parc ;
- maintien dans les bras : le soigneur attrapait doucement les agnelles et les maintenait dans ses bras ;
- nourrissage au biberon : le soigneur attrapait doucement les agnelles et les faisait téter au biberon qu'il tenait lui-même ;
- nourrissage au biberon posé contre le mur : le soigneur attrapait doucement les agnelles et les faisait téter au biberon qui était posé contre une paroi du parc d'élevage (ceci afin de reproduire les conditions du nourrissage au seau à tétines, Figure 12, p245).

Le soigneur intervenait trois fois 5 min par jour les cinq premiers jours consécutifs puis deux jours par semaine. A partir de 3,5 semaines, nous avons étudié l'affinité des agnelles pour leur soigneur. Le « test d'affinité » a été réalisé une première fois avec tous les animaux nourris *ad libitum*. Puis un deuxième test avait pour but de déterminer l'importance de la motivation alimentaire des agnelles. Chaque agneau était alors testé dans deux conditions de motivation alimentaire (dispositif de cross-over) : après libre accès au lait dans le parc d'élevage et après que le seau de lait avait été retiré depuis 5 h en moyenne. Afin de

mesurer la propension des agnelles à explorer selon la présence du soigneur, nous avons réalisé un « test de sécurité ».

### 3. Résultats

La méthode de distribution alimentaire module les interactions avec le soigneur. Les agnelles initient plus d'interactions avec lui (lorsqu'ils ne sont pas dans les bras du soigneur) lorsque le biberon est tenu par le soigneur que lorsqu'il est posé contre une paroi ( $P < 0,05$ ).

Dans le « test d'affinité », les agnelles ne se comportent pas différemment selon la façon dont ils ont été nourris ( $P > 0,1$ ). Le simple fait d'attraper les agnelles est au moins aussi efficace pour augmenter l'affinité par rapport à l'absence de contact humain que le fait de leur donner à manger en plus ( $P > 0,1$ ). Cela peut même être plus efficace que le nourrissage au biberon ( $P < 0,05$ ). La diminution des vocalisations et des déplacements après l'arrivée du soigneur sont plus importantes pour les agnelles qui avaient été maintenues dans les bras du soigneur que pour les autres agnelles ( $P < 0,05$ ). Il en est de même pour l'augmentation de ces comportements après le départ du soigneur ( $P < 0,05$ ).

Dans le « test de sécurité », nous n'avons pas montré d'exploration différente entre les traitements selon la présence/absence du soigneur ( $P > 0,1$ ). Cependant, les agnelles « maintenues dans les bras » qui n'étaient pas près du soigneur lors de la chute du ballon retournent plus vite près de lui que les agnelles des autres traitements ( $P < 0,05$ ).

### 4. Conclusions

Si le soigneur tient le biberon, les agnelles s'approchent plus de lui. L'alimentation oriente donc bien les agnelles vers le soigneur. Les agnelles voyant leur congénère téter s'approcheraient pour téter. Ceci pourrait être le reflet d'une facilitation sociale.

Cependant, l'alimentation ne favorise pas l'établissement de l'affinité pour le soigneur par rapport aux contacts seuls, qui sont suffisants. Ils induisent l'expression de comportements d'attachement pour le soigneur (affinité, apaisement en sa présence, détresse après séparation). Le soigneur qui a donné les contacts pourrait même être utilisé comme une base rassurante par les agnelles. Le soigneur lui-même pourrait présenter des aspects positifs pour les agnelles (contacts, chaleur...) déterminants dans l'établissement de l'affinité. Les contacts humains pourraient rappeler des contacts intra-spécifiques.

Are feeding procedures important for the development of lambs' affinity to their caregiver?

*Developmental Psychobiology (soumission prévue pour janvier 2006)*

Céline TALLET, Isabelle VEISSIER, Xavier BOIVIN

INRA Centre de Recherches de Clermont-Ferrand/Theix, Unité de Recherches sur les  
Herbivores, Adaptation et Comportements Sociaux, F-63122 Saint-Genès Champanelle,  
France

Running title: feeding method and contacts in affinity to humans

Corresponding author: Tel: +33 (0)4 73 62 41 07, Fax: +33 (0)4 73 62 41 18

e-mail address: [xavier.boivin@clermont.inra.fr](mailto:xavier.boivin@clermont.inra.fr) (X. Boivin), [ctallet@clermont.inra.fr](mailto:ctallet@clermont.inra.fr) (C. Tallet)

## Abstract

Young domestic mammals, especially artificially suckled ones, can express high affinity to their human caregivers. The feeding procedure (oriented to the caregiver or not) might be important and feeding would have an additive effect compared to simple tactile stimulations necessary to feed the animals. This is what we studied in lambs. Two methods of bottle-feeding were used. The caregiver held the lambs against him and either the bottle was in his hand or it was fixed on a stand against a wall of the rearing pen. Sixty lambs were separated from their dam 12h after birth. Treatment sessions (5min) were repeated three times a day for five days and then twice a week. At 3.5 weeks of age, we evaluated the effect of these treatments on the expression of affinity, distress responses and exploration of objects in novel environments.

In their pen, during treatment sessions, hand fed lambs interacted more with their caregiver than lambs fed with a bottle put against the pen. Outside this pen, the feeding procedure had no effect on responses. Contacts were even as efficient as feeding to increase affinity compared to an absence of human contacts and to observe appeasement in the caregiver's presence and distress after separation.

Thus, food could focus the attention of lambs but would not be necessary for the development of affinity to the caregiver. Holding lambs is sufficient and can lead to attachment responses. Contacts could also be rewarding in a conditioning mechanism.

## Keywords

Domestic ungulates, human-animal relationship, contact, food distribution, attention

## 1.Introduction

Feeding is important for the development of young-dam relationship in mammals such as sheep (Nowak, 1995; 1997). Colostrum (Goursaud & Nowak, 1999; Val-Laillet, Simon, & Nowak, 2004) and distension of the stomach (Val-Laillet et al., 2004) would play key roles. Feeding is also important for the development of young-humans relationship (Hemsworth, Verge, & Coleman, 1996; Jago, Krohn, & Matthews, 1999; Boivin, Tournadre, & Le Neindre, 2000). Relationship to humans could thus be a good model to study the involvement of feeding in the development of relationships.

Domestication has lead human beings to integrate the world of relationship of some animals. Indeed, young herbivores, for example, may develop an affinity to human caregivers (for a review, Boivin, Lensink, Tallet, & Veissier, 2003); affinity being defined as the motivation to be close to someone (Markowitz, Dally, Gursky, & Price, 1998). Feeding can be important for the development of this affinity in sheep (Boivin et al., 2000), cattle (Jago et al., 1999) and pigs (Hemsworth et al., 1996). It would act through a conditioning mechanism (Hemsworth et al., 1996). Among farm mammal, some are totally dependent of their caregiver to eat at the beginning of their life, those that are hand fed. Hand fed mammals can develop a high affinity to their caregiver (sheep: Markowitz et al., 1998; cattle: Lensink, Boivin, Pradel, & Veissier, 2000; Raussi, Lensink, Boissy, Pyykkonen, & Veissier, 2003). They also express distress (vocalizations, high locomotor activity) when separated from him in a novel environment (sheep: Boivin, Nowak, Després, Tournadre, & Le Neindre, 1997; 2000).

Feeding does not always increase affinity to the caregiver in hand fed lambs (Tallet, Veissier, & Boivin, 2005b). Tallet et al. (2005b) suggested that the feeding procedure, for example with a bottle (e. g. Markowitz et al., 1998 with lambs; Hoshiba, 2004 with mouse pups; Gacsi, Gyori, Miklosi, Viranyi, Kubinyi, Topal, & Csanyi, 2005 with dog puppies) or a bucket fitted with teats (e. g. Krohn, Jago, & Boivin, 2001 with calves),(Napolitano, Cifuni, Pacelli,

Riviezzi, & Girolami, 2002 with lambs) could be determinant in affinity. A bottle is directly held by the caregiver, contrary to a bucket. Consequently, the association between food and the caregiver could be easier due to a higher attention to the stockperson (Tallet et al., 2005b). Attention is defined as “an increase in sensitivity to a stimulus dimension” (Zentall, 2005). It is important for learning (Dayan, Kakade, & Montague, 2000) as it focalizes on relevant elements of the environment (Zentall, 2005). Animals could develop different perceptions of their caregiver according to the method which is used to feed them.

Feeding lambs that are artificially suckled does not only imply giving food, but also stimulations such as sucking and tactile contact. Sucking is an important reward in social interactions (e. g. Robyn Hudson, Daniela Labra-Cardero, & Adela Mendoza-Soylovna, 2002). Contacts could also facilitate them. Petting facilitates the development of affinity to human beings (cattle: Sato, Shiki, & Yamasaki, 1984; pigs: Tanida, Miura, Tanaka, & Yoshimoto, 1995; Pedersen, Barnett, Hemsworth, Newman, & Schirmer, 1998; sheep: Tallet et al., 2005b). Simply catching is even sufficient in rabbits (Bilko & Altbacker, 2000; Pongracz & Altbacker, 2003). Indeed, contacts are appeasing in many species (McMillan, 1999) and decrease the emotional reactivity of rodents for example (exploration of objects, ...: for a review see McMillan, 1999). However, the importance of tactile stimulations has not been studied so much in precocial species such as sheep, and compared to feeding.

Consequently, the objective of this study was to determine the relative importance of two feeding procedures comparatively to simple tactile contacts on the development of an affinity of hand fed lambs to their caregiver.

## **2. Material and methods**

All the experimental procedure had been approved by a local ethic committee (Comité Régional d'Ethique en Matière d'Expérimentation Animale Région Auvergne).

### *2.1. Animals and housing conditions*

We used 60 female lambs of the breed INRA401. The lambs were separated from their dam at  $11 \text{ h} \pm 24 \text{ min}$  after birth. Immediately after the separation, the lambs were put in groups of three in  $1.5 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$  pens delimited by  $1.5 \text{ m}$  high blind wooden walls to avoid any uncontrolled visual human contact. The floor was covered with straw. The lambs were artificially suckled from a bucket fitted with three teats.

As soon as the lambs were separated from their dam, they were allocated to one of the three experimental treatments described in the next section (5 pens per treatment). The treatments consisted of variations in the amount and quality of the contacts received from the same caregiver. All other husbandry procedures (giving the milk bucket, bedding, medical treatment, etc.) which also required a human presence in the pen were performed by a disguised stockperson (as in Tallet et al., 2005b). This disguised stockperson wore a bee-keeper suit, a long skirt, large sleeves, and plastic gloves to hide visual cues of the person. Two male stockpeople (A and B) were involved for each treatment group. For two or three of the five groups in each treatment (according to the treatment), Caregiver A was the disguised stockperson and Caregiver B was the familiar caregiver performing the treatments and vice versa for the remaining groups. Their respective interventions began as soon as the lambs were put in their rearing pen. Occasionally, other stockpeople could intervene as disguised stockperson.

The disguised stockperson had to teach the lambs to suckle via the bucket. He intervened three times a day during 5 min for the first three days (i. e. nine sessions by pen) even if the lambs had learned before nine sessions to homogenize the number of sessions. He took each

lamb alternatively for 20 s and put her mouth to a teat. One lamb was not able to suckle after the nine sessions; the disguised stockperson had to intervene 14 times.

## 2.2. Experimental treatments

The exact time the lambs had stayed with their dam and their birth weights were balanced across treatments. Twin lambs were never included in the same experimental treatment. The lambs were separated into four treatments. For all treatments (except “No human contact”), the caregiver intervened five minutes three times a day for five consecutive days and then for two days per week until the behavioral tests. Along the experiment, three ill lambs were removed and replaced by other lambs of the same age. The data from these animals were not included in the analyses.

*No human contact (14 lambs):* lambs received no human contact (control). All the interventions were conducted by a disguised stockperson.

*Held (14 lambs):* lambs were held in the caregiver's arms (Figure 1a). The caregiver gently caught each lamb alternatively and held it in its arms (as if he was going to give them a bucket) for 20 s. To homogenize the conditions of treatments, the bucket of milk was removed from the pen 1 h before each treatment session and put back on its stand 20 min after each session; this procedure was used in the following treatments to increase the motivation of the lambs to teat.

*Hand bottle-fed (14 lambs):* lambs were bottle-fed via a bottle held by the caregiver (Figure 1b). The caregiver took each lamb alternatively for 20 s and put her mouth to the teat of the bottle. The bottle contained 100 ml of warm milk for the first five days and 300 ml for the following days (we increased the quantity due to the higher motivation to teat). These low volumes did not fulfill the need of the lambs so that they were still motivated to teat to the bucket. The bucket of milk was removed from the pen 1 h before each treatment session and put back on its stand 20 min after each session to increase the motivation of the lambs to teat.

*Wall bottle-fed (15 lambs):* lambs were bottle-fed via a bottle fixed on one wall of the pen (Figure 1c). It corresponds to a bucket with one teat. The procedure was exactly the same as in the treatment “hand bottle-fed” except that the bucket was put on a stand against the wall.

### 2.3. Observations

#### 2.3.1. Observations during the treatment sessions in the rearing pen

We noted the number of interventions of the disguised stockperson necessary for the lambs to be able to suckle without assistance. All the treatment sessions were video recorded. The behavior was encoded using the software The Observer (version 5.0, Noldus, Netherland). During each treatment session, we noted if the lambs approached or moved away from the familiar caregiver when he entered and if they followed him or moved away when he left the pen; we analyzed the proportion of sessions during which each response was observed. Each time that a lamb was held by the caregiver, we also noted if he struggled to escape, if he suckled (human and wall bottle fed) and if the other two lambs were sniffing the caregiver,

climbing on him. As each lamb was held five times along a session, each lamb was observed ten times (while the two other lambs were held) for each session.

### *2.3.2. Responses to the disguised stockperson in the rearing pen*

When the lambs were three week old, we tested their response to a disguised stockperson who sat during 2 min in the rearing pen. The milk bucket had been removed ten minutes before the test. The test was video recorded and encoded using The Observer. We noted the latency and duration of contact (sniffing, climbing, and nibbling) with the disguised stockperson. The mean values per pen were then analyzed.

### *2.3.3. Human Test, response to the familiar caregiver in an arena*

When they were 3.5 week old, the lambs were individually tested in an unfamiliar test pen 6 x 1.5 m large and delimited by wooden panels, 1.5 m high (Fig. 2). It was divided into six 1 x 1.5 m zones by white lines painted on the floor.

The test consisted in observing the lambs responses to their familiar caregiver after they had been separated from their penmates (adapted from Boivin et al., 1997). A disguised stockperson conducted the lamb in a cart on wheels to the test pen situated in a different building and he introduced it into the test pen by the central door. The test was divided into three 2-min phases. In Phase 1, the animal was alone. In Phase 2, the familiar caregiver entered the pen by a side door (the right door for one half of the lambs in each treatment and the left door for the other half) and crouched down at the end of the pen in the middle of the zone (Fig.2); he slowly stretched his arm to maintain contact with the lamb whenever it

entered the zone where he was (called the "caregiver zone"). In Phase 3, the familiar caregiver left the pen and the animal was alone again.

The lambs were submitted first (Human Test 1) to this situation without food deprivation to assess the affinity to the caregiver. Each group was then tested again (Human Test 2) to assess the effect of starvation on affinity. They were tested in two conditions of motivation to eat (hunger levels): after five hours of starvation (the milk bucket had been removed from their rearing pen according to the hour of testing) and after free access to food (the milk bucket was not removed from the rearing pen), in a cross-over design balanced between treatments. When they were returned to their home pen, a bucket full of 4 kg milk was provided for 15 min and we then weighted the milk left. Two days were necessary to test all the lambs once (half of the cross-over). We thus balanced the order in which the lambs were tested according to the day, the treatment and the hunger level. The whole lambs in a same pen were tested on a same day with a maximum of 1 h 05 between the first and the last lamb.

A camcorder (SONY, TRV320E) was fixed above the test pen. It was connected to a monitor. This permitted us to record the behavior of the lambs on a hand held computer (Psion Workabout, Psion PLC, U.K.). It was then analyzed using The Observer 5.0. We noted the latency to enter the caregiver zone, the time spent in this zone, the vocalizations emitted, and the number of zones crossed (locomotion).

#### *2.3.4. Exploration Test*

##### *Exploration in the absence of the human caretaker*

Our procedure was inspired from tests used to assess the novelty preference in rats (Mumby, 2001).

This first part of the test consisted in exposing the tested lamb to a novel object in a novel environment when they were 5 week old. The test pen consisted in a 3 x 3 m wooden arena 1.5 m high delimited by wooden partitions. It was divided into nine 1 x 1 m zones with lines painted on the floor (Fig. 3a). A removable waiting compartment (1.5 x 1 m) placed in a corner inside the arena permitted to isolate visually the lambs from the rest of the pen at the beginning of the test. It was made of two planks hooked by a closing linked to a rope. Pulling the rope opened the compartment. A new object was placed in a corner (object zone) at the right or the left of this compartment. Two objects were used: a red and white traffic cone and a blue and white drum put on a light grey breezeblock. The object (a cone or a drum), its place (left *versus* right corner) and the starting zone (two corners were used) were balanced between treatments and rearing pens to avoid any bias due to the pen location or particular properties of the object stimulus.

The disguised stockperson conducted a lamb in a cart on wheels to the test pen (same building as the preceding test pen). He introduced the lamb in the waiting compartment (starting zone). After 20 s, the waiting compartment was opened and the lamb was free to explore the environment for 5 min. Two days were necessary to test all the animals in a balanced order according to their treatment.

#### *Exploration in the presence of the human caretaker*

This second part was done in the same test pen as for the first part of the test, one week later. At the opposite corner of the object zone (same as in preceding test) a new object was placed (Fig. 3b): it was the traffic cone for the lambs that had already experienced the drum and the drum for those that had already experienced the traffic cone. Therefore, the test pen permanently contained two object zones, the "known" (from the first part of this test) object

zone and the new object zone. The familiar caregiver remained seated in the starting zone which became the caregiver zone.

The disguised stockperson conducted a lamb in a cart on wheels to the test pen. The test consisted in three distinct phases. In Phase 1, the lamb remained in the waiting compartment where the caregiver sat for 5 min. In Phase 2, we opened the waiting compartment and the lamb was free to explore for 3 additional minutes. In Phase 3, we suddenly introduced and took out a white and black ball that was unfamiliar to the lamb thanks to a rope above the new object; the lamb was free to explore again for 1 min.

Each test was recorded by a camera (SONY, SP TM128 CE, Japan) connected to a video-tape recorder (SONY, 96LP, Japan) and a monitor. During the test, the position of the lamb in the test pen (zones 1 to 9) was noted with a hand held computer (Psion Workabout, Psion PLC, U.K.). These observations were then completed by the encoding of the video recordings with the software The Observer 5.0 (Noldus, Netherland).

For the first part of the test (without the caregiver), we analyzed the latency to enter the zone where the new object had been put, the time spent near the new object, the number of vocalizations emitted, and the number of zone crossed.

For the second part (with the caregiver), we analyzed the time spent in contact with the caregiver (Phase 1) and the time spent in the zone of the caregiver, the latency to leave the caregiver zone at the beginning of Phase 2, the number of zones crossed, the number of vocalizations, the latency to enter the zone with the known object and the one with the new object and the time spent in these zones. After the fall of the ball (Phase 3), we calculated the latency to enter the caregiver zone for lambs that were not near the caregiver when the ball fell.

#### 2.4. Statistical analyses

We analyzed the data with the SAS software (version sasx81, SASinstitute Ins). We used the rearing pen as the statistical unit for the measures in the rearing pen (treatment sessions, response to the disguised stockperson).

ANOVA for repeated measures was used for the evolution of the frequency of contacts with the caregiver along the treatment sessions (compound symmetric matrix). The model included the effects of the treatment (no human contact, held, hand bottle fed, wall bottle fed), the number of the session (session 1 to 24) and their interaction.

The general procedure for the other responses consisted in analyzing the treatment effect using ANOVA (MIXED procedure, generalisation of the standard linear model with REML and ML estimation methods implemented with a Newton-Raphson algorithm, SAS Institute Inc., 1999). To analyze the vocalizations and the number of zones crossed in the Human Test, we added to the model the phase effect (three phases), the condition effect (starvation *versus ad libitum* food) and their interactions and the individual as a random effect (nested in the treatment). The rearing pen factor was included in the model and removed due to the absence of statistical significance. Post-hoc comparisons of ANOVA (repeated or simple) were made using Least Square Differences (LSD).

When the conditions for parametric statistical analyses were not met, transformations (e. g. logarithmic for the frequency of vocalizations and the time spent near the caregiver in the Human Test) were performed to meet these conditions (Martin & Bateson, 1994). When the conditions were not met on transformed data (e. g. time spent near the caregiver in the exploration test), we calculated the treatment effect with the non parametric Kruskal-Wallis test followed by the Mann-Whitney test (Martin & Bateson, 1994).

Comparison of the number of lambs observed in an activity between treatments (e. g. climbing on the caregiver, returning to the object zone after the sudden event in the exploration test) were made with the Fisher's exact test (Siegel & Castellan, 1988).

Paired t tests were also used to compare the time spent in the caregiver zone in the Human Test with the value expected by chance, 20 s ( $= \frac{\text{duration of the phase}}{\text{number of zones}} = \frac{120\text{s}}{6\text{zones}}$ ).

The results are expressed as means  $\pm$  standard error (S.E.) for parametric tests and median (25<sup>th</sup>-75<sup>th</sup> percentiles) for non parametric tests. Results with an associated probability equal or below 0.05 were considered as significant and results with an associated probability equal or below 0.1 as tendencies.

### 3. Results

#### 3.1. Observations during the treatment sessions

The number of sessions necessary for the lambs to suckle by themselves was not affected by the treatment (5.4 sessions  $\pm$  0.4;  $F(3, 16) = 1.34$ ,  $p = 0.30$ ). All lambs fed by the caregiver suckled to the bucket, except five hand bottle fed that did not suckle during three or four sessions (limited to sessions 1 to 6) and one wall bottle fed that did not suckle during four sessions (session 6 to 9). During the treatment sessions, the proportion of approaches to the caregiver when he entered the pen (9 %  $\pm$  1) or following when he left (51 %  $\pm$  4) was not affected by the treatment (at entry:  $F(2, 12) = 0.22$ ,  $p = 0.80$ : at exit:  $F(2, 12) = 0.53$ ,  $p = 0.60$ ). Similarly, the proportion of withdrawals when the caregiver entered (33 %  $\pm$  3) and when he left (29 %  $\pm$  3) were not affected by the treatment (at entry:  $F(2, 12) = 0.02$ ,  $p = 0.98$ : at exit:  $F(2, 12) = 0.15$ ,  $p = 0.86$ ). Twenty one animals (divided among the treatments) struggled while being held by the caregiver among which 18 struggled only once or twice.

The "hand bottle-fed" ( $54\% \pm 2$ ) lambs were observed more often in contact with their caregiver than the "wall bottle-fed" ( $19\% \pm 2$ ,  $p < 0.001$ ) and "held" lambs ( $25\% \pm 3$ ,  $p < 0.001$ ); and the "held" lambs more often ( $p = 0.05$ ) than the "wall bottle-fed" lambs ( $F(2, 12) = 48.7$ ,  $p < 0.001$ ). There was a significant interaction between the treatment and the number of the session ( $F(46, 166) = 70.0$ ,  $p = 0.03$ , Fig. 4). The proportion of contacts was low for all treatments in the first session. Then, it increased for all treatments to the third session ( $F(2, 24) = 8.29$ ,  $p = 0.002$ ). Then, the proportion continued to increase for "hand bottle-fed" lambs and remained higher than for the other treatments; it decreased for "wall bottle-fed" lambs and remained the lowest; it increased continuously for "held" lambs, remaining lower than "hand bottle-fed" and higher than "wall bottle-fed" ( $F(2, 12) = 46.3$ ,  $p < 0.001$ ,  $F(40, 240) = 1.17$ ,  $p = 0.24$ ).

The lambs rarely climbed on the caregiver. The "hand bottle-fed" lambs climbed more often (19 observations) than the "wall bottle-fed" (two observations, Fisher's exact test:  $p < 0.001$ ) and the "held" (8 observations, Fisher's exact test:  $p < 0.01$ ) lambs; the "held" lambs tended to climb more than the "wall bottle-fed" (Fisher's exact test:  $p = 0.07$ ).

### 3.2. Response to the disguised stockperson

The average latency to contact the disguised stockperson was  $59 \text{ s} \pm 8$  and was not affected by the treatment ( $F(3, 16) = 1.12$ ,  $p = 0.37$ ). Then, the "wall bottle-fed" lambs ( $31 \text{ s} \pm 11$ ) stood longer in contact with the disguised stockperson than the "hand bottle-fed" lambs ( $3 \text{ s} \pm 2$ ;  $p < 0.03$ ) and the lambs that had received "no human contact" ( $6 \text{ s} \pm 2$ ;  $p = 0.03$ ) but did not differ from the "held" lambs ( $50 \text{ s} \pm 14$ ) ( $F(3, 16) [\log(n+1) \text{ transformation}] = 7.46$ ,  $p < 0.01$ ). The "held" lambs stood also longer in contact with the disguised stockperson than the "hand bottle-fed" lambs ( $p < 0.01$ ) and the lambs that had received "no human contact" ( $p < 0.01$ ).

### 3.3. Human Test 1 and 2

#### 3.3.1. Treatment effect

In Test 1, only three (of 14) “no human contact” lambs approached the caregiver, eight (of 14) “held” lambs, five (of 14) “hand bottle fed” and eleven (of 15) “wall bottle fed”. In Tests 1 and 2, the feeding method (hand or wall feeding) has no effect on latency to contact the caregiver ( $p = 0.28$ ) or time spent near him ( $p = 0.30$ ) (Tables 1 and 2). The “wall bottle fed” lambs did not differ from the “held” lambs (latency:  $p > 0.25$  and time:  $p > 0.21$ , Tables 1 and 2) and the “hand bottle fed” lambs approached later ( $p = 0.05$ ) and stood less ( $p = 0.03$ ) near the caregiver than the “held” lambs only in Test 2 (Table 2). These responses differed from responses of controls except in Test 1 for “hand bottle fed” (latency and time near the caregiver) and “wall bottle fed” (latency, Tables 1 and 2). In Test 2, the “held”, “hand bottle-fed” and “wall bottle-fed” lambs spent more time near their caregiver than the time expected by chance (respectively  $t = 6.69$ ;  $p < 0.001$ ;  $t = 2.31$ ;  $p = 0.03$ ;  $t = 3.62$ ;  $p < 0.01$ ) whereas the lambs that had received “no human contact” spent less time than expected by chance near the caregiver ( $t = -4.54$ ;  $p < 0.001$ ).

We found an interaction between the treatment and the phase of the test for vocalizations ( $p < 0.001$ ) and locomotion ( $p < 0.02$ ) (Tables 1 and 2). There was no treatment effect during the first isolation phase (vocalizations:  $p > 0.30$ ; locomotion:  $p > 0.10$ ; Table 2). After the arrival of the caregiver, the number of vocalizations decreased for all treatments (Tables 1 and 2). In Test 2, it decreased more for the “wall bottle-fed” lambs than for the “hand bottle fed” and “control” lambs and more for “held” lambs than for the other lambs (Table 2). The locomotion did not evolve in Test 1 ( $p > 0.65$ , Table 1) and decreased in Test 2 ( $p < 0.02$ , Table 2) for all lambs.

After the departure of the caregiver, the vocalizations did not evolve significantly for the lambs that had received “no human contact” ( $p = 0.37$  in Test 1 and  $p = 0.35$  in Test 2)

whereas it increased significantly for the other treatments ( $p < 0.01$ ) (Tables 1 and 2); in Test 2, the increase was higher for the "wall bottle-fed" lambs than for the "hand bottle-fed" lambs and higher for the "held" lambs than for the other lambs (Table 2). Locomotion increased for all treatments ( $p < 0.05$ ) except for "control" lambs in Test 1 ( $p = 0.84$ ); in Test 1, it increased more for "wall bottle fed" lambs than for "hand bottle fed" lambs; in Test 2, it increased more for "held" lambs than for "hand bottle fed" lambs and "control" lambs (Table 2).

### 3.3.2. Starvation effect (Human Test 2)

During the test, the lambs that had been deprived of food for 5 h emitted more vocalizations than the lambs that had had free access to milk ( $19 \pm 1$  versus  $17 \pm 1$ ;  $F(1, 261) = 4.57$ ,  $p = 0.03$ ) and crossed more zones ( $17 \pm 1$  versus  $16 \pm 1$ ;  $F(1, 259) = 3.86$ ,  $p = 0.05$ ). For all the behavioral responses we analyzed, we never found any significant interaction between the hunger level and the treatment ( $p > 0.51$ , Table 2). After the test, the lambs ingested more milk when they had been deprived of milk before the test than when they had had free access to milk ( $1.49 \text{ kg} \pm 0.13 \text{ kg}$  versus  $0.51 \text{ kg} \pm 0.01 \text{ kg}$ ;  $F(1, 16) = 34.5$ ,  $p < 0.001$ ), whatever their treatment (treatment x hunger:  $F(3, 16) = 0.30$ ,  $p = 0.82$ ).

## 3.4. Exploration Test

### 3.4.1. Exploration in the absence of the caregiver

We observed no effect of the treatment on the latency to exit the waiting compartment ( $4.0 \pm 0.5$  s,  $F(3, 53) = 1.48$ ,  $p = 0.23$ ). Regardless their treatment, the lambs spent  $57 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$  near the new object ( $F(3, 53) = 0.43$ ,  $p = 0.73$ ), emitted  $38 \pm 2$  vocalizations ( $F(3, 53) = 1.97$ ,  $p = 0.13$ ), and crossed  $43 \pm 3$  zones ( $F(3, 53) = 1.49$ ,  $p = 0.23$ ).

### 3.4.2. Exploration in the presence of the caregiver

The results of this part of the test are summarized in Table 3. During Phase 1 (restriction in the starting zone with the caregiver), the lambs that had previously received human contact spent more time in contact with the caregiver than the lambs that had received no human contact ( $p < 0.04$ ) but did not differ ( $p > 0.1$ ). When we opened the waiting compartment (Figure 3), the lambs exit from it after an average of 6 s ( $\pm 3$  s); there was no difference between treatments ( $P = 0.46$ ). During Phase 2 (exploration of the objects), there was no difference between the time spent in the objects' zones ( $p > 0.15$ ). As during Phase 1, the lambs that had previously received human contact spent more time in contact with the caregiver than the lambs that had received no human contact ( $p < 0.05$ ) but did not differ ( $p > 0.1$ ). During phase 3, the lambs in the treatments "hand bottle fed" and "wall bottle fed" did not differ on the time spent near the caregiver ( $p = 0.69$ ) and "held" spent more time near the caregiver than the lambs that had received "no human contact" ( $p = 0.003$ ). Only three "hand bottle-fed, five "wall bottle-fed", two "held" lambs, and six "no human contact" entered the zone of the new object after the sudden fall of the ball; there was no difference between treatments (Fisher's exact test,  $p = 0.36$ ). If we consider lambs that were not near their caregiver when the ball fell (no human contact:  $N = 13/14$ , held:  $N = 7/14$ , hand bottle fed:  $N = 7/14$ , wall bottle fed:  $N = 10/15$ ), there was no difference between "hand bottle fed", "wall bottle fed" and "control" lambs ( $p > 0.11$ ) whereas "held" lambs returned more rapidly to their caregiver than controls ( $p = 0.02$ ) and than "hand bottle fed" lambs ( $p < 0.01$ ). We observed no effect of the treatment on the other behavioral responses whatever the phase of the test (exploration of the objects, vocalizations, locomotion,  $p > 0.15$ ).

#### 4. Discussion

This study showed that the way we give food to lambs modulated their interactions to their stockperson during the treatments. Holding the bottle of milk was more efficient than putting it against the wall of the pen. By contrast, it did not affect the affinity of lambs to their caregiver expressed individually in an unfamiliar pen. In the same situation, motivation to eat had no effect on affinity. Gently holding lambs into the caregiver's arms was at least as efficient as holding and feeding to increase affinity compared to an absence of human contact. It could even be more efficient than hand feeding. These effects were specific to lambs – caregiver relationship because treatments did not affect general reactivity (activity when alone in a new pen, exploration of objects). Additionally, lambs that had been only held returned sooner to their caregiver when confronting to the sudden fall of a ball than the other lambs.

Feeding seems to have orienting values for lambs. As Tallet et al. (2005b) suggested, holding the bucket directed the lambs to the caregiver more than putting the bucket against the wall of the pen. The increase of contacts for hand fed lambs compared to held ones was the result of a search for food. Rewards have attention getting properties which facilitate contacts with particular elements in the environment (Cairns, 1966). Selective attention facilitates learning (Zentall, 2005). This increase of contacts to the caregiver could result from a social facilitation. Social facilitation is defined as the fact that “the behaviour of a companion releases the performance of the same behaviour by the subject” (Nicol, 1995). Here, the lambs could be attracted by the bottle while seeing their companion suckling. This could have a particular importance at the beginning, when lambs did not know how to suckle to the bucket autonomously. Indeed, learning to suckle can be socially facilitated (Veissier & Stefanova, 1993). The lambs were not seen in contact with their caregiver in average more than 70% of observations. This does not mean that they were not interested in suckling the rest of the

time, they could contact the lamb that was held by the caregiver, by climbing on the caregiver.

Thereafter, when affinity was observed individually in an unfamiliar pen, there was no difference between the two feeding procedures. Compared to the absence of human contacts, both procedures induced a higher affinity (lower latency to approach, higher time spent near him), a greater decrease of activity (vocalizations, locomotion) after his arrival and a greater increase after separation. This result agrees with preceding studies on sheep (e. g. Markowitz et al., 1998; Boivin, Boissy, Nowak, Henry, Tournadre, & Le Neindre, 2002), calves (e. g. Jago et al., 1999; Lensink et al., 2000; Krohn, Boivin, & Jago, 2003) and pigs (e. g. Hemsworth et al., 1996). But all authors did not use the same feeding procedure. Feeding motivation did not modulate responses contrary to what was expected if lambs had been looking for food (as found in pigs by Lawrence, Appleby, & Macleod, 1988). As reported in our preceding studies (2005a; Tallet et al., 2005b) the testing situation including social separation and novelty is not alimentary. Preceding studies already found that the effect of contacts can be linked to the location where contacts took place (Boivin, Garel, Mante, & Le Neindre, 1998; Jago et al., 1999). The stressful novelty of the environment could explain this phenomenon. Adding a bottle of milk in the test pen could have revealed differences as in (Tallet, Veissier, & Boivin, 2004): lambs that had associated the caregiver with food could approach more easily a food source than lambs that had not associated them.

Surprisingly, holding the lambs was sufficient to induce a same and rather high level of affinity as holding and giving food simultaneously; it was even more efficient than hand feeding. Feeding is thus not essential in the development of lambs – caregiver relationship. This supports preceding studies (Tallet et al., 2005b).(2005a) However this disagrees with others on pigs and cattle (Jago et al., 1999) that found an additional effect of food distribution

compared to simple contacts (Hemsworth et al., 1996; Boivin et al., 2000). This even partly disagrees with Boivin et al. (2000) also working on lamb's responses to humans. They found that holding, bottle feeding, and petting three times a day for a month improve the affinity to the human caregiver compared to holding and petting.

Several parameters are different from these previous studies and the present one. Of course, calves (Jago et al., 1999) and pigs (Hemsworth et al., 1996) could react differently from lambs to human contacts. In addition, the quality of contacts varied between these experiments. Pigs and cattle were not held in caregiver's arms in these previous works which can be important. A recent study on horses, soon after birth, suggests that holding foals (without feeding rewards but with many other tactile stimulations) could effectively be important for their response to human at three months of age (Spier, Berger Pusterla, Villarroel, & Pusterla, 2004). Boivin et al. (2000) petted and talked to their lambs, which could have interactive effects with holding and feeding. The quantity of contacts was also higher than in our study (a whole month *versus* only five consecutive days and two days a week in our study).

This holding effect was specific to the lambs' responses to their caregiver and not generalized to novel arena or objects. Thus, observed responses of the lambs to their caregiver could not be just the result of an enriched environment. Indeed, enrichment of the environment modulates general reactivity of animals ( and for a review, Newberry, 1995; Vandenheede & Bouissou, 1998). We did not found evidence of such a modulation between lambs that had received human contact (whatever the kind of contacts) and lambs that had received no contact. These contacts did not affect general activity (locomotion and vocalization, latency and time of contact of the new object) when lambs were isolated for the first time and during the object's exploration.

In our experiment, we could not add a control group with the mere human presence due to the already important number of animals involved. Whether the effect of holding is due to holding itself or to simple presence would have to be formally determined to verify the real impact of close contact. However the importance of petting, which is a particular kind of contact, has already been reported in farm mammals compared to minimal contact (for review Boivin et al., 2003) or immobile presence (Tallet et al., 2005b). In this last experience, affinity level with animals exposed only to the simple human presence was more than twice less than in our “hold” group. The importance of solely holding the animals had already been reported in rabbits (e. g. Bilko & Altbacker, 2000; Pongracz & Altbacker, 2003) but never in precocial mammals such ungulates. One explanation could be found in the fact that sheep are gregarious and spent time in contact with each others, especially for resting. Grooming (i. e. licking) is involved in the early development of the lamb’s bond with the dam (Nowak, 1998) but is reduced later on. Human contacts could be important because they mime social contacts. Social contacts (Uvnas-Moberg, 1998), as well as human contacts (McMillan, 1999), are appeasing for many species including cattle, horses and rats. They could procure some heat to the young whose thermoregulation is not complete until about ten days of life (Piccione, Caola, & Refinetti, 2002), as do maternal body for infants (for review Winberg, 2005).

Responses we observed in lambs that were solely held could be interpreted as attachment behaviors as described by Gubernick (1981). Lambs look for and maintained contact with the caregiver. Their distress decreased when the caregiver was present in the pen and increased after he had left; indeed vocalizations and high locomotion are signs of distress in sheep (Cockram, 2004). The low latency to return to the caregiver after the sudden fall of the ball

(frightening situation) could also agree with attachment hypothesis. Indeed, the attachment figure is generally considered as a secure base from which to explore the environment (Ainsworth, 1979). Harlow (Harlow, 1959; 1961) found such a kind of response in rhesus monkey toward a surrogate mother. The lambs could have returned to their caregiver to find some appeasement. As we did not control if lambs were oriented to the ball when it fall, this remains an hypothesis. The presence of the caregiver did not facilitate exploration of lambs compared to lambs that had never received human contact. The facilitation of exploration by the presence of a person has however already been found in dogs (Topal, Miklosi, Csanyi, & Doka, 1998; Prato-Previde, Custance, Spiezo, & Sabatini, 2003).

An alternative or maybe complementary explanation of the impact of human contact on affinity would be that contacts are rewarding for lambs. Human contacts have reinforcing properties in conditioning procedures in dogs (Fonberg, Kostarczyk, & Prechtl, 1981), cats (Wenzel, 1959) and rats (Davis & Pérusse, 1988). It could have the same value for sheep. Rewards could facilitate attachment by focalizing attention the potential attachment figure (Cairns, 1966). The co-involvement of attachment and conditioning cannot be excluded.

## **5. Conclusion**

In conclusion, feeding, whatever the way it is given to artificially suckled lambs, does not improve affinity to the caregiver better than contacts which are necessary to feed them. Handled lambs, and particularly those that were only hold in caregiver's arms, expressed responses which could be interpreted as attachment behaviors. The mechanism which underlies the effect of human contacts will have to be considered further but they could mime intra-specific contacts such as those given by the dam.

## Notes

The authors are grateful to the all the shepherds' staff, with special thanks to D. Chassaignes, P. Payard, L. Lavelle, M. Bernard, D. Gouttebel, and B. Mallet. This work is part of a PhD supported by INRA and Région Auvergne grants.

## References

- Ainsworth, M. D. (1979). Infant-mother attachment. *American Psychologist*, 34, 932-7.
- Bilko, A., & Altbacker, V. (2000). Regular Handling Early in the Nursing Period Eliminates Fear Responses Toward Human Beings in Wild and Domestic Rabbits. *Developmental Psychobiology*, 36, 78-87.
- Boivin, X., Boissy, A., Nowak, R., Henry, C., Tournadre, H., & Le Neindre, P. (2002). Maternal presence limits the effects of early bottle feeding and petting on lambs' socialisation to the stockperson. *Applied Animal Behaviour Science*, 77, 311-328 .
- Boivin, X., Garel, J. P., Mante, A., & Le Neindre, P. (1998). Beef calves react differently to different handlers according to the test situation and their previous interactions with their caretaker. *Applied Animal Behaviour Science*, 55, 245-257 .
- Boivin, X., Lensink, B. J., Tallet, C., & Veissier, I. (2003). Stockmanship and farm animal welfare. *Animal Welfare*, 12, 479-492.
- Boivin, X., Tournadre, H., & Le Neindre, P. (2000). Hand-feeding and gentling influence early-weaned lambs' attachment responses to their stockperson. *Journal of Animal Science*, 78, 879-884.
- Boivin, X., Nowak, R., Després, G., Tournadre, H., & Le Neindre, P. (1997). Discrimination between shepherds by lambs reared under artificial conditions. *Journal of Animal Science*, 75, 2892-2898.
- Cairns, R. B. (1966). Attachment behavior of mammals. *Psychological Review*, 73, 409-426.
- Cockram, M. S. (2004). A Review of Behavioural and Physiological Responses of Sheep to Stressors to Identify Potential Behavioural Signs of Distress. *Animal Welfare*, 13, 283-291.
- Davis, H., & Pérusse, R. (1988). Human-based social interaction can reward a rat's behavior . *Animal Learning & Behavior* , 16, 89-92.
- Dayan, P., Kakade, S., & Montague, P. R. (2000). Learning and selective attention. *Nature Neuroscience Suppl*, 3 Suppl, 1218-23.

Fonberg, E., Kostarczyk, E., & Prechtl, J. (1981). Training of instrumental responses in dogs socially reinforced by humans. *Pavlovian Journal of Biological Science*, 16, 183-93.

Gacsi, M., Gyori, B., Miklosi, A., Viranyi, Z., Kubinyi, E., Topal, J., & Csanyi, V. (2005). Species-specific differences and similarities in the behavior of hand-raised dog and wolf pups in social situations with humans. *Developmental Psychobiology*, 47, 111-22.

Goursaud, A. P., & Nowak, R. (1999). Colostrum mediates the development of mother preference by newborn lambs. *Physiology & Behavior*, 67, 49-56.

Gubernick, D.J. (1981). Parent and infant attachment in mammals. In D.J. Gubernick, & P.H. Klopfer (Eds.), *Parental care in mammals* (pp. 77-115). New York, London: Plenum press.

Harlow, H. F. (1959). Love in infant monkey. *Scientific American*, 200, 68-74.

Harlow, H.F. (1961). The development of affectional patterns in infant monkeys. In B.M.ed. Foss (Ed.), *Determinants of infant behaviour* (Vol. 1) (pp. 75-88). London, Methuen.

Hemsworth, P. H., Verge, J., & Coleman, G. J. (1996). Conditioned approach-avoidance responses to humans: the ability of pigs to associate feeding and aversive social experiences in the presence of humans with humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 50, 71-82.

Hoshiba, J. (2004). Method for hand-feeding mouse pups with nursing bottles. *Contemporary Topics in Laboratory Animal Science*, 43, 50-3.

Jago, J. G., Krohn, C. C., & Matthews, L. R. (1999). The influence of feeding and handling on the development of the human-animal interactions in young cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 62, 137-151.

Krohn, C. C., Boivin, X., & Jago, J. G. (2003). The presence of the dam during handling prevents the socialization of young calves to humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 80, 263-275.

Krohn, C. C., Jago, J. G., & Boivin, X. (2001). The effect of early handling on the socialisation of young calves to humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 74, 121-133.

Lawrence, A. B., Appleby, M. C., & Macleod, H. A. (1988). Measuring Hunger in the Pig Using Operant Conditioning: the Effect of Food Restriction. *Animal Production*, 47, 131-137.

- Lensink, B. J., Boivin, X., Pradel, P., & Veissier, I. (2000). Reducing veal calves' reactivity to people by providing additional human contact. *Journal of Animal Science*, 78, 1213-1218.
- Markowitz, T. M., Dally, M. R., Gursky, K., & Price, E. O. (1998). Early handling increases lamb affinity for humans. *Animal Behaviour*, 55, 573-587.
- Martin, P., & Bateson, P., (1994). *Measuring behaviour: An introductory guide*. Cambridge (GB): Cambridge University Press.
- McMillan, F. D. (1999). Effects of human contact on animal health and well-being. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 215, 1592-1598.
- Mumby, D. G. (2001). Perspectives on object-recognition memory following hippocampal damage: lessons from studies in rats. *Behavioural Brain Research*, 127, 159-181.
- Napolitano, F., Cifuni, G. F., Pacelli, C., Riviezzi, A. M., & Girolami, A. (2002). Effect of artificial rearing on lamb welfare and meat quality. *Meat Science*, 60, 307-315 .
- Newberry, R. C. (1995). Environmental enrichment: Increasing the biological relevance of captive environments. *Applied Animal Behaviour Science*, 44, 229-243.
- Nicol, C. J. (1995). The social transmission of information and behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, 44, 79-98.
- Nowak, R. (1995). Lambs' attachment to their mother: Importance of the first sucking bouts. *Applied Animal Behaviour Science*, 44 , 273.
- Nowak, R. (1998). Développement de la relation mère-jeune chez les ruminants. *INRA Production Animale*, 11, 115-124.
- Nowak, R., Murphy, T. M., Lindsay, D. R., Alster, P., Andersson, R., & Uvnas-Moberg, K. (1997). Development of a Preferential Relationship With the Mother by the Newborn Lamb: Importance of the Sucking Activity. *Physiology & Behavior*, 62, 681-688.
- Pedersen, V., Barnett, J. L., Hemsworth, P. H., Newman, E. A., & Schirmer, B. (1998). The effects of handling on behavioural and physiological responses to housing in tether-stalls among pregnant pigs. *Animal Welfare* , 7, 137-150.

- Piccione, G., Caola, G., & Refinetti, R. (2002). Maturation of the daily body temperature rhythm in sheep and horse. *Journal of Thermal Biology*, 27, 333-336.
- Pongracz, P., & Altbacker, V. (2003). Arousal, but not nursing, is necessary to elicit a decreased fear reaction toward humans in rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) pups. *Developmental Psychobiology*, 43, 192-9.
- Prato-Previde, E., Custance, M., Spiezo, C., & Sabatini, F. (2003). Is the dog-human relationship an attachment bond? An observational study using Ainsworth Strange Situation. *Behaviour*, 140, 225-254.
- Raussi, S., Lensink, B. J., Boissy, A., Pyykkonen, M., & Veissier, I. (2003). The Effect of Contact With Conspecifics and Humans on Calves' Behaviour and Stress Responses. *Animal Welfare*, 12, 191-203.
- Robyn Hudson, Daniela Labra-Cardero, & Adela Mendoza-Soylovna (2002). Sucking, not milk, is important for the rapid learning of nipple-search odors in newborn rabbits. *Developmental Psychobiology*, 41, 226-235.
- Sato, S., Shiki, H., & Yamasaki, F. (1984). The effects of early caressing on later tractability of calves. *Japanese Journal of Zootechnical Science*, 55, 332-338.
- Siegel, S., & Castellan, N.J.J., (1988). *Nonparametric Statistic for the Behavioural Sciences*, 2nd ed. New York: McGraw-Hill.
- Spier, S. J., Berger Pusterla, J., Villarroel, A., & Pusterla, N. (2004). Outcome of tactile conditioning of neonates, or "imprint training" on selected handling measures in foals. *Veterinary Journal*, 168, 252-8.
- Tallet, C., Veissier, I., & Boivin, X. (2004). Hand feeding and gentling: how do they contribute to the development of lambs affinity for their stockperson. In: *Proceedings of the 38TH International Congress of the International Society for Applied Ethology*, 101.
- Tallet, C., Veissier, I., & Boivin, X. (2005a). Affinity of lambs to their stockperson does not depend only on food conditioning. In: *Proceedings of the 39TH International Congress of the International Society for Applied Ethology*, 86.

Tallet, C., Veissier, I., & Boivin, X. (2005b). Human contact and feeding as rewards for the lamb's affinity to their stockperson. *Applied Animal Behaviour Science*, 94, 59-73.

Tanida, H., Miura, A., Tanaka, T., & Yoshimoto, T. (1995). Behavioral-Response to Humans in Individually Handled Weanling Pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 42, 249-259.

Topal, J., Miklosi, A., Csanyi, V., & Doka, A. (1998). Attachment behavior in dogs (*Canis familiaris*): a new application of Ainsworth's (1969) Strange Situation Test. *Journal of Comparative Psychology*, 112, 219-29.

Uvnas-Moberg, K. (1998). Oxytocin may mediate the benefits of positive social interaction and emotions. *Psychoneuroendocrinology*, 23, 819-35.

Val-Laillet, D., Simon, M., & Nowak, R. (2004). A full belly and colostrum: two major determinants of filial love. *Developmental Psychobiology*, 45, 163-173.

Vandenheede, M., & Bouissou, M. F. (1998). Effects of an Enriched Environment on Subsequent Fear Reactions of Lambs and Ewes. *Developmental Psychobiology*, 33, 33-45.

Veissier, I., & Stefanova, I. (1993). Learning to suckle from an artificial teat within groups of lambs: Influence of a knowledgeable partner. *Behavioural Processes*, 30, 75-82.

Wenzel, B. M. (1959). Tactile stimulation as reinforcement for cats and its relation to early feeding experience. *Psychological Report*, 5, 297-300 .

Winberg, J. (2005). Mother and Newborn Baby: Mutual Regulation of Physiology and Behavior - a Selective Review. *Developmental Psychobiology*, 47, 217-229.

Zentall, T. R. (2005). Selective and divided attention in animals. *Behavioural Processes*, 69, 1-15.

Table 1. Responses of the lambs to each treatment (No human contact N = 14, Held N = 14, Hand bottle-fed N = 14, Wall bottle-fed N = 15) during the three phases (alone, with the familiar caregiver, alone) of the Human Test 1.

	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Kruskall Wallis test (treatment effect)		
<i>Latency of entry in the zone of the caregiver (s) (median and interquartiles)</i>						
no human contact		121 (121-121) a				
held		75 (27-121) ab				8.0*
hand bottle-fed		121 (61-121) ab				
wall bottle-fed		42 (5-121) b				
<i>Time spent near the caregiver (s) (median and interquartiles)</i>						
no human contact		0 (0-0) a				
held		8 (0-35) b				13.5**
hand bottle-fed		0 (0-21) ab				
wall bottle-fed		20 (0-50) b				
	Phase 1	Phase 2	Phase 3	F(3, 53) treatment	F(2, 106) phase	F(6, 106) treatment x phase
<i>Frequency of vocalizations (mean and s. e.)</i>						
no human contact	16 (3) ‡	12 (2) ‡†	10 (2) a †			
held	18 (2) ‡	8 (2) †	20 (3) b ‡	0.28	28.8***	4.17***
hand bottle-fed	17 (2) ‡	10 (2) †	16 (3) ab ‡			
wall bottle-fed	18 (2) ‡	9 (2) †	18 (2) b ‡			
<i>Frequency of crossed zones (locomotion) (mean and s. e.)</i>						
no human contact	5 (1) ‡	4 (2) ‡	4 (1) a ‡			
held	7 (1) ‡	6 (1) ‡	16 (4) bc †	3.27*	14.7***	2.57*
hand bottle-fed	5 (1) ‡	6 (2) ‡	11 (3) b †			
wall bottle-fed	7 (2) ‡	8 (1) ‡	19 (4) c †			

Values with different letters differ significantly within a same phase (column, a, b, c:  $p < 0.05$ ) or between phases (row, ‡, †:  $p < 0.05$ )

Table 2. Mean (S.E.) responses of the lambs to each treatment (No human contact N = 14, Held N = 14, Hand bottle-fed N = 14, Wall bottle-fed N = 15) during the three phases (alone, with the familiar caregiver, alone) of the Human Test 2.

	Phase 1	Phase 2	Phase 3	F(3, 53) treatment	F(1, 261) hunger	F(2, 261) phase	F(3, 261) treatment x hunger	F(6, 261) treatment x phase	F(6, 261) treatment x phase x hunger
<i>Latency of entry in the zone of the caregiver (s)</i>									
no human contact		101 (8) a							
held		19 (8) c		8.89***	0.45		0.40		
hand bottle-fed		52 (11) b							
wall bottle-fed		34 (9) bc							
<i>Time spent near the caregiver (s)<sup>a</sup></i>									
no human contact		5 (3) a							
held		78 (9) c		9.93***	0.25		1.39		
hand bottle-fed		41 (9) b							
wall bottle-fed		54 (9) bc							
<i>Frequency of vocalizations<sup>a</sup></i>									
no human contact	19 (2)a ‡	14 (1) a †	16 (1) b ‡†						
held	23 (2)a ‡	5 (1) c †	23 (2) a ‡	0.67	4.57*	147***	0.28	13.7***	0.22
hand bottle-fed	25 (2)a ‡	12 (2) a †	22 (2) ab ‡						
wall bottle-fed	24 (1)a ‡	9 (2) b †	22 (1) ab ‡						
<i>Frequency of crossed zones (locomotion)<sup>a</sup></i>									
no human contact	18 (2)a ‡	9 (2)a †	14 (2) b ‡						
held	25 (3)a ‡	6 (1)a †	23 (2) a §	1.35	3.86*	97.6***	0.78	2.99**	0.68
hand bottle-fed	21 (3)a ‡	8 (2)a †	15 (2) bc ‡						
wall bottle-fed	28 (3)a ‡	8 (1)a †	24 (3) ac ‡						

<sup>a</sup> transformation log (n + 1)

Values with different letters differ significantly within a same phase (column, a, b, c:  $p < 0.05$ ) or between phases (row, ‡, †, §:  $p < 0.05$ )

Table 3. Mean (S.E.) responses of the lambs to each treatment (No human contact N = 14, Held N = 14, Hand bottle-fed N = 14, Wall bottle-fed N = 15) during the three phases (1: restriction with the caregiver, 2: exploration, 3: after the fall of a ball) of the test measuring exploration in the presence of the caregiver.

	No human contact	Held	Hand bottle-fed	Wall bottle-fed	F(3, 53)	p
<i>Phase 1: 5 min of restriction in the waiting compartment with the caregiver</i>						
<b>time in contact with caregiver (s)<sup>a</sup></b>	<b>16 (4-56) b</b>	<b>199 (140-215) a</b>	<b>153 (21-219) a</b>	<b>168 (42-214) a</b>	<b>KW=13.7</b>	<b>&lt;0.01</b>
frequency of vocalizations	25 (5)	16 (4)	18 (4)	17 (4)	0.83	0.48
<i>Phase 2: 3 min of free exploration</i>						
latency to leave caregiver zone (s) <sup>b</sup>	2.7 (0.9)	15.3 (12.8)	2.1 (0.4)	2.9 (0.6)	0.87	0.46
latency to new object zone	94 (21)	90 (19)	92 (20)	73 (18)	0.25	0.86
time spent near the new object (s) <sup>b</sup>	14 (7)	7 (2)	9 (3)	16 (6)	0.93	0.43
time spent near the known object (s) <sup>a</sup>	27 (7)	16 (4)	24 (8)	12 (5)	KW=5.24	0.15
time near (new – known) objects (s) <sup>a</sup>	-15 (-40 - 3)	-4(-20 - 0)	-13 (-27 - 4)	3 (-4 - 10)	KW=3.78	0.29
<b>time near caregiver (s)</b>	<b>21 (12) b</b>	<b>77 (13) a</b>	<b>57 (15) a</b>	<b>67 (15) a</b>	<b>2.94</b>	<b>0.04</b>
frequency of vocalizations	20 (3)	12 (3)	18 (4)	16 (3)	1.36	0.27
frequency of crossed zones	22 (3)	31 (5)	22 (3)	25 (3)	1.53	0.22
<i>Phase 3: 1 min after the sudden fall of a new ball</i>						
<b>latency to caregiver's zone<sup>a,c</sup></b>	<b>61 (61-61) a</b>	<b>9 (3-16) b</b>	<b>61 (61-61) a</b>	<b>42 (13-61) ab</b>	<b>KW=10.1</b>	<b>0.02</b>
<b>time near caregiver (s)</b>	<b>8 (5) b</b>	<b>33 (6) a</b>	<b>19 (6) ab</b>	<b>23 (6) ab</b>	<b>3.18</b>	<b>0.03</b>
frequency of vocalizations	7 (1)	5 (1)	7 1	6 1	1.11	0.35
frequency of crossed zones	7 (1)	8 (1)	6 1	8 1	0.70	0.56

Values with different letters differ between treatments (a,b:  $p < 0.05$ ).

<sup>a</sup> data analyzed with the non parametric Kruskal-Wallis test (KW)

<sup>b</sup> transformation log (n+1).

<sup>c</sup> latency to caregiver's zone was analyzed only with lambs that were not near their caregiver when the ball fell (n = 13 “no human contact”, n = 7 “held”, n = 7 “hand bottle fed”, n = 10 “wall bottle fed”).

Fig. 1. Photographs of a treatment session in the home pen for the treatments (a) held, (b) hand bottle-fed, (c) wall bottle-fed.

Fig. 2. Schematic representation of the test pen used in the Human Test.

Fig. 3. Schematic representation of the test pen used in the Exploration Test. (a) Part 1: exploration in the absence of the caregiver (b) Part 2: exploration in the presence of the caregiver.

Fig. 4. Evolution of the mean ( $\pm$  S.E.) proportion (%) of contacts to the caregiver during the 24 treatment sessions for each treatment (Caught N = 5 pens: , Hand bottle-fed N = 5 pens: , Wall bottle-fed N = 5 pens: ). Ten observations were made for each session. Treatment x session:  $F_{46/166} = 70.0$ ,  $P < 0.05$ .



(a) held

(b) hand bottle-fed

(c) wall bottle-fed

Figure 1. Tallet et al.

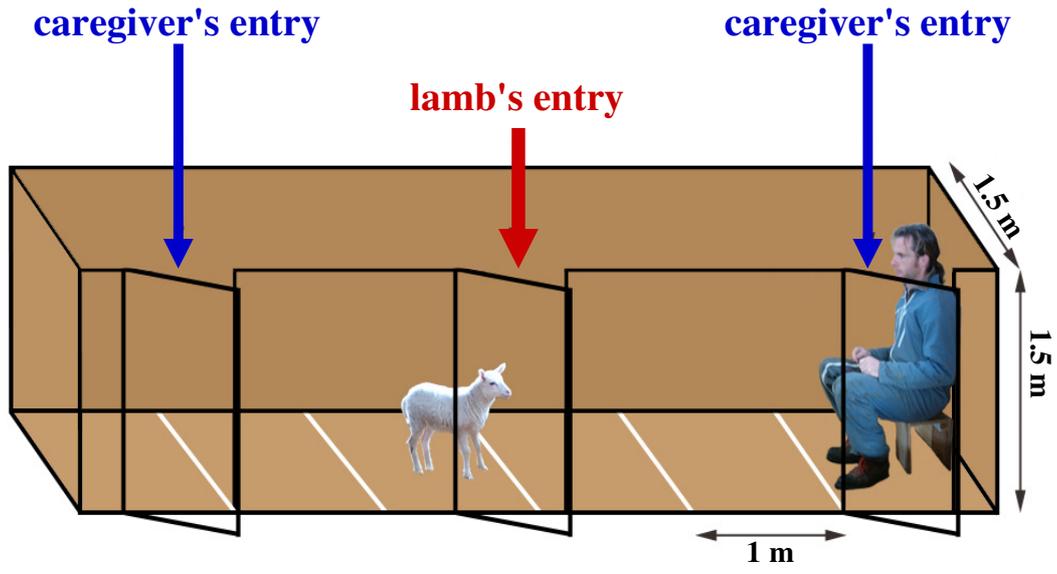


Figure 2. Tallet et al.

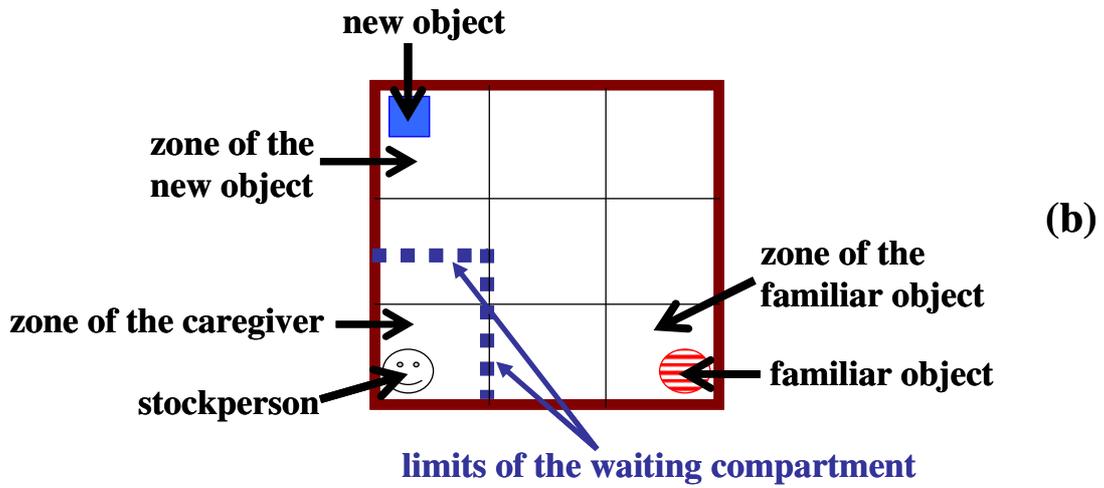
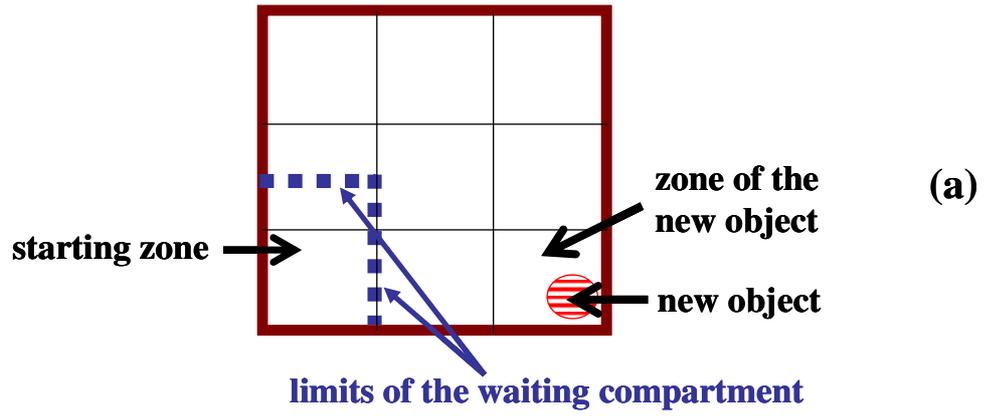


Figure 3. Tallet et al.

### Proportion of contacts to the caregiver (%)

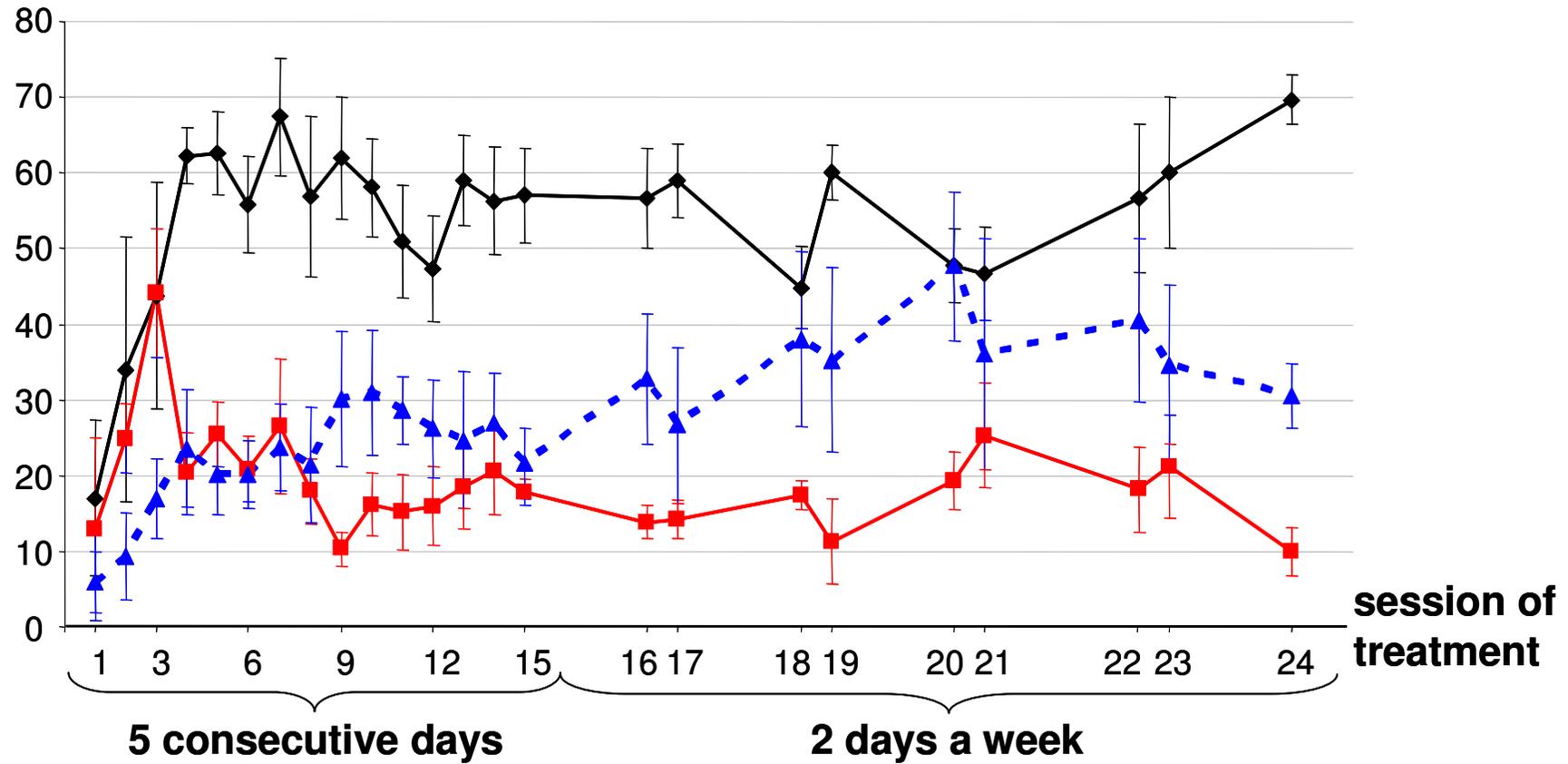


Figure 4. Tallet et al.

# **CHAPITRE 5**

## **META ANALYSE**



## 1. Objectifs

Nous avons regroupé les données du « test d'affinité » de quatre expériences réalisées dans le cadre de cette thèse afin de :

- comparer tous les traitements expérimentaux (15) définis dans les expérimentations pour discuter de façon transversale certains facteurs déterminant l'affinité pour le soigneur ;
- déterminer l'influence de certaines caractéristiques individuelles sur l'affinité :
  - variables que nous avons équilibrées entre les traitements expérimentaux : poids des agnelles à leur naissance, temps au contact de la mère,
  - variables que nous n'avons pas contrôlées : taille de la portée, nombre de sessions nécessaires pour que les agnelles tètent par elles-mêmes.

Afin de rendre cette partie la plus claire possible, nous avons donné un numéro à chaque expérience réalisée :

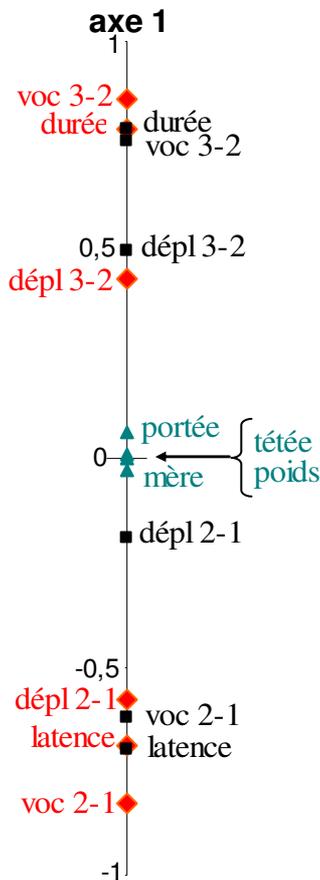
- 2 : expérience du Chapitre 2 : importance relative de l'alimentation et des contacts tactiles doux et utilisation du soigneur comme le signal d'une récompense alimentaire ;
- 3a : expérience du Chapitre 3, partie 1 : importance de l'association temporelle entre la présence du soigneur et la distribution alimentaire ;
- 3b : expérience du Chapitre 3, partie 2 : motivation alimentaire des agnelles et présence du soigneur avant la distribution alimentaire ;
- 4 : expérience du Chapitre 4 : importance de l'attention portée au soigneur par les animaux : simple capture et méthode de distribution alimentaire.

## 2. Méthodes et Résultats

### 2.1. Détermination d'une variable synthétique de la réaction au soigneur

Afin de regrouper toutes les variables notées lors du « test d'affinité », nous avons réalisé une Analyse en Composantes Principales (ACP). Pour cela, nous n'avons utilisé que les données des deux premiers tests car les animaux de toutes les expériences ont été testés au moins deux fois (expérience 2 : deux fois, 3a et 4 : trois fois, 3b : cinq fois). Les variables incluses pour chaque test étaient : la latence d'entrée dans la zone du soigneur, le temps passé dans la zone du soigneur ainsi que l'évolution du nombre de vocalisations et du nombre de zones traversées entre les phases 2 et 1 (mesure de l'apaisement suite à l'arrivée du soigneur) ainsi qu'entre les phases 3 et 2 (mesure de la détresse suite au départ du soigneur). Nous

n'avons pris en compte que les axes dont les valeurs propres étaient supérieures à 2, c'est-à-dire expliquant au moins 16,7 % de la variabilité (soit deux variables). Pour l'interprétation des axes, nous n'avons retenu que les variables ayant un vecteur propre supérieur à 0,3.



Légende :

latence = latence d'entrée dans la zone du soigneur

durée = temps passé dans la zone du soigneur

voc = nombre de vocalisations

dépl = nombre de zones traversées

2-1 = valeur en phase 2 – valeur en phase 1

3-2 = valeur en phase 3 – valeur en phase 2

poids = poids de l'animal à sa naissance

tétée = nombre de sessions nécessaires pour apprendre à téter

portée = nombre d'agneaux dans la portée

mère = temps resté avec la mère

Figure c. Corrélations des réponses lors du premier (■) et du deuxième (◆) test ainsi que des variables descriptives (▲) rajoutées à posteriori avec le premier axe de l'ACP (45% de la variabilité).

Un seul axe a été retenu (Figure c). Il a une valeur propre de 5,4 et explique 45% de la variabilité entre agnelles. Les axes suivant représentent moins de 12% de la variabilité (vecteur propre inférieur à 1,4). L'axe retenu est déterminé par la variation des vocalisations entre la troisième et la deuxième phase (test 2 :  $r = 0,37$  ; test 1 : 0,33), la variation des vocalisations entre la deuxième et la première phase lors du test 2 (-0,36), le temps passé près du soigneur (test 1 : 0,34 ; test 2 : 0,34), la latence d'entrée dans la zone du soigneur (test 1 : -0,30 ; test 2 : -0,30). Plus une valeur est élevée sur l'axe et plus l'agneau approche vite le soigneur, reste longtemps près de lui, plus la présence du soigneur induit une forte diminution des vocalisations, et plus son départ induit une forte augmentation des vocalisations. Nous interprétons cet axe comme représentatif de l'affinité pour le soigneur.

## **2.2. Facteurs permettant de différencier les traitements**

Les valeurs moyennes des traitements et de certains facteurs descriptifs des traitements sur l'axe 1 de l'ACP (valeurs transformées en logarithme), ont été comparées à l'aide d'ANOVA associées à la méthode des least square means (lsmeans). Plusieurs analyses ont été réalisées car tous les traitements ne pouvaient pas être inclus pour tester tous les facteurs étudiés.

Malgré une importante variabilité interindividuelle dans chaque traitement, il existe un effet significatif du traitement ( $F(14, 187) = 5,46$  ;  $p < 0,001$ , Figure d). Les traitements correspondant à l'absence de contact humain (« pas homme ») ont les valeurs les plus faibles. On remarque une augmentation quasi constante de la valeur de l'axe 1 de l'ACP, avec une rupture plus importante avant les trois traitements qui ont la valeur la plus élevée.

Les traitements qui ont les valeurs les plus élevées correspondent à des animaux qui ont eu beaucoup de contacts physiques avec leur soigneur soit parce qu'il les attrapait (pour les caresser, leur donner à manger), soit parce que les animaux allaient spontanément à son contact. C'est le cas lorsque le soigneur était présent avant l'alimentation (« présence avant alim ») : nous avons observé une augmentation très rapide de l'attraction pour l'homme dans ce traitement comparé à la « présence après alim » de la même expérience, phénomène que nous n'avons pas observé à nouveau dans la partie 2 du même chapitre avec des traitements similaires. Il faut noter cependant une exception à ce schéma : le traitement « attrape+alim sur homme » qui correspond au biberonnage des animaux directement sur le soigneur, a une valeur négative. Une différence notable de ce traitement par rapport aux traitements dans lesquels les agnelles étaient nourries par le soigneur (« attrape+alim » et « attrape+caresses+alim ») est que le soigneur tenait la source de nourriture (un biberon) à la main alors que dans les autres traitements la source de nourriture (seau à tétines ou biberon) était fixée à une paroi du parc.

Les traitements les plus efficaces associent une durée de traitement élevée (5 min) et une certaine activité du soigneur (capture, caresse, alimentation). Nous avons donc testé plus précisément l'effet de ces deux facteurs.

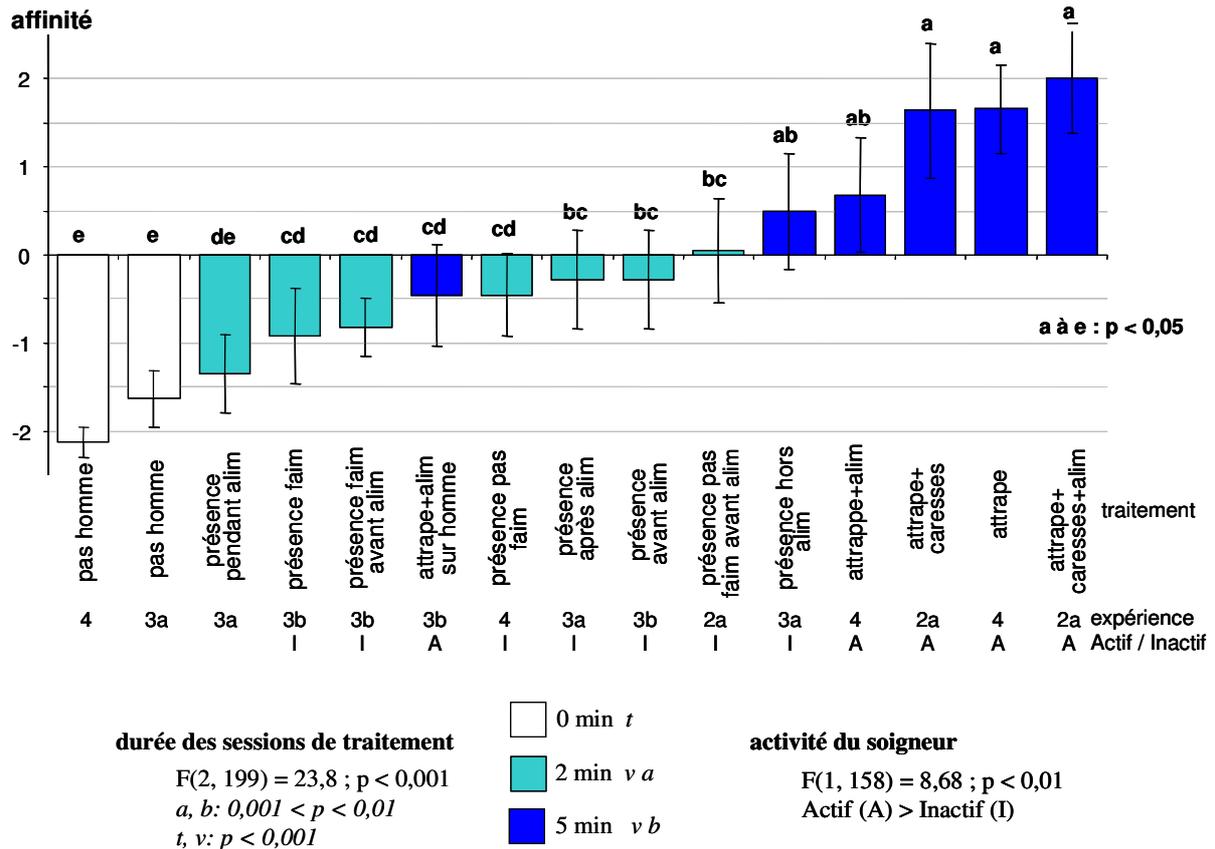


Figure d. Variation de l'affinité (axe 1 de l'ACP) en fonction du traitement reçu par les agnelles

Les agnelles ont été réparties en trois groupes selon le temps que le soigneur avait passé auprès d'elles (0 : absence de contact humain, 2 : présence pendant deux minutes trois fois par jour pendant sept jours consécutifs puis deux jours par semaine, 5 : présence pendant cinq minutes trois fois par jour pendant cinq jours consécutifs puis deux jours par semaine). Une plus forte affinité est associée à une durée de session plus longue ( $F(2, 199) = 23,8 ; p < 0,001$ , Figure d). La présence du soigneur pendant des sessions de 5 min est plus efficace que pendant des sessions de 2 min, elle-même plus efficace que l'absence de contacts humains.

Nous avons également analysé l'effet de l'activité du soigneur en comparant les traitements pour lesquels le soigneur était simplement présent inactif (I) aux traitements où le soigneur attrapait les animaux (parfois pour leur donner à manger ou les caresser, A). Pour cette analyse, les traitements correspondant à l'absence de contact humain ont été exclus, de même que celui correspondant à la présence pendant l'alimentation car il comportait une phase où l'animal était attrapé et une phase de présence inactive. L'analyse montre que la valeur de l'axe 1 est plus élevée lorsque le soigneur est actif que lorsqu'il est inactif ( $F(1,$

158) = 8,68 ;  $p = 0,003$  ; Figure d). Il faut noter que tous les traitements correspondant à un soigneur actif duraient 5 min, alors que six des sept traitements correspondant à un soigneur inactif duraient 2 min.

### **2.3. Influence des variables descriptives sur l'affinité**

Nous avons déterminé les coordonnées de chaque variable descriptive (le poids de l'animal à sa naissance, le nombre de sessions nécessaires pour apprendre à téter, le nombre d'agneaux dans la portée, le temps resté avec la mère) sur l'axe de l'ACP (Figure c).

Il apparaît que ces variables ne sont corrélées avec aucun des deux axes. En moyenne, les agnelles pesaient  $3,8 \text{ kg} \pm 0,5 \text{ kg}$  à leur naissance (minimum : 2,4 kg ; maximum : 5,7 kg), elles faisaient partie de portées de  $2,5 \pm 0,1$  (1 à 4) agneaux, elles sont restées  $11 \text{ h } 50 \text{ min} \pm 20 \text{ min}$  (6 h à 33 h) avec leur mère et le reste de la fratrie, et elles ont appris à téter en  $6,9 \pm 0,2$  (1 à 18) sessions.

## **3. Discussion**

Dans les différentes expériences de cette thèse, nous avons retenu plusieurs variables comportementales pour décrire le comportement des agnelles lors du test d'affinité :

- la latence d'approche du soigneur, mesure de la motivation à approcher,
- le temps passé près du soigneur, mesure de la motivation à rester près du soigneur,
- l'évolution des déplacements et de l'activité vocale, mesures multidimensionnelles de la réponse à la séparation des congénères et à la nouveauté de l'environnement.

Le premier axe de l'ACP montre que 45% de l'activité des agnelles est caractérisée par la latence d'approche, le temps passé près du soigneur et l'activité vocale. Les agnelles qui s'approchent le plus rapidement du soigneur, restent plus longtemps près de lui, ont une diminution plus forte des vocalisations à l'arrivée du soigneur et une augmentation plus forte après son départ. L'arrivée et le départ du soigneur modulent d'autant plus les vocalisations des agnelles qu'elles restent longtemps près de lui. Les vocalisations sont une expression de détresse chez les moutons (Cockram, 2004). La présence du soigneur pourrait donc diminuer la détresse des agnelles qui ont été isolées dans un environnement nouveau. Son départ augmenterait cette détresse.

Les déplacements sont faiblement représentés sur le premier axe de l'ACP. Ce n'est donc pas une variable caractérisant l'affinité. Les déplacements sont une variable multimodale. Ils caractérisent l'activité exploratoire des animaux : les animaux explorateurs se

déplacent beaucoup. Ils peuvent refléter aussi un niveau de détresse des animaux : les moutons stressés sont généralement plus actifs que les moutons non stressés (Cockram, 2004). Cependant, le stress peut être mesuré à la fois par un haut niveau de déplacement et par un haut niveau d'immobilisation (Vandenheede et coll., 1998 ; Beausoleil et coll., 2005). Ainsi, des évènements très stressants comme la mise en présence d'un homme (Romeyer et Bouissou, 1992) ou d'un chien (Beausoleil et coll., 2005), chez des animaux qui n'ont jamais été confrontés à ces stimuli, peuvent induire une immobilité des animaux. Alors, la diminution des déplacements que nous avons observée à l'arrivée du soigneur pourrait refléter à la fois une diminution du stress (chez les agnelles qui n'avaient pas peur du soigneur), ou une augmentation (chez les agnelles qui avaient peur du soigneur). L'interprétation de cette variable est donc à adapter selon le traitement reçu par les agneaux (manipulés ou non). Cette double interprétation possible expliquerait que l'on ne retrouve pas cette variable sur l'axe 1 de l'ACP.

Les expériences précédentes ont tout de même révélé des différences de déplacement selon les traitements reçus par les agnelles (Boivin et coll., 1997 ; 2000 ; 2002). Les déplacements diminuent moins en présence du soigneur et augmentent moins après son départ lorsque le soigneur est familier que lorsqu'il est inconnu (Boivin et coll., 1997). Les déplacements n'évoluent pas lorsque les agneaux n'ont jamais été manipulés alors qu'ils évoluent lorsque les agnelles ont été manipulées (Boivin et coll., 2000 ; 2002). Il faut noter que, dans ces expériences, les agnelles pouvaient passer en moyenne plus de 40 s par minute près du soigneur selon leur traitement. Dans la présente thèse, seule l'expérience du chapitre 4 a permis de différencier les agnelles sur la base de leurs déplacements. Cette expérience a aussi montré un temps passé près du soigneur voisin en moyenne de 40 s par minute pour l'un des traitements. Les déplacements ne pourraient révéler de différences que lorsque l'affinité pour le soigneur est importante dans l'un des traitements. En effet, les agnelles qui passent beaucoup de temps près du soigneur se déplacent très peu.

Certains traitements se sont révélés plus efficaces pour augmenter l'affinité pour le soigneur que d'autres. Il semble que la quantité de contacts avec le soigneur, c'est-à-dire à la fois la durée des sessions de traitements et l'activité du soigneur, soit un facteur influent. Ces résultats seront à confirmer par des expériences contrôlées.

Des sessions de traitements plus longues pourraient faciliter le développement de l'affinité. Ceci n'a jamais été étudié dans le cadre de la relation animal - homme. La simple présence humaine pourrait donc favoriser l'affinité. L'effet d'un simple contact visuel du

soigneur par rapport à l'absence de contact a déjà été rapporté chez les poulets domestiques (Jones, 1993 ; Zulkifli et coll., 2002). Les animaux s'habituent à la présence de l'homme (Jones, 1993). Chez les bovins, la présence d'un homme mobile mais qui n'interagit pas avec les animaux diminue l'agitation lors de contacts ultérieurs (Hemsworth et coll., 1987) et augmente le temps passé par les animaux à son contact (Hemsworth et coll., 1996a).

La durée des sessions est liée à la quantité de contacts visuels avec le soigneur. Elle pourrait également augmenter la quantité de contacts physiques et olfactifs. En effet, plus le soigneur est présent longtemps, plus les agnelles ont de temps pour aller à son contact. Alors, elles pourraient « explorer » plus leur soigneur. Nous ne pouvons vérifier une telle hypothèse avec nos expériences car nous n'avons pas quantifié les contacts avec le soigneur qui était simplement présent pendant 5 min (chapitre 2).

Avec la durée des traitements, la quantité de contacts initiés par le soigneur pourrait être un facteur influent pour l'affinité. Ce sont les traitements dans lesquels le soigneur était actif qui ont donné les plus fortes affinités. L'activité du soigneur peut permettre de moduler la quantité de contacts. Les animaux qui sont maintenus dans les bras du soigneur (chapitres 2 et 4) passent au minimum un tiers du temps à son contact, sans compter les contacts qu'ils initient. Lorsque le soigneur est simplement assis dans le parc, les seuls contacts sont ceux qu'ils initient. Les contacts sont importants chez les ovins et peuvent avoir été insuffisants lorsque le soigneur était passif (chapitre 3). Ces résultats confirment les travaux sur les lapins (Bilko et Altbacker, 2000 ; Pongracz et Altbacker, 2003) qui montrent une diminution de la peur de l'homme chez des lapins régulièrement attrapés par leur soigneur dans le jeune âge par rapport à des lapins n'ayant pas reçu de contacts additionnels. Mais il n'existe pas de comparaison entre un homme passif et un homme actif.

Ces résultats vont dans le sens d'un attachement au soigneur car ils reposent sur la contiguïté entre les individus (Cairns, 1966a). D'après Cairns (1966a) ce ne serait pas tant la qualité des contacts qui importe mais leur quantité. Dans nos résultats, le temps de présence et l'activité du soigneur modulent cette quantité de contacts. L'hypothèse de l'importance de la quantité de contact pourra être testée en modulant la quantité de contacts avec le soigneur par une durée de traitements plus ou moins longue ou même en comparant différents ratios temporels entre des phases d'activité du soigneur et d'inactivité. Quantifier les contacts individuels en élevage reste indispensable.

Enfin, aucune des variables descriptives (poids des agnelles, temps resté avec la mère, nombre d'agneaux dans la fratrie et durée d'apprentissage de la tétée) n'a été reliée à l'affinité. Le fait que nous n'ayons pas contrôlé ses facteurs ne semble donc pas avoir modulé les résultats.

#### 4. Références bibliographiques

Beausoleil, N.J., Stafford, K.J., Mellor, D.J., 2005. Sheep show more aversion to a dog than to a human in an arena test. *Applied Animal Behaviour Science*, 91: 219-232.

Bilko, A., Altbacker, V., 2000. Regular Handling Early in the Nursing Period Eliminates Fear Responses Toward Human Beings in Wild and Domestic Rabbits. *Developmental Psychobiology*, 36: 78-87.

Boivin, X., Boissy, A., Nowak, R., Henry, C., Tournadre, H., Le Neindre, P., 2002. Maternal presence limits the effects of early bottle feeding and petting on lambs' socialisation to the stockperson. *Applied Animal Behaviour Science*, 77: 311-328 .

Boivin, X., Tournadre, H., Le Neindre, P., 2000. Hand-feeding and gentling influence early-weaned lambs' attachment responses to their stockperson . *Journal of Animal Science*, 78: 879-884.

Boivin, X., Nowak, R., Després, G., Tournadre, H., Le Neindre, P., 1997. Discrimination between shepherds by lambs reared under artificial conditions. *Journal of Animal Science*, 75: 2892-2898.

Cairns, R.B., 1966. Attachment behavior of mammals. *Psychological Review*, 73: 409-426 .

Cockram, M.S., 2004. A Review of Behavioural and Physiological Responses of Sheep to Stressors to Identify Potential Behavioural Signs of Distress. *Animal Welfare*, 13: 283-291.

Hemsworth, P.H., Hansen, C., Barnett, J.L., 1987. The effects of human presence at the time of calving of primiparous cows on their subsequent behavioural response to milking. *Applied Animal Behaviour Science* , 18: 247-255.

Hemsworth, P.H., Price, E.O., Borgwardt, R., 1996. Behavioural responses of domestic pigs and cattle to humans and novel stimuli. *Applied Animal Behaviour Science*, 50: 43-56.

Jones, R.B., 1993. Reduction of the domestic chick's fear of human beings by regular handling and related treatments. *Animal Behaviour*, 46: 991-998.

Pongracz, P., Altbacker, V., 2003. Arousal, but not nursing, is necessary to elicit a decreased fear reaction toward humans in rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) pups. *Developmental Psychobiology*, 43: 192-9.

Romeyer, A., Bouissou, M.F. Assessment of fear reactions in domestic sheep, and influence of breed and rearing conditions. *Applied Animal Behaviour Science* 34, 93-119. 1992.

Vandenheede, M., Bouissou, M.F., Picard, M., 1998. Interpretation of behavioural reactions of sheep towards fear-eliciting situations. *Applied Animal Behaviour Science*, 58: 293-310.

Zulkifli, I., Gilbert, J., Liew, P.K., Ginsos, J., 2002. The effects of regular visual contact with human beings on fear, stress, antibody and growth responses in broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 79: 103-112.



A decorative rectangular frame with double lines and ornate corner flourishes.

# **DISCUSSION GENERALE**



Le soigneur fait partie intégrante du monde relationnel des animaux d'élevage. En tant qu'élément récurrent de l'environnement des animaux, il participe à leur état de bien/mal-être. Certains animaux comme ceux qui sont élevés en allaitement artificiel (séparés très tôt de leur mère pour recevoir une alimentation lactée) développent une forte affinité pour leur soigneur ; ainsi ils peuvent passer plus de deux tiers du temps près de lui dans un test comportemental (bovins : Krohn et coll., 2001 ; ovins : Boivin et coll., 2002). Plusieurs mécanismes pourraient sous-tendre cette affinité, chacun étant associé à des propriétés particulières du soigneur et donc à une perception particulière du soigneur. Connaître quel(s) mécanisme(s) est(ont) la base de l'affinité est un moyen de déterminer comment établir rapidement et durablement une affinité pour le soigneur dans un objectif d'amélioration du bien-être animal et des conditions de travail des soigneurs. Plus généralement, cette thèse peut aussi contribuer à comprendre comment les animaux développent leur monde relationnel.

Nous avons cherché à déterminer les mécanismes comportementaux conduisant au développement de l'affinité des agneaux d'allaitement artificiel pour leur soigneur. L'hypothèse d'un attachement, relation affective qui module les réponses émotionnelles des animaux (Cassidy, 1999), a été confrontée à celle d'un conditionnement, association du soigneur à un renforçateur positif, sans pour autant considérer les deux mécanismes comme exclusifs. Nous avons focalisé notre recherche sur le rôle renforçateur de l'alimentation car l'alimentation est un facteur très fréquemment utilisé dans le but de favoriser le développement d'une affinité pour le soigneur (Boivin et coll., 2003). Son rôle exact n'est cependant pas connu. Pour différencier ces mécanismes, plusieurs hypothèses concernant le développement et l'expression de l'affinité pour le soigneur ont été émises et testées (Figures 9 et 10). Ces hypothèses assimilent le besoin d'association du soigneur à un renforçateur (comme l'alimentation) et la recherche de récompense au contact du soigneur à un conditionnement. Par contre, l'attachement est vu comme ne nécessitant pas l'association du soigneur à un renforçateur externe et comme induisant des réponses de détresse suite à une séparation du soigneur. Chez les ovins, la détresse se manifeste généralement par une agitation locomotrice, une augmentation des vocalisations, de la fréquence cardiaque et du taux de cortisol (Cockram, 2004). Deux tests comportementaux ont été utilisés pour tester nos hypothèses. Le « test d'affinité » consistait à observer la réponse des agneaux à l'arrivée et au départ du soigneur après une phase d'isolement social. L'affinité a été mesurée lorsque les agneaux étaient isolés afin de pouvoir déterminer si le soigneur pouvait compenser la détresse de la séparation sociale en référence à l'attachement. Le « test d'exploration » consistait à observer l'exploration d'objets et la réponse à un événement soudain et nouveau en présence

du soigneur. Ceci avait pour but de tester l'utilisation du soigneur comme une base de sécurité, en référence à l'attachement (Ainsworth, 1979).

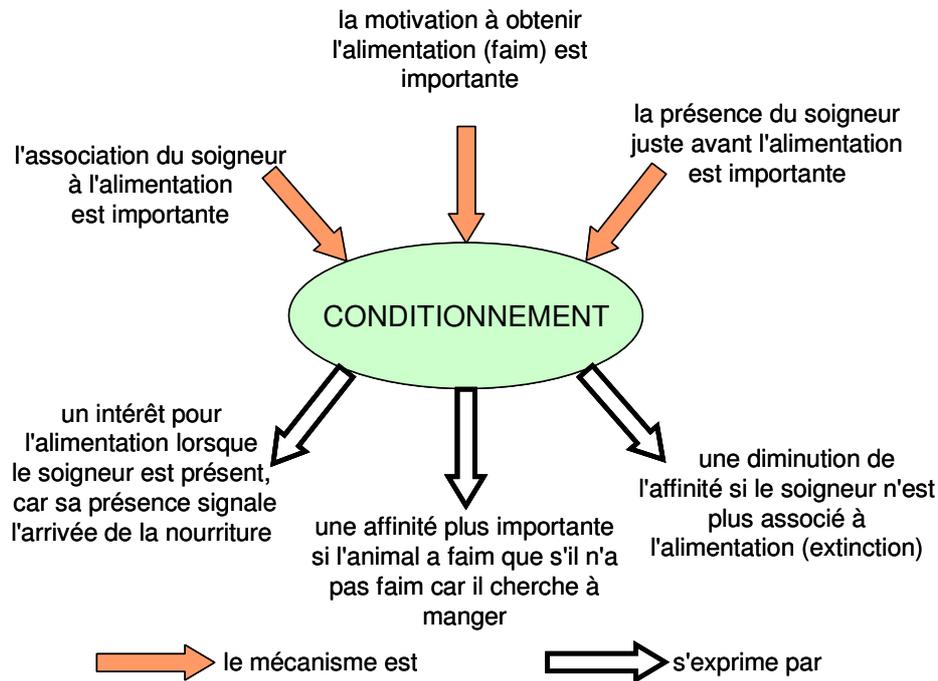


Figure 9. Hypothèses testées concernant l'établissement et l'expression d'une affinité pour le soigneur fondée sur un conditionnement alimentaire

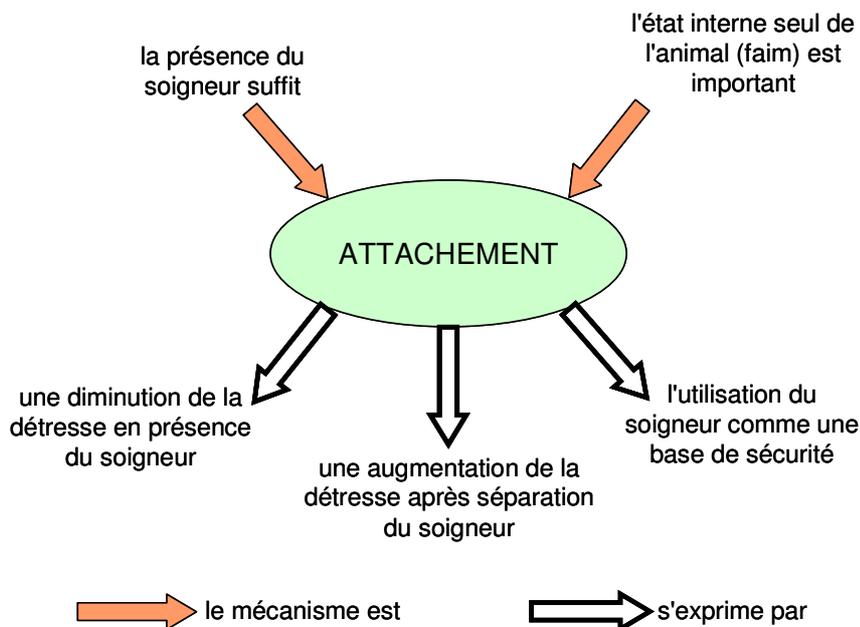


Figure 10. Hypothèses testées concernant l'établissement et l'expression d'une affinité pour le soigneur fondée sur un attachement

La discussion qui suit est structurée en cinq parties. Dans la première partie, nous rappellerons les principaux résultats obtenus. Dans la deuxième partie, nous discuterons des méthodes utilisées, notamment de leur validité pour répondre aux questions posées. Dans la troisième partie, nous discuterons de l'implication du conditionnement avec renforcement alimentaire dans le développement de l'affinité pour le soigneur et dans la quatrième partie de l'implication du mécanisme d'attachement. Les conclusions seront présentées sous la forme d'un schéma dans la cinquième partie. Dans la sixième partie, nous présenterons les implications théoriques et pratiques de ce travail. Finalement, la septième partie sera consacrée aux perspectives de recherche.

## 1. Principaux résultats de la thèse

Tous les traitements mis en place dans cette thèse sont décrits (procédure, résultats) dans le tableau 2. Les facteurs de variations des traitements sont notamment la durée des sessions (unitaire et totale), la motivation alimentaire des agneaux, l'activité du soigneur et la méthode de distribution alimentaire. L'influence de ces facteurs sur la quantité de contacts avec le soigneur en élevage et l'affinité en test est décrite dans ce tableau. Dans le « test d'affinité », les agneaux les plus motivés à être près de leur soigneur (latence d'approche faible) maintenaient plus longtemps le contact avec lui (temps passé près du soigneur élevé) que les agneaux moins motivés. Ils vocalisaient moins en sa présence que lorsqu'ils étaient seuls avant et après le départ du soigneur (chapitre 5). Les déplacements dans le parc de test ne sont pas apparus comme un critère caractérisant la réponse au soigneur (chapitre 5) ; ils ont rarement permis de différencier les traitements d'une même expérience. Dans ce test, nous avons également montré que les réponses individuelles d'agneaux auparavant nourris et caressés par leur soigneur sont répétables de l'âge de 3 semaines à l'âge de 10 semaines, soit deux semaines après sevrage (chapitre 1 partie 1).

Les résultats des différentes expériences montrent que la simple présence (chapitre 3), le maintien dans les bras du soigneur associé (chapitre 2) ou non (chapitre 4) à des contacts tactiles doux (caresses) peuvent permettre le développement d'une affinité au moins aussi importante que le fait de signaler l'arrivée de l'alimentation (chapitre 3) ou de donner à manger aux animaux (chapitre 2, chapitre 3 partie 1, chapitre 4). Par ailleurs, les résultats obtenus dans différentes conditions lors du « test d'affinité » (mise à jeun, présence du seau de lait) n'étayaient pas l'hypothèse d'un conditionnement sans toutefois permettre de la réfuter. En effet, une période de jeûne de 5 h n'a jamais permis de moduler l'affinité quelle que soit l'expérience réalisée. De même, la présence du soigneur qui avait donné le lait aux agneaux en les caressant au cours des trois semaines de traitement (chapitre 2) n'a pas favorisé la prise alimentaire lors du test. La situation de test n'est donc pas une situation alimentaire et l'affinité exprimée dans le « test d'affinité » n'est pas l'expression d'un conditionnement alimentaire (soigneur associé à la distribution de nourriture).

Tableau 2. Description des traitements expérimentaux analysés dans cette thèse et de leurs effets sur certaines réponses en présence du soigneur

description traitements	chapitre		partie du chapitre le cas échéant		durée d'une session (min)		nombre de jours consécutifs		lait supprimé 1h avant les sessions de traitement (oui / non)		soigneur actif (oui / non)		méthode de distribution alimentaire par le soigneur		proportion moyenne de contacts lors des traitements (%) lorsqu'elle a été mesurée		affinité (classement d'après la méta analyse, 1=la plus élevée)	
attrape + caresses + alim	2				5	5			oui	oui			seau 3 tétines					1
attrape	4				5	5			oui	oui				25 ±3				2
attrape + caresses	2				5	5			non	oui								3
attrape + alim	4				5	5			oui	oui			biberon fixé au mur	19 ±2				4
présence hors alim	2				5	5			non	non								5
présence pas faim avant alim	3	2	2		2	7			non	non				30 ±10				6
présence avant alim	3	1	2		2	7			oui	non				46 ±16				7
présence après alim	3	1	2		2	7			non	non				35 ±6				8
présence pas faim	3	2	2		2	7			non	non				34 ±2				9
attrape + alim sur soigneur	4				5	5			oui	oui			biberon sur soigneur	54 ±2				10
présence faim avant alim	3	2	2		2	7			oui	non				47 ±6				11
présence faim	3	2	2		2	7			oui	non				49 ±5				12
présence pendant alim	3	1	2		2	7			oui	o/n			seau 3 tétines	11 ±6				13
pas homme	3	1	0		0	0								0				14
pas homme	4				0	0								0				15

Cependant, la présence du soigneur juste avant la distribution alimentaire (chapitre 3 partie 1) peut permettre d'accélérer la recherche du contact du soigneur au moment des traitements expérimentaux par rapport à la présence 20 minutes après la distribution. Ceci va dans le sens d'un effet au moins favorisant du conditionnement alimentaire dans le développement de la relation. Le fait que le soigneur donne directement à manger via un biberon induit une augmentation de la quantité totale de contacts avec le soigneur par rapport à la restriction dans les bras du soigneur (chapitre 5). On mesure également une augmentation des contacts lorsque les animaux ont été privés de lait pendant une heure avant la présence du soigneur par opposition à des agneaux non privés (chapitre 3 partie 2). Les résultats de la méta analyse (chapitre 5), même s'ils n'ont pas la même valeur qu'une expérience contrôlée, suggèrent que la quantité de contacts est un élément important dans le déterminisme de l'affinité (augmentée par un temps de présence plus long ou par le fait que le soigneur est actif pour attraper, caresser... les agneaux).

Les agneaux, selon le traitement dont ils font partie, peuvent exprimer des comportements d'attachement tels que la recherche du contact, une diminution des expressions de détresse due à l'isolement en sa présence (comportement et fréquence cardiaque) et une augmentation des expressions du stress (comportement) après son départ. Ces comportements ne semblent pas liés à un conditionnement alimentaire (cf ci-dessus). Seule l'expérience du chapitre 5 suggère que les agneaux pourraient utiliser leur soigneur comme une base de sécurité, propriété décrite dans la théorie de l'attachement (Ainsworth, 1979).

Alors que le conditionnement alimentaire n'est pas indispensable au développement de l'affinité pour le soigneur, les contacts humains peuvent conduire à l'expression de comportements d'attachement au soigneur. L'affinité semble liée à la quantité de contacts entre les agneaux et leur soigneur.

## 2. Réflexions sur les méthodes utilisées

### 2.1. Le test d'affinité

Ce test est l'outil central de la thèse. Il a été développé par Boivin et coll. en 1997 afin de mesurer la recherche du contact du soigneur mais aussi les conséquences de sa présence sur les réponses émotionnelles des agneaux. L'objectif était de déterminer si le soigneur pouvait compenser la détresse due à la séparation des congénères.

Les réponses observées en présence du soigneur familial sont **spécifiques** de ce soigneur. En effet, les agneaux ne répondent pas à un soigneur inconnu comme au soigneur familial (Boivin et coll., 1997 ; Breton, 2001). Les résultats de cette thèse confirment que le test est **sensible** au type de contacts reçus par les agneaux. Les agneaux qui n'ont jamais été en contact avec un soigneur d'apparence humaine (par opposition au soigneur camouflé) ont des réponses différentes de ceux qui ont été en contact régulier avec un soigneur d'apparence humaine (chapitre 1 partie 2, chapitre 3 partie 1, chapitre 4 ainsi que Boivin et coll., 1997 ; 2000 par exemple). Des agneaux ayant reçu des contacts physiques initiés par le soigneur (caresses) répondent différemment de ceux qui n'ont pas reçu de tels contacts physiques (soigneur présent immobile).

Les études précédentes ont montré que ce test pouvait révéler une persistance de différences entre des types de contacts humains au moins jusqu'à 13 semaines (Boivin et coll., 2000). Cette persistance montre la potentielle **durabilité** de la relation établie entre les agneaux et leur soigneur. C'est la première fois, cependant, que la **répétabilité individuelle**, entre trois et dix semaines, a été testée et montrée (chapitre 1 partie 1). La répétabilité suggère, comme cela a été discuté dans le chapitre 1 (p55), que la réponse au soigneur est un trait de comportement qui pourrait être construit et détecté précocement. Aussi, il serait envisageable de sélectionner des agneaux sur ce trait dès leur plus jeune âge. Par ailleurs, la répétabilité des réponses appuie le fait que nous caractérisons bien une relation inter-individuelle et non un phénomène aléatoire non reproductible. En effet, une relation inter-individuelle est prévisible (Scott, 1981).

D'autres résultats vont aussi dans le sens d'une validité du test pour **mesurer l'affinité** pour le soigneur. Les agneaux qui passaient le plus de temps au contact du soigneur n'étaient pas plus actifs que les autres. Les agneaux qui avaient faim au moment des tests se déplaçaient plus que ce qui n'avaient pas faim. Pour autant, ils n'étaient pas plus tôt au

contact du soigneur et ne restaient pas plus longtemps près de lui. Ceci tend à montrer que le temps passé près du soigneur ne reflète pas simplement une agitation locomotrice. La faible différence de moyenne observée pourrait aussi expliquer ce dernier résultat.

L'augmentation des vocalisations, expression de détresse (Cockram, 2004), après le départ du soigneur va également dans le sens d'une validité du test. En effet, cette augmentation n'était observée que pour les agneaux qui avaient reçu des contacts humains, pas pour les agneaux non manipulés. Elle n'a pas non plus été observée lorsque nous avons introduit des photographies à la place du soigneur. Cette augmentation semble donc bien liée au soigneur et à sa spécificité. Il n'en est pas de même pour la diminution des vocalisations observée suite à l'arrivée du soigneur. En effet, cette diminution est observée que les agneaux aient reçu ou non des contacts humains et pas toujours de façon différentielle entre les traitements. Elle est aussi observée en présence de photographies d'objets. Cependant, la présence du soigneur induit une diminution de la fréquence cardiaque chez les agneaux manipulés mais pas chez les agneaux non manipulés. Les données comportementales seules ne seraient pas suffisantes pour révéler les différences entre les traitements (discussion Article 2). Le même type de test, constitué d'une phase d'isolement, d'une phase de mise en présence d'un stimulus et d'une phase de séparation, a été utilisé avec des chiots (Pettijohn et coll., 1977). Il montre le même pattern de réponses que celui que nous avons observé (diminution des vocalisations en présence du stimulus et augmentation lorsque le stimulus disparaît) que le stimulus soit un homme ou la mère des chiots (Pettijohn et coll., 1977). Si le stimulus est un objet, la diminution des vocalisations est beaucoup plus faible (Pettijohn et coll., 1977). Ces résultats valident l'utilisation d'une telle procédure en trois phases pour évaluer la valeur émotionnelle d'un stimulus.

Les réponses sont donc bien le reflet d'une relation agneau – soigneur.

Une ACP (chapitre 5) nous a permis de déterminer les **variables exprimant l'affinité** pour le soigneur. Un temps élevé passé près du soigneur est associé à une approche rapide du soigneur, une forte diminution des vocalisations entre la deuxième et la première phase du test et une forte augmentation entre la deuxième et la troisième phase. Les agneaux exprimant de hauts niveaux d'attraction pour le soigneur et d'apaisement/détresse sont considérés comme ayant développés une forte affinité pour le soigneur.

Les déplacements ne sont pas représentatifs de l'affinité. C'est vraisemblablement pour cela qu'ils n'ont pas toujours évolué différemment entre nos traitements expérimentaux. Les expériences précédentes ont tout de même révélées des différences de déplacements selon

les traitements reçus par les agneaux (Boivin et coll., 1997 ; 2000 ; 2002), de même que l'expérience du chapitre 4. Il faut noter que ces expériences ont mis en évidence de fortes affinités pour le soigneur (en moyenne plus de 40 s passées près du soigneur par minute). Ceci pourrait expliquer que les déplacements ont pu se révéler différents selon les traitements, les agneaux étant fortement motivés à être près de leur soigneur et pouvant se déplacer pour rechercher sa présence.

Durant les expériences des chapitres 3 et 4, nous avons noté que les agneaux approchaient peu le soigneur (effectif et durée) lorsqu'ils étaient exposés pour la **première fois** aux conditions de test. Face à ce problème, nous avons adapté le déroulement de nos expériences en rajoutant des tests. Certaines expériences avaient déjà montré un effet de la familiarité de la situation de test sur la réponse des animaux à leur soigneur (Boivin et coll., 1998b ; Jago et coll., 1999). Ce résultat peut s'expliquer par les conditions stressantes auxquelles étaient soumises les agneaux. C'est la première fois qu'ils étaient séparés de leurs compagnons ce qui est plus stressant qu'une nième séparation (Orgeur et coll., 1998). C'est aussi la première fois qu'ils subissaient un transport. Le transport dans un véhicule motorisé est une situation très stressante car elle induit un confinement dans un environnement nouveau, des vibrations...(Fazio et Ferlazzo, 2003). De telles perturbations étaient également subies par nos agneaux. L'environnement de test était totalement nouveau pour ces animaux restés trois semaines dans leur parc d'élevage : un grand parc, un sol cimenté, une luminosité importante, une température légèrement plus élevée que dans le bâtiment d'élevage, des odeurs différentes dues à l'élevage sur caillebotis dans la pièce voisine du parc de test... Toutes ces conditions étant nouvelles pour les animaux, elles étaient potentiellement stressantes. Le simple fait de rajouter une odeur familière dans un environnement nouveau, par exemple, peut rassurer des poussins et augmenter l'exploration de l'environnement (Jones et coll., 2002). Lors des tests des expériences des chapitres 1 et 2 qui ont été réalisées dans le bâtiment d'élevage, nous n'avons pas observé de tels effets, ce qui montre l'importance du bâtiment de test lui-même. Nous avons ensuite changé de bâtiment pour les tests car les agneaux mis à jeun dans l'expérience du chapitre 2 bêlaient dans leur parc d'élevage ce qui pouvait influencer le comportement des agneaux testés. Nous n'avons cependant pas eu l'impression que les agneaux testés répondaient à ces vocalisations. De plus, nous avons observé des différences de vocalisations entre les traitements ce qui montre qu'elles ne correspondaient pas (ou pas seulement) à des interactions entre animaux. Ces vocalisations provenaient vraisemblablement de la mise à jeun des animaux car elles n'avaient pas été

observées lors des expériences précédentes réalisées dans l'équipe ACS avec des animaux nourris *ad libitum*.

Pour pallier à cet effet de la nouveauté, certains auteurs ont familiarisé les animaux à l'environnement de test pendant plusieurs heures (Krohn et coll., 2001) ou jours (Boivin et coll., 1998b ; Viérin et Bouissou, 2003). A l'avenir, il sera important de considérer ce facteur nouveauté et de procéder aussi à une période de familiarisation à l'environnement.

Dans cette thèse, le test a été adapté de deux façons : pour tester l'effet d'une période de jeûne sur les réponses et pour mesurer l'utilisation d'un seau de lait dans le parc. Ces modifications nous ont permis de tester nos hypothèses sur le conditionnement (Figure 9) : la motivation à obtenir la récompense alimentaire module-t-elle l'attraction pour le soigneur ? les agneaux utilisent-ils une source de nourriture en présence du soigneur ? D'autres **adaptations** seraient **envisageables** pour mieux comprendre la perception du soigneur, sa valeur émotionnelle :

- le soigneur est-il d'autant plus attractif que l'isolement a été long et donc stressant ? ou que la situation est rendue plus stressante (bruits, objets effrayants...) ? Si les animaux sont apaisés en présence du soigneur, ils devraient l'être encore plus si la situation est plus stressante ;
- la réponse à la séparation est-elle d'autant plus importante que la deuxième phase a été longue ? si les agneaux ont pu être apaisés par la présence du soigneur, sur une durée importante la séparation pourrait être plus perturbante ;
- si le soigneur est présent dans le parc dès la première phase, cela suffit-il à minimiser les réponses à la séparation/nouveauté ? parce que le soigneur serait apaisant ;
- les réponses de détresse suivent-elles le même pattern (diminution en présence du soigneur puis augmentation après son départ) lorsque ce sont les congénères qui sont présents dans la deuxième phase, comme chez les chiens (Pettijohn et coll., 1977) ? ce qui nous permettrait de préciser si le soigneur peut avoir la même valeur (ou des propriétés proches) que les congénères. Ce genre de test nécessiterait le confinement des agneaux stimuli pour éviter qu'ils se déplacent dans le parc. Le fait qu'ils soient deux (puisque nos agneaux étaient élevés par trois) pourrait prévenir d'éventuelles vocalisations d'appel de l'agneau testé.

... Autant de questions qui restent à explorer.

## **2.2. Le test d'exploration**

Le test d'exploration a été développé dans le cadre de cette thèse afin de tester à la fois la réponse à la **nouveauté** (environnement et objet nouveau), comme indicateur de la réactivité générale des agneaux, et l'utilisation du soigneur comme une **base de sécurité** par les agneaux. Il se déroule en deux parties : une première partie pour mesurer l'exploration en l'absence du soigneur et une seconde partie pour mesurer la propension de l'agneau à explorer en présence de son soigneur. La seconde partie est elle-même divisée en trois phases : l'animal reste confiné avec son soigneur puis est libre d'explorer le parc contenant l'objet devenu connu et un objet nouveau, et enfin est soumis à un évènement soudain nouveau. Ces deux dernières phases nous permettent de tester l'utilisation du soigneur comme une base de sécurité pour explorer l'environnement. En théorie, le sujet va tout d'abord chercher le contact de sa figure d'attachement avant d'explorer les stimuli effrayants (Harlow, 1959).

Le test se base en partie sur un test utilisé chez les rats pour évaluer leur exploration différentielle entre un objet connu et un objet inconnu (Mumby, 2001). Il se base aussi sur les tests de Harlow (décrits en 1961) qui confrontait des animaux à la présence d'objets effrayants et pouvant être mobiles. Des précautions méthodologiques importantes ont été prises. Le test contient seulement trois phases, contrairement au test de la « situation étrange » de Ainsworth utilisé chez les humains (par exemple, Ainsworth et Bell, 1970) et adapté chez les chiens (Topal et coll., 1998 ; Prato-Previde et coll., 2003 ; Palestini et coll., 2005). Le test de Ainsworth a pour inconvénient d'enchaîner de nombreuses phases sachant que l'état de l'individu dans une phase peut influencer sa réponse dans les phases ultérieures (Pierrehumbert, 1992). Le soigneur n'étant pas présent en permanence avec les agneaux, nous n'avons mis les agneaux en présence des deux objets qu'après les avoir laissés avec leur soigneur pendant quelques minutes. Nous avons utilisé un parc de forme carrée ce qui a l'avantage de laisser un coin vide où les agneaux pouvaient éventuellement se réfugier.

Comme nous l'avons discuté dans les chapitres présentant les expériences de cette thèse et comme cela sera repris plus tard (page 250), ce test nous a permis de montrer que différentes qualités de contacts avec le soigneur ne modulaient pas la réaction à la nouveauté. Le soigneur n'est donc pas seulement un enrichissement de l'environnement. En effet, l'enrichissement du milieu diminue la réactivité générale des moutons (Vandenhede et Bouissou, 1998) et de nombreuses autres espèces (pour revue Newberry, 1995).

Ce test ne nous a pas permis de mettre en évidence d'exploration différentielle en présence du soigneur selon le traitement dans lequel étaient les agneaux, y compris de différence entre des agneaux manipulés et des non manipulés. Il n'est pas exclu que cette absence de résultat puisse être due à notre méthodologie.

La première phase du test avait pour but de réunir l'agneau et son soigneur puisqu'ils ne vivent pas en permanence ensemble. Dans le cadre de la relation jeune - mère les individus sont en permanence ensemble et cette phase de réunion est inutile. Ainsi, au moment où les animaux étaient face aux objets, nous pensions que leur « besoin » de contact serait faible et qu'ils seraient plus enclins à explorer leur environnement que s'il n'y avait pas cette phase. La latence pour sortir de la zone du soigneur était effectivement très faible mais les agneaux revenaient près du soigneur. Le temps total passé près du soigneur était dépendant du traitement dans l'expérience testant l'importance de l'association temporelle du soigneur et de la distribution alimentaire (chapitre 3). Pour pallier à cela, nous avons augmenté le temps de mise en présence du soigneur dans la case d'attente dans l'expérience suivante testant l'importance de la méthode de distribution alimentaire (chapitre 4). Nous n'avons alors pas montré de temps de contact différent entre les traitements d'animaux manipulés alors que ces différences existaient dans le « test d'affinité ». Les agneaux ont donc besoin d'un temps de contact humain important (5 min) dans cette situation où ils sont séparés de leurs compagnons avec lesquels ils sont élevés en permanence.

Les agneaux n'ont été confrontés à l'objet dit « connu » qu'une seule fois pendant cinq minutes et l'ont exploré environ une minute dans les deux expériences. Dans l'expérience du chapitre 4, il n'est pas évident que les agneaux se souvenaient de l'objet connu car ils ne l'ont pas moins exploré que l'objet inconnu. Dans l'expérience du chapitre 3, au contraire, ils ont plus exploré l'objet inconnu que l'objet connu. Les moutons peuvent mémoriser des faces de moutons (Kendrick, 2001) ou la localisation de la nourriture (Dumont et Petit, 1998) lors d'apprentissages qui nécessitent la répétition d'un même évènement. Cependant, les capacités de mémorisation d'une tâche non répétée sont mal connues. Nous avons facilité la mémorisation en plaçant l'objet exactement dans les mêmes conditions pour les deux parties du test, mais cela a pu être insuffisant, au moins dans l'expérience du chapitre 4.

Dans la troisième phase du test en présence du soigneur, nous avons fait tomber soudainement un ballon afin de mesurer la **recherche du contact du soigneur suite à un évènement potentiellement effrayant**. Nous avons montré des différences de traitements dans cette phase pour la dernière expérience, mais pas pour l'expérience du chapitre 3 partie

1. Ces résultats, aussi bien l'absence de différence que les différences, peuvent être attribués à la méthodologie utilisée.

Nous n'avons pas contrôlé l'attention de l'animal au moment de la chute du ballon comme l'ont fait par exemple Désiré et al (2004) pour tester la perception de la soudaineté par les agneaux. Nous ne voulions pas biaiser l'exploration des objets. Pour nos analyses, nous avons donc dû exclure les agneaux qui étaient près de leur soigneur. Ce qui s'était passé dans la phase précédente pouvait influencer les réponses dans le chapitre 3. Si les agneaux attachés au soigneur passaient déjà plus de temps près de lui que les autres, une différence de temps de contact ou de latence pouvait être la continuité de ce besoin de contact plus important. L'évènement en lui-même a pu aussi ne pas être suffisamment effrayant pour les agneaux. Les agneaux étaient en effet habitués à voir tomber la paille dans leur parc d'élevage car nous la jetions au-dessus d'eux afin de diminuer les interventions dans les parcs.

Pour diminuer ces inconvénients lors de futures expériences, il serait nécessaire d'augmenter le temps de contact avec l'objet connu. Ceci pourrait être fait en augmentant la durée de cette partie du test ou en la répétant plusieurs fois. Rapprocher les deux parties du test pourrait aussi diminuer l'oubli potentiel. L'évènement anxiogène devra se distinguer de pratiques courantes en élevage et plutôt apparaître comme une sorte de boîte au diable (Figure 11) camouflée dans l'un des objets. Pour être sûr que les agneaux soient près de l'objet lors de l'apparition soudaine, le mécanisme pourrait être activé à distance ou par l'animal lui-même (par son comportement lorsqu'il franchirait une certaine ligne fictive tracée par des cellules photoélectriques...).

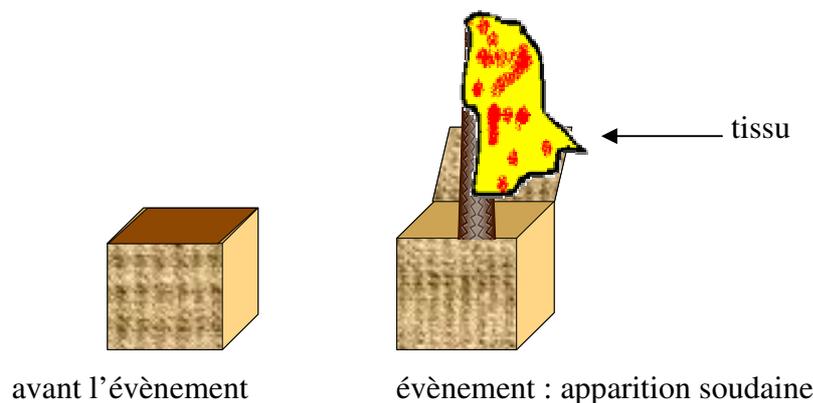


Figure 11 Exemple d'évènement anxiogène

En conclusion, le « test d'affinité » est répétable, sensible et semble bien mesurer l'affinité. Une affinité plus importante s'exprime par une latence d'approche plus rapide, un temps de contact plus long, une plus forte variation des vocalisations suite à l'arrivée et au départ du soigneur. La validité du « test d'exploration » reste incertaine et des améliorations devront être apportées pour tester l'utilisation du soigneur comme une base de sécurité

### 3. Rôle de l'association du soigneur à la distribution alimentaire dans le développement de l'affinité : le conditionnement alimentaire

Dans cette thèse, l'alimentation a été utilisée comme renforçateur (stimulus inconditionnel) potentiel de l'affinité dans le cadre d'un conditionnement. L'hypothèse d'un conditionnement alimentaire est parfois avancée dans la littérature (De Passillé et coll., 1996 ; Hemsworth et coll., 1996b ; Lensink et coll., 2000b). Nous avons utilisé deux paradigmes de conditionnement correspondant à la présence du soigneur avant ou pendant la distribution alimentaire. Les conséquences de ces deux paradigmes sur la relation agneau – soigneur sont discutées ci-après.

#### 3.1. Lorsque le soigneur annonce la distribution alimentaire

La présence du soigneur avant la distribution alimentaire a induit une **augmentation plus rapide des contacts avec le soigneur** que la présence après la distribution (chapitre 3 partie 1). Cette association temporelle correspond à un paradigme de conditionnement (Manning et Dawkins, 1998a p271). Le paradigme utilisé impliquait à la fois une association temporelle particulière avec le soigneur, et une privation de nourriture avant l'arrivée du soigneur. Cette privation avait pour but de faciliter l'apprentissage de la tétée en augmentant la motivation alimentaire des agneaux. Dans la partie 2 du chapitre, nous avons montré que la motivation alimentaire peut effectivement augmenter les contacts avec le soigneur, mais nous n'avons pas retrouvé d'augmentation plus rapide de la quantité de contacts comme dans la partie 1. La faim en elle-même, même si elle peut expliquer en partie les résultats, n'est pas la seule explication. Le conditionnement alimentaire pourrait expliquer ces résultats. En effet, nous avons utilisé un paradigme de conditionnement alimentaire : présence du soigneur (stimulus conditionnel) avant la distribution alimentaire (stimulus inconditionnel). De plus, la courbe d'évolution des contacts avec le soigneur pendant les traitements pourrait s'expliquer en terme d'apprentissage. Sa forme est similaire à une courbe d'acquisition de la réponse conditionnée (Pearce, 1997). Les agneaux semblent donc avoir appris que la présence du soigneur précédait systématiquement la distribution alimentaire par un conditionnement. Alors, ce soigneur (ou stimulus conditionnel) pourrait être devenu un signal de la distribution de l'alimentation (Pearce, 1997). Ce conditionnement serait appris très vite puisque dès la deuxième session de traitement les contacts étaient plus nombreux dans le paradigme de conditionnement. Ceci s'explique certainement par la haute valeur de récompense du lait chez des animaux qui ne sont pas encore autonomes pour se nourrir.

L'**augmentation** n'est cependant que **passagère** : il n'y a plus de différence de contacts entre la présence après la distribution alimentaire et le paradigme de conditionnement alimentaire dès le cinquième jour de traitement et pas de différences lors des tests. Le conditionnement alimentaire ne ferait qu'accélérer un mécanisme qui lui-même serait à la base du développement de l'affinité comme l'attachement par exemple (pour plus de détails, voir la discussion de l'article 4 p115). Cette hypothèse est étayée par l'absence d'augmentation de l'affinité lorsque les agneaux ont été privés de nourriture avant le test et l'absence d'extinction après cinq tests où le soigneur n'était pas associé à l'alimentation (chapitre 3 partie 2). Tester l'affinité avant le cinquième jour aurait peut-être permis de révéler des différences. Cela pourrait signifier que le moment auquel la réponse au soigneur est testée est important et expliquer pourquoi certaines expériences de la littérature ont révélé des différences (Hemsworth et coll., 1996b ; Jago et coll., 1999 ; Boivin et coll., 2000).

Pourtant, cette augmentation de la recherche du contact du soigneur lors des premières sessions de traitement n'a pas été retrouvée dans la seconde expérience du chapitre 3 qui testait les effets de la motivation alimentaire, de la présence juste avant la distribution alimentaire et de leur interaction. Dans cette expérience, nous n'avons pas trouvé d'évolution différentielle des contacts selon l'association temporelle ou non du soigneur à l'alimentation. Il semble que ces animaux n'aient pas appris qu'il existait une association entre le soigneur et la distribution alimentaire (discussion de l'article 5, p131). Des problèmes méthodologiques, que nous ne maîtrisons pas à l'heure actuelle, ont pu être à l'origine d'un tel résultat. Cela suggère que le conditionnement alimentaire n'est pas un moyen infaillible pour accélérer le développement d'une affinité pour le soigneur.

### **3.2. Lorsque le soigneur nourrit les agneaux (présence pendant la distribution alimentaire)**

Si le soigneur tient un biberon dans ses mains (chapitre 4), la proportion de contacts que les agneaux initient avec lui pendant les traitements est élevée. Au contraire, si le récipient qui contient le lait (seau : chapitres 2 et 3 parties 1, biberon : chapitre 4, figure 12) est posé contre une paroi du parc, les agneaux initient peu d'interactions avec le soigneur. La méthode de distribution alimentaire détournerait les agneaux vers la source de nourriture, ce qui diminuerait l'attrait du soigneur (discussion de l'article 6 p194).



Figure 12. Biberon posé contre les parois du parc d'élevage

A trois semaines, aucun traitement n'est plus efficace dans le « test d'affinité » que le témoin manipulé sans alimentation auquel il est comparé. Dans ce test, l'alimentation avec un biberon (qu'il soit tenu par le soigneur ou fixé à une paroi du parc, chapitre 4) induit une recherche de contact supérieure à l'absence de contacts humains ; ce n'est pas le cas de l'alimentation au seau (chapitre 3 partie 1). Si l'on compare les traitements, et donc les expériences, entre eux, plusieurs hypothèses pourraient expliquer cette différence. Tout d'abord, le biberon ne permet pas aux trois agneaux de téter simultanément, contrairement au seau qui est pourvu de trois tétines (Tableau 2). Avec le seau, les agneaux peuvent passer toutes les sessions de traitement à téter. Avec le biberon, seul un tiers du temps est occupé à téter et ils ont donc plus de temps potentiel pour être au contact du soigneur. Ensuite, il existe une variabilité entre expériences qui n'est pas contrôlable. Dès la première session de traitement, les agneaux nourris via un biberon sont restés plus souvent au contact du soigneur que les agneaux nourris via un seau. Ces derniers n'avaient pas encore appris à téter. Si les agneaux viennent plus au contact dès le départ, cela peut expliquer qu'ils soient plus attirés par le soigneur ultérieurement (cf moyenne des contacts par traitement, Tableau 2). On retrouve une telle variabilité de réaction face à une personne chez les moutons (Vandenhede et coll., 1998) et les chèvres (Lyons, 1992) notamment. Enfin, la durée des sessions variait entre les expériences. Les sessions duraient 2 min dans le chapitre 3 *versus* 5 min dans le chapitre 4 (Tableau 2) ce qui diminue encore la quantité de contacts.

Cette absence d'effet de l'alimentation retrouvée dans plusieurs expériences est tout à fait surprenant si l'on considère ce que disent les éleveurs et ce qui a été montré dans la littérature scientifique. En effet, les éleveurs disent utiliser la nourriture pour attirer leurs animaux vers eux (Marcantognini, 2004). De nombreuses expériences utilisent l'aliment pour augmenter l'affinité pour le soigneur (par exemple Markowitz et coll., 1998 ; Krohn et coll.,

2001). L'association du soigneur à l'alimentation a un effet additif aux contacts humains sur l'affinité chez les agneaux de deux jours (Boivin et coll., 2000) et les porcelets de 17 semaines (Hemsworth et coll., 1996b). Dans certaines expériences antérieures de la littérature, le soigneur parlait et caressait les animaux, ce qui pouvait rediriger l'attention vers lui (Markowitz et coll., 1998 ; Boivin et coll., 2000). Dans d'autres expériences, il posait l'alimentation solide et restait à côté des animaux en étant visible (Hemsworth et coll., 1996b ; Jago et coll., 1999). Les conditions d'élevage comme la taille du groupe, la durée des traitements... variaient aussi entre les expériences (voir discussion de l'article 6, p194). L'alimentation peut donc faciliter l'établissement de l'affinité mais lorsqu'elle est donnée dans des conditions bien particulières qui ne correspondent vraisemblablement pas à celles de nos expériences.

Ces résultats nous conduisent à nous interroger sur la signification, pendant les traitements, de la quantité de contacts initiés avec le soigneur qui biberonnait les agneaux. Les contacts que nous avons mesurés lors des traitements sont-ils le reflet d'une attraction pour le soigneur ou d'une recherche de nourriture ? Il est fort probable que cela soit plus une recherche de nourriture. Alors, lorsque la source de lait était tenue par le soigneur les agneaux étaient au contact du soigneur parce qu'il voulaient du lait alors que lorsque la source de lait était posée contre le parc, les agneaux allaient moins au contact du soigneur.

En conclusion de cette partie, cette thèse suggère que le conditionnement alimentaire ne permet pas d'augmenter à moyen terme l'affinité pour le soigneur en dehors du parc d'élevage. Les hypothèses concernant le développement et l'expression d'une affinité fondée sur un conditionnement (Figure 9) n'ont en effet pas été vérifiées. Le fait de nourrir les agneaux peut même détourner leur attention puisqu'ils ne recherchent pas le contact du soigneur mais celui de l'alimentation.

## **4. Rôle des contacts humains dans le développement de l'affinité : des conditions propices à l'attachement**

Les expériences de la thèse nous ont permis de mettre en évidence des comportements d'attachement au soigneur tels la recherche du contact, l'apaisement à la réunion et la détresse après séparation. Ces comportements ont été ou non modulés par différents facteurs dont nous allons discuter. Des comportements pouvant s'interpréter comme une recherche de sécurisation auprès du soigneur ont pu aussi être mis en évidence mais dans une expérience seulement (chapitre 4)

### **4.1. Aucun renforçateur apparent n'est nécessaire à l'expression de comportements d'attachement**

Dans les chapitres 3 et 4 de cette thèse, nous avons vu que la **présence** ou la **contention peuvent suffire** à l'établissement d'une affinité pour le soigneur. Apparemment, il n'y a pas de renforçateur externe au soigneur dans ce type de contacts, ce qui exclut un conditionnement à des stimulations externes au soigneur comme mécanisme explicatif de l'affinité. Ces animaux expriment une recherche du contact du soigneur lorsqu'ils sont isolés, ils vocalisent moins en sa présence qu'avant ou après son arrivée dans le parc de test. Les chiens expriment de telles manifestations de recherche de leur maître lors d'une séparation (Prato-Previde et coll., 2003). Ce sont des comportements d'attachement (Gubernick, 1981). Par ailleurs, la fréquence cardiaque d'un agneau isolé diminue lorsqu'il est en présence du soigneur (chapitre 1 partie 2). Cela pourrait être l'expression d'un apaisement, d'autant plus que cela se combine à une diminution des vocalisations (cf discussion de l'article 2).

Ces résultats vont dans le sens des travaux de Harlow (1961) qui ont montré que des jeunes macaques rhésus (espèce nidifuge) peuvent s'attacher à un substitut maternel confortable même s'il n'est pas nourricier. Les contacts suffisent à l'attachement. Il pourrait en être de même chez les moutons, espèce nidifuge.

Les moutons sont très grégaires et les contacts pourraient avoir une valeur particulière pour eux. Les léchages maternels (Figure 13) contribuent à l'établissement de l'attachement mère - jeune notamment parce qu'ils focaliseraient le jeune vers le corps maternel (Nowak, 1998), les agneaux dorment les uns contre les autres (Figure 14). Les contacts sociaux sont apaisants (voir les discussions des articles 2 et 6 ainsi que Uvnas-Moberg, 1997 pour revue). Les contacts humains le sont aussi pour de nombreux mammifères (McMillan, 1999), ils pourraient mimer les contacts intra-spécifiques.



Figure 13 Brebis léchant son agneau nouveau-né



Figure 14 Agneaux formant des groupes pour dormir les uns contre les autres

Le fait que la présence du soigneur avant la distribution alimentaire augmente transitoirement les contacts avec le soigneur par rapport à la présence bien après l'alimentation mais n'induit pas d'affinité plus importante (chapitre 3 partie 1) va aussi dans le sens de Scott (1981) et de Harlow (1961). Selon ces auteurs, l'alimentation faciliterait l'attachement sans être nécessaire (cf discussion de l'article 4). C'est la première fois que des données expérimentales appuient cette théorie chez des mammifères précoces.

#### **4.2. Facteurs qui pourraient moduler l'attachement**

D'après la méta analyse, les comportements d'attachement ont été modulés par la **quantité de contacts** avec le soigneur. Cette quantité de contacts dépendait à la fois de la durée des sessions de traitements et de l'activité du soigneur. Ceci va dans le sens de l'attachement qui dépendrait de la quantité de contacts entre les individus (Cairns, 1966a, cf la discussion de la méta analyse).

Nous avons testé l'importance de l'**état interne** des agneaux au moment des contacts humains en modulant leur motivation alimentaire. L'attachement serait renforcé par l'état interne des animaux, des états de détresse, de faim, de soif pouvant faciliter l'attachement (Harlow, 1959 ; Scott, 1992 ; Cassidy, 1999). La faim, comme nous l'avons vu lors des « tests d'affinité » augmente l'activité locomotrice des agneaux. C'est également le cas chez les rats (Adlerstein et Fehrer, 1955 ; Sarafino, 1978). L'expérience du chapitre 3 partie 2 incluait une telle modulation de l'état interne des agneaux due à la privation de nourriture. Les résultats montrent bien une augmentation des contacts avec la privation mais cette augmentation ne conduit pas à une plus forte affinité ultérieure en test. Les agneaux n'avaient peut-être pas assez faim pour être dans un état de relatif « mal-être » qui faciliterait l'attachement (cf article

6 p177). Nous ne pouvions cependant pas augmenter la durée de jeûne pour ne pas priver les agneaux de téter trop longtemps car nous intervenions trois fois par jour. De plus, priver des animaux de nourriture sur des durées prolongées ne serait pas acceptable éthiquement.

L'état interne dans lequel étaient les agneaux après la distribution alimentaire dans le chapitre 3 a également pu moduler l'affinité (cf article 4 p115). Mais nous n'avons pas testé ce facteur.

#### **4.3. La sécurisation potentielle par le soigneur : exploration d'objets**

Les agneaux qui montraient les comportements d'attachement les plus forts n'ont pas exploré plus les objets présents dans le « test d'exploration » que les agneaux n'ayant jamais eu de contacts humains. Seule la latence à retourner près du soigneur après la chute du ballon a permis de différencier les agneaux « capturés sans renforcement alimentaire » des autres. Mais ce résultat porte sur un effectif réduit puisque seules les réponses des agneaux qui n'étaient pas au contact du soigneur au moment de la chute du ballon ont pu être analysées. Ceci rend difficile l'interprétation puisque nous excluons ainsi les agneaux les plus motivés à être près du soigneur. Par ailleurs, les agneaux de ce même traitement (« capturés sans renforcement alimentaire ») n'ont pas exploré les objets plus que les autres traitements. Ce résultat ne peut donc permettre de conclure à une sécurisation par le soigneur.

Nous avons montré précédemment que les réponses lors du « test d'exploration » devaient être prise avec précaution pour des raisons méthodologiques. Cependant, les résultats pourraient montrer une **absence de sécurisation**, en particulier lorsque le soigneur est simplement présent inactif pendant les traitements. Ceci pourrait provenir d'une impossibilité pour les agneaux de construire une telle sécurisation en présence de leur soigneur. Le parc d'élevage était petit et relativement pauvre en évènements anxigènes (bruits...) pour que les agneaux soient soumis à des évènements anxigènes en présence du soigneur. Or, ce sont tous les évènements anxigènes auxquels les animaux sont soumis lors d'explorations qui les conduisent à se rapprocher de leur figure d'attachement (Bowlby, 1969). Les retrouvailles sont alors rassurantes pour le jeune animal perdu. Il existe en effet un équilibre comportemental entre ces deux motivations : rapprochement et exploration (Bowlby, 1969). Les chiens peuvent utiliser leur maître comme une base de sécurité (Topal et coll., 1998 ; Prato-Previde et coll., 2003) mais ils passent beaucoup plus de temps ensemble que les soigneurs et leurs agneaux. Ajouter des éléments anxigènes lors de la présence du soigneur dans le parc d'élevage pourrait nous donner des éléments pour éclaircir ce résultat et déterminer si les agneaux peuvent se rapprocher de leur soigneur dans de telles situations.

Les résultats pourraient aussi montrer que l'**attachement** des agneaux à leur soigneur est **non sécurisé**. Il existe différentes catégories de relations d'attachement selon le niveau de sécurisation par la figure d'attachement. L'attachement peut ne pas être sécurisé : la figure d'attachement n'est alors pas une base de sécurité. Ainsworth (1979) distingue trois principales catégories d'attachement, un attachement « sécurisé » (type B) et deux attachements « anxieux » (type A et C). Les enfants du type A ignorent leur mère et n'expriment pas de détresse lorsqu'ils en sont séparés. Les enfants du type C recherchent le contact de leur mère mais sont anxieux même en sa présence. Il est possible que la relation agneau – soigneur ne soit pas un attachement sécurisé. Elle serait alors proche du type C car les agneaux expriment une détresse lors d'une séparation du soigneur. Les limites méthodologiques restent cependant importantes pour que nous puissions affirmer/infirmier l'existence de réponses de sécurisation par le soigneur.

#### **4.4. Hypothèses qui ne suffisent pas à expliquer tous les résultats**

Certaines hypothèses alternatives à l'attachement ont été testées dans les expériences de cette thèse. Nous avons ainsi rejeté l'hypothèse d'une simple **habituat**ion au soigneur comme mécanisme de développement de l'affinité pour le soigneur (cf discussions des articles 3, 4 et 6). En effet, l'habituat

ion est un mécanisme très répandu dans la nature qui conduit à ignorer un stimulus qui ne prédit rien pour l'animal (Balkenius, 2000). Des agneaux habitués au soigneur ne devraient plus le fuir mais ne devraient pas non plus s'en approcher. Or, nous avons observé une augmentation des contacts avec le soigneur en élevage, au fur et à mesure des sessions de traitement. De plus, lors des tests, les agneaux qui avaient reçu des contacts humains vocalisaient au départ du soigneur. Même si les agneaux se sont forcément habitués à la présence du soigneur, un autre mécanisme a permis le développement de l'affinité, recherche du contact du soigneur.

Le soigneur ne semble pas non plus n'être qu'un **enrichissement du milieu** qui conduirait, comme chez de nombreuses espèces (rongeurs, volailles, porcins, bovins) à augmenter l'activité générale (McMillan, 1999) et l'exploration d'objets (Reed et coll., 1993 ; Hemsworth et coll., 1996a). En effet, nous n'avons pas mis en évidence d'effet des traitements sur ces réponses (cf discussions des articles 4 et 6).

Notre procédure d'élevage était telle que les animaux auraient pu développer une **relation pour le soigneur camouflé** qui leur apprenait à téter. Cette relation aurait pu prévenir ou minimiser l'établissement d'une autre relation, avec le soigneur par exemple. Deux jours de contacts (alimentation + caresses) pourraient suffire à l'établissement d'une

affinité pour un soigneur humain (Markowitz et coll., 1998). La procédure aurait également pu conduire les agneaux à généraliser les contacts donnés par le soigneur camouflé à tout autre individu entrant dans le parc d'élevage, même si le camouflage avait pour but de minimiser cette généralisation. En effet, il existe par exemple une généralisation des réponses à des soigneurs inconnus chez les agneaux (Boivin et coll., 2004) et les bovins (Waiblinger et coll., 2004). Les résultats ne vont pas dans ce sens. Les agneaux n'étaient pas attirés par le soigneur camouflé puisqu'ils ne s'approchaient pas de lui instantanément. L'effet des traitements observé sur la réponse au soigneur ne coïncide pas avec les effets observés sur la réponse au soigneur déguisé (cf discussions des articles 4 et 6). Seule l'expérience du chapitre 3 partie 2 est sujette à caution car les agneaux qui avaient faim et pour lesquels le soigneur pouvait signaler l'arrivée de la nourriture étaient plus attirés par le soigneur camouflé que les autres (cf discussion de l'article 5).

L'attachement pourrait être à l'origine de l'affinité pour le soigneur mais cela reste à confirmer. Nous avons en effet vérifié quatre hypothèses concernant le développement et l'expression d'une affinité fondée sur l'attachement sur les six formulées (Figure 10). Des raisons méthodologiques peuvent expliquer l'absence d'effet de la faim et la non utilisation du soigneur comme une base de sécurité. De plus, la notion de sécurisation n'est pas démontrée dans tous les types d'attachement, l'absence de sécurisation n'invalide donc pas l'hypothèse d'un attachement.

## 5. Conclusion : modèle général d'établissement de l'affinité

Les résultats de cette thèse nous amènent à étayer le schéma général du déterminisme de l'affinité présenté en introduction (Figure 1, p20), en particulier les contacts humains qui peuvent ou non favoriser le développement de l'affinité pour le soigneur. Ainsi, la Figure 15 montre que l'association du soigneur à un renforçateur externe, comme l'alimentation, n'est pas nécessaire. Par contre, les contacts humains sont déterminants. Ces résultats n'étayaient pas l'hypothèse du conditionnement comme mécanisme à la base de l'affinité pour le soigneur. Ils vont dans le sens d'un attachement pour le soigneur, uniquement basé sur la présence de celui-ci.

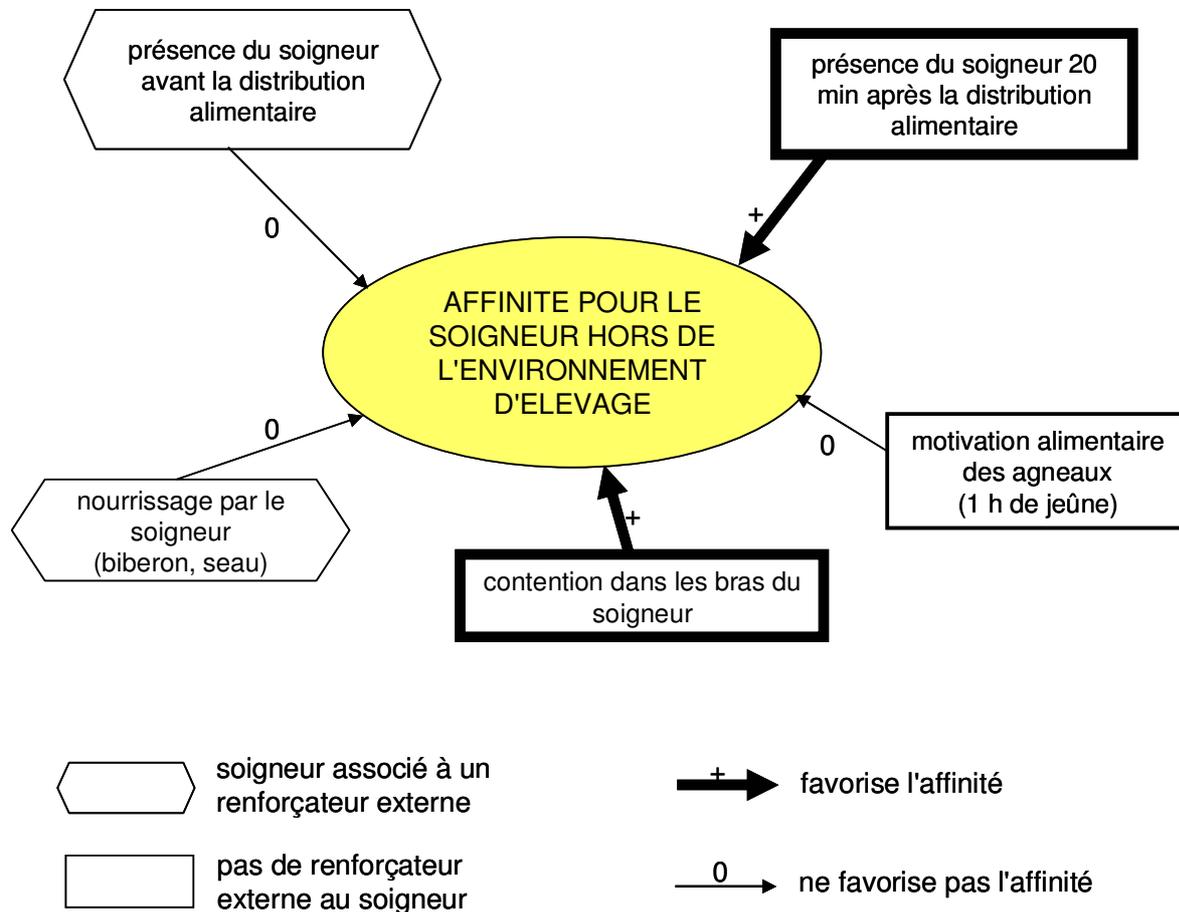


Figure 15. Schéma représentant les facteurs impliqués ou non dans le déterminisme de l'affinité des agneaux d'allaitement artificiel pour leur soigneur, affinité exprimée dans un environnement nouveau à partir de l'âge de 3,5 semaines

## 6. Implications des résultats

### 6.1. Implications théoriques : quid du mécanisme d'attachement ?

Nous avons mentionné l'importance des contacts (regroupant les contacts visuels, tactiles, olfactifs) avec le soigneur pour l'établissement de l'affinité. Les contacts tactiles peuvent avoir une valeur renforçatrice dans le cadre de conditionnement chez les chiens (Fonberg et coll., 1981), les chats (Wenzel, 1959) et les rats (Davis et Pérusse, 1988). Il n'est pas impossible que nous ayons conditionné les agneaux à recevoir des contacts humains. La valeur de ces contacts pourrait provenir du fait qu'ils imitent les contacts sociaux et qu'ils sont apaisants pour les animaux (McMillan, 1999).

Les contacts doux sont également importants pour le développement d'un attachement à la mère chez les bébés humains et les primates non humains (Harlow dans Zazzo, 1979). Mais il n'est pas fait état de l'hypothèse d'un conditionnement des jeunes aux contacts (tactiles mais aussi visuels et olfactifs) de leur figure d'attachement. Etant donné qu'il ne peut pas y avoir d'attachement sans contact, nous pouvons avancer **l'hypothèse que le conditionnement aux contacts humains pourrait être à la base de l'attachement**. Il ne s'agirait pas d'un conditionnement à des événements externes au soigneur comme nous le définissons jusque là, mais d'un conditionnement aux propriétés intrinsèques du soigneur.

Cela rejoint l'hypothèse de Cairns (1966b). Les renforcements pourraient augmenter la saillance de la figure d'attachement dans l'environnement, c'est-à-dire sa capacité à attirer l'attention du jeune. Par exemple, des éléments mouvants (dans notre cas, une personne qui attrape l'animal) attirent plus l'attention que des éléments immobiles (dans notre cas, une personne immobile). Ainsi, Cairns et Johnson (1965) décrivent la douceur et la chaleur comme des éléments renforçant la saillance du stimulus et donc son attractivité pour les jeunes. Conditionnement aux propriétés intrinsèques au soigneur et attachement pourraient donc être liés, le premier étant à la base du second. Cela correspond aussi au mécanisme évoqué pour l'empreinte chez les oiseaux (Bolhuis, 1999). Chez les oiseaux, en effet, de nombreux résultats vont dans le sens d'un apprentissage associatif à la base de l'empreinte (revue de Bolhuis, 1991). L'objet d'empreinte servirait à la fois de stimulus inconditionnel et de stimulus conditionnel sans que la nature du stimulus inconditionnel soit bien claire (Bolhuis, 1991).

Déterminer l'importance des propriétés intrinsèques au soigneur pourra se faire en modulant ces propriétés. Ainsi, pour déterminer si, comme le suggère Cairns et Johnson (1965), la chaleur et la douceur du soigneur peuvent être importantes, il faudra faire varier ces

conditions. Moduler la chaleur pourrait se faire au moyen d'une bouillote cachée sous les vêtements du soigneur. Différentes textures de vêtements pourront être utilisées pour tester le rôle de la douceur du vêtement.

## **6.2. Implications pratiques**

Savoir qu'il suffit d'être **présent ou de donner des contacts aux animaux** pour qu'ils développent une affinité pour le soigneur et que la nourriture n'est pas indispensable est un élément important en élevage. En effet, à l'heure de la mécanisation, les animaux sont de plus en plus nourris par des systèmes mécaniques, l'éleveur ne nourrit plus ses animaux directement. Il passe de moins en moins de temps auprès d'eux. Or, les éleveurs qui aiment le travail avec les animaux aiment avoir des contacts (doux) avec eux (Juzeau et Prevost, 2005). Ils pourraient profiter d'observations du troupeau pour avoir des contacts avec leurs animaux. Ainsi, si les contacts avec les animaux doivent être minimisés, ils peuvent se limiter à des contacts doux mêmes brefs. Cependant, la présence reste moins efficace à très court terme et l'alimentation, qui pourrait accélérer le phénomène, serait un moyen plus rapide d'obtenir une attraction pour le soigneur.

Connaître comment développer une affinité pour le soigneur permet aussi de « produire » des animaux **plus facilement manipulables** lors de pratiques d'élevage tels le transport, la traite... En effet, les bovins ayant reçu des contacts humains abondants sont plus faciles à manipuler que les animaux n'ayant pas reçu de contacts humains additifs (Lensink et coll., 2001a ; Waiblinger et coll., 2004 ; Rousing et coll., 2004). Ils sont aussi moins stressés ce qui améliore leur bien-être (Lensink et coll., 2001a ; Waiblinger et coll., 2004). Au dire des éleveurs, la docilité apparaît comme un élément important du confort de travail (facilité de manipulations, gain de temps)... (Juzeau et Prevost, 2005).

L'organisation sociale des ruminants d'élevage est basée sur un **leadership**. Le leadership est la capacité d'un animal à influencer les mouvements (pour aller se nourrir, fuir un prédateur...) ou les activités des individus de son groupe (Bouissou et coll., 2001). Ce leadership pourrait être utilisé pour faire déplacer un troupeau entier. Si le leader du groupe est attaché au soigneur, il est probable qu'il suive le soigneur et que tout le groupe suive aussi sans crainte. Pour mettre en place ce type de pratique, il faudrait manipuler tous les animaux dans leur jeune âge pour au moins qu'ils n'aient pas peur du soigneur. Ensuite, il suffirait de maintenir un niveau de contacts élevé uniquement avec le leader du groupe. Cette pratique pourrait être complémentaire à l'utilisation des chiens de troupeaux, qui, eux, ont pour rôle de repousser le troupeau.

## 7. Perspectives de recherche

### 7.1. Pourquoi les contacts physiques sont-ils importants ?

Dans cette thèse, nous avons vu que les **contacts physiques** avec le soigneur sont importants pour l'établissement de l'affinité pour le soigneur. Deux expériences ont montré des effets des contacts tactiles, l'une par le biais de la simple contention dans les bras du soigneur, l'autre par l'ajout de caresses à la contention. Le type de contact qui s'est révélé positif n'est pas bien identifié. En particulier, nous ne savons pas si les caresses, comportement typiquement humain, apportent quelque chose aux animaux. Est-ce que le fait que les contacts aient été forcés, tout en restant non brusques, a pu favoriser l'affinité ? Comme le supposait Jones (1993) chez les poussins, les animaux pourraient apprendre que le soigneur n'est ni dangereux, ni désagréable.

Les propriétés de ces contacts restent indéterminées. Chez de nombreuses espèces telles que les chiens, les chevaux..., les contacts humains provoquent une diminution de la fréquence cardiaque (McMillan, 1999). Les contacts sociaux, chez les humains et les rats, ont des effets comportementaux (relaxation) et physiologiques (augmentation du tonus vagal) apaisants (Uvnas-Moberg, 1997). L'attachement étant un mécanisme à renforcement interne, cet état pourrait faciliter l'attachement. Connaître l'état émotionnel dans lequel sont les agneaux au moment des contacts est une étape importante dans notre compréhension du mécanisme de développement de la relation animal - homme. L'état émotionnel des animaux peut se mesurer par l'enregistrement de l'activité cardiaque et les dosages pharmacologiques qui seront évoqués ultérieurement, mais également par l'expression faciale des animaux. La thèse de Désiré (2004) a permis de valider l'utilisation des postures d'oreilles comme un outil de caractérisation des émotions. Face à un évènement anxiogène (objet non familier), les moutons dressent leurs oreilles (Désiré, 2004). Chez les chiens, la présence d'un homme qui n'est pas accessible (car derrière un grillage) est moins apaisante que lorsque l'homme est accessible (Pettijohn et coll., 1977). Le même type d'adaptation du « test d'affinité » pourrait être fait avec les agneaux pour évaluer l'importance des contacts humains sur l'état émotionnel des agneaux.

S'il est vrai que les contacts tactiles font partie du répertoire comportemental des ovins, principalement au moment du repos, les moutons n'interagissent pas autant entre eux que d'autres espèces d'élevage comme les bovins. En effet, les bovins procèdent à des léchages mutuels fréquents (« allogrooming ») qui ont une fonction sociale (Bouissou et coll., 2001). Quelques études vont dans le sens de l'importance des contacts humains pour le

développement d'une affinité pour le soigneur chez les bovins (Becker et Lobato, 1997 ; Schmied et coll., 2004) ou pour faciliter les manipulations (Sato et coll., 1984) par rapport à l'absence de contact. Mais d'autres ne valident pas ces résultats (Jago et coll., 1999). Les contacts n'ont jamais été comparés à la simple présence chez les bovins. Cependant, l'importance de tels contacts chez les ovins (Article 3) ainsi que chez les chevaux avec les expériences d'« imprinting » (Simpson, 2002 ; Spier et coll., 2004) laisse penser que l'importance des contacts pourrait être un phénomène généralisable à de nombreuses espèces grégaires.

L'importance de ces contacts qui existent aussi dans le cadre de la relation agneau - agneau suggère que la relation agneau - soigneur pourrait se développer par des mécanismes communs à la relation agneau - agneau. Partant de ce postulat, la relation agneau – soigneur pourrait servir de modèle d'établissement de relations. Il y aurait des avantages méthodologiques importants comme le fait que nous pouvons standardiser le comportement humain plus facilement que le comportement animal, que nous pouvons le décomposer aussi plus facilement.

## **7.2. Quelle perception sensorielle du soigneur ?**

Nous avons aussi abordé la perception sensorielle du soigneur par les agneaux. Nous n'avons pas pu montrer que les agneaux discriminent leur soigneur simplement par une photographie. Cela ne signifie pas que les agneaux n'utilisent pas la **vision** pour reconnaître leur soigneur. En effet, les porcins (Koba et Tanida, 1999 ; 2001) et les bovins (Rybarczyk et coll., 2001 ; 2003) utilisent principalement le canal visuel pour discriminer des humains. L'utilisation de photographies n'étaient peut-être pas adaptée pour répondre à cette question, même si les moutons peuvent discriminer un congénère familier d'un inconnu sur la base de photographies (Ligout et Porter, 2004). Les moutons interagissent beaucoup entre eux par **signaux auditifs** (Shillito Walser et coll., 1982 ; Nowak, 1990 ; Ligout et coll., 2004), les vocalisations basses de la brebis seraient même rassurantes pour les agneaux (Shillito, 1972). Ces stimulations auditives étaient absentes dans nos conditions et ont pu rendre le soigneur moins attractif qu'un soigneur qui parle. La discrimination auditive du soigneur par les animaux de ferme n'a fait l'objet d'aucune étude à ce jour. Des repasses de paroles du soigneur pourraient être diffusés pour analyser une éventuelle discrimination auditive comme l'ont fait Ligout et coll. (2004). Nous pourrions ainsi analyser l'importance du ton sur lequel parle le soigneur (voix douce ou plus agressive...). Nous parlons en effet spontanément doucement aux animaux en général, mais est-ce important ? Les moutons ont aussi une très

bonne **perception olfactive**. Les brebis peuvent reconnaître leur agneau sur une base olfactive dès 30 minutes après la mise-bas (Keller et coll., 2003). Les signaux olfactifs seuls ne sont pas suffisants chez les porcins (Koba et Tanida, 1999), mais ils n'ont pas été étudiés chez les moutons. Cela pourrait être fait en utilisant des odeurs de synthèse, des parfums différents plus ou moins agréables et en testant une éventuelle discrimination basée sur des vêtements du soigneur comme cela a pu être utilisé chez les chiens (Prato-Previde et coll., 2003).

### **7.3. Quelle représentation « sociale » du soigneur ?**

Nous avons montré que les agneaux ne perçoivent pas, ou pas seulement, leur soigneur comme une source de nourriture (directe ou à venir) mais pourraient l'assimiler à une figure d'attachement. Quand est-il de la **représentation mentale** du soigneur : est-il vraiment perçu comme un partenaire social (au sens large) ? pourrait-il, comme cela est supposé dans le cadre du dressage des chiens ou des chevaux (Sighieri et coll., 2003), être assimilé à un membre du groupe ? L'observation des comportements dirigés vers le soigneur ne peut pas suffire pour répondre à une telle question. En effet, un agneau peut par exemple gratter son soigneur avec sa patte, ou manifester des comportements de jeux vis-à-vis de lui comme il le ferait avec un autre agneau. Pour autant, cela ne signifie pas qu'il assimile le soigneur à un agneau, puisque, par essence, un agneau ne peut exprimer que des comportements de son propre répertoire. Il utilisera alors les mêmes comportements quel que soit l'individu présent. L'organisation de ces comportements nous renseignerait plus précisément : les comportements sont-ils exprimés dans des situations similaires ? avec des patterns temporels identiques ? Les travaux de Rooney (2000), basé sur ce principe, ont montré que les comportements de jeu des chiens n'étaient pas les mêmes selon que leur partenaire était un chien ou un humain.

Au-delà de ces méthodes assez simples, des tests de catégorisations seraient adaptés pour répondre à ce type de question. La catégorisation est un processus cognitif basique qui permet aux animaux de construire des représentations de diverses classes d'objets (Zayan et Vauclair, 1998). Elle est le regroupement sélectif d'objets ou d'évènements dans un but adaptatif (Huber, 1995). Herrnstein est l'un des pionniers dans ce domaine. Il a montré notamment que les pigeons pouvaient utiliser le concept d'arbre pour discriminer des photographies (Herrnstein et coll., 1979). Les tests de catégorisation sont basés sur le principe suivant : il existe une généralisation des réponses à tous les stimuli appartenant à une même catégorie, et une discrimination des réponses entre catégories (Huber, 1995). Ainsi, l'on procède en deux étapes. La première étape consiste à entraîner les animaux à répondre de façon différentielle à deux catégories présumées de stimuli (ex : forme ronde vs forme

carrée). Dans chaque cas, une seule des catégories est associée à un renforcement mais le mode de présentation peut varier : soit les deux stimuli sont présentés simultanément et l'animal doit aller du côté du stimulus renforcé (voir par exemple Hanggi, 1999 avec des chevaux), soit les stimuli sont présentés séparément et l'individu ne doit chercher le renforcement que lorsqu'il voit un stimulus de la catégorie renforcée (voir par exemple Bhatt et coll., 1988 avec des pigeons). L'entraînement est réalisé avec plusieurs figures de chaque catégorie (variation de taille, couleur...). Puis, lors de la seconde étape (transfert) de nouvelles figures de chaque catégorie sont présentées. Les stimuli qui conduisent à des réponses similaires seront classés comme appartenant à une même catégorie, alors que des stimuli qui conduisent à des réponses différentes seront identifiés comme appartenant à des catégories distinctes. Il serait possible d'adapter ce genre de test à notre thématique en entraînant les agneaux à discriminer des images de moutons (catégorie A) d'images d'autres espèces animales non humaines (catégories B), seules les images de moutons étant renforcées. Ensuite, le transfert consisterait à étudier la réponse des agneaux à des images de la catégorie A et de la catégorie B, mais aussi de la catégorie « humains », c'est-à-dire des images de soigneurs familiers ou non.

Cette procédure de test a été utilisée avec succès pour la discrimination d'images de faces de moutons (Ferreira et coll., 2004). Elle a cependant quelques limites dans le cadre de la relation animal - homme. Elle implique l'utilisation de photographies des stimuli comparés, l'utilisation d'individus réels étant impossible de par la quantité de stimuli nécessaires pour rendre les résultats généralisables. Or, bien que les photographies peuvent conduire à des réponses discriminantes (par exemple Ligout et Porter, 2004 ; Vandenhede et Bouissou, 1994), nous ne savons pas si elles sont reconnues comme des représentations de la réalité. Dans notre expérience (chapitre 1 partie 1), cela ne semble pas avoir été le cas. Ces tests impliquent également de nombreuses manipulations puisqu'il faut beaucoup d'essais pour les phases d'entraînement et de transfert. Ces manipulations, qui impliquent des contacts avec l'homme, peuvent, en soi, moduler la perception du soigneur et donc les réponses des agneaux. Même si les tests de catégorisation paraissent pouvoir nous permettre de mieux comprendre la perception du soigneur par les animaux, de nombreuses précautions et essais méthodologiques sont inévitables.

Les indices olfactifs ou auditifs étant potentiellement utilisés pour reconnaître le soigneur, ils pourraient aussi être utilisés dans ce type de paradigme. Au même titre que les photographies du soigneur pourraient nous permettre de déterminer si les agneaux assimilent

le soigneur à un partenaire social, les odeurs humaines, la voix du soigneur pourraient être utilisées.

#### **7.4. Certaines caractéristiques animales sont-elles importantes ?**

D'autres facteurs qui n'ont pas été étudiés dans le cadre de la relation entre les mammifères d'élevage et leur soigneur seraient à étudier. Par exemple, il pourrait exister une **différence entre les mâles et les femelles**. L'expérience réalisée avec des mâles dans cette thèse était trop peu comparable avec les autres réalisées avec des femelles pour émettre quelque hypothèse. La littérature montre que des femelles non manipulées montrent plus de signes de peur face à un homme que des mâles non manipulés (Boissy et coll., 2005). La socialisation est différente entre les mâles et les femelles chez les moutons : les mâles pourraient former des liens plus forts et plus durables avec des individus hétérospécifiques que les femelles (Kendrick et coll., 2001). Dans la nature les femelles restent dans des groupes avec leur mère et leurs sœurs alors que les mâles vont quitter ces groupes (Fisher et Matthews, 2001). La construction de la relation avec le soigneur pourrait aussi dépendre du sexe des animaux.

Augmenter les contacts avec les hommes n'est pas le seul moyen de favoriser l'établissement d'une affinité agneau - soigneur. Dans les expériences de cette thèse, certains animaux ayant eu des contacts ne se sont jamais approchés du soigneur. A l'opposé, d'autres agneaux qui n'avaient jamais eu de contacts humains passaient du temps près du soigneur dans les tests (le temps moyen de contact passé près du soigneur par les animaux était différent de zéro). L'importance de **l'expérience pré-natale et néo-natale** (avant séparation de la mère) dans le déterminisme de la variabilité serait à vérifier. Le fait de subir un stress prénatal peut moduler l'anxiété et les comportements sociaux chez les mammifères (Braastad, 1998) ; il peut augmenter la réactivité à la nouveauté chez les chevreaux femelles (Roussel et coll., 2005). Par ailleurs, la réactivité à l'homme des jeunes peut être influencée par la réactivité maternelle (Bertin et Richard-Yris, 2004 chez les cailles ; Henry et coll., 2005 chez les chevaux). Ces conditions étaient variables dans nos expériences.

Les animaux étant tous élevés dans les mêmes conditions, cette variabilité pourrait être au moins partiellement d'origine **génétique**. La réactivité à l'homme est un caractère héritable chez les ovins (Boissy et coll., 2005). Outre son intérêt théorique, cette base génétique laisse penser qu'il serait possible de sélectionner les moutons selon leur réponse aux hommes,

comme c'est déjà le cas pour certaines races de renards argentés (Harri et coll., 2003) et de visons (Malmkvist et Hansen, 2002). En France, par exemple, un test de docilité des bovins de race Limousine est intégré au processus de sélection. La sélection génétique serait alors un moyen de diminuer la peur des hommes, moyen complémentaire à des contacts additionnels.

La race INRA401 est une race assez jeune issue d'un croisement qui montre une grande variabilité (taille, couleur...). Cette variabilité est aussi vraie du point de vue de la réaction aux hommes. Nous avons souvent constaté que certains agneaux étaient effrayés lorsqu'ils voyaient pour la première fois un humain qui entrait dans leur parc, alors que d'autres, peut-être plus curieux, s'approchaient sans aucune hésitation. Il existe une variabilité intra-race. Même si les mécanismes d'établissement de l'affinité pour le soigneur sont certainement généralisables à toutes les races d'ovins (dans les mêmes conditions que celles de cette thèse), le niveau d'affinité serait certainement variable d'une race à l'autre. Certaines races ovines sont spontanément plus peureuses face à un homme que d'autres (Boissy et coll., 2005), de même qu'il existe une variabilité chez les bovins (Morris et coll., 1994).

### **7.5. L'environnement social est-il important ?**

Nous avons élevé nos agneaux en groupe de trois ou six. Or, l'**élevage des animaux en groupe** et non en isolement diminue aussi l'attrait pour le soigneur (cf introduction p21). Dans nos expériences, les agneaux recherchaient peut-être leurs congénères même en présence du soigneur, ce qui semble confirmé par le fait qu'ils continuaient à bêler lorsque le soigneur était dans le parc de test, même s'ils restaient à son contact. Les attachements multiples sont possibles (Bowlby, 1959 ; Field, 1996) et nos agneaux sont probablement attachés à leurs congénères avec qui ils sont en permanence. Des agneaux élevés ensemble peuvent en effet exprimer des comportements d'attachement (Ligout et coll., 2002). Les attachements entre congénères ont été souvent montrés chez des espèces telles que certains primates non humains (Harlow, 1969 ; Higley et coll., 1992) et les volailles (Warnick et coll., 2005). Cet attachement à d'autres individus que le soigneur est indispensable en élevage. En effet, des agneaux attachés à leur soigneur exprimeraient une détresse permanente due à son absence et auraient du mal à former un groupe social intra-spécifique. L'étude du lien avec les congénères pourrait nous renseigner sur la propension de chaque agneau à former des liens inter-individuels, sur sa sociabilité. Les agneaux qui sont très attachés à leur(s) congénère(s) ou ceux qui sont très peu « sociaux » pourraient ne pas s'attacher à leur soigneur. Le faible temps passé près du soigneur par les agneaux élevés par six (expérience « fréquence

cardiaque », chapitre 1) par rapport aux agneaux élevés par trois suggère aussi que la taille du groupe pourrait être un élément important.

### **7.6. Vers une approche multicritère de l'étude de l'affinité**

Au-delà des tests comportementaux ajustés ou développés, nous avons entrepris dans cette thèse d'utiliser des mesures physiologiques telle l'**activité cardiaque**. Nous avons pu valider l'utilisation de la mesure de l'activité cardiaque via un équipement inséré dans une ceinture élastique lorsque les différences entre les traitements sont relativement fortes (chapitre 1 partie 2). Celle-ci induit en effet une perturbation mineure du temps passé au contact du soigneur par les animaux non manipulés. L'utilisation de la fréquence cardiaque pourra, à l'avenir, s'avérer utile pour mieux caractériser les réponses émotionnelles des animaux. Cette méthode est d'ailleurs de plus en plus utilisée pour étudier les réactions des ovins (Goddard et coll., 2000), bovins (Lensink et coll., 2001b ; Waiblinger et coll., 2004), porcins (Geers et coll., 1995), volailles (Korte et coll., 1998), aux manipulations humaines, particulièrement avec le développement de la miniaturisation des équipements.

Actuellement, les auteurs s'intéressent de plus en plus à la variabilité de la fréquence cardiaque comme un indicateur de la balance sympatho-vagale dans de nombreux domaines et chez de nombreuses espèces dont les ovins (Després et coll., 2003), les bovins (Hagen et coll., 2005), les porcins (Marchant-Forde et coll., 2004), les lapins (Roach et coll., 2001) ou les rats (Bastille et coll., 2004) par exemple. Nous n'avons pas utilisé ce type de mesure car le système nerveux autonome n'est pas mature avant l'âge de 8 semaines (Zugaib et coll., 1980), et notre modèle se basait sur des tests comportements entre 3,5 et 7 semaines d'âge. Une étude précédente n'avait pas permis de montrer de différence entre des agneaux de huit semaines manipulés ou non (Breton, 2001). Une modification de cette variabilité nous renseignerait sur le mécanisme sous-jacent à l'augmentation ou la diminution de la fréquence cardiaque. En effet, la fréquence cardiaque est modulée par le système nerveux autonome. Le système parasympathique induit une diminution de la fréquence cardiaque alors que le système sympathique induit une augmentation de la fréquence cardiaque. Une diminution (par exemple) de la fréquence cardiaque peut provenir soit d'une diminution de l'activité du système sympathique, soit d'une augmentation de l'activité du système parasympathique, soit des deux phénomènes. Ainsi, une absence de variation de la fréquence cardiaque peut ne pas être le reflet d'une absence de modification mais bien de l'activation simultanée des deux systèmes. Une diminution du signal parasympathique est un indicateur d'un état de stress des animaux (Porges, 1995).

D'autres mesures physiologiques sont également utilisées dans la littérature, notamment le taux de **cortisol** plasmatique chez les ovins (Goddard et coll., 2000), les bovins (Breuer et coll., 2003 ; Raussi et coll., 2003) ou les chiens (Hennessy et coll., 1998) par exemple. Contrairement à la mesure de l'activité cardiaque, la mesure du taux de cortisol n'est pas une méthode instantanée. Elle ne nous paraît pas appropriée pour nos tests qui sont constitués de plusieurs phases. En effet, la cinétique de sécrétion du cortisol atteint un plateau environ 10 min après l'arrivée de l'évènement stressant, et ce avec une forte variabilité interindividuelle (Dantzer et Mormède, 1979). Alors, mesurer la diminution potentielle du taux de cortisol en présence du soigneur paraît très difficile dans nos conditions de test.

Comme nous l'avons vu dans l'introduction, le développement des relations sociales est en partie fondé sur des sécrétions hormonales (Tableau 1, p10). Pour étudier les mécanismes à l'origine du développement de l'affinité pour le soigneur, il serait donc envisageable d'étudier l'effet de certaines hormones ou de leur inhibition sur le développement de la relation. Les opiacés paraissent adaptés à de telles études car il a été montré qu'ils contribuent aux attachements sociaux chez les ovins (Shayit et coll., 2003), les souris (Moles et coll., 2004) et les volailles (Warnick et coll., 2005). Les opiacés peuvent intervenir aussi dans l'expression de l'attachement social chez les mammifères (Nelson et Panksepp, 1998). Par exemple, l'injection d'un antagoniste peut augmenter la recherche de proximité de la mère chez certains primates non humains (Martel et coll., 1995). Des études dans ce sens ont été entreprises dans une collaboration entre R. Nowak (INRA de Nouzilly) et X. Boivin à laquelle j'ai participé (Nowak et coll., 2005).

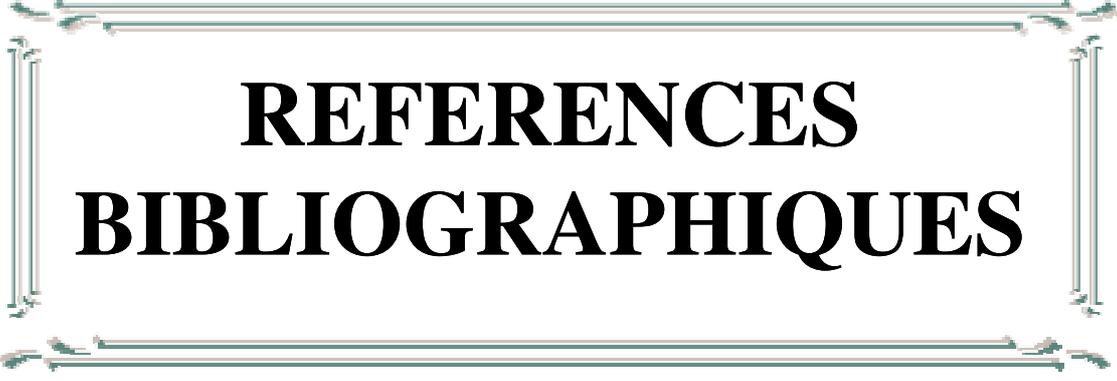
D'autres molécules, impliquées dans l'établissement de relations ou modulant l'état émotionnel des animaux, pourraient aussi être étudiées. Le développement et l'expression de l'attachement du jeune à sa mère sont notamment modulés par l'ocytocine, la vasopressine et la norépinéphrine (d'après les revues de Nelson et Panksepp, 1998 chez les rats et de Young et coll., 2001 chez les campagnols). L'utilisation d'anxiolytiques, en diminuant le stress exprimé en situation de test (isolement, nouveauté), pourrait diminuer l'attraction du soigneur si celui-ci avait une valeur apaisante pour les agneaux. En effet, des agneaux apaisés n'auraient pas besoin du contact humain rassurant.

Le « test d'affinité » se base notamment sur le fait que les vocalisations seraient un indicateur de stress chez les agneaux (Cockram, 2004) et que la présence du soigneur pourrait diminuer le stress. Les vocalisations sont suffisantes pour la reconnaissance sociale entre moutons (Searby et Jouventin, 2003 ; Ligout et coll., 2004). La reconnaissance agneau -

brebis est codée par la fréquence moyenne et le timbre des vocalisations (Searby et Jouventin, 2003). La structure des vocalisations pourrait être modulée selon l'état émotionnel des agneaux, comme c'est le cas chez d'autres espèces qui se reconnaissent d'après des indices acoustiques comme beaucoup d'oiseaux (Leavesley et Magrath, 2005 ; Trillo et Vehrencamp, 2005) ou les humains (Laukka et coll., 2005). On distingue notamment des signaux d'alarme, de contact social... L'étude de la structure des vocalisations selon la présence ou l'absence du soigneur pourrait alors nous renseigner sur l'état émotionnel de l'animal. Il faudra auparavant déterminer la signification des modulations de la structure des vocalisations dans des contextes émotionnellement signifiants pour les agneaux (séparation sociale, communication proximale, stress physique...).

En conclusion, comprendre la perception du soigneur par les animaux d'élevage nécessite une meilleure détermination de la perception des contacts reçus, de la représentation mentale du soigneur et de sa perception sensorielle. Certains facteurs liés aux animaux (sexe, génétique...) et à leur environnement d'élevage (élevage en groupe) pourraient être importants. L'utilisation de méthodes plus variées nous aidera à avancer dans notre compréhension du monde animal et du développement de l'affinité pour leur soigneur.





**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**



1. Adlerstein, A., Fehrer, E., 1955. The effect of food deprivation on exploratory behavior in a complex maze. *Journal of Comparative & Physiological Psychology*, 48: 250-253.
2. Ainsworth, M.D., 1969. Object relations, dependency, and attachment: a theoretical review of the infant-mother relationship. *Child Development*, 40: 969-1025.
3. Ainsworth, M.D., 1979. Infant-mother attachment. *American Psychologist*, 34: 932-7.
4. Ainsworth, M.D., Bell, S.M., 1970. Attachment, exploration, and separation: illustrated by the behavior of one-year-olds in a strange situation. *Child Development*, 41: 49-67.
5. Alberts, J.R., May, B., 1984. Nonnutritive, thermotactile induction of filial huddling in rat pups. *Developmental Psychobiology*, 17: 161-81.
6. Anderson, D.M., Estell, R.E., Havstad, K.M., Shupe, W.L., Libeau, R., Murray, L.W., 1996. Differences in ewe and wether behavior when bonded to cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 47: 201-209.
7. Anderson, D.M., Hulet, C.V., Shupe, W.L., Smith, J.N., Murray, L.W., 1988. Response of bonded and non-bonded sheep to the approach of a trained border colie. *Applied Animal Behaviour Science*, 21: 251-257.
8. Anderson, D.M., Hulet, C.V., Smith, J.N., Shupe, W.L., Murray, L.W., 1992. An Attempt to Bond Weaned 3-Month-Old Beef Heifers to Yearling Ewes. *Applied Animal Behaviour Science*, 34: 181-188.
9. Arcediano, F., Miller, R.R., 2002. Some Constraints for Models of Timing: A Temporal Coding Hypothesis Perspective. *Learning and Motivation*, 33: 105-123.
10. Balkenius, C., 2000. Attention, habituation and conditioning: toward a computational model. *Cognitive Science Quarterly*, 1-2: 171-204.
11. Barnett, J.L., Hemsforth, P.H., Hennessy, D.P., McCallum, T.H., Newman, E.A., 1994. The effects of modifying the amount of human contact on behavioural, physiological and production responses of laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 41: 87-100.
12. Bartussek, H., 1999. A review of the animal needs index (ANI) for the assessment of animals' well-being in the housing systems for Austrian proprietary products and legislation. *Livestock Production Science*, 61: 179-192.
13. Bastille, A.M., Matthew, C.B., Gonzalez, R.R., Sils, I.V., Hoyt, R.W., 2004. Application of heart rate variability to determine physiologic changes in hypothermic rats. *Journal of Thermal Biology*, 29: 237-243.
14. Bateson, P., 1979. How do sensitive periods arise and what are they for? *Animal Behaviour*, 27: 470-486.
15. Beausoleil, N.J., Stafford, K.J., Mellor, D.J., 2005. Sheep show more aversion to a dog than to a human in an arena test. *Applied Animal Behaviour Science*, 91: 219-232.
16. Becker, B.G., Lobato, J.P., 1997. Effect of gentle handling on the reactivity of zebu crossed calves to humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 53: 219-224.
17. Bertin, A., Richard-Yris, M.-A., 2004. Mothers' fear of human affects the emotional reactivity of young in domestic Japanese quail. *Applied Animal Behaviour Science*, 89: 215-231.

18. Bhatt, R.S., Wasserman, E.A., Reynolds, Jr.W.F., Knauss, K.S., 1988. Conceptual Behavior in Pigeons: Categorization of Both Familiar and Novel Examples From Four Classes of Natural and Artificial Stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 14: 219-234.
19. Bilko, A., Altbacker, V., 2000. Regular Handling Early in the Nursing Period Eliminates Fear Responses Toward Human Beings in Wild and Domestic Rabbits. *Developmental Psychobiology*, 36: 78-87.
20. Blass, E.M., 1994. Behavioral and physiological consequences of suckling in rat and human newborns. *Acta Paediatrica, Supplement*, 397: 71-76.
21. Blass, E.M., Teicher, M.H., 1980. Suckling. *Science*, 210: 15-22.
22. Boe, K.E., Faerevik, G., 2003. Grouping and Social Preferences in Calves, Heifers and Cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 80: 175-190.
23. Boissy, A., Bouissou, M.F., 1988. Effects of early handling on heifer's subsequent reactivity to humans and to unfamiliar situations. *Applied Animal Behaviour Science*, 20: 259-273.
24. Boissy, A., Bouix, J., Orgeur, P., Poindron, P., Bibe, B., Le Neindre, P., 2005. Genetic Analysis of Emotional Reactivity in Sheep: Effects of the Genotypes of the Lambs and of Their Dams. *Genetics Selection Evolution*, 37: 381-401.
25. Boissy, A., Le Neindre, P., 1990. Social influences on the reactivity of heifers: implications for learning abilities in operant conditioning. *Applied Animal Behaviour Science*, 25: 149-165.
26. Boissy, A., Le Neindre, P., 1997. Behavioral, Cardiac and Cortisol Responses to Brief Peer Separation and Reunion in Cattle. *Physiology & Behavior*, 61: 693-699.
27. Boissy, A., Nowak, R., Orgeur, P., Veissier, I., 2001. Les liens sociaux chez les ruminants d'élevage : limites et moyens d'action pour favoriser l'intégration de l'animal dans son milieu. *INRA Production Animale*, 14: 79-90.
28. Boivin, X., Boissy, A., Nowak, R., Henry, C., Tournadre, H., Le Neindre, P., 2002. Maternal presence limits the effects of early bottle feeding and petting on lambs' socialisation to the stockperson. *Applied Animal Behaviour Science*, 77: 311-328.
29. Boivin, X., Braastad, B.O., 1996. Effects of handling during temporary isolation after early weaning on goat kids' later response to humans . *Applied Animal Behaviour Science*, 48: 61-71.
30. Boivin, X., Garel, J.P., Durier, C., Le Neindre, P., 1998a. Is gentling by people rewarding for beef calves? *Applied Animal Behaviour Science*, 61: 1-12.
31. Boivin, X., Garel, J.P., Mante, A., Le Neindre, P., 1998b. Beef calves react differently to different handlers according to the test situation and their previous interactions with their caretaker. *Applied Animal Behaviour Science*, 55: 245-257.
32. Boivin, X., Le Neindre, P., 2005. The stockperson as a social partner to the animal? A stake for animal welfare. in M Marie, S Edwards, G Gandini, M Reiss, and E von Borell (eds), *Animal Bioethics, Principles and Teaching Methods: Wageningen, The Netherlands, Wageningen Academic Publishers*. p. 113-132.
33. Boivin, X., Lensink, B.J., Tallet, C., Veissier, I., 2003. Stockmanship and farm animal welfare. *Animal Welfare*, 12: 479-492.

34. Boivin, X., Tournadre, H., Le Neindre, P., 2000. Hand-feeding and gentling influence early-weaned lambs' attachment responses to their stockperson. *Journal of Animal Science*, 78: 879-884.
35. Boivin, X., Breton G., Boissy, A., Després, G., 2004. Generalisation process from an unfamiliar stockperson to a familiar one in artificially reared lambs. In: *Proceedings of the 38TH International Congress of the International Society for Applied Ethology*, Helsinki, Finland: 201.
36. Boivin, X., Le Neindre, P., Chupin, J.M., 1992. Establishment of cattle-human relationships. *Applied Animal Behaviour Science*, 32: 325-335.
37. Boivin, X., Nowak, R., Després, G., Tournadre, H., Le Neindre, P., 1997. Discrimination between shepherds by lambs reared under artificial conditions. *Journal of Animal Science*, 75: 2892-2898.
38. Boivin, X., Nowak, R., Terrazas Garcia, A., 2001. The presence of the dam affects the efficiency of gentling and feeding on the early establishment of the stockperson-lamb relationship. *Applied Animal Behaviour Science*, 72: 89-103.
39. Bolhuis, J.J., 1991. Mechanisms of avian imprinting: a review. *Biological Review*, 66: 303-345.
40. Bolhuis, J.J., 1999. Early learning and the development of filial preferences in the chick. *Behavioural Brain Research*, 98: 245-52.
41. Bouissou, M.F., Andrieu, S., 1977. Etablissement des relations de dominance-soumission chez les bovins domestiques. IV. Etablissement des relations chez les jeunes. *Biologie du Comportement (Biology of Behaviour)*, 2: 97-107.
42. Bouissou, M.F., Boissy, A., Le Neindre, P., Veissier, I., 2001. The social behaviour of cattle. in Keeling L.J. and HW Gonyou (eds), *Social behaviour in farm animals: Wallingford, CAB International*. p. 113-144.
43. Bowlby, J., 1958. The nature of the child's tie to his mother. *International Journal of Psycho-Analysis*, 39: 350-373.
44. Bowlby, J., 1959 Ethology and the development of object relations. In: *The 21st Congress of the international Psycho-Analytical Association*, Copenhagen: 313-317.
45. Bowlby, J., 1961. Processes of mourning. *The International Journal of Psycho-Analysis*, 42: 317-340.
46. Bowlby, J., 1969. *Attachment and Loss*. 1. Attachment, 539 p.
47. Braastad, B.O., 1998. Effects of prenatal stress on behaviour of offspring of laboratory and farmed mammals. *Applied Animal Behaviour Science*, 61: 159-180.
48. Bretherton, I., 1992. The Origins of Attachment Theory: John Bowlby and Mary Ainsworth. *Developmental Psychology*, 28: 759-775.
49. Breton G., 2001. Attachement et généralisation de la réponse à l'homme chez les agneaux d'allaitement artificiel (*Ovis aries*). *Rapport de DEA*, Paris 13.
50. Breuer, K., Hemsworth, P.H., Coleman, G.J., 2003. The effect of positive or negative handling on the behavioural and physiological responses of nonlactating heifers. *Applied Animal Behaviour Science*, 84: 3-22.

51. Cairns, R.B. , 1966a. Attachment behavior of mammals. *Psychological Review*, 73: 409-426.
52. Cairns, R.B. , 1966b. Development, maintenance, and extinction of social attachment behavior in sheep. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 62: 298-306.
53. Cairns, R.B., Johnson, D.L., 1965. The development of interspecies social attachments. *Psychonomic Science*, 2: 337-338.
54. Cassidy, J., 1999. The nature of the child's ties. in JaSPRe Cassidy (ed), *Handbook of attachment. Theory, research, and clinical applications*: New York London, p. 3-20.
55. Cockram, M.S., 2004. A Review of Behavioural and Physiological Responses of Sheep to Stressors to Identify Potential Behavioural Signs of Distress. *Animal Welfare*, 13: 283-291.
56. Cohen, L.J., 1974. The operational definition of human attachment. *Psychological Bulletin*, 81: 207-17.
57. Coleman, G.J., Hemsworth, P.H., Hay, M., 1998. Predicting stockperson behaviour towards pigs from attitudinal and job-related variables and empathy. *Applied Animal Behaviour Science*, 58: 63-75.
58. Cooper, J.J., Ashton, C., Bishop, S., West, R., Mills, D.S., Young, R.J., 2003. Clever hounds: social cognition in the domestic dog (*Canis familiaris*). *Applied Animal Behaviour Science*, 81: 229-244.
59. Crowell-Davis, S.L., 1986. Spatial relations between mares and foals of the welsh pony (*Equus caballus*). *Animal Behaviour* , 34: 1007-1015.
60. Daleszczyk, K., 2004. Mother-Calf Relationships and Maternal Investment in European Bison *Bison Bonasus*. *Acta Theriologica*, 49: 555-566.
61. Dantzer, R., Mormède, P., 1979. Physiopathologie de la réaction aux agressions. in R Dantzer and P Mormède (eds), *Le stress en élevage intensif*: Paris, Masson. p. 29-51.
62. Davis, H., Pérusse, R., 1988. Human-based social interaction can reward a rat's behavior . *Animal Learning & Behavior* , 16: 89-92.
63. Dawkins, M.S., 1990. From an animal's point of view: Motivation,fitness, and animal welfare. *Psychological science*, 13: 1-61.
64. Day, J.E.L., Spooler, H.A.M, Burfoot, A., Chamberlain, H.L., Edwards, S.A., 2002. The separate and interactive effects of handling and environmental enrichment on the behaviour and welfare of growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 75: 177-192.
65. De Passillé, A.M., Rushen, J., Ladewig, J., Petherick, C., 1996. Dairy calves' discrimination of people based on previous handling. *Journal of Animal Science*, 74: 969-974.
66. de Passillé, A.M., 2001. Sucking motivation and related problems in calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 72: 175-187.
67. Denis, B., 2004. La domestication: un concept devenu pluriel. *INRA Production Animale*, 17: 161-166.
68. Désiré, L. 2004. Etude des processus cognitifs impliqués dans la différenciation des émotions chez l'agneau. Thèse de l'Université Blaise Pascal, Université d'Auvergne. 197p.

69. Désiré, L., Veissier, I., Despres, G., Boissy, A., 2004. On the Way to Assess Emotions in Animals: Do Lambs (*Ovis aries*) Evaluate an Event Through Its Suddenness, Novelty, or Unpredictability? *Journal of Comparative Psychology*, 118: 363-374.
70. Després, G., Boissy, A., Désiré, L., Le Neindre, P., Veissier, I., 2003. Validation of the measure of sympatho-vagal effect in lambs through autonomic blockades and heart rate variability indexes. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 2: 615-619.
71. Dickinson, A., 1980. *Contemporary Animal Learning Theory*, Cambridge University Press, Cambridge/London/New York/New Rochelle/Melbourne/Sydney: 173 p.
72. Dreschel, N.A., Granger, D.A., 2005. Physiological and behavioral reactivity to stress in thunderstorm-phobic dogs and their caregivers. *Applied Animal Behaviour Science*, 95: 153-168 .
73. Dumont, B., Petit, M., 1998. Spatial memory of sheep at pasture. *Applied Animal Behaviour Science*, 60: 43-53 .
74. Epley, S.W., 1974. Reduction of the behavioral effects of aversive stimulation by the presence of companions. *Psychological Bulletin* , 81: 271-283.
75. Erhard, H., 2003. Assessing the relative aversiveness of two stimuli: single sheep in the arena test. *Animal Welfare*, 12: 349-358 .
76. Estep, D.Q., Hetts, S., 1992. Interactions, relationships, and bonds: the conceptual basis for scientist-animal relations . in H Davis and D Balfour (eds), *The Inevitable Bond: Examining Scientist-Animal Interactions*. Cambridge, Cambridge University Press. p. 6-26.
77. Farm Animal Welfare Council, 1992. FAWC updates the five freedoms. *The Veterinary Record*, October 17: 357.
78. Fazio, E., Ferlazzo, A., 2003. Evaluation of Stress During Transport. *Veterinary Research Communications*, 27 (Suppl. 1): 519-524.
79. Ferreira, G., Keller, M., Saint-Dizier, H., Perrin, G., Levy, F., 2004. Transfer between views of conspecific faces at different ages or in different orientations by sheep. *Behavioural Processes*, 67: 491-499.
80. Field, T., 1996. Attachment and separation in young children. *Annual Review of Psychology*, 47: 541-561.
81. Fisher, A., Matthews, L., 2001. The social behaviour of sheep. in Keeling L.J. and HW Gonyou (eds), *Social behaviour in farm animals*: Wallingford, CAB International. p. 211-245.
82. Flory, G.S., Langley, C.M., Pfister, J.F., Alberts, J.R., 1997. Instrumental learning for a thermal reinforcer in 1-day-old rats. *Developmental Psychobiology*, 30: 41-47.
83. Fonberg, E., Kostarczyk, E., Prechtel, J., 1981. Training of instrumental responses in dogs socially reinforced by humans. *Pavlovian Journal of Biological Science*, 16: 183-93.
84. Franco, P., Chabanski, S., Scaillet, S., Groswasser, J., Kahn, A., 2004. Pacifier use modifies infant's cardiac autonomic controls during sleep. *Early Human Development*, 77: 99-108.
85. Fredrickson, E.L., Anderson, D.M., Estell, R.E., Havstad, K.M., Shupe, W.L., Remmenga, M.D., 2001. Pen confinement of yearling ewes with cows or heifers for 14 days to produce bonded sheep. *Small Ruminant Research*, 40: 291-297.

86. Geers, R., Janssens, G., Ville, H., Bleus, E., Gerard, H., Janssens, S., Jourquin, J., 1995. Effect of Human Contact on Heart Rate of Pigs. *Animal Welfare*, 4: 351-359.
87. Goddard, P.J., Fawcett, A.R., Macdonald, A.J., Reid, H.W., 2000. The behavioural, physiological and immunological responses of lambs from two rearing systems and two genotypes to exposure to humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 66: 305-321.
88. Gonyou, H.W., Hemsworth, P.H., Barnett, J.L., 1986. Effects of frequent interactions with humans on growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 16: 269-278.
89. Goursaud, A.P., Nowak, R., 1999. Colostrum mediates the development of mother preference by newborn lambs. *Physiology & Behavior*, 67: 49-56.
90. Goursaud, A.P., Nowak, R., 2000. 2-NAP, a peripheral CCK-A receptor antagonist, modulates the development of a preference for the mother by the newborn lamb. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 67: 603-611.
91. Graves, F.C., Hennessy, M.B., 2000. Comparison of the Effects of the Mother and an Unfamiliar Adult Female on Cortisol and Behavioral Responses of Pre- and Postweaning Guinea Pigs. *Developmental Psychobiology*, 36: 91-100.
92. Grignard, L., Boissy, A., Boivin, X., Garel, J.P., Le Neindre, P., 2000. The social environment influences the behavioural responses of beef cattle to handling. *Applied Animal Behaviour Science*, 68: 1-11.
93. Gubernick, D.J., 1981. Parent and infant attachment in mammals. in DJ Gubernick and PH Klopfer (eds), *Parental care in mammals*: New York, London, Plenum press. p. 77-115.
94. Guenaire, C., Costa, J.C., Delacour, J., 1982. Conditionnement operant avec renforcement thermique chez le rat nouveau-ne. *Physiology & Behavior*, 29: 419-424.
95. Hagen, K., Langbein, J., Schmied, C., Lexer, D., Waiblinger, S., 2005. Heart rate variability in dairy cows--influences of breed and milking system. *Physiology & Behavior*, 85: 195-204.
96. Hanggi, E.B., 1999. Categorization learning in horses (*Equus caballus*). *Journal of Comparative Psychology*, 113: 243-252.
97. Hare, B., Brown, M., Williamson, C., Tomasello, M., 2002. The domestication of social cognition in dogs. *Science*, 298: 1634-1636.
98. Harlow, H.F., 1959. Love in infant monkey. *Scientific American*, 200: 68-74.
99. Harlow, H.F., 1961. The development of affectional patterns in infant monkeys. in BMed Foss (ed), *Determinants of infant behaviour* (Vol. 1): London, Methuen, p. 75-88.
100. Harlow, H.F., 1969. Age-mate or peer affectional system. in D Lehrman, R Hinde, and EE Shaw (eds), *Advances in the study of behavior* (Vol.2): New York, Academic Press. p. 333-383.
101. Harlow, H.F., Harlow M.K., 1965. Effects of various mother-infant relationships on rhesus monkey behaviors. in Foss B.M. (ed) (ed), *Determinants of infant behaviour IV*: London, p. 15-36.
102. Harri, M., Mononen, J., Ahola, L., Plyusnina, I., Rekila, T., 2003. Behavioural and Physiological Differences Between Silver Foxes Selected and Not Selected for Domestic Behaviour. *Animal Welfare*, 12.

103. Hearnshaw, H., Morris, C.A., 1984. Genetic and environmental effects on a temperament score in beef cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*, 35: 723-733.
104. Hemsworth, P.H., 2003. Human-animal interactions in livestock production. *Applied Animal Behaviour Science*, 81: 185-198.
105. Hemsworth, P.H., Barnett, J.L., 1992. The Effects of Early Contact With Humans on the Subsequent Level of Fear of Human in Pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 35: 83-90.
106. Hemsworth, P.H., Barnett, J.L., Campbell, R.G., 1996. A study of the relative aversiveness of a new daily injection procedure for pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 49: 389-401.
107. Hemsworth, P.H., Coleman, G.J., 1998. Chapter 3: Human-animal interactions and animal productivity and welfare. in PH Hemsworth and GJ Coleman (eds), *Human-livestock interactions: the stockperson and the productivity and welfare of intensively farm animals*: Bristol, UK, CAB international. p. 39-61.
108. Hemsworth, P.H., Gonyou, H.W., Dziuk, P.J., 1986. Human communication with pigs: the behavioural response of pigs to specific human signals. *Applied Animal Behaviour Science*, 15: 45-54.
109. Hemsworth, P.H., Hansen, C., Barnett, J.L., 1987. The effects of human presence at the time of calving of primiparous cows on their subsequent behavioural response to milking. *Applied Animal Behaviour Science*, 18: 247-255.
110. Hemsworth, P.H., Price, E.O., Borgwardt, R., 1996a. Behavioural responses of domestic pigs and cattle to humans and novel stimuli. *Applied Animal Behaviour Science*, 50: 43-56.
111. Hemsworth, P.H., Verge, J., Coleman, G.J., 1996b. Conditioned approach-avoidance responses to humans: the ability of pigs to associate feeding and aversive social experiences in the presence of humans with humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 50: 71-82.
112. Hennessy, M.B., 1997. Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Responses to Brief Social Separation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 21: 11-29.
113. Hennessy, M.B., O'leary, S.K., Hawke, J.L., Wilson, S.E., 2002. Social Influences on Cortisol and Behavioral Responses of Prewaning, Periadolescent, and Adult Guinea Pigs. *Physiology & Behavior*, 76: 305-314.
114. Hennessy, M.B., Williams, M.T., Miller, D.D., Douglas, C.W., Voith V. L., 1998. Influence of male and female petters on plasma cortisol and behaviour: can human interaction reduce the stress of dogs in a public animal shelter? *Applied Animal Behaviour Science*, 61: 63-77.
115. Henry, S., Hemery, D., Richard, M.-A., Hausberger, M., 2005. Human-mare relationships and behaviour of foals toward humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 93: 341-362.
116. Herrnstein, R., Loveland, D., Cable, C., 1979. Natural concepts in pigeons. *Journal of Experimental Psychology, Animal Behaviour Processes*, 2: 285-302.
117. Hess, E.H., 1959. Imprinting. *Science*, 130: 133-141.
118. Higley, J.D., Hopkins, W.D., Thompson, W.W., Byrne, E.A., Hirsch, R.M., Suomi, S.J., 1992. Peers as Primary Attachment Sources in Yearling Rhesus Monkeys (*Macaca mulatta*). *Developmental Psychology*, 28: 1163-1171.

119. Hinch, G.N., Lecrivain, E., Lynch, J.J., Elwin, R.L., 1987. Changes in maternal-young associations with increasing age of lambs. *Applied Animal Behaviour Science* , 17: 305-318.
120. Hinch, G.N., Lynch, J.J., Elwin, R.L., Green, G.C., 1990. Long-term associations between merino ewes and their offspring. *Applied Animal Behaviour Science* , 27: 93-103.
121. Houpt, K.A. , 2002. Formation and dissolution of the mare-foal bond. *Applied Animal Behaviour Science*, 78: 319-328.
122. Huber, L., 1995. On the biology of perceptual categorization. *Evolution and Cognition*, 1: 121-138.
123. Hudson, R., Labra-Cardero, D., Mendoza-Soylovna, A., 2002. Sucking, not milk, is important for the rapid learning of nipple-search odors in newborn rabbits. *Developmental Psychobiology*, 41: 226-35.
124. Hulet, C.V., Anderson, D.M., Smith, J.N., Shupe, W.L., 1987. Bonding of sheep to cattle as an effective technique for predation control. *Applied Animal Behaviour Science*, 19: 19-25.
125. Jago, J.G., Krohn, C.C., Matthews, L.R., 1999. The influence of feeding and handling on the development of the human-animal interactions in young cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 62: 137-151.
126. Jones, R.B., 1993. Reduction of the domestic chick's fear of human beings by regular handling and related treatments. *Animal Behaviour*, 46: 991-998.
127. Jones, R.B., Facchin, L., McCorquodale, C., 2002. Social dispersal by domestic chicks in a novel environment: reassuring properties of a familiar odourant. *Animal Behaviour*, 63: 659-666.
128. Juzeau, A., Prevost, N. Docilité chez la vache Limousine: le facteur "éleveur" et la relation homme-animal. 2005. stage à l'INRA de Theix, ISARA-Lyon / INRA de Clermont-Ferrand/Theix, URH-ACS.
129. Keeling, L. J., Gonyou, H. W., 2001. Social behaviour in farm animals, CAB International, Wallingford: ? p.
130. Keller, M., Meurisse, M., Poindron, P., Nowak, R., Ferreira, G., Shayit, M., Levy, F., 2003. Maternal experience influences the establishment of visual/auditory, but not olfactory recognition of the newborn lamb by ewes at parturition. *Developmental Psychobiology*, 43: 167-76.
131. Kendrick, K., 1998. Mothers determine sexual preferences. *Nature*, 395: 229-230.
132. Kendrick, K., 2001. Sheep don't forget a face. *Nature*, 414: 165-166 .
133. Kendrick, K.M., 1990. Neural Processing of Visual Recognition of Individuals in Sheep. *Social Stress in Domestic Animals: Dordrecht Netherlands, Kluwer Academic Publishers*. p. 144-156.
134. Kendrick, K.M., Haupt, M.A., Hinton, M.R., Broad, K.D., Skinner, J.D., 2001. Sex Differences in the Influence of Mothers on the Sociosexual Preferences of Their Offspring. *Hormones and Behavior*, 40: 322-338.
135. Kerepesi, A., Jonsson, G.K., Miklosi, A., Topal, J., Csanyi, V., Magnusson, M.S., 2005. Detection of temporal patterns in dog-human interaction. *Behavioural Processes*, 70: 69-79.

136. Koba, Y., Tanida, H., 1999 . How do miniature pigs discriminate between people? The effect of exchanging cues between a non-handler and their familiar handler on discrimination. *Applied Animal Behaviour Science*, 61: 239-252.
137. Koba, Y., Tanida, H., 2001. How do miniature pigs discriminate between people?: Discrimination between people wearing coveralls of the same colour. *Applied Animal Behaviour Science*, 73: 45-58.
138. Korte, S.M., Ruesink, W., Blokhuis, H.J., 1998. Heart Rate Variability During Manual Restraint in Chicks From High- and Low-Feather Pecking Lines of Laying Hens. *Physiology & Behavior*, 65: 649-652.
139. Krohn, C.C., Boivin, X., Jago, J.G., 2003. The presence of the dam during handling prevents the socialization of young calves to humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 80: 263-275.
140. Krohn, C.C., Jago, J.G., Boivin, X., 2001. The effect of early handling on the socialisation of young calves to humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 74: 121-133.
141. Lankin, V., 1997. Factors of diversity of domestic behaviour in sheep. *Genetics Selection Evolution*, 29: 73-92.
142. Lansade, L., Bertrand, M., Boivin, X., Bouissou, M.-F., 2004. Effects of handling at weaning on manageability and reactivity of foals. *Applied Animal Behaviour Science*, 87: 131-149.
143. Larrere, R., 2003. L'élevage contemporain en question: demande sociale, preferences des consommateurs ou interrogations citoyennes? *INRA Productions Animales*, 16.
144. Laukka, P., Juslin, P.N., Bresin, R., 2005. A Dimensional Approach to Vocal Expression of Emotion. *Cognition & Emotion*, 19: 633-653.
145. Lawrence, A.B., 1991. Mother-Daughter Bonds in Sheep . *Animal Behaviour*, 42: 683-685.
146. Le Neindre, P., Trillat, G., Sapa, J., Ménessier, F., Bonnet, J.N., Chupin, J.M., 1995. Individual differences in docility in Limousin cattle. *Journal of Animal Science*, 73: 2249-2253.
147. Leavesley, A.J., Magrath, R.D., 2005. Communicating About Danger: Urgency Alarm Calling in a Bird. *Animal Behaviour*, 70: 365-373.
148. Lensink, B.J., Boissy, A., Veissier, I., 2000a. The relationship between farmers' attitude and behaviour towards calves, and productivity of veal units. *Annales de Zootechnie*, 49: 313-327.
149. Lensink, B.J., Boivin, X., Pradel, P., Veissier, I., 2000b. Reducing veal calves' reactivity to people by providing additional human contact. *Journal of Animal Science*, 78: 1213-1218.
150. Lensink, B.J., Fernandez, X., Cozzi, G., Florand, L., Veissier, I., 2001a. The influence of farmers' behavior on calves' reactions to transport and quality of veal meat. *Journal of Animal Science*, 79: 642-652 .
151. Lensink, B.J., Raussi, S., Boivin, X., Pyykkonen, M., Veissier, I., 2001b. Reactions of calves to handling depend on housing condition and previous experience with humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 70: 187-199.
152. Lent, P.C., 1974. Mother-infant relationships in ungulates. in V Geist and F Walther (eds), *The Behaviour of Ungulates and its relation to management: Switzerland*, INCN Publications new series Morges. p. 14-55.

153. Lickliter, R.E., 1985. Behavior associated with parturition in the domestic goat . *Applied Animal Ethology* , 13: 335-345.
154. Ligout, S., Sebe, F., Porter, R.H., 2004. Vocal Discrimination of Kin and Non-Kin Agemates Among Lambs. *Behaviour*, 141: 355-369.
155. Ligout, S., Porter, R.H., 2004. The role of visual cues in lamb's discrimination between individual agemates. *Behaviour*, 141: 617-632.
156. Ligout, S., Porter, R.H., Bon, R., 2002. Social discrimination in lambs: persistence and scope. *Applied Animal Behaviour Science*, 76: 239-248.
157. Lyons, D.M. , 1992. Early human-animal relationships and temperament differences among domestic dairy goats. in H Davis and D Balfour (eds), *The Inevitable Bond: Examining Scientist-Animal Interactions*. Cambridge, Cambridge University Press. p. 295-315.
158. Lyons, D.M., Price, E.O., Moberg, G.P., 1988. Social modulation of pituitary-adrenal responsiveness and individual differences in behavior of young domestic goats. *Physiology & Behavior*, 43: 451-458.
159. Lévy, F., Poindron, P., Le Neindre, P., 1983. Attraction and repulsion by amniotic fluids and their olfactory control in the ewe and around parturition. *Physiology & Behavior*, 31: 687-692.
160. Mal, M.E., McCall, C.A., 1996. The influence of handling during different ages on a halter training test in foals. *Applied Animal Behaviour Science*, 50: 115-120.
161. Malmkvist, J., Hansen, S.W., 2002. Generalization of Fear in Farm Mink, *Mustela Vison*, Genetically Selected for Behaviour Towards Humans. *Animal Behaviour*, 64: 487-501.
162. Manning, A., Dawkins, M., 1998a. An introduction to animal behaviour (fifth edition), Cambridge University Press, Cambridge: 450 p.
163. Manning, A., Dawkins, M., 1998b. An introduction to animal behaviour (fifth edition) - Chapter 7. Social organisation, Cambridge University Press, Cambridge: 371-417 p.
164. Marcantognini, L. Facteurs d'influence de la docilité des bovins allaitants Limousins: enquête auprès d'éleveurs et réflexion méthodologique. 2004. Theix, URH-ACS, ISARA-Lyon.
165. Marchant-Forde, R.M., Marlin, D.J., Marchant-Forde, J.N., 2004. Validation of a cardiac monitor for measuring heart rate variability in adult female pigs: accuracy, artefacts and editing. *Physiology & Behavior*, 80: 449-458.
166. Markowitz, T.M., Dally, M.R., Gursky, K., Price, E.O., 1998. Early handling increases lamb affinity for humans. *Animal Behaviour*, 55: 573-587.
167. Martel, F.L., Nevison, C.M., Simpson, M.J., Keverne, E.B., 1995. Effects of opioid receptor blockade on the social behavior of rhesus monkeys living in large family groups. *Developmental Psychobiology*, 28: 71-84.
168. Mason, A.W., Mendoza, P.S., 1998. Generic aspects of primate attachments: parents , offsprings and mates. *Psychoneuroendocrinology*, 23: 765-778.
169. Mateo, J.M., Estep, D.Q., Mc Cann, J.S., 1991. Effects of differential handling on the behaviour of domestic ewes (*Ovis aries*). *Applied Animal Behaviour Science*, 32: 45-54.

170. McGee, S., Smith, H.V., 2004. Accompanying pre-weaned Thoroughbred (*Equus caballus*) foals while separated from the mare during covering reduces behavioural signs of distress exhibited. *Applied Animal Behaviour Science*, 88: 137-147.
171. McMillan, F.D., 1999. Effects of human contact on animal health and well-being. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 215: 1592-1598.
172. Meyer, J.S., Novak, M.A., Bowman, R.E., Harlow, H.F., 1975. Behavioral and hormonal effects of attachment object separation in surrogate-peer-reared and mother-reared infant rhesus monkeys. *Developmental Psychobiology*, 8: 425-435.
173. Mignon-Grasteau, S., Boissy, A., Bouix, J., Faure, J.M., Fisher, A.D., Hinch, G.N., Jensen, P., Le Neindre, P., Mormede, P., Prunet, P., Vandeputte, M., Beaumont, C., 2005. Genetics of Adaptation and Domestication in Livestock. *Livestock Production Science*, 93: 3-14.
174. Moles, A., Kieffer, B.L., D'amato, F.R., 2004. Deficit in Attachment Behavior in Mice Lacking the Mu-Opioid Receptor Gene. *Science*, 304: 1983-1986.
175. Moons, C.P.H., Laughlin, K., Zanella, A.J., 2005. Effects of short-term maternal separations on weaning stress in foals. *Applied Animal Behaviour Science*, 91: 321-335.
176. Morren, G., Van Huffel, S., Helon, I., Naulaers, G., Daniels, H., Devlieger, H., Casaer, P., 2002. Effects of non-nutritive sucking on heart rate, respiration and oxygenation: a model-based signal processing approach. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 132: 97-106.
177. Morris, C.A., Cullen, N.G., Kilgour, R., Bremner, K.J., 1994. Some genetic factors affecting temperament in *Bos taurus* cattle. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 37: 167-175.
178. Mumby, D.G. , 2001. Perspectives on object-recognition memory following hippocampal damage: lessons from studies in rats. *Behavioural Brain Research*, 127: 159-181.
179. Murphey, R.M., Moura Duarte, F.A., Torres Penedo, M.C., 1981. Responses of cattle to humans in open-spaces: breed comparisons and approach-avoidance relationships. *Behavior Genetics*, 11: 37-48.
180. Napolitano, F., Annicchiarico, G., Caroprese, M., De Rosa, G., Taibi, L., Sevi, A., 2003. Lambs prevented from suckling their mothers display behavioral, immune and endocrine disturbances. *Physiology & Behavior*, 78: 81-89.
181. Nelson, E.R., Panksepp, J., 1998. Brain substrates of infant-mother attachment: contributions of opioids, oxytocin and norepinephrine. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 22: 437-452.
182. Newberry, R., Swanson, J., 2001. Breaking social bonds. in Keeling L.J. and HW Gonyou (eds), *Social behaviour in farm animals: Wallingford, CAB International*. p. 307-331.
183. Newberry, R.C., 1995. Environmental enrichment: Increasing the biological relevance of captive environments. *Applied Animal Behaviour Science*, 44: 229-243.
184. Nicol, C.J., 1995. The social transmission of information and behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, 44: 79-98.
185. Nowak, R., 1990. Lamb's bleats: important for the establishment of the mother- young bond? *Behaviour*, 115: 14-29.

186. Nowak, R., 1995. Lambs' attachment to their mother: Importance of the first sucking bouts. *Applied Animal Behaviour Science*, 44: 273 .
187. Nowak, R., 1998. Développement de la relation mère-jeune chez les ruminants. *INRA Production Animale*, 11: 115-124.
188. Nowak, R., Breton, G., Mellot, E., 2001. CCK and development of mother preference in sheep: a neonatal time course study. *Peptides*, 22: 1309-1316.
189. Nowak, R., Murphy, T.M., Lindsay, D.R., Alster, P., Andersson, R., Uvnäs-Moberg, K., 1997. Development of a Preferential Relationship With the Mother by the Newborn Lamb: Importance of the Sucking Activity. *Physiology & Behavior*, 62: 681-688.
190. Nowak, R., Poindron, P., Le Neindre, P., Putu, I.G., 1987. Ability of 12-hour-old Merino and crossbred lambs to recognise their mothers. *Applied Animal Behaviour Science*, 17: 263-271.
191. Nowak, R., Goursaud, A.-P., Lévy, F., Orgeur, P., Schaal, B., Belzung, C., Picard, M., Meunier-Salaün, M.C., Alster, P., Uvnäs-Moberg, K., 1997 . Cholecystokinin receptors mediate the development of a preference for the mother by newly born lambs. *Behavioural Neuroscience*, 111: 1375-1382.
192. Orgeur, P., Le Dividich, J., Colson, V., Meunier-Salaün, M.C., 2002. La relation mère jeune chez les porcins: de la naissance au sevrage. *INRA Production Animale*, 15.
193. Orgeur, P., Mavric, N., Yvone, P., Bernard, S., Nowak, R., Schaal, B., Levy, F., 1998. Artificial weaning in sheep: consequences on behavioural, hormonal and immuno-pathological indicators of welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 58: 87-103.
194. Pajor, E.A., Rushen, J., De Passillé, A.M.B., 2003. Dairy cattle's choice of handling treatments in a Y-maze. *Applied Animal Behaviour Science*, 80: 93-107.
195. Palestini, C., Previde, E.P., Spiezio, C., Verga, M., 2005. Heart rate and behavioural responses of dogs in the Ainsworth's Strange Situation: A pilot study. *Applied Animal Behaviour Science*, 94: 75-88.
196. Pearce, J. M., 1997. *Animal learning and cognition*, Psychology Press,UK: 333 p.
197. Pedersen, V., Barnett, J.L., Hemsworth, P.H., Newman, E.A., Schirmer, B. , 1998. The effects of handling on behavioural and physiological responses to housing in tether-stalls among pregnant pigs. *Animal Welfare* , 7: 137-150.
198. Petrov, E.S., Varlinskaya, E.I., Becker, L.A., Smotherman, W.P., 1998. Endogenous Mu Opioid Systems and Suckling in the Neonatal Rat. *Physiology & Behavior*, 65: 591-599.
199. Pettijohn, T., Wong, T., Ebert, P., Scott, J., 1977. Alleviation of separation distress in 3 breeds of young dogs. *Developmental Psychobiology*, 10: 373-381.
200. Piccione, G., Caola, G., Refinetti, R., 2002. Maturation of the daily body temperature rhythm in sheep and horse. *Journal of Thermal Biology*, 27: 333-336.
201. Pierrehumbert, B., 1992. La situation étrange. *Devenir*, 4: 69-93.
202. Piggins, D., Phillips, C.J.C., 1998. Awareness in domesticated animals--concepts and definitions. *Applied Animal Behaviour Science*, 57: 181-200.

203. Polan, H.J., Hofer, M.A., 1998. Olfactory preference for mother over home nest shavings by newborn rats. *Developmental Psychobiology*, 33: 5-20.
204. Pongracz, P., Altbacker, V., 1999. The effect of early handling is dependent upon the state of the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) pups around nursing. *Developmental Psychobiology*, 35: 241-51.
205. Pongracz, P., Altbacker, V., 2003. Arousal, but not nursing, is necessary to elicit a decreased fear reaction toward humans in rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) pups. *Developmental Psychobiology*, 43: 192-9.
206. Porges, S.W., 1995. Cardiac vagal tone: A physiological index of stress. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 19: 225-233.
207. Prato-Previde, E., Custance, M., Spiezo, C., Sabatini, F., 2003. Is the dog-human relationship an attachment bond? An observational study using Ainsworth Strange Situation. *Behaviour*, 140: 225-254.
208. Price, E.O., Thos, J., 1980. Behavioral responses to short-term social isolation in sheep and goats. *Applied Animal Ethology*, 6: 331-339.
209. Raussi, S., 2003. Human-cattle interactions in group housing. *Applied Animal Behaviour Science*, 80: 245-262.
210. Raussi, S., Lensink, B.J., Boissy, A., Pyykkonen, M., Veissier, I., 2003. The Effect of Contact With Conspecifics and Humans on Calves' Behaviour and Stress Responses. *Animal Welfare*, 12: 191-203.
211. Reed, H.J., Wilkins, L.J., Austin, S.D., Gregory, N.G., 1993. The effect of environmental enrichment during rearing on fear reactions and depopulation trauma in adult caged hens. *Applied Animal Behaviour Science* 36, 39-46.
212. Roach, D., Thakore, E., Sheldon, R., 2001. Origins of Heart Rate Variability: Autonomic Blockade of Large Magnitude, Transient Bradycardia in Conscious Rabbits. *Canadian Journal of Cardiology*, 17: 185-191.
213. Romeyer, A., Bouissou, M.F. Assessment of fear reactions in domestic sheep, and influence of breed and rearing conditions. *Applied Animal Behaviour Science* 34, 93-119. 1992.
214. Rooney, N.J., Bradshaw, J.W.S., Robinson, I.H., 2000. A comparison of dog-dog and dog-human play behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, 66: 235-248.
215. Rousing, T., Bonde, M., Badsberg, J.H., Sorensen, J.T., 2004. Stepping and kicking behaviour during milking in relation to response in human-animal interaction test and clinical health in loose housed dairy cows. *Livestock Production Science*, 88: 1-8.
216. Roussel, S., Boissy, A., Montigny, D., Hemsworth, P.H., Duvaux-Ponter, C., 2005. Gender-Specific Effects of Prenatal Stress on Emotional Reactivity and Stress Physiology of Goat Kids. *Hormones and Behavior*, 47: 256-266.
217. Ruiz-Miranda, C.R., Callard, M., 1992. Effects of the Presence of the Mother on Responses of Domestic Goat Kids (*Capra Hircus*) to Novel Inanimate Objects and Humans . *Applied Animal Behaviour Science*, 33: 277-285 .
218. Rushen J., De Passillé A.-M., Munksgaard L., Tanida H., 2001. People as social actors in the world of farm animals. in Keeling L.J. and HW Gonyou (eds), *Social behaviour in farm animals*: Wallingford, CAB International. p. 353-371.

219. Rushen, J., Passille, A.M.B.D., Munksgaard, L., 1999a. Fear of People by Cows and Effects on Milk Yield, Behavior, and Heart Rate at Milking. *Journal of Dairy Science*, 82: 720-727.
220. Rushen, J., Taylor, A.A., de Passillé, A.M., 1999b. Domestic animals' fear of humans and its effect on their welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 65: 285-303.
221. Rybarczyk, P., Koba, Y., Rushen, J., Tanida, H., De Passillé, A.M., 2001. Can cows discriminate people by their faces? *Applied Animal Behaviour Science*, 74: 175-189.
222. Rybarczyk, P., Rushen, J., De Passillé, A.M., 2003. Recognition of people by dairy calves using colour of clothing. *Applied Animal Behaviour Science*, 81: 307-319.
223. Réale, D., Gallant, B.Y., Leblanc, M., Festa-Bianchet, M., 2000. Consistency of temperament in bighorn ewes and correlates with behaviour and life history. *Animal Behaviour*, 60: 589-597.
224. Sachser, N., Durschlag, M., Hirzel, D., 1998. Social relationships and the management of stress. *Psychoneuroendocrinology*, 23: 891-904.
225. Sambahaus, V.H., Sambahaus, D., 1975. Prägung von Nutztieren auf Menschen. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 38: 1-17.
226. Sarafino, E.P., 1978. Experiential aspects of exploratory behavior in rats. *Animal Learning & Behavior*, 6: 235-243.
227. Sato, S., Shiki, H., Yamasaki, F., 1984. The effects of early caressing on later tractability of calves. *Japanese Journal of Zootechnical Science*, 55: 332-338.
228. Schmied, C., Waiblinger, S., Boivin, X., 2004. Behavioural reactions of dairy cows to stroking at different regions. In: *Proceedings of the 38TH International Congress of the International Society for Applied Ethology*, Helsinki, Finland: 100.
229. Scott, J.P. , 1962. Critical periods in behavioral development. *Science*, 138: 949-958.
230. Scott, J.P. , 1967. Comparative psychology and ethology. *Annual Review of Psychology*, 18: 65-86.
231. Scott, J.P. , 1970. Critical periods in the development of social behaviour in dogs. in S Kazda and VH Denenberg (eds), *The postnatal development of phenotype*: Academia. p. 21-31.
232. Scott, J.P. , 1981. Biological and psychological bases of social attachment. in H Kellerman (ed), *Group cohesion, theoretical and clinical perspectives*: New York, London, Toronto, Sydney, San Francisco, Grune and stratton. p. 207-233.
233. Scott, J.P., 1992. The phenomenon of attachment in human-nonhuman relationships. in H Davis and D Balfour (eds), *The Inevitable Bond: Examining Scientist-Animal Interactions*. Cambridge, Cambridge University Press. p. 72-92.
234. Searby, A., Jouventin, P., 2003. Mother-Lamb Acoustic Recognition in Sheep: a Frequency Coding. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 270: 1765-1771.
235. Shayit, M., Nowak, R., Keller, M., Weller, A., 2003. Establishment of a Preference by the Newborn Lamb for Its Mother: The Role of Opioids. *Behavioral Neuroscience*, 117: 446-454.
236. Shillito, E.E., 1972. Vocalization in sheep. *Journal of Physiology*, 226: 45P-46P.

237. Shillito Walser, E., Walters, E., Hague, P., 1982. Vocal communication between ewes and their own and alien lambs . *Behaviour*, 81: 140-151.
238. Sighieri, C., Tedeschi, D., De Andreis, C., Petri, L., Baragli, P., 2003. Behaviour Patterns of Horses Can Be Used to Establish a Dominant-Subordinate Relationship Between Man and Horse. *Animal Welfare*, 12: 705-708.
239. Silva, F.J., Timberlake, W., Koehler, T.L., 1996. A Behavior Systems Approach to Bidirectional Excitatory Serial Conditioning. *Learning and Motivation*, 27: 130-150.
240. Simpson, B.S., 2002. Neonatal foal handling. *Applied Animal Behaviour Science*, 78: 303-317.
241. Smotherman, W.P., Goffman, D., Petrov, E.S., Varlinskaya, E.I., 1997. Oral grasping of a surrogate nipple by the newborn rat. *Developmental Psychobiology*, 31: 3-17.
242. Sondergaard, E., Halekoh, U., 2004. Young horses' reactions to humans in relation to handling and social environment. *Applied Animal Behaviour Science*, 84: 265-280.
243. Spier, S.J., Berger Pusterla, J., Villarroel, A., Pusterla, N., 2004. Outcome of tactile conditioning of neonates, or "imprint training" on selected handling measures in foals. *Veterinary Journal*, 168: 252-8.
244. Stricklin, W.R., 2001. The evolution and domestication of social behaviour. in Keeling L.J. and HW Gonyou (eds), *Social behaviour in farm animals: Wallingford, CAB International*. p. 83-110.
245. Sullivan, R.M., Hall, W.G., 1988. Reinforcers in infancy : classical conditioning using stroking or intra-oral infusions of milk as UCS. *Developmental Psychobiology* , 21: 215-223.
246. Tanida, H., Miura, A., Tanaka, T., Yoshimoto, T., 1995. Behavioral-Response to Humans in Individually Handled Weanling Pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 42: 249-259.
247. Topal, J., Miklosi, A., Csanyi, V., Doka, A., 1998. Attachment behavior in dogs (*Canis familiaris*): a new application of Ainsworth's (1969) Strange Situation Test. *Journal of Comparative Psychology*, 112: 219-29 .
248. Trillo, P.A., Vehrencamp, S.L., 2005. Song types and their structural features are associated with specific contexts in the banded wren. *Animal Behaviour*, 70: 921-935.
249. Urushihara, K., 2004. Excitatory backward conditioning in an appetitive conditioned reinforcement preparation with rats. *Behavioural Processes*, 67: 477-489.
250. Uvnas-Moberg, K., 1997. Physiological and endocrine effects of social contact. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 807: 146-163.
251. Uvnas-Moberg, K., Alster, P., Lund, I., Lundeberg, T., Kurosawa, M., Ahlenius, S., 1996. Stroking of the abdomen causes decreased locomotor activity in conscious male rats. *Physiology & Behavior*, 60: 1409-11.
252. Val-Laillet, D., Simon, M., Nowak, R., 2004. A full belly and colostrum: two major determinants of filial love. *Developmental Psychobiology*, 45: 163-173.
253. Van den Berg, C.L., Pijlman, F.T.A., Koning, H.A.M., Diergaarde, L., Van Ree, J.M., Spruijt, B.M., 1999. Isolation changes the incentive value of sucrose and social behaviour in juvenile and adult rats. *Behavioural Brain Research*, 106: 133-142.

254. Vandenheede, M., Bouissou, M.F., 1993. Sex-Differences in Fear Reactions in Sheep. *Applied Animal Behaviour Science*, 37: 39-55.
255. Vandenheede, M., Bouissou, M.F., 1994. Fear reactions of ewes to photographic images. *Behavioural Processes* , 32: 17-28.
256. Vandenheede, M., Bouissou, M.F., 1998. Effects of an Enriched Environment on Subsequent Fear Reactions of Lambs and Ewes. *Developmental Psychobiology*, 33: 33-45.
257. Vandenheede, M., Bouissou, M.F., Picard, M., 1998. Interpretation of behavioural reactions of sheep towards fear-eliciting situations. *Applied Animal Behaviour Science*, 58: 293-310.
258. Vas, J. , Topal, J., Gacsi, M., Miklosi, A., Csanyi, V., 2005 . A friend or an enemy? Dogs' reaction to an unfamiliar person showing behavioural cues of threat and friendliness at different times. *Applied Animal Behaviour Science*, 94: 99-115.
259. Veissier, I., De Passillé, A.M., Després, G., Rushen, J., Charpentier, I., Ramirez de la Fe, A.R., Pradel, P., 2002. Does nutritive and non-nutritive sucking reduce other oral behaviors and stimulate rest in calves. *Journal of Animal Science*, 80: 2574-2587.
260. Veissier, I., Le Neindre, P., 1992. Reactivity of Aubrac heifers exposed to a novel environment alone or in groups of four. *Applied Animal Behaviour Science* , 33: 11-15.
261. Viérin, M., Bouissou, M.F., 2003. Responses of weaned lambs to fear-eliciting situations: Origin of individual differences. *Developmental Psychobiology*, 42: 131-47.
262. Viranyi, Z., Topal, J., Gacsi, M., Miklosi, A., Csanyi, V., 2004. Dogs respond appropriately to cues of humans' attentional focus. *Behavioural Processes*, 66: 161-172.
263. Visscher, P.M., Goddard, M.E., 1995. Genetic parameters for milk yield, survival, workability, and type traits for Australian dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 78: 205-20.
264. Waiblinger, S., Menke, C., Coleman, G., 2002. The relationship between attitudes, personal characteristics and behaviour of stockpeople and subsequent behaviour and production of dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 79: 195-219.
265. Waiblinger, S., Menke, C., Korff, J., Bucher, A., 2004. Previous handling and gentle interactions affect behaviour and heart rate of dairy cows during a veterinary procedure. *Applied Animal Behaviour Science*, 85: 31-42.
266. Warnick, J.E., McCurdy, C.R., Sufka, K.J., 2005. Opioid receptor function in social attachment in young domestic fowl. *Behavioural Brain Research*, 160: 277-285.
267. Weary, D.M., Appleby, M.C., Fraser, D., 1999. Responses of piglets to early separation from the sow. *Applied Animal Behaviour Science*, 63: 289-300.
268. Wenzel, B.M., 1959. Tactile stimulation as reinforcement for cats and its relation to early feeding experience. *Psychological Report*, 5: 297-300.
269. Young, L.J., Lim, M.M., Gingrich, B., Insel, T.R., 2001. Cellular Mechanisms of Social Attachment. *Hormones and Behavior*, 40: 133-138 .
270. Young, R.D., 1965. Influence of neonatal treatment on maternal behavior : a confounding variable. *Psychonomic Science* , 3: 295-296.

271. Zayan, R., Vauclair, J., 1998. Categories as paradigms for comparative cognition. *Behavioural Processes*, 42: 87-99.
272. Zazzo, R., 1979. *L'attachement (colloque)*, Paris: 250 p.
273. Zimmermann, P., 1999. Structure and functions of internal working models of attachment and their role for emotion regulation. *Attachment and Human Development*, 1: 291-306.
274. Zugaib, M., Forsythe, A., Nuwayhid, B., Lieb, S.M., Tabsh, K., Erkokola, R., Ushioda, E., Brinkman III, C.R., Assali, N.S., 1980. Mechanisms of beat-to-beat variability in the heart rate of neonatal lamb. I. influence of the autonomic nervous system. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 138: 444-452.
275. Zulkifli, I., Gilbert, J., Liew, P.K., Ginsos, J., 2002. The effects of regular visual contact with human beings on fear, stress, antibody and growth responses in broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 79: 103-112.





# **LISTE DES PUBLICATIONS**



---

## DANS LE CADRE DE CETTE THESE

---

### Publications scientifiques

Boivin, X., Lensink, B.J., Tallet, C., Veissier, I., **2003**. Stockmanship and farm animal welfare. *Animal Welfare*, 12: 479-492.

Tallet, C., Veissier, I., Boivin, X., **2005**. Human contact and feeding as rewards for the lamb's affinity to their stockperson. *Applied Animal Behaviour Science*, 94: 59-73.

Tallet, C., Veissier, I., Boivin, X., **sous presse**. Does the use of a device to measure heart rate affect the behavioural responses of lambs to humans? *Applied Animal Behaviour Science*.

Tallet, C., Veissier, I., Boivin, X., **sous presse**. A note on the consistency and specificity of lambs' responses to a stockperson and to their photograph in an arena test. *Applied Animal Behaviour Science*.

Tallet, C., Veissier, I., Boivin, X. Food conditioning is not necessary for the development of affinity to a human caregiver in hand-fed lambs. *Development Psychobiology*, **soumis** le 21 novembre 2005.

Tallet, C., Veissier, I., Boivin, X. Are feeding procedures important for the development of lambs' affinity to their caregiver? *Developmental Psychobiology*, **soumission prévue pour avril 2006**.

Tallet, C., Veissier, I., Boivin, X. The separate and interactive effects of starvation and presence just before a food reward on the development of an affinity to the caregiver in artificially suckled lambs, *Development Psychobiology*, **soumission prévue pour mai 2006**.

### **Communications lors de colloques avec comité de lecture**

Tallet, C., Veissier, I., Boivin, X., **2004**. Hand feeding and gentling: how do they contribute to the development of lambs affinity for their stockperson. Dans: *Proceedings of the 38TH International Congress of the International Society for Applied Ethology*, Helsinki, Finland: 101.

Tallet, C., Veissier, I., Boivin, X., **2005**. Mécanismes comportementaux d'établissement de l'affinité des agneaux d'allaitement artificiel pour leur soigneur. Dans: *Ières journées d'animation scientifique du département de Physiologie Animale et Systèmes d'Elevage*, Tours: 28.

Tallet, C., Veissier, I., Boivin, X., **2005**. Affinity of lambs to their stockperson does not depend only on food conditioning. Dans: *Proceedings of the 39TH International Congress of the International Society for Applied Ethology*, Sagamihara, Japan: 86.

### **Communications scientifiques sans comité de lecture**

Tallet, C., Veissier, I., Boivin, X., **2003**. La relation homme-animal : processus comportementaux d'établissement de relations positives et conséquences sur la représentation de l'Homme chez les ovins. Dans : Conseil scientifique de l'Unité de Recherches sur les Herbivores, spécial doctorants et post-doctorants.

Tallet, C., Veissier, I., Boivin, X., **2004**. Mécanismes comportementaux d'établissement de l'affinité des agneaux pour leur éleveur. Dans : Conseil scientifique de l'Unité de Recherches sur les Herbivores, spécial doctorants et post-doctorants.

Tallet, C., Veissier, I., Boivin, X., **2005**. Mécanismes comportementaux d'établissement de l'affinité des agneaux pour leur soigneur. Dans : Conseil scientifique de l'Unité de Recherches sur les Herbivores, spécial doctorants et post-doctorants.

---

## AUTRES TRAVAUX

---

Porter, R.H., Picard, M., Arnould, C., Tallet, C., **2002**. Chemosensory Deficits Are Associated With Reduced Weight Gain in Newly Hatched Chicks. *Animal Research*, 51: 337-345.

Tallet, C., Arnould, C., Picard, M., Porter, R.H., **2003**. Influence of olfaction on initial weight gain in two genotypes of chicks. *British Poultry Science*, 44: 779-781.

Tallet, C., Arnould, C., Picard, M., Porter, R.H., **2003**. Rôle de l'odorat sur le gain de poids initial chez des poussins de deux génotypes. *Sciences et techniques avicoles*, 43: 15-18.

Tallet, C., Arnould, C., Picard, M., Porter, R. H., **2003**. Rôle de l'odorat sur le gain de poids initial chez des poussins de deux génotypes. Dans: *Cinquièmes Journées de la Recherche Avicole*, Tours: 61-64.

Nowak, R., Liaigre, C., Tallet, C., Boivin, X., **2005**. Implication des opiacés endogènes dans la mise en place du lien entre l'agneau et son soigneur: bases neurobiologiques de l'attachement. Dans: *Ières journées d'animation scientifique du département de Physiologie Animale et Systèmes d'Elevage*, Tours: 49.

Tallet, C., Val-Laillet, D., Giraud, S., Nowak, R., Boivin, X., **2005**. Importance de la succion non nutritive pour l'établissement d'un lien entre l'agneau nouveau-né et l'homme. Dans: *Colloque de la Société Française pour l'Etude du Comportement Animal*, Rennes: 20.

Val-Laillet David, Giraud S., Tallet C., Boivin x., Nowak R. **accepté pour publication**. Non-nutritive sucking: one of the major determinants of filial love. *Developmental Psychobiology*









---

**Résumé**

Mécanismes comportementaux d'établissement de l'affinité pour le soigneur : étude sur agneaux élevés en allaitement artificiel

L'homme fait partie intégrante du monde relationnel des animaux domestiques, notamment des animaux de rente. Il a donc un rôle à jouer dans leur bien/mal-être. L'objectif de cette thèse était de déterminer par quel(s) mécanisme(s) l'affinité pour le soigneur (motivation pour rechercher sa présence) peut se développer. Le modèle d'étude était les agneaux allaités artificiellement. L'allaitement artificiel est favorable au développement de l'affinité, du fait des contacts donnés par le soigneur (physiques, alimentation). Nous avons confronté l'hypothèse d'un attachement, relation émotionnelle qui donne à la figure d'attachement une valeur apaisante, à celle d'un conditionnement, association du soigneur à un renforcement, sans les considérer comme exclusives. Le développement d'une affinité en l'absence de renforcement externe, l'apaisement et l'augmentation de l'exploration en présence du soigneur, la détresse de la séparation, sont des manifestations d'un possible attachement. Le développement d'une affinité par association du soigneur à un renforçateur (ici l'alimentation), la recherche de ce renforçateur au contact du soigneur, l'augmentation de l'affinité liée à un état de faim, l'extinction en l'absence de ce renforçateur sont des manifestations d'un conditionnement.

Dans une première partie méthodologique, nous avons montré que les réponses au soigneur dans un test individuel en environnement nouveau sont répétables, ce qui valide l'utilisation de ce test. Nous avons ensuite montré que l'affinité peut se développer sans association du soigneur à l'alimentation, même si l'alimentation pourrait accélérer le phénomène. Des comportements supportant l'existence d'un attachement au soigneur (recherche de son contact, apaisement en sa présence, détresse après une séparation, retour vers lui après un événement anxigène) ont été observés alors que le soigneur n'était associé à aucun renforçateur externe.

En conclusion, le rôle renforçateur de l'alimentation n'est pas déterminant dans l'affinité des agneaux pour leur soigneur. Les propriétés intrinsèques au soigneur suffisent à l'expression de comportements suggérant l'existence d'un attachement.

Mots-clés : ovins, relation homme-animal, développement, conditionnement, attachement

---

**Abstract**

Behavioural mechanisms underlying the affinity to the caregiver in artificially suckled lambs

Human caregivers can develop relationships with domestic animals, particularly farm animals, and therefore play a role in animal welfare. Our aim was to determine the mechanism(s) underlying the development of affinity to the caregiver (motivation to approach). Lambs which were artificially suckled were used as models. Artificial suckling facilitates the development of affinity, particularly through human contacts (physical contact, feeding). We tested the hypothesis of an attachment, i.e. emotional relationship based on appeasing properties of the attachment figure, and the hypothesis of a conditioning, i.e. association of the caregiver with a reward. We did not consider these hypotheses as exclusive. No need to reinforce the development of affinity, appeasement and increased exploration in the presence of the caregiver, and distress following separation are all expressions of a possible attachment. A need to associate the caregiver with a reinforcement (i.e. food), a search for this reinforcement when approaching the caregiver, increase of affinity with hunger and decrease of affinity when the reinforcement is absent are all expressions of a conditioning.

In a first methodological part, we showed that behavioural responses to the caregiver in an individual test performed in an unfamiliar pen are repeatable, thus validating the use of this test. We then showed that affinity can develop without association between the caregiver and feeding, even if feeding can accelerate the development. We observed behaviours suggesting an attachment to a caregiver (appeasement when the caregiver was present, distress after separation, return towards the caregiver following a frightening event) who was not associated with an external reinforcement.

We conclude that the reinforcing role of feeding is not essential in the development of affinity to the caregiver in lambs. The intrinsic properties of the caregiver are sufficient for the expression of behaviours that suggest an attachment has developed.

Keywords : sheep, human-animal relationship, development, conditioning, attachment

---