



Cirad  
Campus de Baillarguet

34 398 MONTPELLIER Cedex 5

Document interne

# **Les phéromones et la reproduction chez les ruminants domestiques**

## **Note bibliographique**

Par ***Christian Meyer***

UR18 Systèmes d'élevage et produits animaux, Dep. Environnement et Société, Cirad, TA  
C18/A, BP 5035, 34 398 Montpellier Cedex 5, France

Avril 2009

## Résumé

Les phéromones sont des substances odorantes ou sapides libérées hors de l'organisme et qui entraînent une réaction spécifique inconsciente de type sexuel ou social sur un individu de la même espèce. Découvertes en 1959 chez les insectes, elles existent aussi chez les mammifères.

Chez les ruminants mâles les phéromones sont responsables de l'effet femelle : action sur les testicules, la sécrétion de testostérone et la libido des femelles en activité sexuelle. Chez les ruminants femelles, les phéromones interviennent :

- en avançant la puberté (effet Vandenberg),
- en entraînant l'apparition d'oestrus et en les synchronisant un peu chez les femelles en anoestrus mis en contact avec un mâle (effet mâle ou effet Whitten),
- en facilitant la reconnaissance par les mâles des femelles en oestrus (avec le flehmen),
- en participant à la reconnaissance du jeune par sa mère, et aux relations entre la mère et le ou les petits.

Le mécanisme fait intervenir des substances organiques simples, souvent des acides gras à courte chaîne chez les ruminants, qui sont sécrétées par l'appareil uro-génital et des glandes de la peau (glandes sébacées ou glandes sudoripares) surtout, via le mucus vaginal, les urines, les fèces ou les graisses et sécrétions cutanées. Les mammifères possèdent 2 organes sensoriels olfactifs récepteurs, l'organe sensoriel principal (relié aux bulbes olfactifs et de là au cortex) et l'organe sensoriel accessoire ou organe voméronasal ou organe de Jacobson, plus antérieur (relié aux bulbes olfactifs accessoires et de là à l'hypothalamus). Selon les espèces, ces organes sensoriels jouent chacun un rôle plus ou moins important.

En pratique, les phéromones peuvent être utilisées dans la reproduction par phéromonothérapie pour simuler ou renforcer l'effet mâle, stimuler la libido de mâles, augmenter les performances de reproduction de femelles et pour prévenir et réduire le stress des animaux.

**Mots-clés** : Phéromone – Reproduction – Bovin – Ovin – Caprin – Camelidé

## **Pheromones and reproduction in farm ruminants. Review note**

### **Abstracts**

The pheromones are fragrant and sapid substances released outside the organism and cause a specific unconscious sexual or social response in individuals of the same species. They were discovered in insects in 1959, but they also exist in mammals.

They are responsible for the female effect in ruminants : they act on testes, testosterone secretion and libido of sexually active females. In female ruminants, they are involved in :

- inducing earlier puberty (Vandenberg effect),
- inducing oestrus and synchronising oestrus somewhat in anoestrous females put in contact with a male (male effect or Whitten effect),
- facilitating the recognition of females in oestrous by the males (with the flehmen),
- participating in the recognition of the young by the mother, and in the relationship between mother and young.

The mechanism uses a few simple organic substances, often short-chain fatty acids in ruminants, secreted by the uro-genital apparatus and cutaneous glands (sebaceous glands or sweat glands), mainly through the vaginal mucous, urines, faeces or cutaneous fat and secretions. Mammals have 2 receptory olfactive organs : the main sensory organ (linked to the olfactive bulbs and from there to the cortex) and the accessory sensory organ or vomeronasal organ or Jacobson's organ, more anterior (linked to the accessory olfactive bulbs and from there to the hypothalamus). Depending on the species, these organs play a more or less important role.

In practice, pheromones can be used in reproduction by pheromotherapy to stimulate or reinforce the male effect, to stimulate male libido, to increase the reproduction performance of females, and to prevent and reduce animal stress.

**Key-words:** Pheromone – Reproduction – Cattle – Sheep – Goat - Camelidae

## Introduction

Nous avons vu en étudiant l'effet mâle chez les petits ruminants (Meyer et Djoko) que c'est une méthode peu chère, particulièrement intéressante en pays tropicaux. Afin d'utiliser l'effet mâle avec plus d'efficacité, il est opportun de mieux connaître les phéromones et leurs effets sur la reproduction d'une manière générale. C'est le but de cette synthèse.

Après avoir défini les phéromones, leurs actions sur la reproduction chez les ruminants (et parfois en comparaison avec les rongeurs de laboratoire) sera passée en revue étape par étape, puis les connaissances sur les mécanismes impliqués et enfin quelques utilisations pratiques seront signalées.

## I. Généralités

En 1959, Karlston et Butenandt (1959), un chimiste allemand, ont **défini** la notion de phéromones (en anglais, pheromone). Avant eux les mots « coactones » ou « ectohormones » étaient employés, mais ce dernier laissait penser qu'il s'agit d'hormones. Les hormones sont sécrétées par des glandes et déversées dans le sang et agissent sur l'organisme de l'individu qui les sécrète. Par contre les phéromones sont libérées à l'extérieur de l'organisme et non pas dans le sang ; elles entraînent « une réaction spécifique sur un individu de la même espèce qui les reçoit, c'est-à-dire un certain comportement ou la détermination d'un développement physiologique ». Elles sont différentes des hormones, des gamones (substances fertilisantes émises dans le milieu) et des termones (substances déterminant le sexe). Karlston et Butenandt distinguaient 2 grands types de phéromones :

- phéromones agissant sur l'appareil olfactif (odeurs),
- phéromones agissant oralement par le goût (saveurs). Mais les phéromones ne sont pas des odeurs qui induisent un comportement conscient. Elles induisent un comportement automatique, inconscient avec une réponse constante et obligatoire chez les invertébrés et plus nuancée chez les vertébrés (Marion, 2004).

La première phéromone isolée a été le **bombykol**, isolé par Butenandt. Cet acide gras non saturé est sécrété par les femelles du ver à soie (*Bombyx mori*) pour attirer les mâles (Marion, 2004).

La réaction spécifique de l'individu qui reçoit une phéromone est de **type sexuel** ou **social**. En ce qui concerne la reproduction, elles agissent sur le déclenchement de la puberté, la recherche du territoire de reproduction, le marquage de ce territoire, la recherche du partenaire sexuel (attraction mâles par les femelles et inversement), la reconnaissance de son état physiologique (en oestrus ou non), déclenchement de la posture d'acceptation de la monte, parfois le déclenchement de la copulation, l'ovulation, le maintien de la gestation, les relations entre la mère et le jeune (comportement maternel, ...), etc. Leur importance varie avec l'espèce et le sexe (Signoret, 1996 ; Signoret *et al.*, 1997).

Le **comportement social** des animaux (surtout dominance et affinité chez les bovins, et aussi apaisement, reconnaissance des catégories sociales, etc.) intervient aussi beaucoup sur la reproduction. La gestion de l'élevage doit en tenir compte pour ne pas dépasser les capacités d'adaptation des animaux (Bouissou *et al.*, 2005).

Les phéromones doivent être distinguées également des **substances allélochimiques** qui émises à l'extérieur du corps agissent sur des individus d'espèce différente :

- allomones (utiles à celui qui l'émet),
- kairomones (utiles à celui qui la reçoit),
- synomones (utiles à celui qui l'émet et à celui qui la reçoit).

Les premières phéromones ont été découvertes chez les insectes. La **bombycine** (bombykol en anglais) est la phéromone attractive sexuelle des vers à soie adultes femelles vierges (*Bombyx mori*) qui attire à de longues distances les mâles des alentours. Elle a été isolée par Adolf Butenandt, un chimiste allemand (1903-1995).

Par la suite, des phéromones ont été mises en évidence chez de nombreux mammifères dont les porcs, les caprins, les ovins, les bovins, les camelins, les chats, les chiens, les lapins, les souris et les hamsters (Arteaga *et al.*, 2007).

## **II. Effets des phéromones** aux différents stades physiologiques de la reproduction

### **A. Chez les mâles** (effet femelle)

La présence de femelles en activité sexuelle agit sur le développement des testicules des mâles et sur la sécrétion de testostérone. L'odeur de la vulve de la femelle en oestrus induit une sécrétion d'hormone gonadotrope LH et de testostérone dans les 2 heures chez le bélier. Tous les sens interviennent dans ces interrelations (Signoret *et al.*, 1997 ; Vazquez et Orihuela, 2001). Le contact étroit de femelles en oestrus augmente la libido des mâles et leur sécrétion de testostérone (Rosa *et al.*, 2000).

### **B. Chez les femelles**

Les phéromones interviennent plus ou moins à presque tous les stades physiologiques de la reproduction des femelles de mammifères.

#### **1. Puberté (effet Vandenberg)**

En présence d'un taureau ou d'un mâle vasectomisé, les génisses sont pubères plus jeunes, à un poids un peu moins élevé :  $23,1 \pm 0,4$  mois au lieu de  $26,4 \pm 0,4$  mois pour des génisses de races Bunaji et Frisonne X Bunaji (Rekwot *et al.*, 2000).

#### **2. Cyclicité ou anoestrus (effet mâle)**

De nombreuses études ont montré l'intervention de phéromones dans l'effet mâle et l'effet femelle.

L'introduction d'un mâle ou son urine synchronise les cycles oestriens de souris femelles et rend celles-ci fécondables 3 nuit après (Vaissaire, 1977). De même, après séparation des sexes pendant un temps suffisant, le retour d'un ou plusieurs mâles dans le troupeau des femelles entraîne l'apparition de chaleurs chez des femelles de ruminants qui étaient en anoestrus. Ce phénomène appelé « effet Whitten » ou « effet mâle » est très net chez les petits ruminants, brebis et chèvres. Les chaleurs ont tendance à être regroupées. L'odeur du mâle intervient dans le mécanisme et déclenche une décharge de LH en quelques minutes (Signoret *et al.*, 1997). Une application nasale de phéromones contenant des graisses de la laine peut induire des oestrus chez les brebis en anoestrus saisonnier (Kaulfuss *et al.*, 2002). La laine de bélier a pu stimuler 40 à 53 % des brebis Romney au début de la saison sexuelle ; et la présence d'un bouc en a stimulé 57 % (Knight *et al.*, 1983).

L'ouïe intervient aussi. Les phéromones principales semblent secrétées par les glandes sudoripares de tout le corps (et donc présentes sur la laine) et des glandes orbitales des béliers (Rosa et Bryant, 2002) sous l'action d'hormones androgènes telle la testostérone (Iwata *et al.*, 2000).

Mais d'autres sensations que l'odeur interviennent puisque des femelles sans organes olfactif réagissent aussi (Cohen-Tannoudji *et al.*, 1986). Ainsi, le comportement sexuel des béliers s'ajoute aux phéromones pour initier l'activité sexuelle des brebis (Perkins et Fitzgerald, 1994).

Chez les caprins aussi, une phéromone des poils du mâle peut stimuler par l'odeur la reprise de l'activité cyclique chez des chèvres en anoestrus saisonnier (Claus *et al.*, 1990).

Chez les bovins, les produits d'excrétion des taureaux agissent sur des vaches après la mise bas pour accélérer la reprise de la fonction lutéale (Bernardinelli et Joshi, 2005). Chez les zébus, les taureaux stimulent l'activité post partum des vaches, probablement sous l'influence de phéromones (Rekwot *et al.*, 2000). La présence de taureaux ou l'exposition à l'urine de taureaux adultes a augmenté les performances de fertilité de vaches postpartum primipares (Tauck *et al.*, 2007).

Une action femelle-femelle existe aussi. Des phéromones du mucus cervical de vaches en oestrus diminuent la durée de l'anoestrus postpartum d'autres vaches (Wright *et al.*, 1994). Cet effet femelle-femelle se manifeste aussi chez la femme, chez laquelle les cycles menstruels des femmes vivant en communauté (harem, couvent) se synchronisent (Marion, 2004).

### **3. Oestrus (attraction et flehmen)**

Les ruminants domestiques mâles testent les femelles qui sont à leur portée pour reconnaître si elles sont en oestrus. Le signe principal est l'acceptation de la monte par la femelle, avec immobilité. Les mâles procèdent par essais et erreurs. Selon les réactions de la femelle ils iront jusqu'à la saillie ou non.

Néanmoins, une femelle en oestrus est plus attirante qu'une femelle qui ne l'est pas. Des brebis tondues attirent moins les béliers que des brebis avec leur laine (Lindsay, 1965 ; Tilbrook, 1987). Les femelles ont aussi un rôle actif. Lorsqu'elles sont en chaleur, elles recherchent les mâles. Elles peuvent aussi monter sur la croupe d'autres femelles en chaleur.

Les mâles flairent les femelles et parfois font un rictus en relevant les lèvres supérieures. C'est le **flehmen**. Il permettrait de mieux dégager le canal incisif de la mandibule conduisant à l'organe voméro-nasal (voir ci-dessous le chapitre sur les mécanismes). Le flehmen permettrait de détecter des phéromones sexuelles ou non ; en effet des individus castrés le pratiquent aussi (Marion, 2004).

Chez les ovins, il existe une corrélation entre le flehmen des béliers et l'oestrus des brebis. En cas d'oestrus, le flehmen est plus long et plus intense. Des phéromones produites par le vagin et présentes dans les urines des brebis seraient détectées (Bland et Jubilan, 1987). Les béliers peuvent distinguer les brebis réceptives ou non d'après l'odeur de leur urine (Blissit *et al.*, 1990). Lorsqu'ils reconnaissent l'odeur d'une femelle en chaleur, leur libido est augmentée (Ungerfeld *et al.*, 2006).

Pour que ces phéromones soient produites par le vagin des brebis, la flore vaginale normale est nécessaire. En cas de traitement antibiotique qui diminue la flore vaginale, la production de phéromone est diminuée. Les autres phéromones, de la laine, la graisse et l'urine, ne suffisent pas pour remplacer les phéromones du vagin (Ungerfeld et Silva, 2005).

Chez les bovins, le flehmen des taureaux qui flairent et lèchent l'urine est aussi plus long et plus intense en cas d'oestrus de la vache (Haupt *et al.*, 1989). L'activité maximale de la phéromone a lieu la veille de l'oestrus, ce qui prévient le mâle de l'imminence de l'oestrus. La présence des ovaires semble indispensable pour synthétiser la phéromone (Dehnhard *et al.*, 1991). Cette activité est très forte la veille et le jour de l'oestrus (Hradecky, 1989).

#### **4. Gestation (effet Bruce)**

Les effets des phéromones sur la gestation ont été mis en évidence chez les souris. Dans l'effet Bruce, une souris femelle en gestation depuis peu de temps voit sa gestation bloquée si elle est mise en présence d'un mâle autre que celui qui l'a fécondée. L'odeur du nouveau mâle inhiberait la sécrétion de prolactine, ce qui empêcherait la nidation (Vaissaire, 1977).

#### **5. Relations mère-petit**

La brebis (ainsi que la chèvre) est attirée par l'odeur du liquide amniotique ou de son jeune autour de la mise bas alors qu'elle est repoussée par ces odeurs à d'autres moments. Pour cela, la stimulation cervico-vaginale causée par l'expulsion du fœtus, des stimulations tactiles du nouveau-né et des facteurs hormonaux (surtout l'oestradiol avant et l'ocytocine après la mise bas) interviennent ensemble. Il existe une période d'apprentissage olfactif durant une à 2 heures pendant laquelle la brebis mémorise l'odeur individuelle de son jeune qu'elle acceptera d'allaiter alors qu'elle refusera d'autres jeunes. Au même moment, par le renforcement positif des

premières tétées, le jeune établit une préférence précoce pour certaines caractéristiques de sa mère (Poindron *et al.*, 2007).

### III. Mécanisme

#### A. Biochimie

Les substances odorantes émises sont des composés organiques simples en général : alcools, cétones, amines, aldéhydes, etc. et pour l'induction de l'oestrus (effet mâle) des peptides non volatils. Les femelles doivent être en contact avec l'urine de mâles pour que cet effet ait lieu (Keverne, 2006).

Chez le bélier, les phéromones responsables de l'effet mâle semblent multiples. Le rôle d'acides gras branchés et oxygénés a été soupçonné (Cohen-Tannoudji *et al.*, 1994). L'odeur « pastorale » de la viande de mouton serait due surtout au 3-méthylindole (Young *et al.*, 2003)

Ainsi aussi, l'odeur spécifique des poils de la tête et de l'encolure du bouc au Japon pendant la saison sexuelle est constituée par des acides gras branchés 4 éthyl tel le 4-éthyl acide octanoïque ou 4EOA (Sasada *et al.*, 1983). Birch *et al.* (1989) puis Hillbrick et Tucker (1996) ont trouvé aussi une majorité d'acides gras branchés 4-éthyl dans les poils de boucs actifs sexuellement. Selon Iwata *et al.* (2003), la phéromone n'est pas le 4-éthyl acide octanoïque, mais un ou plusieurs de ses dérivés.

Enfin, plusieurs composés semblent actifs dans le mucus cervico-vaginal de vaches, au moins 9 (Klemm *et al.*, 1987). Ces substances seraient des substances neutres, de poids moléculaire relativement faible (de 50 à 130), et très volatiles (Nishimura *et al.*, 1991 ; Dehnhard et Claus, 1996). Dans l'urine de vache en oestrus, 2 composés semblent spécifiques, le di-n-propyl phtalate et le 1-iodo-undécane (Kumar *et al.*, 2000). La triméthylamine dans la salive est impliquée dans l'attraction du mâle par des vaches en oestrus (Sankar *et al.*, 2007). Dans les fèces, des acides gras tels l'acide acétique, l'acide propionique et le 1-iodo-undécane semblent spécifiques pendant l'oestrus et pourraient être des indicateurs de l'oestrus (Sankar et Archunan, 2008).

Des « phéromones de verrats », des **cétostéroïdes androgènes** (androsténone et androstène-3bêta-ol) ont été trouvées dans les testicules et d'autres tissus de dromadaires et pourraient jouer le rôle de phéromones comme c'est le cas chez les verrats (Claus *et al.*, 1999). Notons que le 5alpha-androstenol et le diméthyl sulphide semblent responsables de la détection des truffes noires par des verrats ou des chiens entraînés (Talou *et al.*, 1990).

Ainsi, les phéromones des mammifères sont le plus souvent **des acides gras à courte chaîne**, plus ou moins volatiles selon leur poids moléculaire. Elles sont généralement différentes d'une espèce à l'autre et même souvent d'un individu à l'autre (Marion, 2004).



## B. Origine – glandes

Les phéromones sont secrétées par la plupart des sécrétions, dans l'appareil génital, les urines, les fèces ou par des glandes cutanées (Rekwot *et al.*, 2001 ; Arteaga *et al.*, 2007) et la salive (Marion, 2004). Ces glandes cutanées sont nombreuses chez les animaux :

- glandes sébacées, à l'origine du sébum, enduit protecteur de la peau, odorant,
- glandes sudoripares, à l'origine de la sueur et de phéromones,
- glandes de la 3<sup>e</sup> paupière superficielles ou profondes (glandes de Harder),
- glandes anales ou circumanales, des glandes sébacées situées autour de l'anus, sécrétant surtout pendant les chaleurs,
- glandes préputiales, du prépuce, sécrétant le smegma préputial ou cambouis préputial,
- glandes occipitales des dromadaires, derrière la nuque, actives chez les mâles en rut,
- glandes du musth des proboscidiens,
- glandes du musc du porte-musc mâle et de la civette, située entre la verge et l'ombilic, produisant le musc ou la civettone pour marquer le territoire,
- glandes uropygiennes, glandes uropygiales du croupion des oiseaux, dont la sécrétion grasse permet de lisser les plumes. Des phéromones sexuelles y sont secrétées chez le pétrel et le macareux.

Chez les mammifères, ce sont surtout les glandes sudoripares et les glandes sébacées associées aux poils (osmétriches) qui sécrètent et disséminent les phéromones. Leur activité et leur taille varie avec le sexe, la saison, et l'état de maturité sexuelle. Beaucoup de phéromones sont évacuées par l'urine (Tanzarella, 2006).

Chez les ovins, les phéromones des mâles sont produites au moins dans l'urine et dans la graisse de la peau (Knight et Lynch, 1980).

Chez les caprins, les phéromones de l'urine et des poils des boucs sont supprimées par la castation des boucs (Gotz, 1993). Les phéromones sont abondantes au niveau de la peau de la tête surtout et de la croupe des boucs, produites au départ par les glandes sébacées (Wakabayashi *et al.*, 2000 ; Iwata *et al.*, 2001 ; Kitago *et al.*, 2007). Le développement des glandes sébacées de la tête est stimulé par la testostérone, permettant l'effet mâle (Tanzarella, 2006).

Chez les vaches, le mucus vaginal et d'autres fluides corporels tels la salive, les fèces et le lait ont des odeurs liées à l'oestrus (Sankar et Archunan, 2004). La sécrétion des glandes périnéales de la peau, est augmentée au moment de l'oestrus, suggérant qu'elles sont sources de phéromones chez la vache (Blazquez *et al.*, 1988).

Les phéromones sont émises dans l'environnement ou déposées activement sur des substrats (Arteaga *et al.*, 2007).

Les phéromones sont captées par des **protéines de liaison** ou OBP (olfactory binding proteins), des protéines péri cellulaires. C'est l'ensemble phéromone + protéine de transport qui est reconnu par les récepteurs (Marion, 2004).

### C. Sens et organes sensoriels incriminés – les 2 systèmes olfactifs

Les récepteurs sont situés sur des organes spécialisés. Il existe 2 organes sensoriels olfactifs chez les mammifères :

- l'**organe sensoriel principal**, au fond des fosses nasales, reliés par les nerfs olfactifs aux bulbes olfactifs du cerveau, puis au cortex cérébral,
- l'organe sensoriel accessoire ou **organe voméronasal** ou organe de Jacobson, situé plus en avant, reliés par les nerfs voméronasaux aux bulbes olfactifs accessoires du cerveau, puis à l'amygdale et au noyau arqué de l'hypothalamus (système limbique). Les réponses sont hormonales (hormones hypophysaires : prolactine, etc.) et comportementales innées : comportement sexuel, maternel et social. Chez les rongeurs, la voie voméronasale semble indispensable, ce qui n'est pas le cas chez les ovins (Thibault et Levasseur, 1991).

Chez les mammifères terrestres, il existe au moins 2 types d'organes voméronasaux : uniforme surtout ou ségréatif (Takigami *et al.*, 2004). Chez les rongeurs, l'organe voméronasal est un sac fixé sur l'avant du plancher de la cavité nasale ; il est ouvert en avant dans la cavité nasale. Par contre, chez beaucoup de mammifères (bovidés, cervidés, canidés), il n'y a pas d'ouverture vers la cavité nasale, mais un petit canal en avant qui traverse le palais, le **canal palatin** ou **canal incisif** conduisant à la bouche. Les bovidés et cervidés flairent en fermant leurs narines, en retroussant la lèvre supérieure et en inspirant fortement de manière saccadée pour permettre le passage des phéromones par ce canal. Cette grimace ou rictus est appelée flehmen. L'organe voméronasal est vestigial chez l'homme : quelques millimètres (Tanzarella, 2006). L'organe voméronasal des caprins est bien développé (Takigami *et al.*, 2000).

L'organe sensoriel principal, détecte les odeurs volatiles, capables d'atteindre le fond des fosses nasales. L'organe voméronasal pourrait détecter des odeurs moins volatiles, telles des phéromones impliquées dans les comportements de reproduction et sociaux, particulièrement celles qui sont contenues dans des liquides tels l'urine et les liquides vaginaux. Les 2 organes peuvent être plus ou moins impliqués dans la détection des phéromones chez les caprins (Wakabayashi *et al.*, 2002).

Chez les rongeurs, le noyau arqué de l'hypothalamus sécrète de la dopamine qui règle la production de prolactine par l'hypophyse. L'induction de l'oestrus (effet mâle) et le blocage de la gestation agissent initialement par une chute du taux de prolactine (Keverne, 2006).

Chez les ovins, l'organe sensoriel accessoire participe à la perception de l'odeur du bélier, mais n'est pas indispensable alors que l'organe sensoriel principal, joue un rôle critique. L'effet mâle se traduit par une activation de l'hormone LH d'où des ovulations synchronisées chez les femelles sexuellement expérimentées. La réponse des brebis dépend de leur expérience sexuelle antérieure (Cohen-Tannoudji *et al.*, 1989 ; Gelez et Fabre-Nys, 2006).

Chez la chèvre, le générateur de pulses de LH de l'hypothalamus est accéléré par l'exposition aux phéromones de boucs (Ichimaru *et al.*, 1999).

#### IV. Principales utilisations pratiques

On parle parfois de phéromonothérapie.

L'application principale en reproduction des ruminants est l'**effet mâle**. Les phéromones peuvent faciliter l'apparition de chaleurs ovulatoires chez des brebis en dehors de la saison sexuelle habituelle ; elles peuvent **imiter ou renforcer l'effet mâle** obtenu avec des béliers ou des hormones (Marion, 2004). Chez les brebis, il est possible d'utiliser ou les mâles eux-mêmes ou les phéromones de béliers (72,5 % de chaleurs ; Bonev *et al.*, 2004a) ou celles de boucs (75,6 % de chaleurs ; Bonev *et al.*, 2004b). Les mâles adultes donnent de meilleurs résultats que les jeunes ; leur signal odorant est plus efficace (Ungerfeld *et al.*, 2008). Les boucs doivent être sexuellement actifs pour induire l'activité sexuelle de femelles en anoestrus (Véliz *et al.*, 2002)

Les phéromones des sécrétions vaginales des brebis peuvent contribuer à **stimuler la libido** des béliers, en plus des traitements avec des hormones androgènes et une supplémentation en vitamines (Nikolov *et al.* 2005).

Chez des génisses, la pulvérisation d'une préparation hormonale sur les naseaux a augmenté le taux de gestation : 83,3 % au lieu de 78,5 % (Karavaeva *et al.*, 1996).

Chez des vaches et des génisses, l'utilisation de phéromone synthétique a diminué l'intervalle entre mise bas et oestrus et la période de service : 92,2 jours au lieu de 126,5 jours (Zyunkina *et al.*, 1988).

Les apaisines peuvent être utilisées chez les bovins et les porcins pour prévenir ou **réduire le stress** dans l'élevage. Ces apaisines sont spécifiques : BAP (Bovin Apeasing Pheromon) pour les bovins et PAP (Pig Apeasing Pheromon) pour les porcins (Pageat et Madec, 2002).

Il peut être signalé aussi que des phéromones (apaisines) sont utilisées en neurologie des animaux domestiques, par exemple :

- chez le cheval, une apaisine équine par voie intranasale, contre les stress (transport, dressage),
- chez les porcins, une apaisine porcine en pulvérisation sur l'environnement immédiat, contre les stress (mise en lot, introduction d'un nouvel individu),
- chez les carnivores domestiques, chiens et chats : une apaisine canine (dog apaising pheromone, DAP) ou des phéromones faciales félines, en spray ou en collier, pour les sécuriser (anxiété), lutter contre les marquages urinaires ou par griffades, faciliter le transport en cages, le séjour dans une chatterie, etc. (Petit, 2005).

Chez les insectes, les phéromones peuvent être utilisées dans la lutte contre les insectes nuisibles, par exemple en attirant les mâles ou les femelles dans des pièges.

## Conclusion

Ainsi, en pratique, les phéromones interviennent dans l'effet mâle. Elles peuvent être utilisées par phéromonothérapie pour stimuler la libido de mâles, augmenter les performances de reproduction de femelles ou pour prévenir et réduire le stress des animaux.

## Bibliographie

Arteaga Castaneda M. de L., Martinez-Gomez M., Guevara-Guzman R., Hudson R., 2007. Chemical communication in domestic mammals. *Veterinaria Mexico*, **38** (1): 105-123.

Bernardinelli J., Joshi P., 2005. Initiation of postpartum luteal function in primiparous restricted-suckled beef cows exposed to a bull or excretory products of bulls or cows. *J. of Anim. Sci.*, **83** (11): 2495-2500.

Birch E., Knight T., Shaw G., 1989. Separation of male goat pheromones responsible for stimulating ovulatory activity in ewes. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **32** (3): 337-341.

Bland K., Jubilan B., 1987. Correlation of flehmen by male sheep with female behaviour and oestrus. *Animal Behaviour*, **35** (3): 735-738.

Blazquez N., French J., Long S., Perry G., 1988. A pheromonal function for the perineal skin glands in the cow. *Veterinary Record*, **123** (2): 49-50.

Blissitt M. J., Bland K. P., Cottrell D. F., 1990. Discrimination between the odours of fresh oestrous and non-oestrous ewe urine by rams. *Theriogenology*, **25** (1-2): 51-59.

Bonev G., Georgiev S., Slavov R., Atanasov A., 2004a. Indutsirane na estrus i ovulatsiya pri dzviski ot porodata Plevenska chernoglava chrez naturalni androferomoni ekstrakti ot koch. [Induction of estrus and ovulation in yearlings of Pleven Black head sheep breed by natural andro-pheromones extracted from a ram]. *Zhivotnovudni Nauki (Bulgarie)*, **41** (5): 37-39.

Bonev G., Georgiev S., Slavov R., Atanasov A., 2004b. Stimulirane na ovarialnata aktivnost pri ovtse chrez feromoni ekstrakti ot pruch. [Stimulation of the ovary activity of sheep by pheromone extractions from a buck]. *Zhivotnovudni Nauki (Bulgarie)*, **41** (5): 40-42.

Bouissou M., Boissy A., 2005. Le comportement social des bovins et ses conséquences en élevage - les 4 versions. *Productions Animales, INRA*, **18** (2): 87-99.

- Claus R., Over R., Denhard M., 1990. Effect of male odour on LH secretion and the induction of ovulation in seasonally anoestrous goats. *Animal Reproduction Science*, **22**: 27-38.
- Claus R., Kaufmann B., Dehnhard M., Spitzer V., 1999. Demonstration of 16-unsaturated C-19 steroids ('boar pheromones') in tissues of the male camel (*Camelus dromedarius*). *Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene*, **34** (6): 455-458.
- Cohen-Tannoudji J., Locatelli A., Signoret J. P., 1986. Non pheromonal stimulation by the male of LH release in the anoestrous ewe. *Physiol. Behav.*, **36** (5): 921-924.
- Cohen-Tannoudji J., Lavenet C., Locatelli A., Tillet Y., Signoret J., 1989. Non-involvement of the accessory olfactory system in the LH response of anoestrous ewes to male odour. *J. Reprod. Fert.*, **86** (1): 135-144.
- Cohen-Tannoudji J., Einhorn J., Signoret J. P., 1994. Ram sexual pheromone: first approach of chemical identification. *Physiol. Behav.*, **56** (5): 955-961.
- Dehnhard M., Claus R., 1996. Attempts to purify and characterize the estrus-signalling pheromone from cow urine. *Theriogenology*, **46** (1): 13-22.
- Dehnhard M., Claus R., Pfeiffer S., Schopper D., 1991. Variation in estrus-related odors in the cow and its dependency on the ovary. *Theriogenology*, **35** (3): 645-652.
- Gelez H., Fabre-Nys C., 2006. Role of the olfactory systems and importance of learning in the ewes' response to rams or their odors. Review. *Reprod. Nutr. Dev.*, **46** (4): 401-415.
- Gotz U., 1993. Abhängigkeit der Pheromonaktivität in Haaren und Urin beim Ziegenbock vom Hoden. [Testicular dependence of pheromone activity in the hair and urine in male goats]. Ludwig-Maximilians-Universität, München, Germany, 83 p.
- Hillbrick G., Tucker D., 1996. The production and short chain fatty acid composition of lipid from cashmere goat buck fleece. *Australian Journal of Agricultural Research*, **47** (4): 553-558.
- Haupt K. A., Rivera W., Glickstein L., 1989. The flehmen response of bulls and cows. *Theriogenology*, **32** (3): 343-350.
- Hradecky P., 1989. Possible induction by estrous cows of pheromone production in penmates. *Journal of Chemical Ecology*, **15** (3): 1067-1076.
- Ichimaru T., Takeuchi Y., Mori Y., 1999. Stimulation of the GnRH pulse generator activity by continuous exposure to the male pheromones in the female goat. *Journal of Reproduction and Development*, **45** (4): 243-248.
- Iwata E., Wakabayashi Y., Kakuma Y., Kikusui T., Takeuchi Y., Mori Y., 2000. Testosterone-dependent primer pheromone production in the sebaceous gland of male goat. *Biol. Reprod.*, **62** (3): 806-810.

Iwata E., Wakabayashi Y., Matsuse S., Kikusui T., Takeuchi Y., Mori Y., 2001. Induction of primer pheromone production by dihydrotestosterone in the male goat. *Journal of Veterinary Medical Science*, **63** (3): 347-348.

Iwata E., Kikusui T., Takeuchi Y., Mori Y., 2003. Substances derived from 4-ethyl octanoic acid account for primer pheromone activity for the "male effect" in goats. *J. of Vet. Med. Sci.*, **65**: 1019-1021.

Karavaeva E., Belaya Z., Paramonov D., Zinkevich E., Petrusha E., 1996. The effect of a synthetic sex pheromone on the reproductive ability of Black Pied heifers. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*, **2**: 67-71.

Karlson P., Butenandt A., 1959. Pheromones (Ectohormones) in Insects. *Annual Review of Entomology*, **4**: 39-58.

Kaulfuss K., Schenk P., Suss R., 2002. Oestrus induction of seasonally anoestrous ewes by nasal application of ram pheromone containing wool fat. *Tierärztliche Praxis*, **30** (5): 308-314.

Keverne B., 2006. Pheromones et reproduction. Les Brèves de Neuroendocrinologie. British Society for Neuroendocrinology. In :<http://wcentre.tours.inra.fr/societeneuroendocrino/Briefings/Briefing-Keverne-> [02.05.2008].

Kitago M., Momozawa Y., Masuda K., Wakabayashi Y., Date-Ito A., Hagino-Yamagishi K., Kikusui T., Takeuchi Y., Mori Y., 2007. Localization of the candidate genes ELOVL5 and SCD1 for 'male effect' pheromone synthesis in goats (*Capra hircus*). *J. of Repro. and Dev.*, **53** (6): 1329-1333.

Klemm W., Hawkins G., Santos E. de los, 1987. Identification of compounds in bovine cervico-vaginal mucus extracts that evoke male sexual behavior. *Chemical Senses*, **12** (1): 77-87.

Knight T., Lynch P., 1980. Source of ram pheromones that stimulate ovulation in the ewe. *Anim. Reprod. Sci.*, **3** (2): 133-136.

Knight T. W., Tervit H. R., Lynch P. R., 1983. Effects of boar pheromones, ram's wool and presence of bucks on ovarian activity in anovular ewes early in the breeding season. *Anim. Reprod. Sci.*, **6** (2): 129-134.

Kumar K., Archunan G., Jeyaraman R., Narasimhan S., 2000. Chemical characterization of bovine urine with special reference to oestrus. *Vet. Res. Comm.*, **24**: 445-454.

Lindsay D. R., 1965. The importance of olfactory stimuli in the mating behaviour of the ram. *Animal Behaviour*, **13** (1): 75-78.

Marion M., 2004. Caractéristiques et mode d'action des phéromones. *Point vétérinaire*, **35** (n° spéc.): 16-19.

Meyer C., Djoko-Teinkam D., s.d. L'effet mâle chez les petits ruminants. *Rev. Elev. Med. vét. Pays trop. (soumis fév. 2008)*

Nikolov I., Sabev M., Ivanova-Kicheva M., Chemshirova T., Baycheva E., Popova M., 2005. Stimulation of sexual reflexes of aboriginal ram breeds during the non-mating season. *Journal of Central European Agriculture*, **6** (4): 515-520.

Nishimura K., Utsumi K., Okano T., Iritani A., 1991. Separation of mounting-inducing pheromones of vaginal mucus from estrual heifers. *Journal of Animal Science*, **69** (8): 3343-3347.

Pageat P., Madec I., 2002. Intérêts de l'utilisation des phéromones en élevage. [Interest in using pheromones in breeding farms] *in* : Introduction au système olfactif accessoire et à l'utilisation des phéromones en agronomie. Séance spécialisée du 15 mai 2002. *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, **88** (4): 47-51.

Perkins A., Fitzgerald J., 1994. The behavioral component of the ram effect: the influence of ram sexual behavior on the induction of estrus in anovulatory ewes. *Journal of Animal Science*, **72** (1): 51-55.

Petit S., ed. scient., 2005. Dictionnaire des médicaments vétérinaires. Les Editions du Point Vétérinaire, ed.. 1 vol., 1765 p.

Pointron P., Lévy F., Nowak R., 2007. Comportement de la mère et du nouveau-né chez les mammifères: mécanismes d'activation. *Productions Animales, INRA*, **20** (3): 393-408.

Rekwot P., Ogwu D., Oyedipe E., 2000. Influence of bull biostimulation, season and parity on resumption of ovarian activity of zebu (*Bos indicus*) cattle following parturition. *Anim. Reprod. Sci.*, **63** (1/2): 1-11.

Rekwot P., Ogwu D., Oyedipe E., Sekoni V., 2001. The role of pheromones and biostimulation in animal reproduction. *Animal Reproduction Science*, **65** (3/4): 157-170.

Rosa H. J. D., Bryant M. J., 2002. The 'ram effect' as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. Review. *Small Ruminant Research*, **45** (1): 1-16.

Rosa H. J. D., Juniper D. T., Bryant M. J., 2000. The effect of exposure to oestrous ewes on rams' sexual behaviour, plasma testosterone concentration and ability to stimulate ovulation in seasonally anoestrous ewes. *Applied Animal Behaviour Science*, **67** (4): 293-305.

Sankar R., Archunan G., 2004. Flehmen response in bull: role of vaginal mucus and other body fluids of bovine with special reference to estrus. *Behavioural Processes*, **67**: 81-86.

Sankar R., Archunan G., 2008. Identification of putative pheromones in bovine (*Bos taurus*) faeces in relation to estrus detection. *Anim. Reprod. Sci.*, **103** (1/2): 149-153.

- Sankar R., Archunan G., Habara Y., 2007. Detection of oestrous-related odour in bovine (*Bos taurus*) saliva: bioassay of identified compounds. *Animal*, **1**: 1321-1327.
- Sasada H., Sugiyama T., Yamashita K., Masaki J., 1983. Identification of the specific odor components in mature male goat during the breeding season. *Japanese Journal of Zootechnical Science*, **54** (6): 401-408.
- Signoret J. P., 1996. Olfaction and mammalian sexuality [Olfaction et sexualité des mammifères]. *Rev. int. psychopathol.*, **22** (2): 423-443.
- Signoret J. P., Lévy F., Nowak R., Orgeur P., Schaal B., 1997. Le rôle de l'odorat dans les relations interindividuelles des animaux d'élevage. *Prod. anim.*, **10** (5): 339-348.
- Takigami S., Mori Y., Ichikawa M., 2000. Projection pattern of vomeronasal neurons to the accessory olfactory bulb in goats. *Chemical senses*, **25** (4): 387-393.
- Takigami S., Mori Y., Tanioka Y., Ichikawa M., 2004. Morphological evidence for two types of mammalian vomeronasal system. *Chemical senses*, **29** (4): 301-310.
- Talou T., Gaset A., Delmas M., Kulifaj M., Montant C., 1990. Dimethyl sulphide : the secret for black truffle hunting by animals ? *Mycological research*, **94**: 277-278.
- Tanzarella S., 2006. Perception et communication chez les animaux. Cours. De Boeck, ed., 1 vol., 334 p.
- Tauck S., Berardinelli J., 2007. Putative urinary pheromone of bulls involved with breeding performance of primiparous beef cows in a progestin-based estrous synchronization protocol. *J. of Anim. Sci.*, **85** (7): 1669-1674.
- Thibault C., Levasseur M.-C., ed., 1991. La reproduction chez les mammifères et chez l'homme. INRA Ellipses, Paris (FRA), ed., 1 vol., 768 p.
- Tilbrook A. J., 1987. The influence of factors associated with oestrus on the sexual "attractiveness" of ewes to rams. *Applied Animal Behaviour Science*, **17** (1-2): 117-128.
- Ungerfeld R., Silva L., 2005. The presence of normal vaginal flora is necessary for normal sexual attractiveness of estrous ewes. *Applied Animal Behaviour Science, Amsterdam*, **93**: 245-250.
- Ungerfeld R., Ramos M., Moller R., 2006. Role of the vomeronasal organ on ram's courtship and mating behaviour, and on mate choice among oestrus ewes. *Applied Animal Behaviour Science, Amsterdam*, **99** (3/4): 248-252.
- Ungerfeld R., Ramos M. A., González-Pensado S. P., 2008. Ram effect: Adult rams induce a greater reproductive response in anestrus ewes than yearling rams. *Animal Reproduction Science*, **103** (3-4): 271-277.



Vaissaire J. P., 1977. Sexualité et reproduction des mammifères domestiques et de laboratoire. Paris, Maloine SA Editeur. ed., 1 vol., 457 p.

Vazquez R., Orihuela A., 2001. Effect of vaginal mucus and urine from ewes in estrus on plasma testosterone levels and weight gain of feedlot rams. *Small Rum Res*, **42**: 173-177.

Véliz F. G., Moreno S., Duarte G., Vielma J., Chemineau P., Poindron P., Malpaux B., Delgadillo J. A., 2002. Male effect in seasonally anovulatory lactating goats depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous females. *Animal Reproduction Science*, **72** (3-4): 197-207.

Wakabayashi Y., Iwata E., Kikusui T., Takeuchi Y., Mori Y., 2000. Regional differences of pheromone production in the sebaceous glands of castrated goats treated with testosterone. *J. Vet. Med. Sci.*, **62**: 1067-1072.

Wakabayashi Y., Mori Y., Ichikawa M., Yazaki K., Hagino Yamagishi K., 2002. A putative pheromone receptor gene is expressed in two distinct olfactory organs in goats. *Chemical senses*, **27** (3): 207-213.

Young O., Lane G., Priolo A., Fraser K., 2003. Pastoral and species flavour in lambs raised on pasture, lucerne or maize. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **83** (2): 93-104.

Wright I., Rhind S., Smith A., Whyte T., 1994. Female-female influences on the duration of the post-partum anoestrous period in beef cows. *Animal Production*, **59** (1): 49-53.

Zyunkina E., Petrusha E., Karavaeva E., Zinkevich E., 1988. The effect of an artificial pheromone on reproductive function in cows. *In: Sostoyanie i perspektivy razvitiya biotekhnologii v zhivotnovodstve, Khar'kov, 21-22 sentyabrya 1988*, p. 134-135.