

Plasticité de l'apprentissage des caractéristiques odorantes du nid chez le lapereau nouveau-né.

J. SERRA¹, L. MIRABITO², G. FERREIRA¹, F. LÉVY¹, R. NOWAK¹

¹ Centre de recherches INRA, UMR 6175, PRC, 37380 Nouzilly, France.

² ITAVI, 28 rue du Rocher, 75008 Paris, France.

Résumé - Le lapereau est capable dès le 1^{er} jour post-partum de discriminer les indices olfactifs de familiarité intrinsèques à son nid par rapport à un nid étranger construit par une autre lapine. L'hypothèse d'un apprentissage postnatal des caractéristiques odorantes du nid a très vite émergé. Afin d'éprouver ce postulat et de déterminer la dynamique de mise en place de cet apprentissage, des expériences d'adoption par transfert de lapereaux depuis le nid d'origine vers un nouveau nid ont ainsi été mises en œuvre. Les résultats montrent que des lapereaux de 2 jours parviennent à apprendre les indices olfactifs propres à leur nouveau nid d'adoption suivant une évolution graduelle culminant à 24h de mise en adoption. L'apprentissage du nid d'adoption s'accompagne d'un apparent oubli du nid d'origine. Ce dernier n'est pas un oubli total puisqu'un rappel du nid d'origine permet de réinstaurer la préférence pour ce dernier. Cette expérience illustre le caractère plastique des apprentissages olfactifs précoce chez le lapereau nouveau-né.

Abstract- Learning plasticity of nest olfactory cues in the newborn rabbit. Newborn rabbits are able to discriminate between the olfactory cues from their nest and those from a nest built by another doe. We hypothesized that this preferential response reflected postnatal learning processes. To test this and to determine the dynamic of learning, we transferred part of the litter to an alien nest. The results showed that postnatal learning of the new nest was possible on the 2nd day after birth with a maximum response 24h after the start of the adoption procedure. Learning the characteristics of the new nest induced a lack of interest for the original nest which is not a total amnesia since a recall of the original nest can reinstitute a preference for it. This experiment illustrates the plasticity of early olfactory learning in newborn rabbit.

Introduction

Isolé dans la rabouillère, le nid du lapin est une chémosphère olfactive complexe résultant d'une combinaison d'odeurs variées, provenant des poils déposés par la mère, des odeurs corporelles de la fratrie, des sécrétions utérines émises à la mise bas, et des pelotes fécales laissées par la mère à l'issue de l'allaitement (Hudson et Distel, 1982). Alors qu'Hudson *et al.* (2003) ont illustré les capacités d'orientation précoce de lapereaux d'un jour envers leur nid, Serra et Nowak (2005) ont démontré que des lapereaux du même âge manifestent une préférence olfactive pour les matériaux du nid familier lorsque ces derniers sont comparés aux matériaux d'un nid étranger, illustrant ainsi une détection rapide des indices de familiarité propres au nid.

L'expérience utérine joue un rôle non négligeable dans l'établissement des préférences sensorielles néonatales : elle facilite la mise en place de références olfactives utiles lors des premières orientations postnatales, à savoir l'orientation vers le corps de la mère, la localisation de la tétine et l'absorption rapide de lait (Coureaud *et al.*, 2002). En outre, Porter et Rieser (2005) ont souligné l'importance de la parturition chez le nouveau-né mammalien : des processus neurophysiologiques opérant naturellement durant la mise-bas préparent le nouveau-né à se familiariser aux odeurs de son environnement postnatal. La naissance par voie vaginale marque ainsi un tournant majeur dans la vie de l'animal, tournant représenté par un état d'alerte optimum et une réponse maximale aux stimulations externes (Lagergrant et Slotkin, 1986). La période péri-partum est ainsi

décrise comme un processus favorisant des apprentissages rapides, alors que quelques jours plus tard, il semble que ces facultés suivent une cinétique plus lente (Porter et Etscorn, 1975). En conditions d'élevage, les procédures d'adoption sont courantes, dans le but d'homogénéiser les portées et d'assurer une productivité optimum. Le plus fréquemment, elles sont réalisées dans les jours qui suivent les naissances. Un tel changement de l'environnement postnatal modifie-t-il les préférences olfactives du lapereau transféré, lorsque celui-ci est placé en adoption le deuxième jour post-partum ? Le lapereau est-il capable de réorienter ses choix après transfert ?

L'objectif de ce travail est double : nous tenterons dans un premier temps de savoir si l'apprentissage des caractéristiques odorantes du nid peut se réaliser de manière postnatale, indépendamment de cette période-clef qu'est la parturition, puis dans un second temps, nous illustrerons la dynamique d'un tel apprentissage, en déterminant les mécanismes mnésiques mis en jeu.

1. Matériel et méthodes

1.1 Animaux

Les lapereaux testés proviennent de femelles multipares de souche Hy+ de la station expérimentale cunicole de l'ITAVI (Rambouillet, Yvelines). Elles séjournent dans le secteur maternité de la station dans des cages individuelles (75x46x60 cm) équipées d'une boîte à nid avec cuvette en plastique (44x24x14 cm) et d'une porte coulissante permettant un contrôle de l'allaitement. Les cuvettes contenant des copeaux de bois sont installées 48 heures avant la parturition. Les femelles disposent d'eau et de

nourriture *ad libitum*. La température ambiante est maintenue à 17°C et le régime nycthéméral est caractérisé par une alternance 12h/12h de lumière/obscurité au moment de la mise-bas.

1.2. Procédure d'adoption

Afin de savoir si l'apprentissage des caractéristiques odorantes du nid peut se réaliser de manière postnatale et pour s'affranchir de facteurs prénatals, nous avons procédé à une adoption. Nous laissons donc 48 heures les lapereaux dans leur nid d'origine (NO), en contrôlant les tétées de façon à ce qu'elles interviennent une fois toutes les 24 heures, au 1^{er} et 2^e jour post-partum. A l'issue du 2^e jour, on transfère 6 lapereaux d'une même portée (d'un effectif minimal de 12 lapereaux) dans le nid d'une lapine étrangère ayant mis bas le même jour que la mère et possédant au moins 12 lapereaux, ce nid sera nommé nid d'adoption (NA). Ils resteront dans ce nouvel environnement soit pendant une durée de 1h, soit de 6h, de 18h ou de 24h, et ce, sans téter (la lapine étrangère n'a donc pas accès à son nid durant ces périodes). La durée maximum du jeûne imposé est donc de 24h. Après différents temps de présence dans le NA, on effectue les tests de choix entre les nids connus (nid d'origine (NO) et nid d'adoption (NA)) et un nid inconnu quelconque (nid étranger (NE)). Sur un lot de 6 lapereaux adoptés dans le NA, la distribution s'établit comme suit : 2 de ces lapereaux sont testés dans la comparaison NA vs NE, 2 autres dans la comparaison NO vs NE, et les 2 derniers dans la comparaison NA vs NO.

1.3. Tests de choix

Il s'agit de tester l'orientation précoce des lapereaux vers les différents nids (NO, NA, NE). Le dispositif de tests utilisé est une boîte en PVC (42x32x15 cm) séparée en deux par un panneau médian. A sa surface, une grille amovible peut être soulevée pour y placer à l'intérieur les stimuli. Une arène rectangulaire (42x32x9 cm) sans fond est mise en place sur le dessus de la boîte. Elle empêche le lapereau de s'échapper et délimite la zone de discrimination. Le lapereau testé est placé en son centre et sa durée de positionnement dans chacun des compartiments est chronométrée. On prélève et on dispose dans des boîtes de pétri (9,5x9,5 cm) un échantillon représentatif d'un nid (poils maternels, pelotes fécales, copeaux de bois et traces de sécrétions utérines). Tous les nids proviennent de lapines aux mêmes stades de lactation. Trois boîtes sont placées dans chaque compartiment du dispositif. Lorsque les matériaux sont remplacés à l'issue des tests, les boîtes de pétri sont nettoyées et séchées. A chaque passage, l'arène et la grille sont nettoyées et séchées. L'arène subit aussi une rotation de 180°C. La position latérale des stimuli est permutée, après que 4 tests aient été réalisés. La durée de chaque test est de 5 minutes consécutives. Chaque nouveau-né n'est utilisé que dans un seul test.

1.4. Analyses statistiques

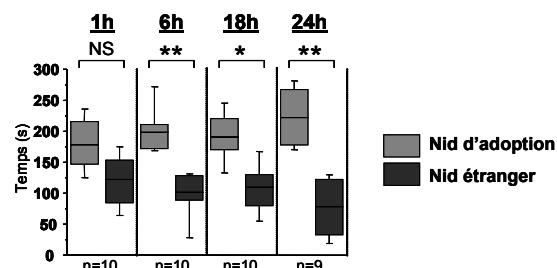
Les temps passés au-dessus de chaque compartiment ont été analysés à l'aide du test de rang de Wilcoxon (logiciel STATVIEW, test non paramétrique portant sur des données dépendantes). Le seuil de signification est fixé à $p<0,05$.

2. Résultats

2.1. Le lapereau âgé de 2 jours peut-il apprendre un nouveau nid (NA) ? (Figure 1)

Un lapereau âgé de 2 jours ne manifeste pas de comportement différentiel entre le NA et un NE quelconque après 1 heure de mise en adoption. En revanche, les lapereaux manifestent une préférence pour le NA par rapport au NE dès 6 heures ($P=0,005$). Des résultats similaires sont retrouvés après 18 heures ($P=0,017$) et 24 heures ($P=0,008$) de présence dans le NA. Les lapereaux sont donc capables d'apprendre un nouveau nid dès 6 heures de mise en adoption. Leurs performances semblent tout à fait comparables à des lapereaux testés le lendemain de leur naissance (Serra & Nowak, 2005).

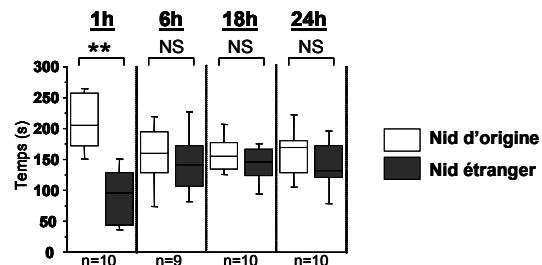
Figure 1 : Durées moyennes d'orientation (médianes et interquartiles) de lapereaux adoptés en réponse à l'odeur du NA vs NE, à 1h, 6h, 18h, et 24h de mise en adoption.



2.2. L'apprentissage du nouveau nid (NA) induit-il l'oubli de l'ancien nid (NO) ? (Figure 2)

A l'issue d'une mise en adoption d'une heure, un lapereau âgé de 2 jours s'oriente préférentiellement vers le NO ($P=0,008$) lorsque celui-ci est comparé à un nid étranger. Après 6, 18 et 24 heures de mise en adoption, le NO n'est plus préféré. Parallèlement à l'apprentissage de l'odeur du nid d'adoption, on observe une perte d'intérêt pour le nid d'origine. Ceci suggère un oubli de l'ancien nid au profit de l'apprentissage d'un nouveau.

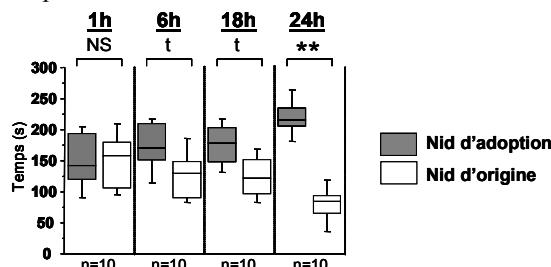
Figure 2 : Durées moyennes d'orientation (médianes et interquartiles) de lapereaux adoptés en réponse à l'odeur du NO vs NE, à 1h, 6h, 18h, et 24h de mise en adoption.



2.3. Dans une comparaison opposant deux nids connus (NA vs NO), le lapereau manifeste-t-il des préférences similaires? (Figure 3)

Dans les tests présentant simultanément le NA au NO, les lapereaux explorent de façon équivalente les deux compartiments après une mise en adoption d'1 heure. On observe cependant une tendance à s'orienter vers le NA plutôt que le NO dès 6 heures ($P=0,074$), mais également à 18 heures ($P=0,059$). Cette tendance évolue en une préférence significative pour le NA par rapport au NO après 24 heures de mise en adoption ($P=0,005$).

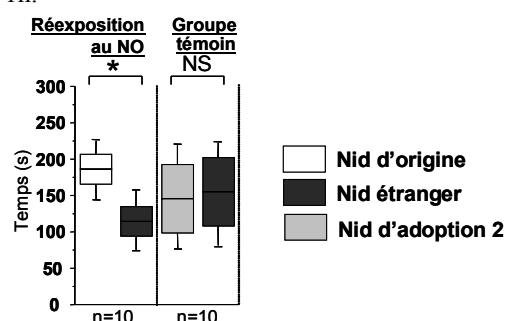
Figure 3 : Durées moyennes d'orientation (médianes et interquartiles) de lapereaux adoptés en réponse à l'odeur du NA vs NO, à 1h, 6h, 18h, et 24h de mise en adoption.



2.4. Oubli total ou partiel de l'ancien nid (NO)? (Figure 4)

Cette question a nécessité la création d'une nouvelle procédure : à l'issue d'une mise en adoption pendant 24h (NA1), des lapereaux non testés jusqu'alors sont replacés pendant 1h soit de nouveau dans leur nid d'origine (NO) (groupe « réexposition au NO »), soit dans un nouveau nid d'adoption (NA2) (groupe témoin). Comme nous l'avons vu précédemment, 1h n'est pas une durée d'exposition suffisante pour permettre aux jeunes lapereaux de manifester une préférence pour un nouveau nid. Cette durée a donc été choisie afin que le NO intervienne comme un élément de rappel, susceptible de permettre une réinstauration de la préférence pour le NO. Le groupe témoin permettra de s'assurer qu'une heure dans ces conditions spécifiques ne soit effectivement pas suffisante pour permettre un nouvel apprentissage.

Figure 4 : Durées moyennes d'orientation (médianes et interquartiles) de lapereaux adoptés pendant 24h dans le NA puis soit réexposés au NO pendant 1h, soit exposés à un nouveau nid d'adoption (NA2) pendant 1h.



Lorsque l'on donne à comparer aux lapereaux du groupe « réexposition au NO » leur NO par rapport à un NE, ces derniers se dirigent préférentiellement vers leur NO ($P=0,014$). A l'inverse, lorsque l'on s'intéresse au groupe témoin, les lapereaux ne préfèrent pas leur NA2 à un nid étranger quelconque. Il n'y aurait donc pas oubli total mais seulement partiel. Un rappel du nid préalablement connu rendrait de nouveau possible l'accès au souvenir.

3. Discussion

Les résultats montrent que des lapereaux âgés de 2 jours parviennent à discriminer les indices olfactifs propres à leur nouveau nid d'adoption suivant une évolution graduelle culminant à 24h de mise en adoption. Un apprentissage postnatal des caractéristiques odorantes du nid peut donc se réaliser en dehors de cet évènement majeur que représente la parturition.

L'apprentissage du nid d'adoption s'accompagne d'un apparent « oubli » du nid d'origine puisque les lapereaux engagés dans la procédure de mise en adoption ne parviennent plus à discriminer leur nid d'origine d'un nid étranger dès 6h de mise en adoption. Les résultats de Nowak et Serra (2005), relatifs à l'ajout d'une odeur artificielle dans le nid, corroborent cette amnésie des acquisitions préexistantes, subséquente à l'apprentissage de nouvelles données olfactives dans un contexte similaire. En effet, les indices de familiarité intrinsèques au nid ne sont plus discriminés lorsque les lapereaux ont à apprendre une nouvelle odeur artificielle ajoutée au nid. La mémoire du lapereau a donc bien un caractère plastique puisque les événements les plus récents primaient sur les acquisitions préexistantes.

Afin d'affiner notre compréhension des mécanismes impliqués dans l'amnésie du NO et l'apprentissage du NA, une situation plus conflictuelle a été proposée aux lapereaux : la confrontation de 2 nids connus (nid d'origine vs nid d'adoption). Alors que le nid d'adoption était reconnu par rapport à un nid étranger dès 6 heures de mise en adoption, il faut attendre 24 heures pour qu'il soit clairement préféré par rapport au NO. Nous observons néanmoins des orientations tendancielles vers le nid d'adoption à 6 et 18 heures. Les lapereaux se dirigent donc de façon moins nette vers le nid d'adoption lorsque ce dernier est comparé au NO que lorsqu'il est comparé à un NE quelconque. L'explication résiderait dans l'apparition d'interférences olfactives : une communauté d'odeurs caractériserait le NO et le NA, de sorte que le choix entre ces deux nids ne soit pas aussi clair que celui entre le NA et un NE.

En outre, l'« oubli » du NO n'est pas un oubli total puisqu'un rappel de ce même nid réinstaure une préférence pour celui-ci. Le processus d'adoption peut donc être réversé. La plasticité mnésique du jeune lapereau est donc très développée.

En élevage cunicole, la technique d'adoption est utilisée en routine. Même si d'un point de vue zootechnique elle ne semble pas poser de problème lorsqu'elle est réalisée à 2 jours post-partum, nous étions en droit de nous questionner sur les capacités d'intégration des lapereaux dans leur nouveau nid. Nos résultats montrent que l'intégration des adoptés se réalise en 24h maximum et n'entraîne pas de perturbation majeure pour l'animal, donnée importante pour les demandes croissantes en termes de bien-être animal dans les conditions d'élevage.

Dans le milieu naturel, quel peut être le rôle d'une telle plasticité ? Le nid constitue une ressource vitale de chaleur (fratrie) et d'alimentation (il est le seul point de rencontre avec la mère) ; sa discrimination est donc indispensable à la survie de l'animal qui, dans les conditions naturelles, pourrait être éloigné de son nid à diverses occasions sans toutefois quitter le terrier (accrochage à la tétine après la tétée, exploration). La plasticité mnésique permettrait donc à un lapereau de s'adapter aux qualités chimiques de son nid évoluant au cours du temps. En effet, la disparition des poils maternels (Hudson *et al.*, 1996) et l'évolution des odeurs corporelles de la fratrie contribueraient à ces changements olfactifs. En outre, les apprentissages olfactifs précoce dans le nid participeraient à l'éducation alimentaire du jeune par l'apport de plantes dans le nid (Denenberg *et al.*, 1963), et aux choix ultérieurs des matériaux du nid par les futures mères (Serra *et al.*, 2007).

Conclusion

L'étude de la dynamique de l'apprentissage des caractéristiques odorantes du nid dans un contexte d'adoption nous a permis de mettre en évidence qu'une telle performance était réalisable postnatalement, indépendamment de la parturition et d'autres facteurs prénatals. Elle a su illustrer une caractéristique inhérente à la mémoire du nouveau-né : son caractère plastique, et a facilité notre compréhension des mécanismes mis en jeu dans le fonctionnement mnésique d'un jeune mammifère.

Remerciements

Nous remercions vivement Jessica Charlot pour son aide, Pascal Galliot et Christophe Souchet pour l'accueil réservé et pour leur disponibilité permanente. Cette thèse est financée par le ministère de la recherche.

Références

- COUREAUD, G., SCHAAL, B., HUDSON, R., ORGEUR, P., COUDERT, P. 2002. Transnatal olfactory continuity in the rabbit: behavioral evidence and short-term consequence of its disruption. *Developmental Psychobiology*, 40, 372-390.
- DENENBERG, V.H., ZARROW, M.X., KALBERER, W.D., FAROOQ, A. 1963. Maternal behaviour in the rabbit: the quantification of nest building. *Animal Behaviour*, 11, 494-499.
- HUDSON, R., DISTEL, H. 1982. The pattern of behaviour of rabbit pups in the nest. *Behaviour*, 79, 255-271.
- HUDSON, R., SCHAAL, B., BILKO, A., ALTBACHER, V. 1996. Just three minutes a day: the behaviour of young rabbits viewed in the context of limited maternal care. *6th World Rabbit Congress*, 2, 395-403.
- LAGERCRANTZ, H., SLOTKIN, T.A. 1986. The "stress" of being born, *Scientific American*, 254, 92-102.
- NOWAK, R., SERRA, J. 2005. Apprentissages des caractéristiques olfactives du nid chez le lapereau nouveau-né. *11^{èmes Journées de la Recherche Cunicole Française}*, Paris, 29-30/11/2005, 37-40. ITAVI Ed., Paris.
- PORTR, R.H., ETSCORN, F. 1975. A primacy effect for olfactory imprinting in spiny mice (*Acomys cahirinus*). *Behavioural Biology*, 15, 511-517.
- PORTR, R.H., RIESER, J.J. 2005. Retention of olfactory memories by newborn infants. In: R.T., Mason, M.P., LeMaster., D., Müller-Schwarze (Eds), *Chemical Signals in Vertebrates*, 300-307.
- SERRA, J., NOWAK, R. 2005. Développement d'une préférence pour l'environnement postnatal chez le lapereau nouveau-né. *11^{èmes Journées de la Recherche Cunicole Française}*, Paris, 29-30/11/2005, 41-44. ITAVI Ed., Paris.
- SERRA, J., MIRABITO, L., NOWAK, R. 2007. L'environnement olfactif postnatal du lapereau nouveau-né influence le choix ultérieur des matériaux du nid lors de la première mise-bas. *41^e Colloque de la Société Française pour l'étude du Comportement Animal*, Villetaneuse, 18-20/04/2007, 78.