ESPÈCES

Revue d'histoire naturelle

Nº 8
Juin à août
2013

Zoologie Botanique Géologie Entomologie Ornithologie Ichtyologie Océanographie Systématique Herpéto
Géophysique Climatologie Paléontologie Épistémologie Malacologie Primatologie
Génétique Arachnologie Éthologie Mammalogie Systématique
Zoologie Botanique

Dans l'eau, dans l'air, sous terre...

Diversité des mammifères





- Les Écrins : Colonies de murins sous surveillance
- Afrique : La beauté du rat-taupe nu
- Éthologie : La chevrette et ses petits
- France : Couleuvre à collier et couleuvre vipérine
- Nord : Les terrils du pays noir passent au vert
- Asie : Histoire d'un bovidé disparu : le kouprey

L 15519 - 8 - F: 7,50 € - RD

Prix FCE METRO : 7,50 € - BEL - LUX : 7,90 € - DOM/S : 7,90 € - CAL/S : 1200 CFP – POL/S : 1 250 CFP

Climatologie Minéralogie Ornithol
Zoologie Botanique Géologie Entomol
Géophysique Clim

N° 8
Juin 2013

3 Éditorial
par Cécile Breton

4 Sommaire

6 Actualités

11 BD La chronique de Raymond le bousier
par Arnaud Rafaelian

12 Dossier :
Diversité des mammifères

12 La loutre d'Europe : un retour à encourager
Par Rachel Kuhn

20 Une colonie de murins sous haute surveillance
Par Gilles Farny, Julien Girard-Claudon, Tanguy Stoecklé, René Güttinger, Julien Cornut et Jérôme Forêt

28 Les rats-taupes nus ou la beauté intérieure
Par Arnaud Lardé

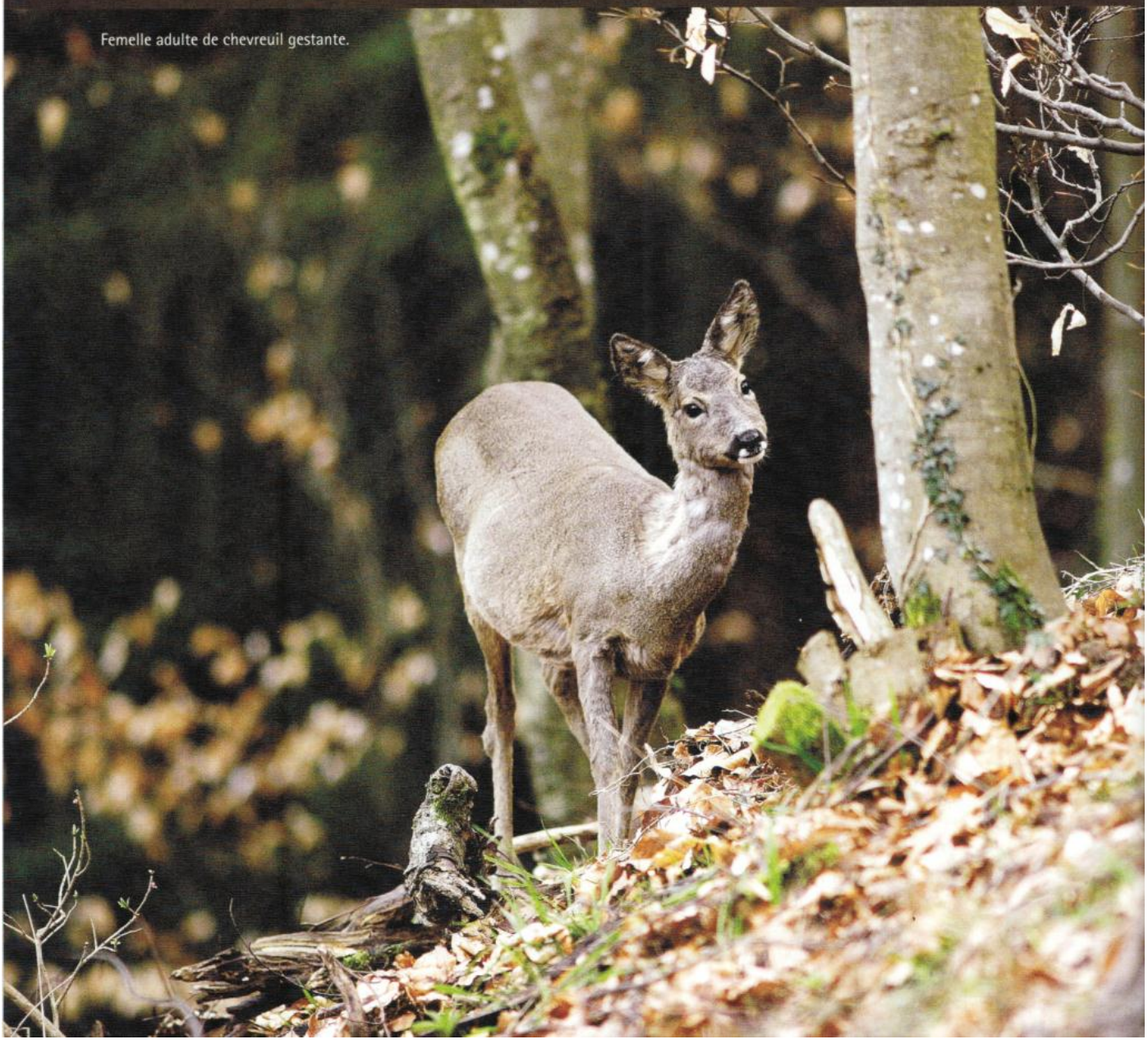


34 Recherche

34 Pourquoi les chevrettes cherchent-elles leurs petits ?
Par Marie-Line Maublanc, Éric Bideau, Georges Gonzalez, Jean-François Gérard, Nina Giotto et Christophe Launay

42 Les serpents "semi-aquatiques" en France métropolitaine
La couleuvre à collier et la couleuvre vipérine
Par Françoise Serre-Collet

Pourquoi les chevrettes cherchent-elles leurs petits ?



Femelle adulte de chevreuil gestante.

Par Marie-Line Maublanc, Éric Bideau, Georges Gonzalez, Jean-François Gérard, chercheurs à l'INRA (laboratoire Comportement et écologie de la faune sauvage)
Nina Giotto, docteur en écologie, biodiversité et évolution
Christophe Launay, technicien forestier

Photos Julien et Franck Picot (sauf mention contraire)

L'ethnologue peine à faire abstraction de sa propre culture pour comprendre les autres peuples. Le défi est encore plus grand pour l'éthologue qui doit interpréter de la manière la plus objective possible les comportements d'espèces auxquelles il n'appartient pas. Physiologie, behaviorisme, écologie comportementale : les approches sont nombreuses et les débats houleux. En voici un état par l'exemple, celui de la femelle chevreuil et de ses faons.

Contrairement aux mouflons, bouquetins et chamois, la chevrette qui élève des faons passe le plus clair de son temps seule. Au cours des deux premières semaines suivant leur naissance, les faons de chevreuil sont en effet le plus souvent cachés dans la végétation, à distance de leur mère. Peut-être naissent-ils trop faibles pour la suivre dans tous ses déplacements. Certes plus vaillants que des lapereaux, mais peut-être pas tellement plus que des marcassins, ils devront attendre d'avoir un développement suffisant pour suivre leur mère. La chevrette, qui fait généralement des jumeaux, vit donc sa vie à l'écart de ses petits et va, de temps en temps, les rejoindre pour les allaiter. Bien qu'ils naissent au même endroit, les faons se séparent très rapidement et, pendant dix à quinze jours, se camouflent à quelques mètres l'un de l'autre. Pendant cette période précoce, ils ne bougeront pas, en dehors des visites de leur mère. Celle-ci retournera les chercher, à tour de rôle, à l'endroit où elle les a laissés. S'approchant de la cachette, elle avancera la tête basse, le nez en avant, lançant de petits « *pi--- pi--- pi* » discrets. Au début, le faon ne se lèvera qu'au contact de sa mère. Mais en grandissant, il réagira de plus en plus tôt, jusqu'à ce que la chevrette n'ait plus besoin d'approcher la cachette des deux faons désormais couchés ensemble : elle n'aura qu'à se montrer et les faons accourront vers elle pour la téter goulûment.



Les chevreaux de chamois, équilibristes des roches, ont dès leur plus jeune âge la capacité de suivre leur mère dans les milieux escarpés.

Qu'un très jeune faon disparaisse, capturé par un renard ou victime d'une faucheuse, et la chevrette retournera souvent là où il était avant de disparaître, le cherchant et l'appelant pendant un ou deux jours. Mais que la disparition survienne quelques semaines plus tard et la chevrette ne cherchera ni n'appellera pas une seule fois le faon manquant…

Comme pour tout comportement manifesté par un animal, on peut se demander pourquoi la chevrette cherche ses faons quand ils sont petits, et pourquoi cela ne dure pas…

Qu'est-ce qui "gouverne" la chevrette ?

Si nous posons cette question à une personne qui fait, comme la majorité des profanes, de l'anthropomorphisme, c'est-à-dire qui projette des motivations et des sentiments humains sur les animaux qu'elle observe, elle dira peut-être qu'après une longue période sans ses faons, la chevrette en ressent le manque, qu'elle a envie de s'assurer qu'ils vont bien et de prendre soin d'eux. Ce profane sera cependant déconcerté d'apprendre que quand les faons ont grandi, la chevrette semble indifférente à leur sort, et sans doute aura-t-il du mal à l'admettre, car la chevrette du profane est gouvernée par des *sentiments humains*.

Tournons-nous donc vers les scientifiques, et posons la question à différents spécialistes concernés par le comportement. Pour commencer, interrogeons un physiologiste, qui étudie le fonctionnement physique et biochimique des organismes vivants. Il répondra qu'à la mise bas, la chute du taux d'œstrogènes et de progestérone dans le sang s'accompagne d'une libération massive de prolactine, favorisant à la fois les comportements de soin aux jeunes et la fabrication de lait par les cellules productrices des glandes mammaires. Avant chaque trayon, les canaux conduisant le lait forment un "réservoir" qui, en se remplissant, provoque une tension de la mamelle,

Le système social du chevreuil

Le chevreuil est un animal plutôt individualiste, mais c'est surtout un animal à la socialité très saisonnière : au printemps et en été, le brocard défend activement un territoire, marquant sa présence en frottant sa tête et ses bois sur la végétation et en grattant le sol de ses pattes antérieures. Même la chevrette, dont les petits naissent au printemps, évite ou chasse les autres femelles et les jeunes d'un an à cette période. Après le rut, qui a lieu en été (juillet-août), mâles, femelles et jeunes de l'année se regroupent et forment, en forêt, de petits groupes familiaux. Mais plus la densité de population augmente, ou plus l'habitat est ouvert (prairies, champs cultivés), et plus les groupes formés sont grands : avec l'augmentation de la fréquence des rencontres, les petits groupes familiaux tendent à se rassembler. Ces associations sont instables : elles se font et se défont, mais elles conduisent tout de même à un accroissement de la taille moyenne des groupes, phénomène particulièrement marqué dans les grandes plaines cultivées. Avec l'arrivée du printemps, les groupes se désagrègent : les adultes redevenant asociaux, les jeunes quittent le domaine de leur mère pour établir le leur. Selon les disponibilités, certains s'installent à proximité immédiate, d'autres parcourent de grandes distances avant de trouver un emplacement favorable.



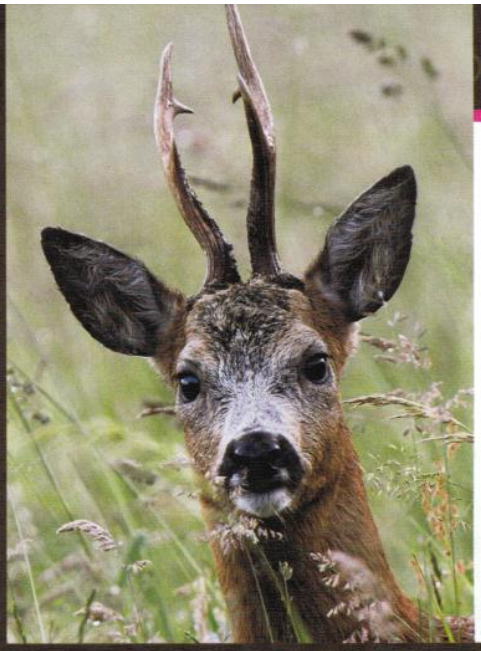
La chevrette vient chercher son très jeune faon dans une attitude caractéristique : cou tendu, tête basse, elle émet de petits cris plaintifs audibles à quelques mètres seulement (cliché M. Solari).



Les milieux ouverts favorisent la formation de groupes pouvant atteindre plusieurs dizaines d'individus.

ce qui conduit la chevrette à aller périodiquement allaiter ses faons. Sous l'effet de la succion du trayon par le jeune, l'ocytocine provoque la contraction des fibres musculaires qui éjectent le lait. La chevrette du physiologiste est gouvernée par ses *hormones*.

Posons à présent la question à des spécialistes du comportement animal, en commençant par un "behavioriste" qui considère, à la suite d'Ivan Pavlov (1849-1936) et Burrhus Frederic Skinner (1904-1990), que les comportements sont des réponses à des stimulations de l'environnement renforcées par apprentissage. Il nous dira que le comportement de la chevrette est le résultat d'un conditionnement "opérant": les actes qu'elle a effectués lors de ses premiers contacts avec ses faons ont été accompagnés de renforcements positifs.



Le mâle adulte défend son territoire de mars à fin août et ne participe pas du tout à l'élevage des jeunes.

C'est pourquoi elle retourne régulièrement auprès de ses faons et réitère le type de soins qu'elle leur a procurés après leur naissance. La chevrette du behavioriste est gouvernée par des *conditionnements aux stimulus de son environnement*.

Posons ensuite la question à un éthologiste "objectiviste" qui, à la suite de Konrad Lorenz (1903-1989) et Nikolaas Tinbergen (1907-1988), considère que les comportements animaux sont, pour la plupart, innés. Selon la théorie *objectiviste*, un animal exécute un comportement inné lorsqu'un stimulus externe adéquat, conjugué à un "potentiel interne" pour ce comportement, provoque le dépassement d'un "seuil d'activation". Après chaque exécution du comportement, le potentiel interne est supposé se reconstituer progressivement. Aussi, l'éthologiste objectiviste dira que les comportements de soin exécutés par la chevrette sont, au départ, déclenchés par la conjonction entre un fort potentiel interne pour les soins aux jeunes et les stimulus que représentent ses faons. Il avancera en outre l'idée que si la chevrette revient vers ses faons après quelques heures d'absence, c'est que le potentiel interne pour cette action indispensable à la survie de ses jeunes a atteint un niveau suffisant pour que le comportement soit exécuté sans aucun stimulus externe. La chevrette de l'éthologiste objectiviste est gouvernée par son *instinct*.

Posons enfin la question à un "écologiste comportemental" qui, à la suite de Charles Darwin (1809-1882) et Alfred Russel Wallace (1823-1913), considère que tout comportement doit son existence aux avantages sélectifs qu'il procure aux individus qui le manifestent. Il répondra que le caractère "*hider*" des faons est une stratégie leur permettant d'échapper à leurs prédateurs, mais impliquant que la chevrette les rejoigne périodiquement pour les allaiter. Il dira aussi qu'il est avantageux pour la chevrette, parce que moins coûteux

La reproduction du chevreuil

Contrairement à ce qui prévaut chez les autres ongulés sauvages européens pour lesquels l'automne est la saison des amours, le rut du chevreuil a lieu en plein été. Pourtant, les petits chevreuils, tout comme les petits cerfs, mouflons, chamois et bouquetins, naissent au printemps. C'est que la reproduction du chevreuil présente une caractéristique particulière appelée "ovo-implantation différée". Après la fécondation, l'œuf commence son développement mais se bloque rapidement au stade blastocyste - il ressemble alors à une sorte de minuscule balle creuse - encore libre dans l'utérus: c'est la "diapause embryonnaire" pendant laquelle son métabolisme est ralenti. Cinq mois plus tard, la nidification de l'œuf dans la paroi de l'utérus marque le début de la gestation qui dure, elle aussi, cinq mois. En mai ou juin, la chevrette donne naissance à des jumeaux (cas le plus fréquent), plus rarement à un seul faon, et plus rarement encore à des triplés. D'autres espèces, non apparentées au chevreuil, présentent une ovo-implantation différée: la martre, le blaireau, le vison, certaines espèces de phoques, de chauves-souris...

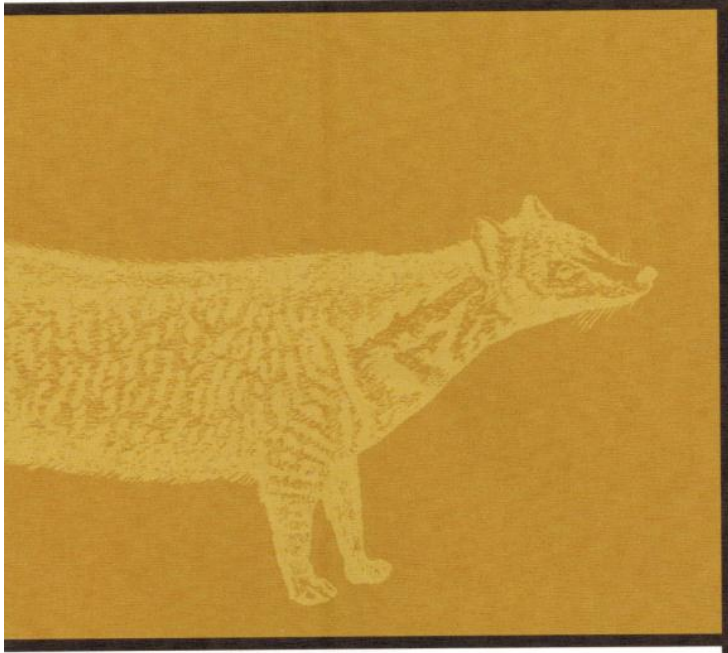
Chez le blaireau aussi l'implantation de l'œuf est différée.



au plan énergétique, de ne plus chercher ses faons quand ils sont grands et peuvent la rejoindre eux-mêmes, et que c'est sans doute ce qui fait qu'elle ne cherche pas un grand faon qui a disparu. Même si le comportement de la chevrette obéit à des causes plus immédiates, s'il existe aujourd'hui, c'est parce qu'il a été sélectionné. La chevrette de l'écologiste comportemental est gouvernée par la *sélection naturelle*.

Qui a raison ?

Le profane a sans doute tort de projeter des sentiments typiquement humains sur cette chevrette : le fait que la disparition d'un faon devenu grand n'entraîne aucun trouble chez sa mère, l'atteste. Intéressons-nous donc aux interprétations scientifiques qui, contrairement à celle du profane, se fondent sur des méthodes d'investigation rigoureuses. Le physiologiste a en partie raison, et on peut montrer expérimentalement que les mécanismes qu'il décrit sont en effet à l'œuvre et nécessaires pour que la chevrette aille à la recherche de ses faons. Bien que leurs fondateurs se soient vigoureusement affrontés, les points de vue behavioriste et objectiviste mettent chacun l'accent sur l'une des deux facettes du déterminisme immédiat d'un comportement, qui est par définition une interaction entre un organisme et son environnement. Le behavioriste a en partie raison de considérer que le faon constitue, pour la chevrette, un élément de son environnement qui déclenche et renforce son comportement maternel. L'éthologiste objectiviste a peut-être raison d'y voir un comportement "inné", si l'on entend par là qu'il peut s'enclencher sans apprentissage. Il a peut-être aussi raison de voir, dans le retour périodique de la femelle vers ses jeunes le résultat d'un "potentiel interne" s'accroissant avec le temps après chaque allaitement. Quant à l'écologiste comportemental, il a raison quand il considère qu'être caché constitue une bonne protection contre les prédateurs pour un petit être pas encore assez rapide pour leur échapper ; et il a évidemment raison de penser que le système ne serait pas viable si la chevrette ne cherchait pas régulièrement à rejoindre ses faons pour les allaiter tant qu'ils sont eux-mêmes très peu mobiles. Pour qu'une espèce existe aujourd'hui, il faut effectivement que son comportement soit viable, tout comme l'a nécessairement été celui de tous ses ancêtres directs. Remarquons toutefois que cet argument ne nous renseigne pas sur les mécanismes immédiats ou



L'énaction

C'est au travers de leur constitution (taille, morphologie, anatomie, etc.) et de leur activité (biochimique, nerveuse, etc.) que les êtres vivants *énactent* (font émerger) à chaque instant certains éléments de leur niche écologique, autrement dit, ce qui est pertinent pour eux dans leur environnement. Chez les animaux, l'un des moteurs essentiels de cette *énaction* est le comportement. Celui-ci repose fondamentalement sur des *boucles sensori-motrices*, toute action (aussi simple soit-elle) ayant des conséquences sensorielles. Le système nerveux des animaux étant doté d'une certaine plasticité, le comportement et les significations accordées aux configurations de l'environnement peuvent changer au fil du temps, en fonction des conséquences sensorielles des actes effectués. En voici deux exemples classiques, l'un dans la nature, l'autre en conditions expérimentales.

Dans les années vingt, des bouteilles de lait ont commencé à être distribuées sur les pas des portes en Angleterre, et quelques années plus tard les mésanges bleues et charbonnières fréquentant les jardins avaient pris pour habitude d'ouvrir les capsules de ces bouteilles et de consommer la crème flottant à la surface du lait. La signification donnée aux bouteilles de lait par ces deux espèces tient à leur comportement : toutes deux donnent souvent des coups de bec dans divers objets ou tirent sur les lambeaux qui s'en détachent. Ceci les amène, en temps ordinaire, à décortiquer des graines à enveloppe coriace, ou encore les tiges de végétaux secs dans lesquels se trouvent parfois des larves d'insectes. Ces mêmes activités, appliquées aux capsules des bouteilles de lait et les conséquences sensorielles associées à l'ingestion de la crème ont conduit les mésanges à effectuer ce comportement de façon récurrente, donnant ainsi une signification alimentaire aux bouteilles de lait. Contrairement aux mésanges bleues et charbonnières, les autres passereaux fréquentant régulièrement les pas des portes, mais ne martelant pas les objets, n'ont pas intégré les bouteilles de lait à leur niche alimentaire.

Au début des années soixante, Richard Held et Alan Hein, du MIT, ont élevé des chatons dans l'obscurité. Ces chatons étaient néanmoins placés par paires, trois heures par jour, dans une arène cylindrique tapissée de bandes verticales et éclairée. L'un des chatons de chaque paire pouvait se déplacer dans l'arène. Le deuxième chaton était installé dans une nacelle reproduisant des mouvements du premier chaton grâce au harnais porté par ce dernier et à une potence sophistiquée. Les deux chatons avaient ainsi la même expérience visuelle, mais l'un d'eux

ontogénétiques* (en jeu à l'échelle de la vie de l'organisme) pouvant générer un comportement.
Tous ces déterminismes peuvent donc intervenir dans l'expression du comportement de la chevrette, d'autant qu'ils se situent à différents niveaux de fonctionnement de l'organisme (physiologie, comportement) et à différentes échelles de temps (présent, histoire évolutive). Nikolaas Tinbergen a ainsi distingué quatre questions qui font toujours référence pour l'étude des comportements : Quelles sont les causes immédiates d'un comportement ? Quelle est sa valeur de survie ? Comment s'est-il mis en place au cours de l'ontogenèse ? Comment s'est-il mis en place au cours de la phylogenèse* ? Tout comportement est en effet le résultat de processus multiples et d'interactions diverses, et tous les spécialistes convoqués ici ont en partie raison… sauf peut-être quand ils tentent de montrer la primauté d'un de ces processus sur les autres.
Il nous semble cependant que l'articulation de ces différentes interprétations ne suffira pas pour donner une explication complète du comportement de la chevrette, car aucune ne nous éclaire sur ce qui fait qu'un élément de l'environnement

acquérait cette expérience grâce à ses déplacements, tandis que l'autre la subissait. Les chatons ainsi élevés ont ensuite été testés en pleine lumière. Ceux qui avaient été actifs dans l'arène se sont comportés normalement : lorsqu'on les approchait d'une table, ils anticipaient le contact avec le rebord en allongeant les pattes antérieures ; ils n'essayaient jamais de marcher au-delà du bord de la table ; et ils fermaient les yeux lorsque l'expérimentateur approchait rapidement sa main. En revanche, pour les chatons qui étaient restés passifs dans l'arène, le rebord de la table, la limite entre la table et le vide, et l'arrivée rapide d'un objet dans le champ visuel n'avaient aucune signification.

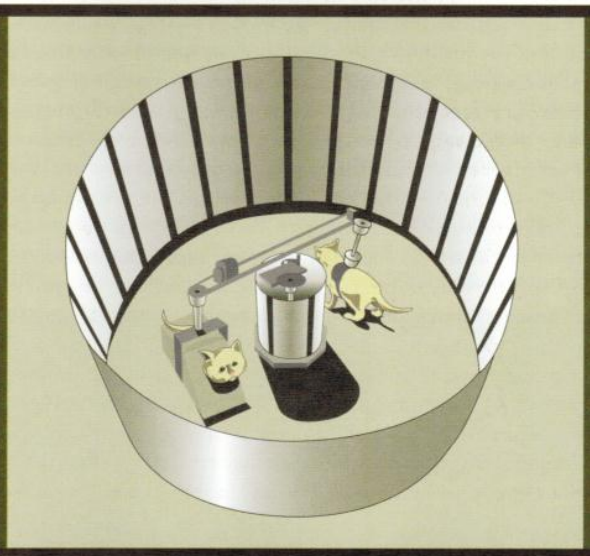


Schéma de l'expérience menée par Richard Held et Alan Hein (d'après *Scientific American* 213(5), novembre 1965).



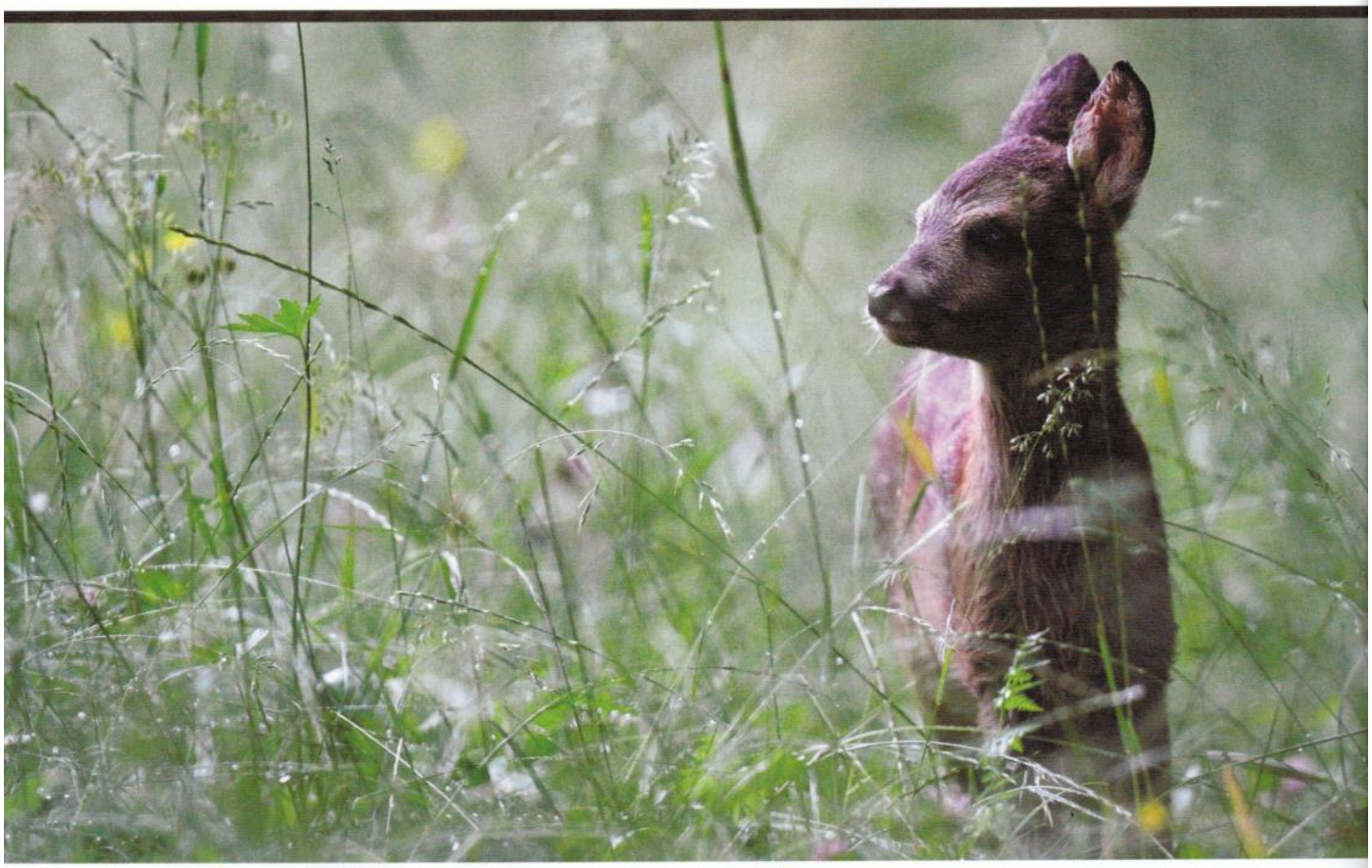
Le jeune faon est totalement dépendant de la chevrette durant les premières semaines de sa vie. Il est très tôt capable de se déplacer pour la suivre, mais seulement sur une courte distance.

constitue un stimulus pour un organisme, et que la signification de ce stimulus puisse changer au cours du temps.

Que sont les faons pour la chevrette ?

Comme l'ont souligné Richard Lewontin (1929-), Humberto Maturana (1928-) et Francisco Varela (1946-2001), tout organisme vivant spécifie lui-même, par sa constitution et son activité, ce à quoi il est sensible dans son environnement. Il donne ainsi des significations à des éléments de l'environnement qui n'en ont pas à priori ; c'est ce que Francisco Varela nomme l'*énaction* (cf. encadré pages précédentes). La chevrette ne fait pas exception, et nous souhaitons proposer ici une interprétation de son comportement maternel qui se situe au niveau des mécanismes immédiats pouvant générer un comportement (la première des quatre questions de Tinbergen) en tenant compte de cette caractéristique essentielle qu'est l'émergence de significations pour la chevrette.
Imaginons une chevrette qui donne naissance à ses tout premiers faons. À l'approche, puis au moment de la mise bas, elle subit des bouleversements physiologiques (notamment hormonaux) et physiques (sensations inédites des contractions et du passage des petits par les voies naturelles) qui vont la conduire à s'intéresser de très près à ces petites formes mouillées et odorantes, aux mouvements très incertains, que sont ses faons. Leur odeur est à la fois familière, puisqu'elle la sent sur elle-même, et nouvelle. Elle va les lécher, tout autant qu'elle va lécher sa vulve et tout ce qui en sort. Ces léchages vont les stimuler et les inciter à se lever et à tenter leur première tétée. Ils seront aidés dans leur recherche de la mamelle par son odeur, si proche de celle du liquide amniotique dans lequel ils baignaient jusqu'alors. Ce sont ces allers-retours permanents entre le comportement de la mère et celui des faons qui vont faire émerger du "sens": la chevrette va prendre une certaine signification pour ses faons qui reçoivent ses stimulations tactiles et ressentent, à son contact, la satisfaction de la faim et des nécessités de miction et défécation, que la mère déclenche par ses léchages. Et les faons vont prendre une certaine signification pour leur mère, attirée par leur odeur et renforcée dans ses léchages

Jeune faon dans les hautes herbes. Leur mimétisme et leur immobilité qui peuvent les sauver de la prédation peuvent aussi leur être fatals face aux engins agricoles.



Le toilettage est un moment d'échange privilégié entre la chevrette et les jumeaux.



par les mouvements qu'ils provoquent, par la diminution de la tension de ses mamelles quand ils parviennent à téter, et peut-être par les mictions et défécations qui seront toutes absorbées.

À la vue d'un tel tableau, on ne peut qu'être émerveillé de l'harmonie entre les comportements de la mère et ceux de ses petits, et on n'imagine pas qu'un seul rouage défectueux puisse faire effondrer tout l'échafaudage ! Pourtant, qu'un faon ne parvienne pas à se lever, ou que la mère souffre d'une mammite et ne laisse pas ses faons téter, et le merveilleux ballet se transforme en cauchemar : dans un cas, la mère se désintéresse rapidement du faon au comportement si peu stimulant tout en prodiguant les meilleurs soins à celui qui est vaillant ; dans l'autre, elle répondra à leurs appels de plus en plus faibles mais leur interdira sa mamelle et ils appelleront beaucoup et s'approcheront de toute forme mobile, cherchant désespérément à satisfaire la faim qui les tenaille et qui aura finalement raison d'eux. C'est que, pour une bonne chorégraphie, les allers-retours incessants et concordants entre les comportements de la chevrette et ceux de ses jeunes sont indispensables, car la signification accordée à ses faons par la chevrette ne préexiste pas aux relations qu'elle va développer avec eux.

Revenons donc à notre question « Pourquoi la chevrette cherche-t-elle ses faons ? » En suivant notre proposition – qui, rappelons-le, concerne les mécanismes en jeu à l'échelle de la vie de l'organisme et non à celle de l'histoire évolutive –, on peut imaginer qu'elle le fait parce que toutes ces stimulations réciproques l'attirent vers eux quand elle ressent soit des tensions dans sa mamelle, soit peut-être un appétit, au bout de quelques heures d'isolement, pour les interactions qu'elle ne peut avoir qu'avec eux. Mais, comme toute relation, celle qui existe entre la mère et ses jeunes évolue, parce que les jeunes grandissent rapidement, gagnent en autonomie et ne se comportent pas longtemps comme aux premières heures ; parce que l'état de la mère change aussi, les transformations rapides liées à la mise bas laissant la place à une évolution plus lente. Au bout de deux semaines environ, les faons vont eux-mêmes à la rencontre de leur mère quand elle vient les nourrir, et celle-ci, dont l'équilibre hormonal s'est lui aussi modifié, n'est plus aussi irrésistiblement attirée par de jeunes faons qu'elle l'était par des faons nouveau-nés. Alors, qu'un faon vienne à manquer et la chevrette ne partira pas à sa recherche et rien, dans son comportement, n'indiquera qu'il lui manque. Ce qui n'empêche pas, s'il était encore présent, qu'elle le laisserait téter et le lécherait avec autant de sollicitude et d'apparente satisfaction qu'elle le fait pour celui qui lui reste. C'est que, contrairement à ce que laisse supposer la formulation "disparition d'un faon", entre les deux événements, tout a changé : l'état de la chevrette, les comportements de ses faons, l'expérience qu'elle a de ses relations avec eux… et donc la signification qu'elle accorde à ce qui, pour nous, reste "ses faons".

Toutes les photos de Julien et Franck Pichot illustrant cet article ont été réalisées en affût avec des animaux sauvages en milieu ouvert.

Glossaire

Ontogenèse : développement biologique et psychologique d'un organisme, depuis sa conception jusqu'à sa mort.

Phylogenèse : histoire de l'espèce et de la lignée à laquelle elle appartient.

Pour en savoir plus

> **Gerard J.-F., Dubois M. J., Mechkour F., Bideau E. et Maublanc M.-L. 2005 –** "Comportement et cognition animale : la perspective de l'énaction" dans : Delfour F. et Dubois M. J. *Autour de l'éthologie et de la cognition animale*. ARCI-PUL, Lyon.

> **Gould S. J. et Lewontin R.C., 1982 –** L'adaptation biologique. *La Recherche* 139 : 1494-1502.

> **Lewontin R. C. 2003 –** *La triple hélice : les gènes, l'organisme, l'environnement*. Seuil, Paris.

> **Maturana H. et Varela F. 1994 –** *L'arbre de la connaissance*, Addison-Wesley France, Paris.

> **Tinbergen N. 1963 –** *On aims and methods in Ethology*. Z. Tierpsychol 20 : 410-433.

> **Varela F. 1989 –** *Connaître les sciences cognitives ; tendances et perspectives*. Collection "Science ouverte", Seuil, Paris.

> **CEFS,** *Histoire de chevreuils*, http://chevreuils.wordpress.com