

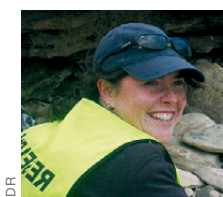
# L'incroyable signature vocale des bébés otaries



238 jours parmi les otaries de l'île d'Amsterdam

# L'incroyable signature vocale des bébés otaries

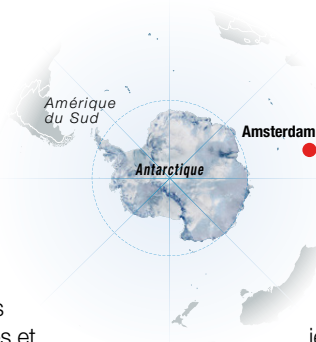
UN SYSTÈME ACOUSTIQUE DE RECONNAISSANCE INDIVIDUELLE permet aux otaries, de retour d'une pêche au large, d'identifier leur petit dans une bruyante colonie de centaines d'individus. Cette adaptation est une clé de survie en milieu austral.



**ISABELLE CHARRIER**

Spécialiste de la communication acoustique des phoques et des otaries, cette chargée de recherche au CNRS travaille actuellement sur les colonies de morses du Svalbard. Elle est membre du comité d'experts du Cercle Polaire.

L'océan Austral est soumis à de fortes variations saisonnières, tant au niveau des températures qu'au niveau de l'extension de la banquise. Ces forts contrastes océanographiques et climatiques ont largement modelé les comportements alimentaires et reproducteurs de la faune australe subantarctique et antarctique, qui se sont progressivement adaptées au fil des millénaires pour conquérir ce vaste domaine marin. Parce que les terres libres de glaces sont rares, oiseaux et mammifères de l'océan Austral, qui sont obligés de se reproduire à terre, se regroupent en immenses colonies sur les plages et les falaises des îles subantarctiques pour élever leurs petits. Bien souvent, les ressources alimentaires nécessaires au nourrissage des jeunes se trouvent loin des sites de reproduction et les adultes doivent s'absenter plusieurs jours pour aller pêcher. De retour à la colonie, qui peut compter plusieurs dizaines de milliers à plusieurs millions d'individus, la mère et son petit doivent faire face à un problème épineux : comment se retrouver au milieu de cette multitude de congé-



Parmi toutes les espèces d'otaries, l'otarie à fourrure subantarctique (*Arctocephalus tropocalis*) semble avoir les contraintes écologiques les plus fortes et constitue donc un bon modèle pour étudier ce système de reconnaissance individuelle chez les mammifères. Aussi appelée otarie d'Amsterdam, elle exploite essentiellement les eaux fraîches comprises entre le front subtropical (autour de 40° de latitude sud) et le front subantarctique (45° sud environ). Se nourrissant essentiellement de poissons de la famille des poissons lanternes (*Myctophidae*) et de calmars qui vivent dans les grandes profondeurs, les otaries d'Amsterdam pêchent la nuit dans les zones de convergence, pour profiter à la fois de la concentration de la faune marine dans ces zones agitées par de forts courants et des migrations nocturnes qui font remonter leurs proies vers la surface. Elles se

nères ? Seul le développement d'un efficace système de reconnaissance, fruit d'une longue adaptation, a permis à ces espèces d'assurer la survie de leurs jeunes, clé de leur conquête de l'océan Austral.



SEAPICS.COM/JH EDITORIAL

reproduisent sur les plages rocheuses des îles subantarctiques tempérées de l'Atlantique Sud (Gough et Tristan da Cunha), de la zone australe de l'océan Indien (îles Crozet, Marion, du Prince-Édouard, Saint-Paul et Amsterdam) et du Pacifique, sur l'île Macquarie, au sud de la Nouvelle-Zélande. Si la population sur l'île d'Amsterdam est aujourd'hui estimée à 50 000 individus, l'espèce a frôlé l'extinction suite à la chasse intensive dont elle faisait l'objet au XIX<sup>e</sup> siècle. La recolonisation de l'île Amsterdam par les otaries a débuté dans les années 1950 et la population semble s'être stabilisée depuis vingt-

## Des otaries enfants uniques

cinq ans.

Les otaries sont présentes presque toute l'année sur l'île d'Amsterdam où la population atteint son maximum en décembre, au début de l'été austral. Début novembre, les mâles arrivent sur l'île afin d'acquiescer un territoire sur lequel constituer leur harem. Fin novembre, les femelles rejoignent les plages de reproduction où elles donnent naissance à un unique petit dont elles vont s'occuper pendant dix mois. Les bébés

otaries sont entièrement dépendants de leur mère : ils se nourrissent exclusivement de lait maternel durant huit mois jusqu'au sevrage. De plus, les nourrissages extra-maternels sont très rares, voire inexistant : les femelles rejettent, parfois très agressivement, tout petit étranger qui s'approche et pourrait chercher à leur voler du lait.

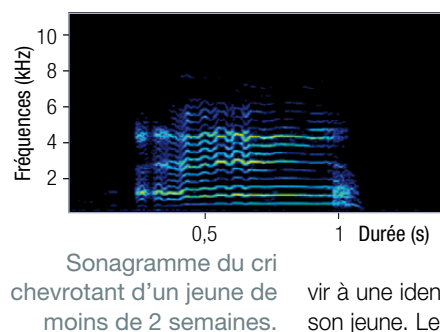
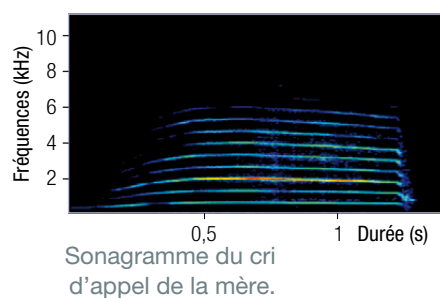
Pendant la période d'allaitement, les femelles alternent des voyages alimentaires en mer de 10 à 20 jours et des périodes à terre de 4-5 jours durant lesquelles elles nourrissent leur petit. La longue durée de ces voyages est due au manque de ressources alimentaires appropriées pour la lactation, les poissons lanternes, riches en graisse, autour de l'île d'Amsterdam. Les femelles sont donc obligées de nager sur de longues distances, à plus de 500 km au sud de l'île, jusqu'au front subtropical, zone de convergence de courants où s'affrontent les eaux chaudes tropicales et les eaux subantarctiques tempérées froides, et où se concentrent leurs proies favorites. Les femelles suivent ce grand courant plusieurs jours pour reconstituer leurs réserves énergé-

### RETROUVAILLES.

Après 15 jours de pêche en mer, la mère parvient en moins de sept minutes à reconnaître, dans le brouhaha assourdissant de la colonie d'otaries, l'inimitable cri d'appel de sa progéniture affamée.

## PETITE BIOACOUSTIQUE DU CRI D'APPEL.

Les cris échangés par la mère et son petit présentent la même structure fondamentale : une courte phase initiale à fréquence ascendante, une longue phase de plateau à fréquence constante, et une courte phase finale à fréquence descendante.



DARRELL GULIN/CORBIS

tiques, parcourant en fonction des variations saisonnières un circuit allant de 600 km en moyenne en été jusqu'à 1 500 km en hiver. Les petits se rassemblent en petits groupes parcourant la colonie, mais dormir reste leur principale occupation. Lors des retrouvailles, les femelles et les jeunes échangent de nombreux cris leur permettant de se localiser dans la colonie. Une fois l'un près de l'autre, la femelle vérifie une dernière fois l'identité de son petit en lui reniflant le museau avant d'accepter de le laisser téter. L'essentiel de l'identification mère-jeune à distance semble reposer sur les échanges de signaux acoustiques. De fait, si les otaries ont une vision très bien adaptée au milieu sous-marin, elles sont myopes en milieu aérien, et cette faible acuité visuelle ne peut donc pas servir à une identification fiable entre la mère et son jeune. Les signaux olfactifs interviennent dans la reconnaissance individuelle mais uniquement dans une phase de vérification finale lorsque mères et jeunes sont en contact. En revanche, les signaux acoustiques étant efficaces

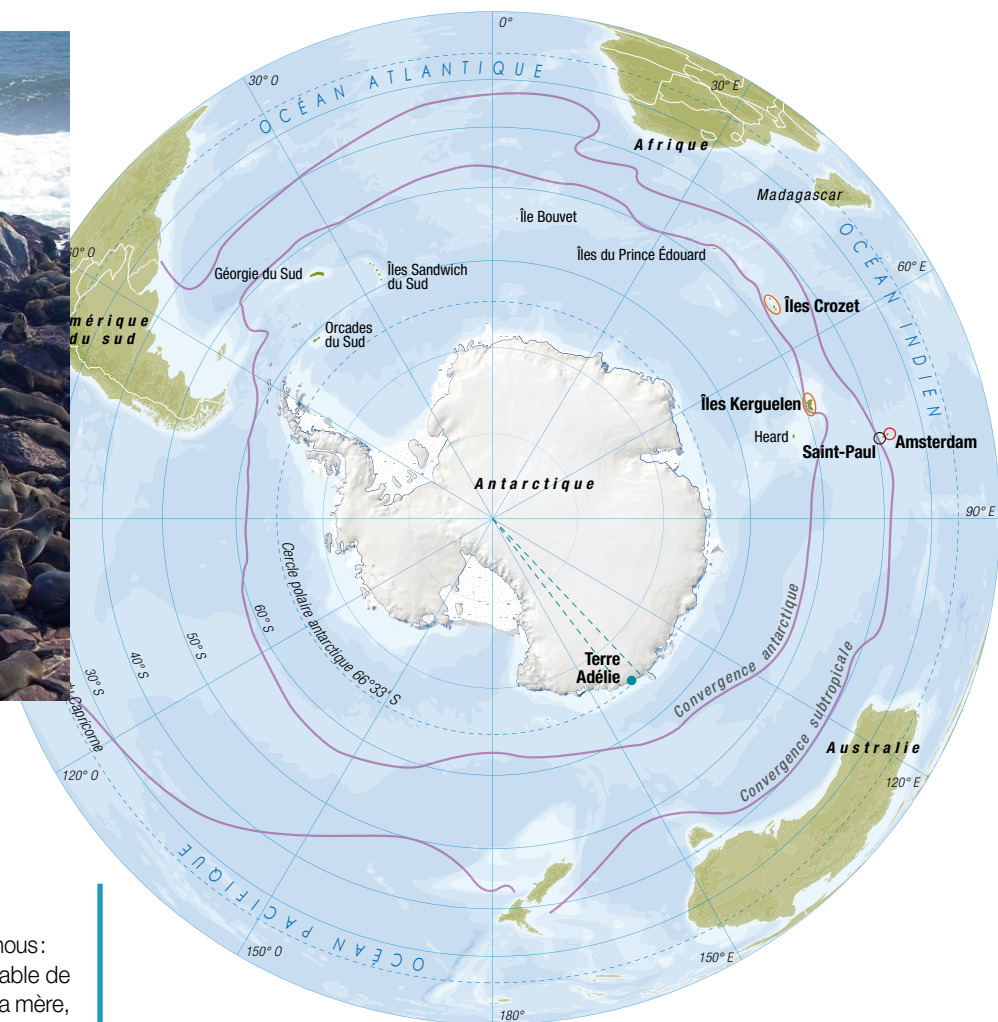
à courtes et longues distances, ils sont un facteur clé pour l'identification mère-jeune dans le milieu colonial. La signature vocale utilisée par les otaries dans ce processus d'identification individuelle doit faire face à deux contraintes majeures. Elle doit être très stéréotypée, c'est-à-dire spécifique de chaque animal, et ne pas changer au cours du temps, afin d'éviter tout risque de confusion entre individus. Elle doit aussi être particulièrement adaptée au milieu bruyant de la colonie afin de permettre un transfert efficace de l'information à travers un canal bruité : la colonie est un environnement parasité par une grande variété de sons ambiants

## Un apprentissage rapide

(cris des congénères, bruit des vagues, du vent...). Ne pouvant se nourrir sur place, la femelle va effectuer son premier voyage alimentaire en mer quelques jours après la mise bas pour reconstituer ses réserves énergétiques. Le jeune reste alors seul au sein de la colonie. Il paraît donc indispensable que la reconnaissance mère-jeune soit effective, c'est-à-dire que le petit apprenne à reconnaître la voix de sa mère et inversement, avant le premier départ de la mère, afin qu'ils puissent se retrouver rapidement

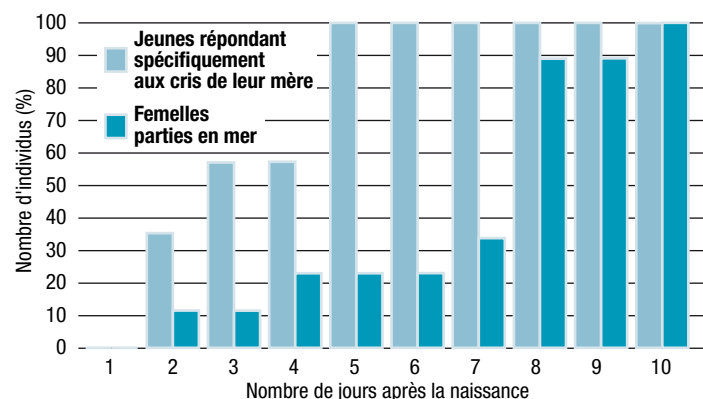
au retour de la femelle. De plus, les voyages alimentaires de la femelle sont très fréquents tout au long de la période d'allaitement et, à chaque retour, mère et jeune doivent se retrouver parmi les centaines d'individus de la colonie. Deux questions se sont donc posées à nous : à partir de quel âge le jeune est-il capable de répondre spécifiquement aux cris de sa mère, et cet apprentissage précède-t-il le premier départ de la femelle pour l'océan ? Pour répondre à ces questions, la présence des mères a été notée afin de connaître la date de leur premier départ en mer et nous avons testé des jeunes quotidiennement, depuis 24 heures après la naissance jusqu'à l'âge de 10 jours, en leur diffusant des enregistrements des cris de leur propre mère et des cris de femelles inconnues.

Dès la naissance, les jeunes otaries émettent des cris et répondent à ceux des femelles mais ce n'est que 2 à 5 jours après la naissance qu'ils sont capables de répondre spécifiquement aux cris de leur mère (lire, page 72 « Apprentissage »). Par ailleurs, nous avons démontré que les mères partent toujours après la mise en place de cette réponse spécifique. Il semble donc que ces deux phénomènes soient corrélés : les femelles attendent que l'apprentissage des caractéristiques de leur voix, leur signature

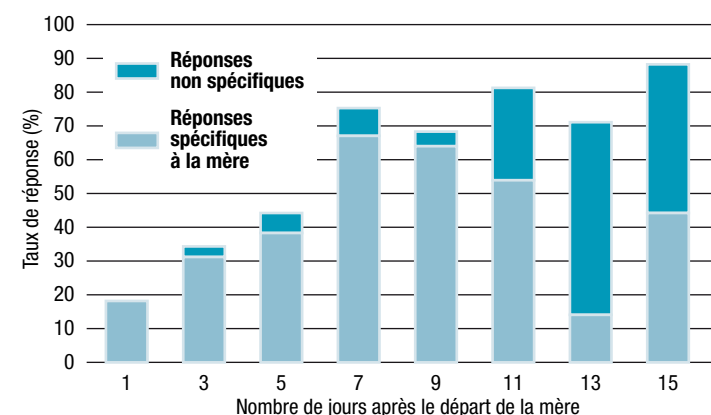


## L'île d'Amsterdam

Cette île du territoire des Terres Australes et Antarctiques Françaises (TAAF) est située dans les eaux tempérées chaudes du sud de l'océan Indien, à 500 km au nord de la convergence subtropicale (en orange), zone d'affrontement entre les eaux chaudes qui descendent des tropiques et les eaux tempérées fraîches qui remontent de la convergence antarctique (en violet) au sud. Le fort brassage des eaux provoque une concentration locale de plancton qui attire une faune nombreuse et des prédateurs comme l'otarie d'Amsterdam.



**APPRENTISSAGE.** De 2 à 5 jours après la naissance, les jeunes sont capables de différencier les cris de leur mère de ceux des autres femelles. Avant de partir en mer, les femelles attendent entre 2 et 10 jours après la mise bas que leur petit sache reconnaître leur voix. Leur survie est à ce prix.



### TROIS ÉTAPES COMPORTEMENTALES.

Durant l'absence de la mère, les réponses du petit à la diffusion du cri maternel enregistré présentent trois phases distinctes : une période réfractaire (1-5 jours) où le jeune, repu, répond peu mais spécifiquement aux enregistrements ; une période optimale (6-10 jours) où, sous l'effet de la faim, le petit répond fortement et très spécifiquement ; enfin, une période opportuniste (11-15 jours), où le jeune affamé répond indifféremment au cri de n'importe quelle femelle.

vocale, soit effectif chez leur petit avant de partir pour leur premier voyage en mer. Cet apprentissage se met donc en place très tôt, dès les premiers jours après la naissance. Il est aussi très efficace puisque lors du retour du premier voyage alimentaire des femelles, la majorité des bébés otaries retrouvent leur mère en moins de 7 minutes. Si l'apprentissage de la voix du jeune par la mère n'a pas pu être testé, il est très probable qu'il se mette en place encore plus rapidement, dès les premières heures après la naissance. Mais qu'en est-il de la spécificité de cette reconnaissance ? Le jeune qui attend sa pitance quémande-t-il auprès de n'importe quelle femelle de retour de la



pêche, ou bien auprès de sa seule mère ? En effet, durant toute la période de l'allaitement, les jeunes otaries sont soumises à de longues absences de leur mère qui durent en moyenne quinze jours mais peuvent s'étendre jusqu'à trois semaines pendant l'hiver austral. Le petit subit alors une alternance de longues périodes de jeûne et de courtes périodes de tétée. Ceci explique pourquoi on observe parfois des jeunes répondre à des femelles rentrant de mer, ou tenter de dérober du lait à des femelles autres

## Ventre affamé n'a point d'oreilles

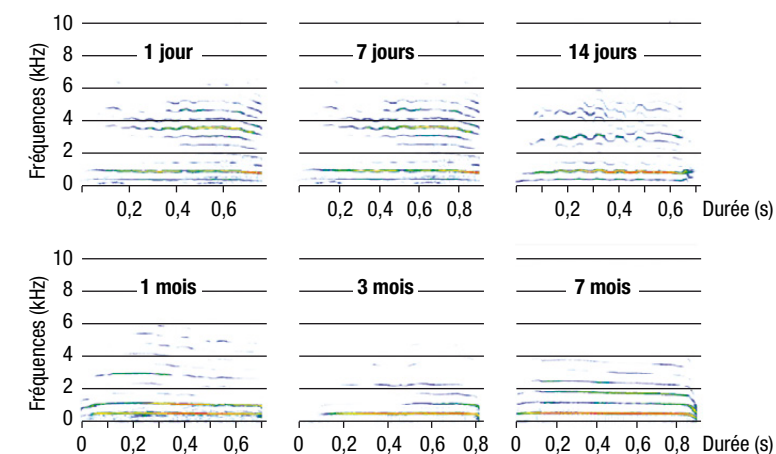
que leur mère. Ces tentatives de « vol » sont cependant très rarement fructueuses. Afin d'étudier le comportement vocal du petit durant l'absence de la mère, nous avons comparé le niveau de réponse des jeunes à des cris de femelles étrangères et aux cris de leur propre mère à différents moments de la séparation. Une analyse quantitative (réponse ou pas aux cris des femelles) et qualitative (réponse



SEAPICS.COM/JH EDITORIAL

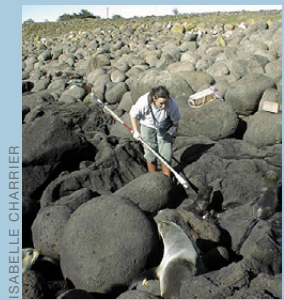
spécifique ou non spécifique aux cris de la mère) a permis de décrire le comportement de quémande alimentaire. Nous avons identifié trois périodes comportementales distinctes pendant l'absence de la mère (lire, page 72, « Trois étapes comportementales »). Durant les 5 premiers jours, les petits répondent peu mais toujours spécifiquement aux cris de leur mère. Du 5<sup>e</sup> au 10<sup>e</sup> jour, les réponses sont très fortes et toujours spécifiques aux cris de la mère. Enfin, à partir du 11<sup>e</sup> jour d'absence de la mère, si les réponses sont toujours très élevées, on observe une forte augmentation des réponses aux cris des femelles étrangères. Ces fluctuations de réponse des jeunes durant l'absence de la mère peuvent s'expliquer par des changements de motivation ou d'état de satiété et sont donc liés à leur balance énergétique interne, exprimée par le niveau de leur faim. Elles ne peuvent en aucun cas être considérées comme des erreurs de reconnaissance puisque le taux de réponse au cri de la mère est toujours supérieur à celui des cris des autres femelles.

Cette étude nous a permis non seulement de démontrer la présence d'une dynamique dans

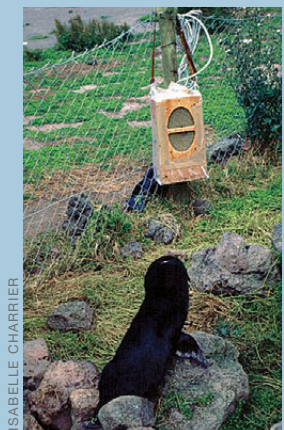


### MATURATION DU CRI DU JEUNE.

En comparant les sonagrammes des cris d'appel des jeunes à différents âges, de 1 jour à 7 mois, on note que l'évolution du cri porte d'abord sur la modulation de fréquence avec la disparition des chevrottements, puis sur le spectre d'énergie, les cris très aigus des 15 premiers jours devenant plus graves avec l'âge.



La perche est indispensable pour enregistrer les cris au plus près et sans risque...



Si le bébé répond au cri diffusé par le haut-parleur, le test est positif.



À neuf mois, la jeune otarie s'apprête à quitter l'île pour pêcher seule sa nourriture.

## Carnet de terrain d'Isabelle Charrier

**15 décembre** Arrivée à Amsterdam [AMS] après 15 jours de voyage et deux arrêts à Crozet et Kerguelen. Depuis le pont du Marion Dufresne, j'entends déjà les otaries! Je monte dans l'hélico avec tout mon paquetage, et pose après quelques secondes de vol le pied sur AMS...

**31 décembre** Ce soir, nous entrons dans l'an 2000 que nous fêtons à plus de 5 000 km de la maison! Au menu langoustes locales à profusion, pavé de renne de Kerguelen et bien sûr quelques bouteilles de champagne et cotillons... La nuit va être longue!

**1<sup>er</sup> janvier** L'an 2000 débute, et les manip continuent. Une bonne journée, 7 jeunes testés aujourd'hui.

**22 février** Deux mois déjà. Aujourd'hui, aucun des jeunes ne répond à mes tests play-back. Ils dorment tous et même les cris de leur mère ne les réveillent pas. Moral en berne.

**9 juin** C'est le premier jour de test sur les femelles, très excitant! J'ai testé deux femelles avec des cris de leur petit à différents âges... très vives réactions. Elles ont reconnu leur petit quel que soit le cri testé, même celui des tout premiers jours. Quelle surprise!

**17 juin** C'est le premier jour du Midwinter, le milieu de l'hivernage pour les VAT (volontaires à l'aide technique)... Déjà six mois passés à AMS, le temps passe si vite. Le retour à la « civilisation » semble déjà proche, et un peu angoissant. Ici, on oublie facilement notre vie de tous les jours en métropole.

**9 août** 238<sup>e</sup> jour à AMS. Le Marion Dufresne est en vue et avec lui le départ de « mon île ». Je dois laisser « mes otaries », mes compagnons de la mission 51, mes amis. Les « au revoir » sont lourds d'émotion. Et maintenant? Je vais avoir plusieurs mois d'analyse de mes données « otaries » avant d'écrire des articles scientifiques.



SUNSET

**UN CIRCUIT DE 600 À 1 500 KM.** C'est le parcours accompli par chaque femelle, deux à trois fois par mois, pendant huit mois, pour trouver les poissons lanternes nécessaires à la lactation.

le comportement vocal du jeune, mais aussi d'identifier une période optimale pour faire nos tests. C'est durant la période pendant laquelle les jeunes répondent fortement et spécifiquement aux cris de leur mère, soit de 5 à 10 jours après le départ de la femelle, que l'on peut étudier les paramètres acoustiques sur lesquels se fondent les animaux pour s'identifier individuellement et qui constituent la signature vocale de chacun.

Les cris utilisés par les mères et les jeunes ont une structure identique : ils sont composés d'une fréquence fondamentale et de plusieurs harmoniques (multiples de la fréquence fondamentale), et sont modulés à la fois en fréquence et en amplitude (variations temporelles) (lire, page 70, « Petite bioacoustique du cri d'appel »). Ils présentent une modulation de fréquence ascendante (montée de 1 à 2 Hz par milliseconde) en début de cri, suivie d'un plateau à fréquence constante et se terminent par une modulation de fréquence descendante (de 2 à 5 Hz par milliseconde). Une première analyse de ces différents paramètres nous a permis de démontrer qu'un certain nombre d'entre eux étaient individualisés et pouvaient donc potentiellement être utilisés dans les processus d'identification individuelle. En effet, la

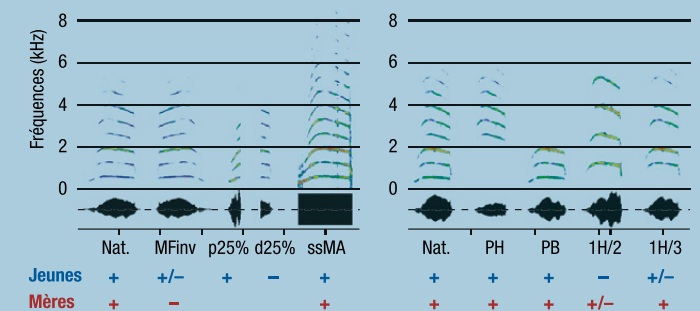
valeur de la fréquence fondamentale, la répartition de l'énergie entre harmoniques (c'est-à-dire le spectre d'énergie) et la modulation de fréquence du cri sont spécifiques d'un individu alors que les paramètres relatifs à l'amplitude et à la durée du signal le sont peu (lire, ci-contre, « Un code sécurisé »). Mais comme chez les bébés humains, le cri de la jeune otarie change à mesure qu'elle grandit. Ces changements affectent-ils la signature acoustique du jeune et comment la mère s'adapte-t-elle à ces modifications?

### Une mémoire d'éléphant

Enregistrer les petits de la naissance jusqu'au sevrage nous a permis de suivre l'ontogenèse du cri, c'est-à-dire l'évolution de la structure du cri à mesure que le jeune grandit. L'aspect général des cris des jeunes change rapidement puisqu'une composante principale du cri de nouveau-né d'otarie, le chevrottement, disparaît au bout de 2 semaines (lire, page 73, « Maturation du cri du jeune »). À mesure que les mois passent, la structure du cri tend vers la forme adulte, soit un cri composé de 3 parties caractérisées par la forme de leur modulation de fréquence (MF) : une partie initiale avec une

## Un code sécurisé

Afin de déterminer les paramètres impliqués dans la reconnaissance individuelle, nous avons « interrogé » les deux protagonistes avec des cris dans lesquels un paramètre était modifié ou supprimé. En comparant la réponse comportementale obtenue pour ces signaux expérimentaux à celle obtenue avec le signal naturel, nous avons déterminé que deux paramètres sont essentiels à la reconnaissance individuelle (voir sonagrammes ci-dessous). La modulation d'amplitude (MA, variation de l'intensité du cri) n'est pas nécessaire, les mères comme les jeunes répondant aux signaux sans MA (ssMA). Si l'on modifie les modulations de fréquence (MF, modulation du son de grave à aigu), les otaries ne reconnaissent plus le cri (MFinv). De plus, c'est la MF ascendante en début de cri, l'attaque, qui est cruciale pour la reconnaissance individuelle (p25 %). Par ailleurs, une modification de la distribution de l'énergie entre harmoniques (timbre de la voix) perturbe fortement la reconnaissance (1H/2, 1H/3). La signature acoustique utilisée par la femelle et le jeune est donc multiparamétrique. Cette redondance du code est particulièrement adaptée au milieu colonial puisqu'elle permet de sécuriser le code de l'identité individuelle. Si, dans certaines conditions de propagation (distance, bruit plus ou moins élevé, vent...), un paramètre n'est plus fiable, le deuxième prend le relais et limite toute confusion. Les tests effectués sur la propagation des cris d'une espèce proche (l'otarie à fourrure antarctique) ont montré que si les MF se propagent à plus de 60 mètres sans être modifiées, le spectre d'énergie (répartition de l'intensité entre les harmoniques du cri) subit de fortes altérations dès 10 mètres. L'identification se ferait donc en deux étapes, une première à longue distance via les modulations de fréquence, et une seconde à plus courte distance via le spectre d'énergie. Enfin, une ultime vérification se fait lorsque la mère et son petit sont en contact via les signaux olfactifs.



### Sonagrammes de cris modifiés du petit et de la mère.

Les réponses comportementales à ces cris sont indiquées en bleu pour les jeunes et en rouge pour les femelles. + forte réponse, +/- faible réponse, et - aucune réponse. Nat : naturel ; MFinv : signal inversé ; p25 % : premier quart du cri ; d25 % : dernier quart du cri ; ssMA : suppression de la MA ; PH : basses fréquences supprimées ; PB : hautes fréquences supprimées ; 1H/2, 1H/3 : spectre d'énergie modifié par suppression d'harmoniques.

#### UN TRAIT D'ADAPTATION AU MILIEU POLAIRE.

Le système d'identification vocale des otaries se retrouve chez de nombreuses espèces polaires dont les sites de reproduction sont très éloignés des zones d'alimentation.

MF ascendante, une partie centrale avec une MF constante (plateau), et une partie finale avec une MF descendante. Le spectre d'énergie aussi évolue avec l'âge. En effet, pendant les premiers mois, l'énergie est essentiellement répartie dans les harmoniques de hautes fréquences, aiguës, puis, à mesure qu'ils grandissent, les jeunes produisent des cris où l'énergie se concentre vers les fréquences plus graves.

Sachant que ces deux paramètres, modulation de fréquence et spectre d'énergie, sont ceux sur lesquels repose la reconnaissance individuelle et qu'ils évoluent au cours de la croissance des jeunes, cela implique que les mères apprennent au fur et à mesure les nouvelles caractéristiques du cri de leur progéniture. Juste avant le sevrage, les tests de playback sur les mères ont montré que les femelles répondent toujours fortement aux anciennes versions des cris de leur jeune (versions à l'âge de 1-2 jours, 1 mois, et 3-5 mois). Les mères gardent donc en mémoire les différentes ver-

sions des cris de leur jeune. Ce phénomène de mémorisation à long terme est une conséquence d'un apprentissage robuste et permanent de la voix du jeune par sa mère. Contrairement à ce que certains auteurs suggéraient, il ne semble pas que cette mémorisation des cris à long terme corresponde à une adaptation évolutive particulière qui aurait pour fonction d'éviter une consanguinité mère-fils et/ou de faciliter une coopération mère-fille. Mais de fait, cette mémorisation peut persister, sans que l'on sache pourquoi, durant des années, comme cela a été démontré chez l'otarie à fourrure des îles Pribilof en mer de Béring, où mères et jeunes répondent à leurs cris respectifs quatre ans après leur séparation !

#### Le milieu fait l'espèce

En définitive, le système de reconnaissance de l'otarie à fourrure subantarctique est très efficace. Il répond parfaitement aux contraintes écologiques de l'espèce via une mise en place

rapide de la reconnaissance avant le premier départ en mer de la femelle, une mémoire à long terme des différentes versions du cri du jeune qui peut persister plusieurs années, et une redondance de l'information individuelle pour limiter les risques de confusion à la fois au niveau du codage (de nombreux paramètres acoustiques du cri sont individualisés) et du décodage de l'identité individuelle (signature vocale individuelle multiparamétrique). L'étude des systèmes de reconnaissance individuelle chez d'autres espèces de pinnipèdes va nous permettre de déterminer l'influence des systèmes de reproduction (monogamie ou forte polygamie) et de la structure sociale (vie solitaire ou coloniale) sur l'évolution du système de reconnaissance individuelle. La comparaison de ces travaux avec ceux réalisés sur les oiseaux, en particulier les manchots et les laridés (sternes, goélands et mouettes) nous permettra de conclure quant aux raisons de l'existence d'une convergence des systèmes de communication chez les vertébrés. Nous pensons que cette

similitude, observée chez des espèces d'oiseaux et de mammifères vivant sur les mêmes îles, est plus liée aux contraintes environnementales qu'à une proximité phylogénétique (relation de parenté entre espèces). ■

#### Pour en savoir plus

- « The Pinnipeds : Seals, Sea Lions and Walruses », de M. Riedman (University of California Press, 1991)
- « Long Term Vocal Recognition in The Northern Fur Seal », de S. Insley (*in* « Nature » 406:404-405, 2000)
- « Mother's Voice Recognition by Seal Pups », d'I. Charrier, N. Mathevon, et P. Jouventin (*in* « Nature » 412:873, 2001)
- « Interannual Variation in The Post-Weaning Survival of Subantarctic Fur Seals : Influence of Pup Sex, Growth Rate, and Environmental Conditions », de G. Beauplet, C. Barbraud, M. Chambellant et C. Guinet (*in* « Journal of Animal Ecology » 74: 1160-1172, 2005)
- « Le contrôle vocal d'identité chez les otaries » d'I. Charrier (*in* « Pour la science », 2002: 103-105, janvier-avril 2002)
- « Paroles animales » (« Sciences et Avenir hors-série », n° 131, juin-août 2002)

## L'incroyable signature vocale des bébés otaries



[www.lecerclepolaire.com](http://www.lecerclepolaire.com)

Tiré à part extrait du numéro 2 de la revue Pôles Nord & Sud publiée par Le Cercle Polaire