



LA CHRONIQUE DE
GILLES DOWEK

NOUS SOMMES TOUS DES HANDICAPÉS

Que nous soyons handicapés ou valides, nous utilisons les dispositifs informatiques pour compenser un organe défaillant ou améliorer une performance limitée.



Les exosquelettes sont utilisés dans l'industrie pour soulager les employés qui exercent une activité physique, comme ici avec le prototype EksoVest de Ford.

Les différents objets informatiques qui servent à pallier un handicap – par exemple, les logiciels de synthèse vocale qui offrent une capacité de lecture aux aveugles, les implants cochléaires qui permettent à certains sourds d'entendre, les exosquelettes qui aident certains handicapés moteurs à marcher – sont conçus sur le même principe : ils simulent, pas toujours de manière parfaite, le fonctionnement « normal » de l'organe « défaillant ».

De tels objets améliorent souvent la vie des personnes qui les utilisent, à condition, bien entendu, que ce soient elles qui les contrôlent. Mais ils nous rappellent aussi que nous sommes capables de simuler le fonctionnement de nombre de nos organes avec un ordinateur et donc que ces organes ne font que transformer de l'information : l'œil transforme de l'information lumineuse en impulsions nerveuses, l'oreille fait de même avec de l'information sonore, etc. Seuls les muscles transforment des impulsions nerveuses en mouvement. C'est pourquoi

les exosquelettes ne sont pas de simples ordinateurs, mais des ordinateurs qui activent des moteurs : des robots.

Cette utilisation des ordinateurs par les personnes handicapées n'est ainsi pas très différente de celle qu'en font les personnes « valides » qui, elles aussi, se servent des ordinateurs pour leur faire faire ce qu'elles ne parviennent pas à faire

**La différence entre
une personne handicapée
et une personne valide
est statistique**

elles-mêmes : effectuer sans se tromper une multiplication de deux nombres de douze chiffres, mémoriser des textes et les restituer des années plus tard, piloter un véhicule pendant des heures sans se déconcentrer, répéter une même action mille fois sans se lasser, etc. D'ailleurs, les

ordinateurs partagent cette propriété avec nombre des objets techniques que nous avons inventés : nous n'utilisons un marteau que parce que nous ne parvenons pas à enfoncer des clous avec le poing, une lunette parce que nous ne parvenons pas à voir les satellites de Jupiter à l'œil nu, etc.

La comparaison avec les ordinateurs montre à quel point nos capacités de calcul, de mémorisation, de concentration ou d'endurance sont faibles, y compris pour ceux qui excellent dans ces activités. Par exemple, la mémoire des aîdés, qui savaient par cœur l'Iliade et l'Odyssée, nous impressionne. Pourtant, ces épopées ne sont pas si longues, puisqu'un disque de un téraoctet permet d'en mémoriser quelques millions.

De ce fait, nous pouvons nous demander si nos incapacités à mémoriser une liste de quelques dizaines de mots, à effectuer de tête une multiplication de deux nombres de trois chiffres, à rester vigilants quand nous conduisons un véhicule, à répéter une même action sans nous lasser, etc. ne devraient pas, elles aussi, être qualifiées de « handicaps ». Il y a ainsi peu de différences entre l'usage que les personnes handicapées et les personnes valides font des ordinateurs : les unes comme les autres les utilisent pour pallier leurs handicaps. Les ordinateurs ont même été inventés pour cela.

La seule différence entre une personne handicapée et une personne valide est donc statistique : nous ne voyons pas notre incapacité à mémoriser un téraoctet et à le restituer une année plus tard comme un handicap, car c'est un handicap très courant.

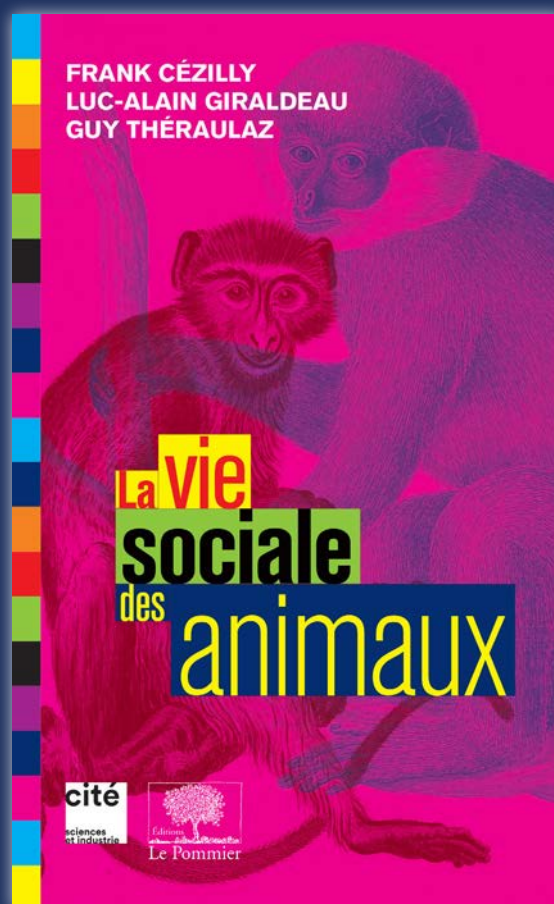
L'utilisation des ordinateurs est l'occasion de changer le regard que nous portons sur les handicaps des autres, en changeant d'abord celui que nous portons sur les nôtres. Alors que l'humanisme nous avait menés à nous voir, à de rares exceptions, comme parfaits, c'est un effet secondaire, sans doute positif, de la construction de ces objets. ■

GILLES DOWEK est chercheur à l'Inria et membre du conseil scientifique de la Société informatique de France.



Le point commun entre lions, fourmis et ouistitis ? Chacune de ces espèces vit en société

Une vie sociale qui n'a rien à envier à celle des humains !
Bienvenue en éthologie,
la science sociale du vivant.



192 p. – 10 €



Retrouvez toutes nos nouveautés sur notre site
www.editions-lepommier.fr



LA CHRONIQUE DE
GÉRALD BRONNER

PREMIÈRES IMPRESSIONS SUR INTERNET

En matière de mésinformation et de désinformation, l'ordre dans lequel les moteurs de recherche sur Internet affichent leurs résultats est loin d'être anodin.



Ces quinze dernières années, il s'est enregistré plus d'informations que depuis l'invention de l'imprimerie. Celles-ci étant beaucoup moins sélectionnées qu'auparavant, on peut parler d'une forme de dérégulation du marché de l'information d'une ampleur jamais connue par l'humanité. Nous le savons   présent, cette dérégulation confère des avantages concurrentiels à certaines formes de crédulité. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que, à l'heure de la «société de la post-vérité», une loi sur les *fake news* soit en préparation en France.

Beaucoup réclament que cette régulation s'opère par un retrait de certains contenus problématiques, c'est-à-dire par censure. Mais cela comporte une charge liberticide et n'a guère été couronné de succès jusqu'à présent, les flux d'informations s'affranchissant aisément de la géographie et des lois nationales.

En revanche, il est légitime de s'interroger sur la visibilité de certains contenus, par exemple l'ordre dans lequel l'information nous est proposée par un moteur de recherche. Est-il normal que, sur des questions de santé publique

sensibles et complexes, on trouve prioritairement des contenus qui contredisent le consensus scientifique?

«La première impression est toujours la bonne, surtout quand elle est mauvaise», affirmait avec humour l'écrivain et critique Henri Jeanson. Cette idée qu'une première impression nous dit quelque chose de la vérité d'un individu ou d'une idée que nous rencontrons n'est peut-être pas toujours fausse, mais elle peut aussi

Un effet dit de primauté ou de préambule que nous connaissons tous

nous tromper souvent. Elle est donc particulièrement problématique lorsque nous effectuons sur Internet une recherche sur un sujet que nous ne connaissons pas. Les premiers arguments que nous y rencontrons nous font prendre le risque d'inscrire en nous une impression durable et éventuellement fausse.

Cet effet de la première impression fautive a été mis en relief par de nombreuses expériences de psychologie. La plus connue, réalisée à la fin des années 1940, consistait à présenter à deux groupes d'individus la description, en une phrase, d'une même personne, avec les mêmes qualités et les mêmes défauts.   un groupe, les défauts étaient présentés en premier, et, à l'autre groupe, en dernier.

La première description était la suivante: «Steve est intelligent, travailleur, sanguin, critique, t tu et envieux.» La seconde description disait: «Steve est envieux, t tu, critique, sanguin, travailleur et intelligent.» Solomon Asch, le psychologue qui conduisit cette expérience, constata que lorsque les qualités de Steve étaient présentées avant ses défauts, on avait une meilleure opinion de lui.

Cet effet dit de primauté ou de préambule, nous le connaissons tous. C'est lui, par exemple, qui est à l'œuvre lorsque nous nous remémorons plus aisément notre premier baiser que notre trentième. Or les premières impressions qui découlent des premières informations que nous récoltons sur un sujet ne nous conduisent pas toujours à avoir un point de vue rationnel sur les choses, surtout lorsque le marché de l'information sur Internet, par exemple, attire facilement notre attention sur des histoires douteuses que nous pouvons croire vraies en première instance.

Ces informations seront mieux mémorisées parce qu'elles bénéficieront de l'effet de primauté et serviront en quelque sorte de socle à notre vision d'un sujet. L'ordre dans lequel nous allons rencontrer certains arguments sur une question sensible est donc essentiel. Ce socle n'a rien d'inamovible et nous pouvons évidemment revenir sur une première impression: il suffit pour cela de se souvenir que le privil ge d'être rencontrée la première ne devrait pas accorder à une idée plus d'impression de vraisemblance qu'elle n'en mérite. ■

GÉRALD BRONNER est professeur de sociologie à l'université Paris-Diderot.

Tous les papiers se recyclent,
alors trions-les tous.

**C'est aussi
simple à faire
qu'à lire.**

La presse écrite s'engage pour le recyclage
des papiers avec Ecofolio.



L'ESSENTIEL

> Depuis une trentaine d'années, des cétologues suivent les mêmes groupes de dauphins en liberté, enregistrant nombre d'informations sur leur vie et les comportements de chaque individu.

> Les données amassées en milieu naturel et en delphinarium commencent

à offrir un recul suffisant pour comprendre plus finement la vie sociale des dauphins, mais aussi leur personnalité et leurs émotions.

> De nouvelles techniques non intrusives permettent aussi d'acquérir des données plus précises encore, notamment de déterminer quel dauphin du groupe émet un son.

L'AUTEURE



FABIENNE DELFOUR
chercheuse associée au laboratoire d'éthologie expérimentale et comparée de l'université Paris 13, responsable des programmes scientifiques au delphinarium du parc Astérix et associée au Wild Dolphin Project

L'intelligence sociale des dauphins

Si les études en delphinarium ont révélé les étonnantes capacités cognitives des dauphins, celles en milieu naturel, menées auprès de groupes de dauphins suivis depuis plus de trente ans, commencent à dévoiler toute la complexité de leur société.

Dans la nature, les dauphins vivent en groupes où les individus s'associent selon leurs affinités, leur sexe et leur âge à différents moments de leur vie.

Il est bientôt 20 heures. Notre bateau est ancré dans les eaux turquoise des Bahamas. L'équipe du Wild Dolphin Project prépare doucement sa fin de journée lorsque la personne de quart annonce l'arrivée de dauphins tachetés (*Stenella frontalis*) que nous étudions. Un petit groupe s'approche du bateau. Il s'agit de deux femelles adultes avec quatre petits. Elles sont donc accompagnées de leur progéniture et de deux jeunes qu'elles gardent. Nous décidons de nous mettre à l'eau pour les filmer et documenter leurs comportements. Après quelques minutes, les deux mères, bien identifiées grâce à leurs marques et aux motifs de leurs taches, s'éloignent, nous laissant seuls avec les jeunes dauphins. Elles ne reviendront que quelques dizaines de minutes plus tard pour les récupérer calmement et sans doute rejoindre le groupe au loin.

Cet épisode a eu lieu il y a déjà plusieurs années, mais je m'en souviens encore très bien. J'avais trouvé très étrange que des animaux sauvages placent leurs jeunes sous la responsabilité d'humains. Ces femelles ont cependant très probablement pensé que leurs petits n'en courraient pas de gros risques. En effet, sous la houlette de Denise Herzing, les scientifiques du Wild Dolphin Project étudient ce groupe de dauphins tachetés depuis une trentaine d'années, si bien que chercheurs et animaux se connaissent et se reconnaissent.

PLUS DE TRENTE ANS DE RENCONTRES RÉGULIÈRES

Depuis 1985, Denise Herzing et son équipe suivent non seulement ce groupe, mais aussi des grands dauphins (*Tursiops truncatus*, l'espèce la plus communément hébergée dans les delphinariums comme celui du parc Astérix), à raison de missions d'une centaine de jours chaque année. La somme des données récoltées sur la vie de ces groupes est considérable. Les chercheurs ont identifié plusieurs centaines d'individus à partir des marques corporelles telles que les cicatrices et l'agencement des taches colorées. Les dauphins vivant parfois plus de quarante ans, certains côtoient l'équipe depuis le début de l'étude.

Celle-ci connaît par ailleurs la généalogie des individus, grâce à des analyses d'ADN effectuées à partir de leurs fèces, mais aussi leur coefficient d'association (qui s'associe avec qui), leur taux de reproduction, la répartition des rôles au sein de la communauté. Les chercheurs esquissent même des profils de personnalité des dauphins à partir des vidéos de leurs comportements, distinguant par exemple des individus curieux et joueurs d'autres plus timides ou peureux. Enfin, grâce aux enregistrements acoustiques, ils corrélient comportement et productions vocales, ce qui

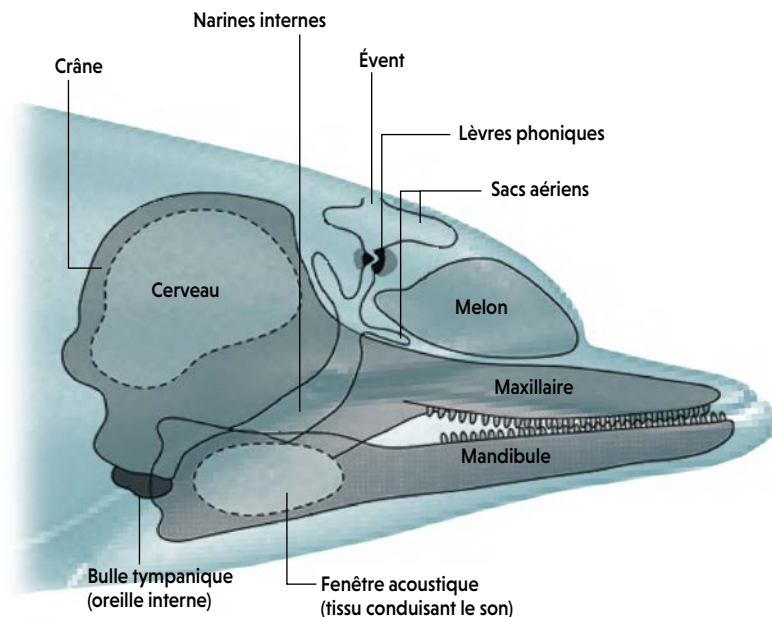
contribue à éclairer la communication sociale des dauphins.

Le Wild Dolphin Project n'est pas la seule équipe à étudier des dauphins sur le long terme. Deux autres projets suivent des populations de grands dauphins depuis plusieurs décennies aux États-Unis et en Australie, l'un dirigé par Bernd Würsig, de l'université A&M du Texas, l'autre par Richard Connor, de l'université du Massachusetts à Dartmouth. L'immense base de données que ces trois équipes ont amassée commence à offrir le recul suffisant pour réexaminer et préciser certaines connaissances sur la vie sociale des dauphins, notamment sur leur organisation sociale et leurs apprentissages.

Parallèlement, depuis les années 1960, de nombreuses études se sont aussi intéressées au comportement, à la biologie et à l'écologie de ces mammifères marins, tant en milieu naturel qu'en delphinarium. En particulier, des études sur les capacités cognitives de ces animaux se sont tenues dans des delphinariums, où il est plus facile de monter un protocole expérimental dans des conditions contrôlées : des problèmes ont été soumis aux dauphins, renseignant sur leur compétence langagière ou sur leur notion de quantité, par exemple. Les travaux en milieu naturel et en delphinarium sont complémentaires, car les premiers sont généralement à l'échelle du groupe alors que les seconds visent les individus. De plus, l'essor récent de nouvelles techniques permet d'acquérir des données plus précises encore et de manière non intrusive, par exemple en suivant et en enregistrant à distance les déplacements d'individus ou leurs productions sonores en milieu sauvage. Il devient ainsi possible de conjuguer les mêmes hypothèses en milieu naturel et en delphinarium, c'est-à-dire d'adapter non seulement les questions au milieu, mais aussi le choix des outils et des populations. Grâce à ces deux faisceaux de recherches de

Les dauphins adoptent une posture en forme de S lors des conflits avec leurs congénères, ou quand ils courtisent une femelle, signe que la communication visuelle joue un rôle important dans leur société.





Les dauphins produisent des sons à l'aide de deux paires de lèvres phoniques situées le long du conduit nasal. Celui-ci s'ouvre sur plusieurs cavités, appelées sacs aériens, et débouche sur l'évent situé au sommet de leur tête. Ils reçoivent les sons par leur mâchoire inférieure.

dauphin, ces animaux ont une bonne vision tant dans l'eau que dans l'air, équivalente à celle des chats et des chiens; elle est adaptée à la faible luminosité et au spectre bleuté de l'océan, avec une meilleure acuité dans l'air pour les objets éloignés et dans l'eau pour les objets proches. Ils combinent d'ailleurs l'ouïe, l'écholocalisation (la détection d'obstacles par émission d'un son et écoute de son écho) et la vision pour reconnaître un objet dans l'eau.

Leur mémoire à court terme, tant auditive que visuelle, est comparable à la mémoire visuelle d'un singe. Ils sont par exemple capables de mémoriser un son et de le reconnaître ensuite, voire de mémoriser une suite de plusieurs sons et de déterminer si un nouveau signal fait partie de la liste ou non. Leur capacité d'apprentissage est elle aussi exceptionnelle, qu'il s'agisse de comprendre des séquences de consignes données dans un langage composé de signes gestuels ou sonores, de suivre les gestes de pointage des entraîneurs ou la direction du regard des humains, ou encore d'imiter les sons et les gestes d'autres dauphins ou d'humains. Enfin, les dauphins ont non seulement conscience des autres, mais aussi d'eux-mêmes, des parties de leur corps et du fait qu'ils sont les auteurs de leurs mouvements.

plus en plus interconnectés, une nouvelle compréhension de l'intelligence sociale des dauphins se dessine.

L'ensemble des études menées depuis la fin des années 1970 sur les dauphins en liberté ont montré que les delphinidés – une trentaine d'espèces de cétacés à dents dont les grands dauphins et les dauphins tachetés (*voir l'encadré ci-contre*) – vivent pour la grande majorité dans des sociétés polygynandres, où des mâles s'associent et s'accouplent avec plusieurs femelles. On les qualifie de sociétés de type fusion-fission, où les associations entre individus dépendent du sexe, de l'âge, du statut reproducteur et de l'activité. De manière générale, dès leur préadolescence, les jeunes mâles trouvent un partenaire de jeux avec qui ils forment un duo pour la vie. Ces deux camarades traverseront les aléas de la vie côte à côte; il est rare qu'un troisième dauphin mâle rejoigne cette paire. Les femelles, quant à elles, sont beaucoup plus libres... ou opportunistes. Des femelles gestantes auront tendance à s'associer, de même que des femelles avec leur petit. Si l'une d'elles perd son jeune, elle réintègre alors le groupe des femelles sans petit. C'est une société fluide.

Les recherches en delphinarium ont quant à elles permis de découvrir les étonnantes capacités cognitives des dauphins, c'est-à-dire leurs facultés à acquérir, traiter et transmettre des informations de leur environnement physique et social.

Outre une ouïe très fine, capable de distinguer les faibles variations de fréquence ou de durée caractéristiques des sifflements d'un

LES DAUPHINS PASSENT L'ÉPONGE

Aujourd'hui, les chercheurs s'accordent à dire que ces animaux intelligents vivent dans une société complexe, comme en témoignent les comportements de coopération, d'apprentissage par observation, mais aussi, par exemple, l'existence de cultures locales comme l'utilisation d'outils. En 2011, en effet, une équipe de l'université de Georgetown, aux États-Unis, a observé sur les côtes australiennes des grands dauphins femelles placer une éponge sur leur rostre et débusquer des poissons cachés dans les anfractuosités rocheuses.

Toutefois, nous ne savons encore que très peu de choses sur l'intelligence sociale des dauphins. Les études en delphinarium offrent un regard limité sur les interactions des dauphins et, par ailleurs, le milieu naturel de vie de ces animaux impose de nombreuses contraintes aux cétologues, d'autant que l'appareillage sensoriel particulier des dauphins et leur mode de communication compliquent encore la tâche. Néanmoins, grâce au suivi de populations de ces animaux sur le long terme et à l'utilisation de nouvelles techniques pour repérer, par exemple, quel animal émet un son, on commence à obtenir des renseignements précis sur le comportement de chaque individu au sein d'une population et à mieux comprendre comment leur société fonctionne. Voici un petit tour d'horizon de ces travaux.

MON COUSIN L'HIPPOPOTAME

Les dauphins sont des odontocètes, des cétacés à dents comme les cachalots et les marsouins, contrairement aux mysticètes, les cétacés à fanons comme les baleines franches ou à bosse et le rorqual. L'ordre des odontocètes compte 69 espèces réparties en 9 familles distinctes. Parmi elles on trouve les delphinidés, qui regroupent plus d'une trentaine d'espèces dont les grands dauphins, les dauphins tachetés ou encore les orques. Les cétacés sont des mammifères qui ont évolué d'une façon assez spectaculaire. Leur ancêtre était un mammifère placentaire terrestre, dont les descendants se sont progressivement adaptés à la vie aquatique il y a plusieurs dizaines de millions d'années. Leurs plus proches parents actuels sont... les hippopotames !

> Les cétacés sont les plus proches cousins actuels des hippopotames (*voir l'encadré page précédente*). Leur retour à la vie aquatique a requis de nombreuses adaptations anatomiques et physiologiques. Le système auditif montre sans doute le plus de transformations. Il faut savoir que les sons se propagent environ cinq fois plus vite dans l'eau que dans l'air et que les fréquences basses – entre 20 et 40 hertz (Hz), par exemple – parcourent des kilomètres, contrairement aux hautes fréquences (entre 2 et 15 kHz, par exemple). Les cétacés ont perdu le pavillon externe de l'oreille. Il ne demeure qu'un petit orifice en lien avec l'oreille interne. La particularité des cétacés est qu'ils reçoivent les sons par leur mâchoire inférieure.

La communication acoustique est très certainement celle que les dauphins utilisent le plus. Sa fonction serait de maintenir la cohésion du groupe, de coordonner leurs mouvements ou leurs activités sociales. À l'aide des lèvres phoniques de leur conduit nasal (*voir la figure page précédente*), les dauphins émettent trois types de sons : des clics d'écholocalisation, des sons pulsés en rafales et des sifflements. Ces derniers sont les plus étudiés, car il est facile de les distinguer et de les classer à partir des sonogrammes. Les cétologues les utilisent notamment pour identifier les espèces de delphinidés. Composés d'une fréquence fondamentale et de plusieurs harmoniques, les sifflements vont de 2 à quelque 20 kHz. Pour les grands dauphins, les fréquences des sifflements enregistrés varient entre 800 Hz et 28,5 kHz, et leurs durées entre 0,1 et 4 secondes.

UNE IDENTITÉ SIFFLÉE

Individuellement, les dauphins produisent un sifflement qui leur est propre, nommé sifflement signature. Non seulement il intervient dans la cohésion du groupe, mais il présenterait des caractéristiques sonores uniques, propres au dauphin qui l'émet, constituant ainsi une sorte de carte d'identité. L'écholocalisation, utilisée majoritairement pour naviguer et rechercher de la nourriture, correspond à des clics de haute fréquence (chaque clic est un son de fréquence comprise entre 110 kHz et 130 kHz) dont la durée va de 40 à 70 microsecondes. Les dauphins sont capables de produire simultanément clics et sifflements. Les sons pulsés en rafale englobent quant à eux l'ensemble des autres productions sonores : couinements, grincements... Ces vocalises sont généralement associées à des situations de cour, des jeux sexuels, des comportements agressifs ou des manifestations d'anxiété.

Les petits delphinidés, à la fois prédateurs (ils chassent de nombreuses espèces de poissons) et proies (des requins et des orques),



Lors d'un test sur les biais cognitifs, les dauphins les plus optimistes touchent une cible et reviennent rapidement vers leur soigneur pour recevoir une récompense, contrairement aux dauphins plus pessimistes qui prennent plus de temps.

ont développé un sonar actif et passif. Le sonar actif se résume à l'écholocalisation : le dauphin émet un son et utilise l'écho reçu pour cibler précisément une proie ou obtenir des précisions sur un signal détecté. Le sonar passif correspond à une écoute sans émission de son : les dauphins espionnent ce qui se passe dans leur environnement en recevant les échos des clics produits par leurs congénères. La découverte de ce fait remonte à 2007 et, depuis, les bioacousticiens continuent d'enregistrer les productions acoustiques des animaux en milieu naturel et en delphinarium. En les corrélant aux situations observées, ils espèrent déterminer quel type de message est produit dans tel ou tel contexte, et ainsi décrypter la communication intraspécifique de ces animaux.

Toutefois, jusqu'à récemment, il était impossible de localiser quel dauphin vocalisait. En effet, ces animaux n'ont pas besoin d'ouvrir la bouche pour émettre des sons : ceux-ci transitent *via* la partie frontale de leur tête, le melon. Or la base de toute étude de communication animale est d'identifier l'émetteur du signal, le type de signal et le récepteur.

Il y a cinq ans, afin de relever le défi, notre équipe a construit un dispositif qui filme les mammifères marins à 360 degrés et qui, grâce à quatre hydrophones (des micros supportant l'immersion), enregistre les vocalises dans cet

espace tridimensionnel (voir l'encadré ci-dessous). Un logiciel permet *a posteriori* d'identifier sur les vidéos un dauphin qui émet des clics. Grâce à ce système, nous observons et analysons les postures ou le comportement du dauphin qui écholocalise, ainsi que les réactions de ses congénères. Contrairement aux caméras classiques utilisées jusque-là, qui exigent une focalisation sur un dauphin ou un petit groupe d'individus, le système en 360° saisit la totalité de la scène et donc l'ensemble du groupe: pour la première fois, on filme et enregistre tout ce qui se produit dans un environnement tridimensionnel.

UN DAUPHIN SILENCIEUX EN ÉCLAIREUR

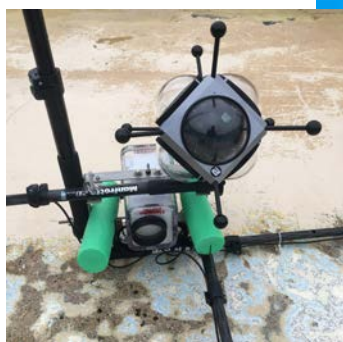
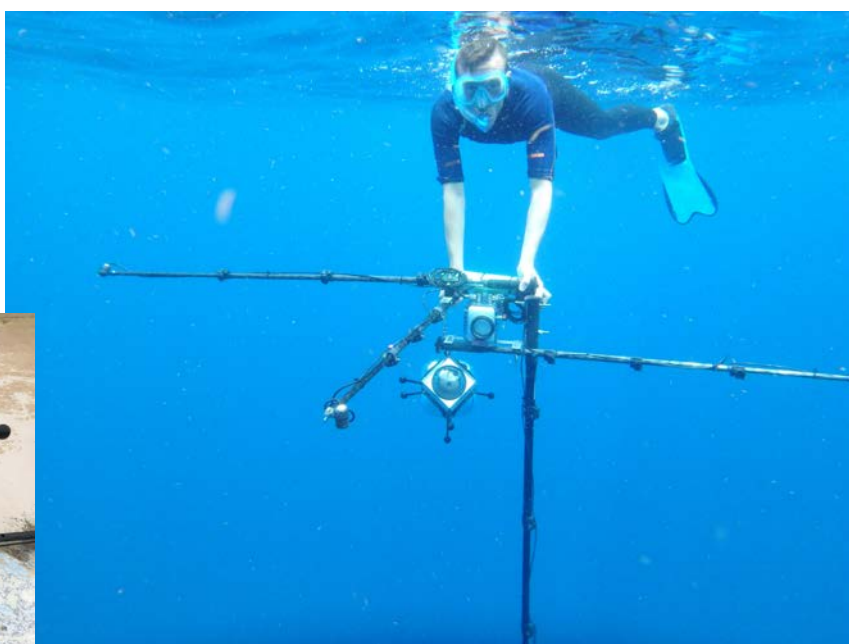
Nous avons ainsi récemment découvert un étonnant comportement: lorsqu'un groupe de dauphins s'approche de nageurs humains

statiques en surface, un premier dauphin arrive en éclaireur, totalement silencieux. C'est le dauphin suivant qui produit les clics d'écholocalisation. Tout se passe donc comme si le premier avançait *incognito*, recevant les échos des signaux du second. Une utilisation de l'écholocalisation passive que nous ne soupçonnions pas...

Notre système, nommé Babel pour «Bio-acoustique, bien-être et langage», est relativement facile à déployer depuis un bateau et correspond tout à fait à notre philosophie – être le moins intrusif possible. Ce sont les dauphins qui décident de se rapprocher ou non, ce sont aussi eux qui débudent et terminent une interaction. Certes, le dispositif ne permet pas encore de localiser les dauphins émetteurs de sifflements et de sons pulsés. En effet, ces signaux sont plus difficiles à détecter de manière automatique, car leurs formes et leurs fréquences sont >

QUEL EST LE DAUPHIN QUI VOCALISE?

Pour repérer quel dauphin émet un son, Fabienne Delfour et ses collègues ont mis au point un système de caméra sous-marine à 360° avec prise de son : quatre hydrophones fixés sur des bras extensibles et reliés à un enregistreur enfermé dans un caisson étanche recueillent toutes les productions vocales des dauphins, tandis qu'une caméra, attachée à ce dispositif, filme les animaux dans un environnement en 360° (ci-dessous et ci-contre en bas). Un logiciel permet *a posteriori* de localiser et donc d'identifier un dauphin qui produit des clics d'écholocalisation sur les vidéos. La croix rouge indique le dauphin qui produit les clics visibles sur le sonogramme défilant en bas de l'image (ci-contre en haut).



> extrêmement variables, contrairement aux clics, dont la structure est plus fixe. Mais nous espérons y parvenir bientôt.

La communication tactile joue aussi un rôle très important chez les delphinidés. Les dauphins aiment se frotter doucement les uns aux autres lors d'interactions positives et agréables. Ces contacts, frottements et caresses sont observés en delphinarium et en milieu naturel. Encore récemment, en 2017, Kathleen Dudzinski, du Dolphin Communication Project, en Floride, et Christine Ribic, de l'université du Wisconsin, ont analysé finement les contacts nageoire pectorale contre nageoire pectorale chez des grands dauphins de l'Indo-Pacifique (*Tursiops aduncus*) autour de Mikura, au Japon, des dauphins tachetés aux Bahamas et des grands dauphins vivant à l'institut Roatán pour les sciences marines, au Honduras.

Leurs travaux montrent des similarités dans l'utilisation de ce comportement chez les trois espèces de delphinidés. Il semble qu'il soit modulé par des pressions sociales et que sa fonction soit proche de celle du comportement de toilettage observé chez les primates (affiliation, renforcement des liens sociaux, réconciliation, par exemple). Les femelles adultes développent ce comportement préférentiellement entre elles, alors que les mâles le font entre mâles adultes ou jeunes. Les deux chercheuses avancent l'hypothèse que les mâles utilisent ce comportement comme un outil servant à établir un lien social, à maintenir ou gérer des relations interindividuelles. Lors de conflits, il arrive qu'ils se frappent à l'aide de la nageoire caudale, voire qu'ils se mordent.

La communication visuelle est elle aussi très utilisée, en témoignent par exemple les sauts aériens, ou l'ouverture de la gueule et l'adoption d'une posture en forme de S lors d'un conflit – posture aussi utilisée pour courtoiser (voir la photo page 30). Les bulles émises par l'événement sont aussi de bons signaux visuels indiquant une excitation positive ou négative.

UNE COMMUNICATION ÉGALEMENT CHIMIQUE

On a longtemps cru que les dauphins utilisaient uniquement l'ouïe, la vision et le toucher pour communiquer. Ce ne sont cependant pas les seuls sens sur lesquels ils s'appuient. On savait que ces animaux étaient capables de déceler les quatre saveurs primaires : le sucré, l'acide, le salé et l'amertume. Mais ces dernières années, on s'est aperçu que la chimie joue aussi un rôle important dans leur communication. Chez les delphinidés, le système olfactif semble obsolète : même si des structures olfactives sont présentes à des stades embryonnaires du développement, elles régressent par la suite ; cependant, des découvertes récentes posent de nouvelles questions.



J'ai vu des mères coller au sol plusieurs secondes leur petit un peu trop remuant



En 2016 notamment, sous la houlette d'Aurélien Célerier, du Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive, à l'université de Montpellier, une équipe montpelliéraine et rennaise a mis en évidence que les dauphins étaient capables de détecter et de discriminer des signaux olfactifs et gustatifs.

Dans un delphinarium près de Nantes, les chercheurs ont placé, sur le bord du bassin des grands dauphins, un bidon troué contenant divers poissons et céphalopodes et un récipient identique, mais vide. Ils ont constaté que les dauphins passaient plus de temps près du premier bidon, signe qu'ils avaient perçu l'odeur qu'il dégageait. Pour étudier la gustation chez les dauphins, ils ont fabriqué des glaçons contenant du hareng (un aliment connu des dauphins), du saumon ou des crevettes (aliments inconnus) et un glaçon sans poisson. Ils ont ensuite observé le comportement des dauphins lorsque les soigneurs leur jetaient les glaçons. Les résultats de cette étude montrent que les dauphins préfèrent les glaçons contenant du hareng et du saumon, puis ceux avec des crevettes par rapport aux glaçons neutres.

Ainsi, même si à ce jour on ne sait pas comment ils perçoivent les signaux olfactifs et gustatifs, ces mammifères marins ne sont pas totalement dépourvus d'une telle perception. En milieu naturel, il est d'ailleurs fréquent d'observer un dauphin suivre bouche ouverte un congénère qui urine. L'urine, riche en éléments chimiques, et donc en hormones, renseignerait peut-être les mâles sur le statut reproducteur des femelles. Un mâle déterminerait ainsi si une femelle est dans la période réceptive de son cycle.

Les dauphins ont une identité sonore, mais ont-ils une personnalité, comme cela a été mis en évidence chez des chiens, certains primates et même des poules, des amphibiens et des poissons ? Pour le savoir, nous avons analysé, au début des années 2010, les comportements de ceux du delphinarium du parc Astérix, à Plailly, dans l'Oise. Nous avons construit des profils



© Fabienne Delfour

selon les cinq grands facteurs classiquement utilisés en psychologie pour déterminer les personnalités, rassemblés sous le sigle OCEAN: O pour ouverture à l'expérience, C pour conscience en termes de contrôle, minutie, discipline, E pour extraversion (énergie, enthousiasme), A pour agréabilité (amabilité, altruisme) et enfin N pour névrosisme (regroupant les émotions négatives).

DES JEUNES EXTRAVERTIS

De manière générale, nous avons montré que les jeunes dauphins étaient de type O, E et A: joueurs, extravertis et pleins d'énergie, contrairement aux animaux plus âgés qui étaient plus C, c'est-à-dire attentifs à ce qui se passait autour d'eux et capables de discipliner les jeunes si besoin. Ensuite, dans le détail, chaque dauphin a bien sûr un profil qui lui est propre. En étudiant la dynamique sociale du groupe, nous avons aussi observé que les individus aux personnalités proches apprécient de passer du temps ensemble et s'associent de manière privilégiée.

Parallèlement, des études menées aux États-Unis par l'équipe de Stan Kuczaj, de l'université du Mississippi du Sud, ont aussi révélé l'existence de personnalités chez ces mammifères marins en delphinarium, notamment des profils de mère plus ou moins permissive ou directive et protectrice: certaines avaient tendance à laisser leur progéniture explorer librement l'environnement ou prendre des initiatives, tandis que d'autres, au contraire, distribuaient des punitions en cas de désobéissance. En milieu

UN SIXIÈME SENS

Certains dauphins seraient dotés d'un sixième sens. En 2012, Nicole Czech-Damal, de l'université de Hambourg, et ses collègues ont mis en évidence un sens électrique chez le dauphin de Guyane (*Sotalia guianensis*). Le long du rostre, de petites cavités (qui correspondent aux points d'implantation et de contrôle des vibrisses chez d'autres mammifères comme les chats) abritent des capteurs électriques qui permettent à ces dauphins de détecter les variations du champ électrique environnant, dues par exemple à la présence d'une proie – un avantage certain dans les eaux troubles de l'estuaire où ils vivent. Deux ans plus tard, en 2014, Juliana López-Marulanda, de l'université de Rennes 1, a démontré que les grands dauphins étaient capables de distinguer les objets en fonction de leurs propriétés magnétiques, ce qui pourrait leur servir à naviguer par magnétoréception.

naturel, j'ai vu des mères coller au sol pendant plusieurs secondes leur petit un peu trop remuant ou encore des femelles se mettre sur le dos et prendre leur progéniture sur le ventre. Ainsi échoué et contrôlé par sa mère, le petit était incapable de s'échapper, malgré ses vigoureux coups de nageoire caudale.

En milieu naturel, seules les études menées sur le long terme offrent la possibilité de dresser des profils comportementaux ou de trouver des personnalités chez les individus suivis. L'équipe de Denise Herzing a entrepris ce travail sur le groupe de dauphins tachetés qu'elle suit depuis une trentaine d'années. Notamment, un étudiant de l'équipe, Nate Skrzypczak, essaye de déterminer si les affinités sociales des dauphins riment avec des personnalités. Dans ce groupe de dauphins sauvages, l'équipe étudie depuis longtemps les préférences entre partenaires.

Parmi les vidéos récoltées, Nate Skrzypczak a sélectionné la centaine de dauphins observés au moins quinze fois et, à partir de là, il a recherché trois traits de caractère: la sociabilité, la curiosité et l'audace, calculés par la proportion de temps passé avec respectivement leurs congénères, leur mère et les chercheurs. Ses premiers résultats ne montrent pas de différence significative entre les mâles et les femelles. En revanche, Nate Skrzypczak observe un lien entre les caractères curieux et audacieux: les individus qui, petits, quittaient souvent leur mère pour explorer les alentours ont tendance à passer plus de temps avec les chercheurs. Par ailleurs, sans surprise, les individus les plus audacieux expriment peu de néophobie: ils n'ont pas peur devant des situations nouvelles. L'étude est toujours en cours.

DES DAUPHINS ÉMOTIFS

Les dauphins ont donc une vie sociale riche, un monde sensoriel non moins riche, des traits de personnalité différents, mais qu'en est-il de leurs émotions? Ce n'est que récemment que la science a décidé d'aborder l'étude des émotions chez les animaux. L'émotion, «un état mental ponctuel que l'humain ou l'animal ressent dans une situation donnée», dépend «de l'événement extérieur (soudaineté, nouveauté, possibilité pour l'animal d'anticiper ou de contrôler l'événement), mais aussi de l'individu, de sa génétique, de son expérience», selon la définition récemment proposée par Alain Boissy, éthologue de l'Inra spécialiste du bien-être des animaux d'élevage. Les émotions positives et négatives influent aussi sur la manière dont un individu perçoit une situation: en général, les individus optimistes voient le verre à moitié plein, alors que les pessimistes le voient plutôt à moitié vide. Ce phénomène, nommé biais cognitif car il modifie le jugement que l'individu porte sur la situation qu'il vit, est ➤



Les femelles s'occupent de leur petit jusqu'au sevrage, comme ici Beauty avec sa fille Bélize, âgée d'environ trois semaines, au delphinarium du parc Astérix.

> aussi observé chez certains animaux lors de tests conçus pour l'étudier. En 2016 et 2017, notre équipe a adapté un tel test aux dauphins du delphinarium du parc Astérix.

Dans un premier temps, les soigneurs animaliers ont appris aux dauphins à se diriger vers une cible placée alternativement à deux emplacements distants correspondant à deux récompenses différentes (*voir la photo page 32*). Lorsque les dauphins atteignaient la cible placée à l'endroit 1, les soigneurs les regardaient et applaudissaient; lorsqu'ils atteignaient la cible placée à l'endroit 2, ils recevaient un gros hareng: le jackpot! En général, les dauphins allaient plus vite à la cible lorsqu'elle occupait la position 2 plutôt que 1, ce qui est logique, le poisson étant très appétant pour ces animaux. Lors de la phase de test, la cible était disposée à un nouvel emplacement à mi-chemin entre les positions 1 et 2, une position qui était ambiguë pour les animaux. Nous avons enregistré

le temps mis par les dauphins pour atteindre la cible et pour revenir vers leur soigneur animalier. Un déplacement rapide vers la cible témoignait d'une tendance à être optimiste: les dauphins espéraient y recevoir du poisson. Un déplacement lent, au contraire, révélait une tendance au pessimisme.

Nous avons par ailleurs observé que les dauphins « optimistes » étaient aussi ceux qui passaient le plus de temps dans un comportement social consistant à nager de manière synchrone entre congénères et que cette tendance perdurait. La nage synchrone resserrerait le lien entre les dauphins et serait liée à des émotions positives (*voir la photo ci-dessous*). Chez les humains, des études ont montré qu'avoir des activités sociales rend plus positif. Cela semble aussi vrai pour les dauphins. En milieu naturel, leur sphère émotionnelle reste cependant encore mystérieuse, car difficilement accessible. Par exemple, le comportement de deuil,



Les dauphins optimistes sont ceux qui passent le plus de temps à nager de façon synchrone, comme ici.

au cours duquel une femelle va nager en portant son petit mort a été observé en mer, et l'on conçoit aisément les émotions sous-jacentes. Toutefois, leur étude précise est une tout autre affaire.

De fait, les protocoles que l'on utilise en bassin doivent être modifiés et adaptés au milieu naturel. Nous nous en sommes encore aperçus il y a quelques années avec les expériences du miroir, utilisées en éthologie pour appréhender la conscience de soi chez les humains et les animaux. Si la forme la plus simple de conscience est la sensation pure sans représentation d'un objet ou de soi, la conscience de soi advient dans une réflexion où la conscience se rapporte à elle-même de façon intentionnelle: on prend conscience de ses états de conscience. Démontrer alors qu'un individu est capable de se reconnaître à partir de la représentation visuelle de son corps – son image dans un miroir – illustre l'existence, chez ce sujet, d'un savoir sur sa propre apparence. Cette reconnaissance a des implications majeures: elle signifie que le sujet s'identifie par rapport aux autres et s'en distingue.

UN MIROIR DANS L'OcéAN

La procédure expérimentale consiste à placer un individu face à un miroir et à observer s'il traite son image dans le miroir comme le reflet de lui-même ou comme un congénère. Dans une seconde étape, les expérimentateurs placent une marque colorée sur l'individu à son insu et observent s'il frotte la marque en s'aidant du miroir pour guider ses mouvements ou s'il ne comprend pas. Chez l'humain, l'enfant reconnaît son image dans le miroir vers 18 mois. Entre 12 et 15 mois, il dirige des comportements vers lui-même (porter la main à son visage, se gratter...) et entre 18 et 24 mois, il réussit le test de la marque colorée apposée à son insu. Des éthologues et primatologues ont reproduit cette expérience du miroir sur plusieurs espèces animales. À ce jour, les études révèlent que les chimpanzés, les éléphants, les orques, les dauphins et les pies reconnaissent leur image spéculaire. En moyenne, les chimpanzés y parviennent à un âge compris entre 2 ans et 4 mois et 3 ans et 9 mois.

En 2018, Rachel Morrison et Diana Reiss, de l'université de la ville de New York, ont étudié le développement de cette capacité chez deux jeunes dauphins sur une période de trois ans dans un delphinarium new-yorkais. Elles ont montré que les dauphins ont très tôt émis des comportements autodirigés vers le miroir, tels qu'ouvrir la gueule face au miroir ou bouger verticalement la tête avec le corps en position inversée. L'un d'eux n'avait que sept mois quand il a commencé. C'est la première fois que cette faculté est mise en évidence à un

Il n'avait que sept mois quand il a commencé à interagir avec son image dans un miroir

LE CHAT ET LA SARGASSE

Décoder le langage des dauphins est l'un des grands objectifs du Wild Dolphin Project. En 2013, Denise Herzing, Fabienne Delfour et leurs collègues ont franchi une première étape. À l'aide d'un ordinateur submersible, nommé Chat (Cetacean hearing and telemetry), muni de micros, ils ont reconnu en mer un sifflement qu'ils avaient créé (hors du répertoire naturel des dauphins) pour désigner une sargasse, une algue avec laquelle jouent les dauphins : un jour d'août 2013 où Denise Herzing avait plongé avec le Chat, celui-ci reconnut ce sifflement : un dauphin avait imité le signal. Rien n'indiquait, cependant, qu'il l'utilisait dans le contexte adéquat. Depuis, l'équipe prépare une version améliorée du dispositif visant aussi à classer et décoder les sons des dauphins.

stade si précoce dans le développement d'un jeune animal. Les chercheuses concluent que la vie aquatique exigeante et riche de défis a probablement sélectionné la mise en place d'un développement proprioceptif et sensorimoteur rapidement efficace.

Cependant, quand, en 2013, nous avons voulu utiliser le miroir sur des individus sauvages, en l'occurrence des dauphins tachetés de l'Atlantique vivant aux Bahamas, les réactions ont été tout autres. À quatorze reprises, nous avons observé le comportement des dauphins autour d'un miroir immergé. Les réponses étaient très hétérogènes. Les premières réactions des groupes de mères avec leur petit ont été de nager autour du miroir et de maintenir une proximité physique. Certains individus ont ignoré le miroir, ou ont nagé autour ou en dessous. Un seul mâle est devenu stationnaire et a adopté une posture agressive en S face au miroir.

Ces premiers résultats suggèrent que les animaux donnent des significations différentes à un miroir dans la nature et en captivité. Cela n'implique pas que les dauphins tachetés ne se reconnaissent pas dans un miroir, mais qu'un seul et même objet n'a pas la même signification en fonction de la situation. Ces cétacés sont des experts en traitements de signaux acoustiques. L'utilisation d'un miroir n'est peut-être pas la manière la plus pertinente de tester la reconnaissance de soi chez cette espèce. C'est un des défis des scientifiques: construire un protocole en suivant une démarche scientifique rigoureuse qui permet de révéler le plus justement possible le monde des animaux.

DES BALISES POUR ÉCOUTER LE CHANT DES BALEINEAUX

Les nouvelles technologies, parce qu'elles sont aujourd'hui miniaturisées et donc moins intrusives, sont autant d'outils à explorer. Des capteurs placés sur des animaux ont déjà donné ➤



Les dauphins chassent parfois en groupe, enserrant à plusieurs un banc de poissons. Au Brésil, des grands dauphins coopèrent même avec des pêcheurs, rabattant les poissons vers leurs filets.

> de très bons résultats, révélant les trajets suivis, les vitesses de déplacement, les temps de repos ou encore les profondeurs atteintes. Des balises acoustiques munies de ventouse et posées sur le dos des baleines à bosse offrent aussi la possibilité d'enregistrer les sons sociaux des couples mère-jeune. Entre 2013 et 2014, avec l'aide de l'association malgache Cétamada, l'équipe d'Olivier Adam, chercheur bioacousticien à l'institut des neurosciences de Paris-Saclay, a déployé 16 balises – 9 sur des baleineaux et 7 sur des mères. Elle a ainsi obtenu plus de 46 heures d'enregistrements comprenant des sons harmoniques (des cris de courte durée), des sons pulsés de basse fréquence et de courte durée et des sons de très basse fréquence (certaines inférieures à 60 Hz). Leur analyse est en cours.

DES ÉCHANTILLONS DE SOUFFLE DE BALEINE

De nombreuses études utilisent aussi des drones pour observer les déplacements et les regroupements des animaux. Cette technique a récemment été déployée pour des mammifères marins : sous la direction d'Amy Apprill, des chercheurs de l'institut océanique de Woods Hole, dans le Massachusetts, et de l'agence américaine d'observation océanique et atmosphérique (la NOAA) ont étudié avec son aide la santé des baleines franches de l'Atlantique Nord en danger critique d'extinction. Ils ont utilisé un hexacoptère à six rotors contrôlé à distance pour prendre des

photographies aériennes détaillées des baleines et recueillir des échantillons de leur souffle. Au cours d'une mission de trois semaines, les chercheurs ont effectué 67 vols de drones, photographié environ 35 baleines différentes et recueilli 16 échantillons de souffle. En séquençant le matériel génétique contenu dans ces échantillons, ils seront en mesure de déterminer quels types de bactéries, de virus et de champignons constituent leur microbiote.

De notre côté, nous espérons améliorer les performances de notre dispositif Babel pour saisir la dense communication des dauphins et d'autres espèces de cétacés. Notre objectif n'est pas de pouvoir un jour dialoguer avec ces animaux, mais de comprendre ce qu'ils se disent, quelles informations ils partagent et comment ils les communiquent, comment sont encodés messages et émotions dans leurs comportements et dans leurs productions sonores. Pour cela, nous devons constituer une base consistante de données vidéos et acoustiques importantes, afin de distinguer dans quels contextes comportements et émissions sonores se produisent.

Nous espérons partir prochainement en mission dans les Caraïbes pour suivre avec notre dispositif plusieurs espèces de cétacés (des grands dauphins et des dauphins tachetés pantropicaux, notamment). Si tout fonctionne, nous devrions obtenir nos premiers résultats d'ici à trois ans. Avec peut-être enfin, à la clé, un accès à l'intimité sociale des dauphins... ■

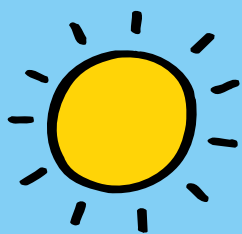
BIBLIOGRAPHIE

R. Morrison et D. Reiss, **Precocious development of self-awareness in dolphins**, *Plos One*, vol. 13(1), article e0189813, 2018.

J. Lopez-Marulanda et al., **First results of an underwater 360° HD audio-video device for etho-acoustical studies on bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*)**, *Aquatic Mammals*, vol. 43(2), pp. 162-176, 2017.

I. L. Clegg et al., **Bottlenose dolphins engaging in more social affiliative behaviour judge ambiguous cues more optimistically**, *Behavioural Brain Research*, vol. 322, pp. 115-122, 2017.

S. Birgersson et al., **Dolphin Personality Study Based on Ethology and Social Network Theory**, Lambert Academic Publishing, 2014.



PROTÈGE LIVRES
ASTUCIEUX

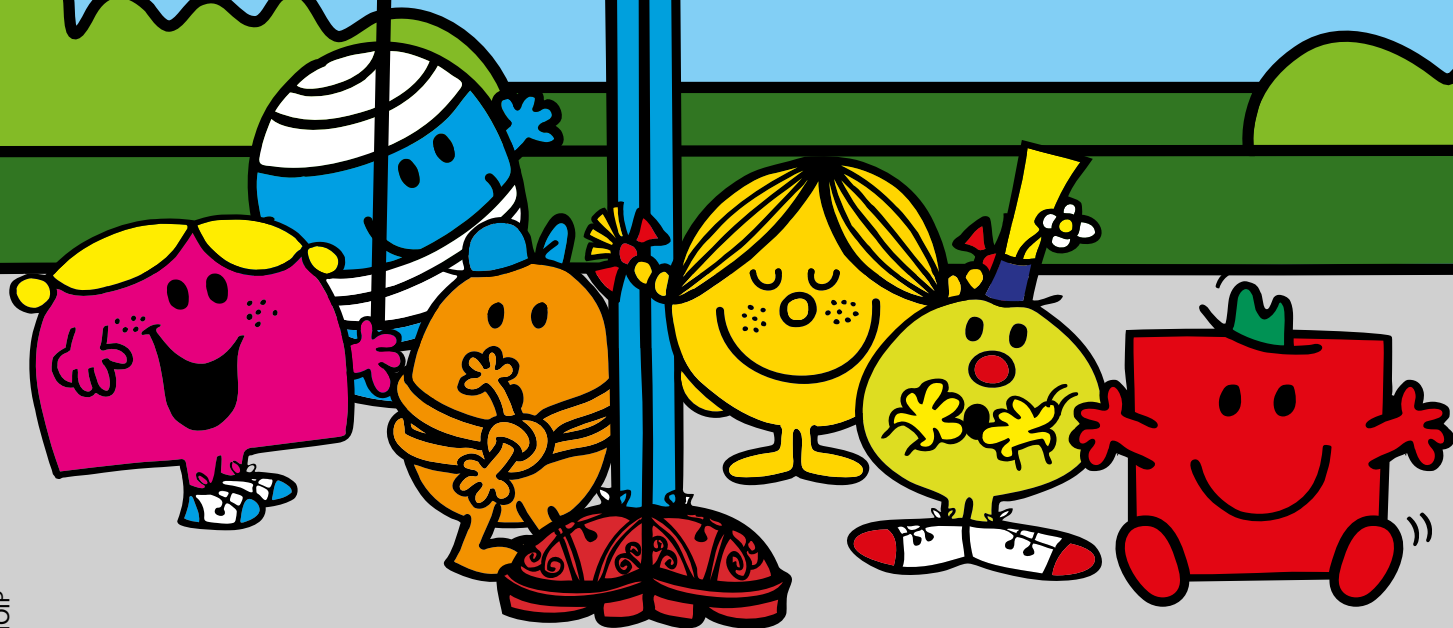
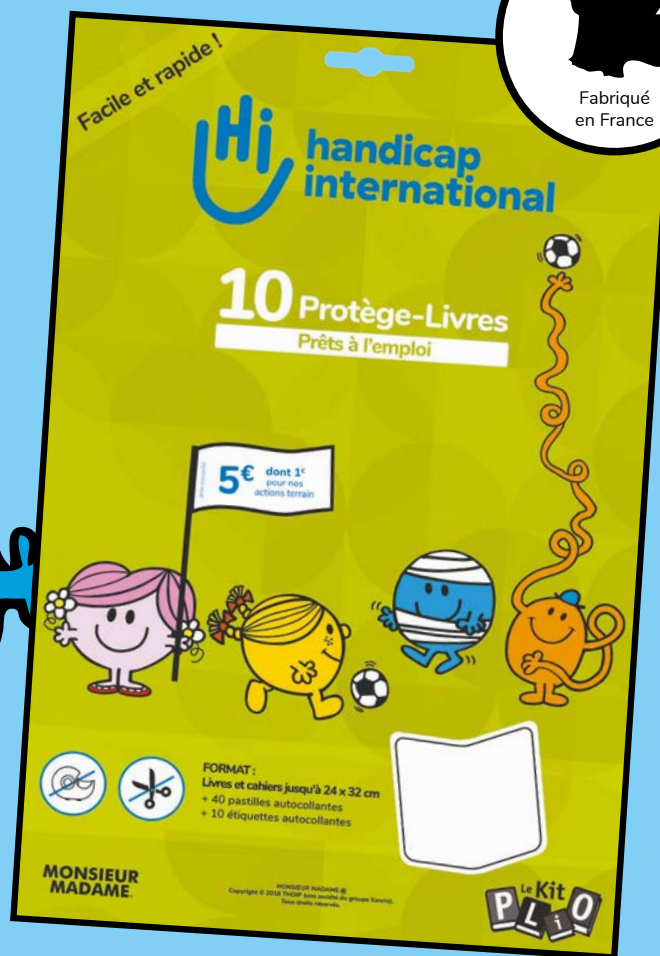


SANS CISEAUX
NI RUBAN
ADHÉSIF

UN GESTE
SOLIDAIRE
ET GÉNÉREUX



prix conseillé
5€ dont 1€
pour nos
actions terrain



Les sursauts gamma expliquent-ils le paradoxe de Fermi?

En dépit de la multitude de mondes présents dans le cosmos, nous n'avons pas, à ce jour, détecté de civilisations extraterrestres. Pourquoi? C'est la question que se posait le physicien italien Enrico Fermi. La raison tient peut-être à certaines explosions stellaires puissantes, les sursauts gamma, qui anéantiraient toute vie complexe présente dans leur voisinage.

L'ESSENTIEL

> Si la vie est un phénomène fréquent dans l'Univers, nous devrions détecter des indices de civilisations extraterrestres. Or ce n'est pas le cas : c'est le paradoxe dit de Fermi.

> Les sursauts gamma, explosions stellaires très puissantes, sont capables de détruire la vie complexe sur une planète trop proche.

> Les régions périphériques des galaxies géantes, moins peuplées en étoiles, sont moins exposées à ces dangers.

> L'influence des sursauts gamma sur les chances d'apparition d'une vie complexe impose des contraintes sur l'histoire du cosmos, mais aussi sur le scénario du multivers.

L'AUTEUR



RAÚL JIMÉNEZ
enseignant-chercheur
à l'Institut de sciences
du cosmos de l'université
de Barcelone, en Espagne



En explosant, certaines étoiles massives émettent un puissant rayonnement, un sursaut gamma, qui détruirait la vie présente sur une planète proche.