

Les échouages de cétacés : une méprise magnétique ?

Les échouages de cétacés soulèvent une foule d'interrogations. Diverses hypothèses ont été formulées pour tenter d'expliquer ce phénomène.

- Les animaux échoués seraient morts en mer et leurs corps auraient été poussés sur le rivage (EVANS, 1987).
- Ces animaux souffriraient d'empoisonnements dus à la pollution. De manière générale, les mammifères marins sont très affectés par les polluants stables — organochlorés et métaux lourds très présents dans les écosystèmes marins (DE SWART *et al.*, 1994).
- Ces cétacés seraient affaiblis par des parasites infestant l'oreille interne, le cerveau ou le huitième nerf crânien (MORIMITSU *et al.*, 1992).
- Il y aurait résurgence d'un réflexe ancestral en réponse à un stress intense : les animaux pris de panique tenteraient de revenir sur terre, imitant en cela leurs ancêtres terrestres (WOOD, 1979). Cette hypothèse est invérifiable expérimentalement et est fort improbable.
- Des perturbations d'origine humaine, comme les émissions sonar des sous-marins ou des navires militaires (*in* DUBRANA, 1991), des causes astronomiques, météorologiques, ou sismiques ont également été avancées.
- KLINOWSKA (1985) aborde le problème en stipulant que des cétacés apparemment en bonne santé qui s'échouent vivants doivent avoir commis une sérieuse erreur de navigation. Elle observe des corrélations significatives entre les sites d'échouage et les caractéristiques magnétiques de ces rivages. Cette dernière hypothèse a été spécialement argumentée et discutée par les auteurs.

Les échouages collectifs : une méprise magnétique ?

Origine du champ magnétique terrestre

Le champ magnétique terrestre a son origine à l'intérieur du globe, la terre se comportant comme un énorme aimant. Il est probablement induit par le déplacement des matières conductrices dans le noyau (voir SCHUMAKER, 1986).

Les perturbations permanentes du champ

Le champ magnétique terrestre n'est pas uniforme mais localement perturbé par le magnétisme émanant de structures géologiques sous-jacentes, telles que les roches contenant du fer. Les anomalies de cette nature déforment le champ au-dessus de la normale, les autres anomalies le déforment en dessous de la normale. Les anomalies positives peuvent être assimilées par convenance à des sommets et les anomalies négatives à des vallées. La topographie magnétique n'est qu'une succession de collines et de vallées (KLINOWSKA, 1985).

Les variations transitoires du champ

Il existe, en plus de ces perturbations permanentes, des variations transitoires irrégulières de l'intensité de ce champ dues à des causes extérieures au globe, comme l'émission par le soleil de particules chargées en direction de l'ionosphère (voir SCHUMAKER, 1986), la périodicité des taches du soleil ou les cycles lunaires (KLINOWSKA, 1989).

Les fluctuations quotidiennes et régulières du champ magnétique qui se produisent le matin et le soir constituent un second type de variation transitoire.

Corrélations entre les lieux d'échouage et les anomalies magnétiques locales

KLINOWSKA (1985) a observé pour la Grande-Bretagne des corrélations très significatives entre les sites des échouages collectifs et les caractéristiques magnétiques de ces rivages : ces accidents se produisent exclusivement aux endroits où les anomalies magnétiques négatives (« vallées ») rencontrent la côte. Ces rivages n'ont aucun autre point commun (bathymétrique ou géographique par exemple). Par contre, les carcasses des animaux morts en mer sont disséminées sur tout le littoral au gré des courants et des marées et ces faits ne présentent aucune corrélation de ce type. Des études similaires menées aux Etats-Unis (KIRSCHVINK *et al.*, 1986 ; KIRSCHVINK, 1990) démontrent également de manière hautement significative la tendance des cétacés à s'échouer sur les rivages possédant des minima magnétiques locaux.

Une carte magnétique

Ces résultats suggèrent que les cétacés possèdent un sens magnétique et qu'ils l'utilisent pour guider leurs déplacements : les cétacés paraissent se déplacer parallèlement aux contours des « reliefs » magnétiques, laissant les champs les plus élevés d'un côté et les plus faibles de l'autre, comme si l'animal tentait d'éviter les sommets et de descendre inutilement dans les vallées les plus profondes (KLINOWSKA, 1985). Une telle particularité de navigation a également été démontrée pour les longues migrations du Rorqual commun (*Balaenoptera physalus*). On a constaté dans cette étude des relations significatives entre les signalements de ces cétacés en migration hivernale et les lieux de basse intensité magnétique (WALKER *et al.* 1992). Une boussole interne permettrait aux cétacés de se positionner sur des cartes exploitant les variations locales du champ magnétique. Mais à certains endroits les anomalies magnétiques longées par ces individus se poursuivent sur les terres émergées, et c'est l'échouage. L'existence d'un littoral barrant une route apparemment appropriée doit constituer une surprise de taille pour des cétacés voguant le plus souvent en eau profonde (KLINOWSKA, 1989). Cette théorie expliquerait parfaitement le fait que les cétacés renfloués tentent de revenir là où ils avaient précédemment touché terre.

Il est à noter que les échouages sont des accidents rarissimes n'affectant qu'un faible pourcentage de la population de cétacés ; ces animaux sont donc d'excellents navigateurs, capables d'effectuer des corrections dans la quasi-totalité des cas.

Origine de la méprise

Comment ces animaux naviguant en général en eau profonde se retrouvent-ils dans ces eaux côtières face à un littoral inconnu ?

Relativement régulières, les fluctuations quotidiennes du champ magnétique fournissent à l'animal des repères temporels, un le matin, un le soir. Les cétacés posséderaient une horloge interne remise à zéro à chaque marqueur magnétique matinal. Cette balise temporelle basée sur ces fluctuations régulières permet aux animaux de se positionner et de progresser sur cette carte. Ce dispositif semble fonctionner comme un chronomètre : il indique à l'animal le temps passé à voyager. Combiné à la reconnaissance de la vitesse de croisière, l'animal peut à tout moment estimer la position géographique atteinte.

Les cétacés utiliseraient donc le champ magnétique terrestre de deux façons :

- la topographie magnétique locale est utilisée comme une carte,
- les fluctuations journalières remettent à zéro l'horloge circadienne des cétacés.

Les incidents semblent correspondre aux moments où le repère magnétique matinal est masqué par des fluctuations irrégulières. Ces perturbations, induites par l'activité solaire (périodicité des taches du soleil) ou les cycles lunaires, ont tendance à se produire la nuit et rendent inutilisable la balise vespérale. Les cétacés sont donc désorientés, peuvent choisir le mauvais tournant, et se retrouver face à un littoral leur barrant la route. Le stress, un mauvais état de santé ou une mauvaise connaissance des lieux sont également des facteurs potentiels de choix erroné (KLINOWSKA, 1990).

Discussion

Durant ces 20 dernières années, on a accumulé de nombreuses données comportementales et physiologiques qui permettent d'affirmer que certaines bactéries, algues, poissons, amphibiens, oiseaux et même certains mammifères s'orientent d'après le champ magnétique terrestre (voir notamment synthèse in SCHUMAKER, 1986).

De la magnétite, le seul composé biogène connu possédant des propriétés ferromagnétiques à pression atmosphérique et température ambiante, a été isolée chez divers organismes parmi lesquels les polyplachophores (LOWENSTAM, 1962), les bactéries magnétotactiques (BLAKEMORE, 1975), les pigeons (WALCOTT *et al.*, 1979), les abeilles (GOULD *et al.*, 1978) et enfin les mammifères marins. Du matériel magnétique possédant des propriétés de magnétisation rémanente a en effet été localisé dans la dure-mère du dauphin commun (*Delphinus delphis*). L'association de ce matériel avec des fibres nerveuses suggère que la magnétite n'est pas un simple produit métabolique mais qu'elle possède une fonction sensorielle précise, peut-être dans la navigation (ZOEGER *et al.*, 1981). La magnétoréception et la magnétite sont donc largement répandues dans le monde animal.

Le mécanisme par lequel seraient transmises et intégrées ces variations infimes de champ magnétique par le système nerveux est encore hypothétique. GERRITS et KASTELEIN (1990) tentent un essai de synthèse et soulignent notamment le rôle potentiel de l'hippocampe de par sa configuration et ses différentes connections avec les autres parties du système nerveux.

Un autre argument en faveur d'une perception du magnétisme est évoqué par KLINOWSKA (1989, 1990) : les chasses locales pratiquées par les insulaires dans les îles Orkney, Shetland et Feroë utilisent les contours magnétiques pour guider les troupeaux

lors de ces échouages provoqués. On a à nouveau constaté une corrélation très significative entre les lieux habituels d'échouage utilisés par les pêcheurs et leur topographie magnétique ; la ressemblance entre les échouages accidentels et ces pêches traditionnelles est flagrante.

La capacité de perception des intensités magnétiques chez les cétacés est donc bien réelle ; une méprise magnétique menant un troupeau entier vers une mort collective est tout à fait plausible. Mais tous les échouages collectifs relèvent-ils de cette erreur ?

Les échouages de cachalots (*Physeter macrocephalus*) sur la côte belge et les autres côtes européennes par exemple soulèvent une certaine controverse : les isodynates sont bien perpendiculaires à la côte aux environs de Coxyde (LAMOTTE, 1995), mais peut-on encore parler de méprise magnétique lorsque les animaux échoués sont débilités, atteints de lésions internes et externes et recèlent dans leur organisme des concentrations très importantes de PCB, métaux lourds et autres xénobiotiques (BOUQUEGNEAU *et al.*, 1995) ? Cet échouage n'est pas un cas isolé : de nombreux accidents du même type présentent les mêmes caractéristiques (ANTOINE *et al.*, 1992). Une autopsie et une analyse toxicologique des tissus de tous les animaux échoués peuvent seules confirmer ou infirmer le rôle potentiel de ces micropolluants sur ces organismes.

Un second point à ne pas négliger est l'étude de BRABYN et FREW (1994) sur les échouages collectifs en Nouvelle-Zélande. Ces auteurs ont réitéré les études faites par KLINOWSKA en Grande-Bretagne et KIRSCHVINK aux USA et, contrairement à ceux-ci, n'ont trouvé aucune corrélation ni entre les sites d'échouage et la perpendicularité des isodynates, ni entre ces sites et les minima magnétiques. Ils expliquent ce fait étonnant par la particularité des anomalies de champ magnétique entourant la Nouvelle-Zélande. En conséquence, bien que la théorie géomagnétique permette d'apporter des réponses satisfaisantes concernant les sites des échouages dans les îles Britanniques et aux USA, elle est inadéquate pour fournir une explication aux échouages de Nouvelle-Zélande.

Conclusion

Le sens magnétique paraît avoir un rôle prépondérant chez les cétacés : les autres sens (vue, odorat, écholocalisation, audition) ne suffisent pas pour de longues et profondes navigations en milieu océanique.

La théorie de KLINOWSKA (1985, 1989, 1990) est fort intéressante dans le sens où elle a permis d'expliquer le regroupement des échouages sur certaines plages « privilégiées ». Mais elle est inappropriée pour justifier la cause proprement dite de ces échouages : un échouage collectif est en général un événement complexe et multifactoriel. On ne peut négliger le rôle des autres paramètres tels que :

- certaines causes anthropiques (pollution, perturbations des ondes radio,...)
- différentes pathologies touchant tous les membres du groupe ou uniquement son conducteur.

Avant d'avancer la théorie d'une méprise magnétique comme cause unique d'échouage, comme se le proposait KLINOWSKA (1985, 1989, 1990) il faut avoir pu exclure toutes les autres possibilités par des études appropriées : autopsies (état de santé général, lésions éventuelles, parasites,...), analyses toxicologiques, bilan des conditions météorologiques etc.

Chaque échouage a sa propre histoire, aux chercheurs d'accumuler les analyses de cas ...

Bibliographie

- ANTOINE N., JANSEGGERS I., HOLSBECK L., JOIRIS C., BOUQUEGNEAU J.M. — Contamination par les métaux lourds des oiseaux marins et des marsouins de la Mer du Nord. *Bull. Soc. Roy. Sc. Liège*, **61**, 1-2, 1992 : 163-176.
- BLAKEMORE R.P. (1975). — Magnetotactic bacteria. *Science*, **190** : 377-379.
- BOUQUEGNEAU J.M., COIGNOUL F., JOIRIS C.L. (1995). — On the stranding of 4 sperm whales on the belgian coast, Preliminary report of Laboratory for Ecotoxicology and Polar Biology (V.U.B.), Oceanology Department (ULg) and Pathology Department (ULg), 33 pp.
- BRABYN M., FREW R.V.C. (1994). — New Zealand herd stranding sites do not relate to geomagnetic topography. *Marine mammal science*, **10** (2) : 195-207.
- DE SWART R., ROSS P.S., VEDDER L.J., TIMMERMAN H.H., HEISTERKAMP S., VAN LOVEREN H, VOS J.G. REIJNDERS J.H. and OSTERHAUS A.D.M.E. (1994). — Impairment of immune fonction in harbour Seals (*Phoca vitulina*) feeding on fish from polluted waters. *Ambio*, **23** (2), March 1994.
- DUBRANA D. (1991). — Brouillage meurtrier. *Sciences et vie*, **890** : 64-69.
- EVANS P.G.H. (1987). — *The natural History of Whales and Dolphins*. 343 pp. Academic Press.
- GERRITS N.M., KASTELEIN R.A. (1990). — A potential neural substrate for geomagnetic sensibility in cetaceans. 31-38 in : J. Thomas and R. Kastelein : *Sensory Abilities of Cetaceans*. Plenum Press, New York.
- GOULD J.L., KIRSCHVINK J.L., DEFFEYS.K.S. (1978). — Bees have magnetic remanence. *Science*, **202** :1026-1028.
- KIRSCHVINK J.L., GOULD J.L. (1981). — Biogenic magnetite as a basis for magnetic field detection in animals. *Biosystems*, **13** : 181-201.
- KIRSHVINK J.L, DIZON A.E, WESTPHAL A. (1986). — Evidence from strandings for geomagnetic sensitivity in cetaceans. *J. exp. bio.*, **120** : 1-24.
- KIRSCHVINK J.L. (1989). — Magnetite Biomineralisation and geomagnetic sensitivity in higher animals : An update and recommendations for future study. *Bioelectromagnetics*, **10** : 239-259.
- KIRSCHVINK J.L. (1990). — Geomagnetic sensitivity in cetaceans : an update with live stranding records in the United States. 639-649 in : J.Thomas and R. Kastelein : *Sensory Abilities of cetaceans*. Plenum Press, New York.
- KLINOWSKA M. (1985). — Cetacean live stranding sites relate to geomagnetic topography. *Aquatic mammals*, **1** : 27-32.
- KLINOWSKA M.(1989). — Further evidence for the cetacean magnetic travel strategy. *Proceedings of the third annual conference of the european Cetacean Society*, La Rochelle, France, 24-26 February 1989. pp 44-47. Editors : P.G.H. Evans & C. Smeenk.
- KLINOWSKA M. (1990). — Geomagnetic orientation in cetaceans : behavioural evidence. 651-653 in : J. Thomas and R. Kastelein : *Sensory Abilities of Cetaceans*. Plenum Press, New York.
- LAMOTTE. G. (1995). — Echouage de quatre cachalots sur la côte belge. *Les naturalistes belges*, **76** (1) : 21-28.
- LOWENSTAM H.A. (1962). — Magnetite in denticle capping in recent chitons (*polyplachophora*). *Geol. Soc. Am. Bull.*, **73** : 435- 438.
- MORIMITSU T., KAYANO H., TORIHARA K. and KOONO M. (1992). — Histopathology of eight cranial nerve of mass stranded dolphins at Goto Islands, Japan. *Journal of wildlife diseases*, **28** (4) : 656-658.
- SCHUMAKER M. (1986). — L'orientation des systèmes biologiques d'après le champ magnétique terrestre. *Cah. Ethol. Appl.*, **6** (4) : 403-434.
- WALKER M.M., KIRSCHVINK J.L. AHMED G, DIZON. A.E. (1992). — Evidence that fine Whales respond to the geomagnetic field during migration. *J. exp. Biol.*, **171** : 67-78.
- WALCOTT C., GOULD J.L., KIRSCHVINK J.L. (1979). — Pigeons have magnet. *Science*, **184** : 180-182.
- WOOD F.G. (1979). — In : JR GERACI and DJSt. Aubin, *Biology of marine mammals : Insight Through strandings*. U.S. marine mammal commission Report N° MMC-77/13, 343p.
- ZOEGER J., DUNN J.R., FULLER M. (1981). — Magnetic material in the head of the common dolphin. *Science*, **213** : 892-894.

Krishna DAS