



OBSERVATOIRE D'ÉTUDE HOMME ET BÉTABÉS

La revue SILLAGE n°1

L'APPROCHE EXPLORATOIRE DES DAUPHINS AU CONTACT DE L'HOMME EN MILIEU OUVERT

Philippe MAURT

HOMMES ET DAUPHINS, UNE « COMPLICITE » ANCESTRALE

Christine FARAUT-van WENT

Jean-Marc POUPARD

OBSERVATIONS ESTIVALES DES GRANDS DAUPHINS (*TURSIOPS TRUNCATUS*)

DANS LE BASSIN AZUREEN ENTRE 2011 ET 2022

Emilie DIAMOND-RIQUIER, Nicolas LEBLANC, Justine NGOSSO MACKY, Timothée REICHLIN

Année 2023



SILLAGE

Observatoire d'étude homme et cétacés

www.sillage.org

Collectif scientifique indépendant

Philippe Murt : coordination générale,
Jean-Marc Poupard : coordination scientifique,
Christine Faraut-Van Went : coordination de la revue,
Katja Sontag : comité scientifique

La revue SILLAGE N°1

ISBN : 978-2-9553329-3-1

Edité par MGM 06

Dépôt légal : Octobre 2023

Le code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L.122-5(2 et 3° alinéa) d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, sous réserve du nom de l'auteur et de la source, que les analyses et les courtes citations dans un but d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faites sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droits ou ayants causes est illicite » (art.L.122-

4)

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L.335-2 et suivants du code de la propriété intellectuell



**L'APPROCHE EXPLORATOIRE DES DAUPHINS AU CONTACT DE
L'HOMME EN MILIEU OUVERT**

Philippe MAURT



L'APPROCHE EXPLORATOIRE DES DAUPHINS AU CONTACT DE L'HOMME EN MILIEU OUVERT

Philippe MAURT

RESUME

Le comportement exploratoire est un acte à la fois complexe et singulier dans l'éthogramme des delphinidés. Son descriptif est présent dans l'ensemble des espèces de dauphins. Dans sa diversité, il dégage des aspects différents des autres espèces animales en milieu naturel.

L'analyse originale présente se base sur le moment de retour vers la surface au contact de navire ou au contact d'autres espèces animales et humaine en zone de surface.

Une interprétation méthodique propre à l'observation éthologique animale et humaine sert de schéma directeur pour l'approche de la compréhension de ces comportements d'explorations. Une réflexion permanente entre la curiosité liée à la psychologie humaine et le comportement d'investigation lié à l'éthologie sera la base de cette étude. La palette comportementale de l'exploration des dauphins vient ouvrir une nouvelle représentation qui modifie le paradigme d'approche anthropomorphique trop souvent employé à tort dans la tentative de compréhension de ces comportements subtils. Les résultats de ce long travail d'étude annonce dans une discussion des possibles aspects différenciés et complémentaires de comportement de nature, communs à toutes les espèces et ceux de culture spécifiques à un nombre restreint de quelques espèces. Tout cela dans le but d'affiner la biologie du comportement de ces mammifères marins et d'enrichir l'éthogramme toujours incomplet des dauphins et de nuancer les affirmations de perturbations provoquées par l'homme sur les dauphins.

ELEMENTS METHODOLOGIQUES

Situation géographique des observations pratiques : Mer Méditerranée, axe du bassin azuréen - en Méditerranée nord-occidentale.

L'étude se base sur une période de 20 années dans un mode opératoire de type quantitatif. Avec une base d'un demi-millier d'observations en mer dans les conditions du naturalisme, l'item de recherche privilégié majoritaire est l'observation de surface, et minoritaire en sub-surface. La technique de travail reste le mode opératoire de l'éthologie descriptive et motrice dans les périodes de saisons estivales.

Les animaux majoritaires sont : dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*), Grand dauphin (*Tursiops truncatus*), Globicéphale noir (*Globicephala melas*), Dauphin de Risso (*Grampeus griseus*).¹

¹Dans ce texte original en français, l'appellation des espèces se désigne pour des raisons de fluidité de lecture par le nom vernaculaire des dauphins.



Le choix du dauphin bleu et blanc est le plus représentatif, car les plus nombreux dans la zone d'étude du bassin azuréen. En outre ces dauphins sont présents dans l'ensemble des mers et océans, leur comportement en surface vaut modèle pour les autres espèces qui peuvent différer sur des variables uniquement.

Le choix du modèle pour la description d'approche vers un navire est représenté par un navire de 20 mètres.

Le choix du modèle pour la description d'approche de nageurs en mer est accompagné par des bateaux de moins de 20 mètres.

Le mode opératoire est celui de l'éthologie descriptive en « Observation focus » qui focalise sur le comportement d'un individu ou d'un groupe d'individus sur la durée totale de la séquence comportementale suivie. Cela afin de permettre l'identification des mécanismes comportementaux en situation.

Le travail de recherche est complété par des études de cas dans d'autres mers et océans à travers le globe. Ce sujet n'est pas un travail statistique, mais il repose sur une analyse de réflexion déductive sur les croisements de concepts de recherche et descriptions scientifiques à caractère éthologique.



I UNE DEFINITION DU COMPORTEMENT CURIEUX DANS LE MONDE ANIMAL ET HUMAIN

Dans une recherche originale en 2003 JACOB analyse les données issues de l'éthologie et de la psychologie pour établir un socle commun ainsi que les différenciations propres aux animaux et à l'humain.

L'apparition d'un comportement de curiosité répond toujours à la mise en lien du niveau de complexité de l'organisation cérébrale et de la faculté de souplesse d'adaptation à des milieux de vies variés.

Chez l'homme et l'animal, définir la curiosité c'est traduire un intérêt spontané pour ce qui est inconnu, c'est en quelque sorte un préalable à la découverte et à l'élargissement des savoirs dans de multiples domaines (MAURT 2015)

Le comportement exploratoire est multiple, il répond globalement à la recherche d'informations dans l'ensemble des cas. Il intervient dans la recherche de nourriture, de découverte d'un nouvel espace, d'un territoire, mais aussi une recherche de socialité. Il procède aussi à la manipulation d'objets nouveaux dans un environnement direct.

Quand les besoins somatiques sont satisfaits, le comportement exploratoire dit de curiosité peut intervenir aussi sans finalité immédiate pour enrichir de nouvelles informations pour l'individu ou le groupe.

IMMELMAN en 1990 décrit dans sa classification éthologique pour désigner l'exploration animale le terme de comportement d'investigation en lien avec les vertébrés supérieurs, oiseaux et mammifères.

Dans le monde animal, la répartition de la curiosité est variable en fonction des espèces. L'expérimentation de GLICKMAN et STROGES en 1966 en milieu zoologique est intéressante pour évaluer la graduation du niveau de curiosité. En plaçant différents objets dans les enclos à la fermeture du zoo, on vient évaluer le niveau d'exploration des animaux. Le niveau statistique fait ressortir trois groupes majoritairement curieux, les primates, les carnivores et enfin les rongeurs et mammifères primitifs. Les reptiles arrivent en dernière position avec une absence globale d'interaction avec les objets présentés. L'évolution de la curiosité est toujours à mettre en rapport avec la complexité croissante du cerveau (JACOB, 2003).

En effet les formations récentes du cerveau soit le néostriatum chez les oiseaux et le néocortex chez les mammifères les libèrent progressivement du déterminisme génétique.

Le partage du comportement curieux dans le cadre du vivant est vaste et modulé en fonction des humains et du monde animal.

Les cétacés disposent d'une plasticité et d'une organisation cérébrale qui facilite l'adaptation à des milieux de vie variés (MAURT, 2015). Dans le sous-ordre des odontocètes les dauphins présentent des comportements exploratoires rares par leurs diversités dans



leur milieu naturel. Les explorations atypiques de ces mammifères marins posent un certain nombre de questions en venant déroger aux approches intraspécifiques et interspécifiques. Le flux de ces comportements vient également déstabiliser les fondements de certains raisonnements scientifiques de la biologie marine et de la zoologie ancienne. Cette étude ouvre la voie à une perception originale qui segmente le comportement vers une situation de nature et distingue également la possibilité de concevoir une perception de culture chez certaines espèces.

II QUAND LES DAUPHINS VIENNENT AU CONTACT DES NAVIRES

Depuis l'origine de la navigation humaine, les récits regorgent de contacts rapprochés entre des embarcations et des dauphins.

Ce comportement exploratoire d'animal isolé ou de groupe dénote dans l'ensemble par sa proximité de contact avec l'homme.

En général ces explorations de surface restent irrégulières et ne répondent à aucun critère métrique de séparation entre le bateau et les dauphins en surface.

S'il est possible de rester à distance de grands cétacés, il est impossible de contraindre un dauphin dans une distance de navigation si des individus souhaitent s'approcher.

1/ La complexité d'une société « Fission Fusion »

La société des dauphins est une structure difficile à analyser en raison de l'interface de l'eau comme élément masquant au niveau visuel d'observation .

Il faut distinguer trois niveaux d'observations :

- ✓ Le niveau de surface, les dauphins sont visibles dans leurs mouvements en surface
- ✓ Le niveau subsurface, les animaux sont visibles par transparence au ras de la surface ou à quelques mètres.
- ✓ Le niveau profond qui se trouve dans la zone du « bleu » ou dans l'obscurité totale.

En raison de ces différentes zones de socialisations potentielles l'inventaire comportemental des dauphins reste très incomplet.

La seconde difficulté résulte de l'organisation sociale des dauphins. La dynamique sociale n'est pas très stable dans l'univers des dauphins (MANN, 2019).

Si les orques, globicéphales et cachalots représentent des pods² plus stables au niveau social, cela reste plus complexe dans l'établissement d'un sociogramme pour beaucoup d'autres espèces.

La majorité des dauphins dévoile des systèmes de « fission-fusion » extrêmes qui vont former des alliances temporaires entre individus d'un même troupeau. Ces regroupements

² En zoologie le pod est un groupe de cétacés chassant ensemble, et dont la composition du groupe est stable



sont souvent l'action d'une socialisation, d'une investigation, d'un apprentissage ou d'une stratégie de chasse. Ces combinaisons d'alliances dynamiques peuvent aller de quelques minutes, quelques heures à quelques jours et plus en fonction des situations dans le banc de dauphin.

Le comportement exploratoire de surface est une composante de cette dynamique sociale. Au contact d'un navire et de façon aléatoire tant sur l'angle de déplacement que sur le niveau métrique d'approche de la carène des dauphins peuvent choisir d'investiguer leur « cible ».

2/ Vers une absence de distanciation sociale chez les dauphins

La distance inter-individuelle est un système pour régler l'espace entre les organismes vivants. Si cet espace se délimite par une distance individuelle entre les membres d'une même espèce, il se déclenche également avec la distance de fuite pour essayer d'échapper à l'approche d'une espèce inconnue. Cette distance de fuite a fait l'objet d'études en milieu zoologique entre l'homme et l'animal (HEDIGER, 1954).

L'organisation sociale impose des règles qui divisent l'espace de façon à garder les individus assez proches entre eux pour maintenir une distance sociale, mais assez éloignés pour éviter une friction (SOMMER, 1979).

Dans leur élément naturel et en liberté totale, les dauphins ne répondent pas aux critères de répartition de l'espace intraspécifiques et interspécifiques. Les notions de domaine vital ou de territoire restent un débat ouvert en mer. A la différence des animaux terrestres ou aériens qui marquent leur territoire par miction, occupation active, ou par le chant pour les oiseaux, les populations de dauphins se déplacent en permanence en fonction de la recherche de nourrissage et semblent moins sensibles à la délimitation précise d'un territoire.

3 /Comportements exploratoires « dauphins et navire »

a) Un groupe de dauphins est à quelques centaines de mètres en visuel au niveau du bateau, deux à trois individus viennent au contact dans une dynamique de nage rapide, ils nagent proche de la surface près des flancs du navire, ils peuvent également sauter hors de l'eau. Ce mouvement de nage rapide, très démonstratif va durer de quelques secondes à une minute. Les dauphins vont ensuite sonder et potentiellement rejoindre le groupe plus loin.

b) Un groupe de dauphins est en visibilité latérale de déplacement dans la progression frontale du navire, le groupe (quelques dizaines d'individus) va s'approcher du bateau en « éclatant » le groupe par une approche enveloppante, certains adultes viennent à la proue du navire. Des femelles et les juvéniles restent plus à distance sur les axes babord et tribord de l'embarcation. Le navire est à vitesse réduite et constante. Les dauphins en mouvement lent de marsouinage donnent l'impression d'encercler le bateau



c) Un bateau est très lent ou immobile à quelques centaines de mètres d'un banc de dauphin dans un axe frontal, les dauphins vont arriver dans une dynamique rapide en colonne vers l'avant du bateau jusqu'à proximité de la carène du navire avant de s'étaler tout autour du bateau à des distances diverses, de proche à lointaine.

d) Des dauphins isolés passent de façon furtive et rapide en diagonal sous la coque du bateau.

e) Des dauphins viennent au contact démonstratif en sautant autour du bateau et en passant sous la carène du navire, seul, à plusieurs, femelles et juvéniles. Ces dauphins sont dans des combinaisons d'approches multiples.

f) Des dauphins encadrent un navire lent par des marsouinages en surface (HUSSENOT & PRIEUR 1984) et (MAURT 2003). Ce mouvement en sinusoïdale référentiel de la nage du dauphin est proportionnel à la vitesse du navire.

g) A la reprise de vitesse d'un navire au contact immobile dans l'observation de dauphins des individus vont prendre le sillage à l'arrière du navire, d'autres vont dans un mouvement dynamique encadrer le navire et le dépasser avec des sauts multiples hors de l'eau dans une progression constante.

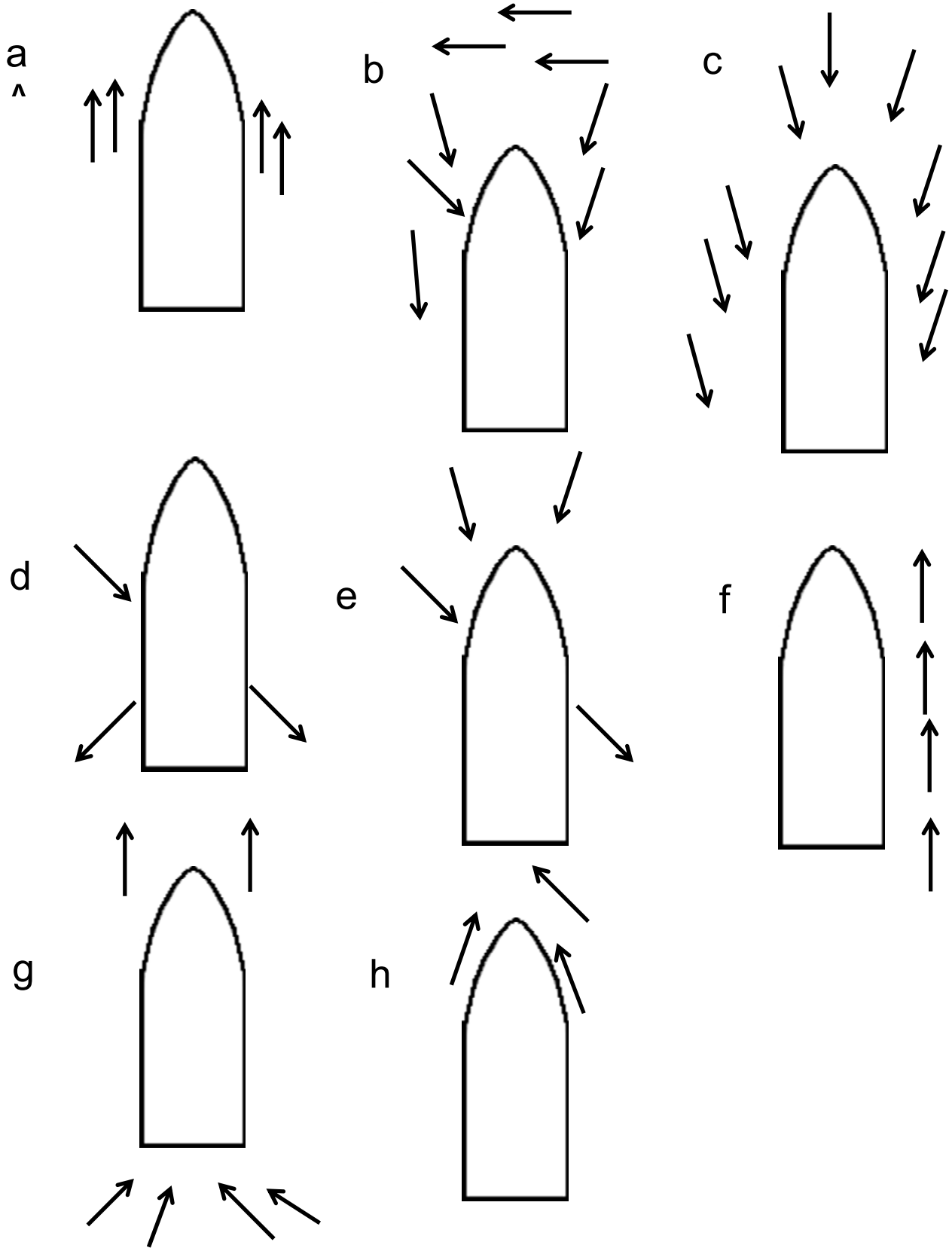
h) Un ou des dauphins proches de la surface nagent en pointe du bateau, presque au contact de la coque et tracent dans une nage rapide, en symbiose de vitesse avec celle du navire.³

Dans le monde animal avec l'étude de la réaction à la nouveauté, les animaux néophobiques manifestent de la frayeur suivie de fuites et d'évitements (GREENBERG 1990).

A l'inverse les animaux néophiles et qui ont une sensibilité à l'ennui vont avoir des manifestations d'excitation, examen sensoriel, manipulation et peut-être même du plaisir (RENNER 1987).

L'équilibre entre néophilie et néophobie se distingue souvent par la sélection naturelle des espèces. Mais ces déterminants de néophobie ou de néophilie peuvent aussi évoluer avec l'expérience de la vie animale.

³Ces huit mouvements les plus réguliers en observation en mer, peuvent se combiner selon les situations. Il faut signaler que la description de ces comportements exploratoires d'approche, occulte ici les mouvements de chasse, de socialisation, de route et des démonstrations de sauts hors de l'eau .



Comportements exploratoires de surface vers les navires
(Les flèches représentent les positions des dauphins)



4/ Éléments d'analyse

Ces approches d'investigations aux contacts des navires restent atypiques en comparaison avec d'autres animaux plus lents ou plus prudents dans l'exploration de l'inconnu. Ces comportements très souvent se perçoivent par ceux qui admirent à l'excès les dauphins comme une preuve amicale envers l'homme. La réalité est sans doute plus prosaïque. Le monde du dauphin est avant tout basé sur l'acoustique, un milieu sonore avec l'usage de l'écholocation. Avec les cris pulsés et les sifflements qui constituent la base de communication des dauphins entre eux, l'écholocation ou écholocalisation (les deux termes sont employés) est un sonar biologique qui est utilisé pour explorer, détecter et chasser des proies. Le ciblage des ultrasons revient vers le système récepteur pour former dans la cavité interne du melon du dauphin une information sonore probablement tridimensionnelle.

De façon globale l'ensemble des sociétés de dauphins ont des approches dynamiques avec les navires de toutes tailles. Ce qui fait interrogation c'est la fulgurance et la persistance de ces comportements qui semblent sans méfiance de la part des dauphins.

En 1960 BERLYNE a décrit une répartition des comportements curieux en trois catégories qui répondent à trois phases de l'exploration animale.

- La première répond à la question « Que se passe-t-il ? ». C'est la stimulation sensorielle (olfactive, visuelle, auditive).

- La seconde englobe toutes les séquences motrices à mettre en jeu « Allons voir.

- La troisième est la réponse à l'investigation « Qu'est ce que c'est ? » (recherche, coup de bec, de pattes, manipulations etc.

Il est utile de voir que l'articulation motrice d'attrait et de prudence d'approche ainsi que le contact de manipulation exploratoire sont absents avec les dauphins. Dans la nature comportementale et cognitive des mammifères à gros cerveaux, dauphins et grands singes font l'objet de schéma d'intelligence comparée (BEARZI & STANFORD, 2008).

Cependant sur le comportement exploratoire il y a une divergence fondamentale avec les grands singes, peut-on envisager dans leur milieu naturel sans empreinte humaine voir arriver à toute allure un groupe de primates venir à la rencontre d'un véhicule ou de l'homme ? Cela est plutôt rare. Chez les delphinidés ce frein d'approche n'existe pas.

Je viens émettre l'hypothèse que le dauphin disposant de son système d'écholocation va explorer et analyser son environnement à grande distance et de façon précise. L'écholocation devient un moyen singulier et unique pour optimiser l'exploration avant de déclencher une arrivée motrice directe et rapprochée. Le dauphin ayant capitalisé les données de l'investigation, l'arrivée finale d'approche pourra se finaliser sans le stress classique et la méfiance que peuvent connaître d'autres espèces animales ou même humaine.

Il faut également déterminer l'intérêt de ces approches de proximité. Dans le monde animal la vie en groupe n'est pas la règle générale, c'est souvent le fait de sociétés animales dites sociables. Un animal solitaire ne pourra exploiter que son expérience individuelle, on



parle de l'usage de l'information personnelle. A contrario dans les sociétés coordonnées, on va pratiquer le partage des informations pour les besoins du groupe.

Certains spécifient bien que cette information publique va encore plus loin, à partir des choix et des décisions des autres cela permet de réduire les coups liés à n'importe quelle recherche (BOLLACHE, 2020).

Dans ce contexte la grille de lecture de l'usage de l'information publique chez les dauphins apparaît comme le moyen le plus efficace pour enrichir le groupe d'informations constantes. Une performance d'écholocation à distance qui se termine souvent par un contact oculaire de finalisation vers la surface près d'un navire ou d'une présence humaine en surface.

III : QUAND L'HOMME NAGE AVEC DES DAUPHINS

1/ Préambule

Le second contact exploratoire le plus relaté après ceux des approches de bateaux reste celui de l'investigation directe des dauphins dans leur milieu naturel avec les humains.

Une période sacrée pour ces mammifères marins qui prend date avec l'Antiquité, de Pline l'ancien 77 après J.C à Plutarque, tous parlaient de l'interaction entre l'homme et le dauphin (MAURT, 2015).

Nager avec les dauphins jalonne l'histoire de l'humanité. Dans son inventaire naturaliste des cétacés CAWARDINE en 2015 va jusqu'à définir la curiosité des dauphins tachetés de l'Atlantique comme des animaux curieux et amicaux qui s'approchent des plongeurs ou des baigneurs, parfois jusqu'à les toucher.

Aujourd'hui la rencontre homme et dauphin est courante sur les mers et océans du monde. Bien au delà de la nage avec les dauphins, on a vu avec l'exploitation de théories pas toujours rationnelles se développer des pratiques de delphinothérapie, d'accouchement en mer à proximité de dauphins et de pratiques sous-marines de toucher de grands dauphins qui ne sont pas sans risque au vu de la nature imprévisible de ces animaux en profondeur.

De façon plus globale c'est la nage avec les dauphins qui se pratique de façon universelle dans l'interaction entre humain et dauphins et parfois avec des grands cétacés. J'ai pour ma part pu observer ces pratiques en Méditerranée nord-occidentale depuis le début des années 2000. Cette activité située dans le bassin azuréen suscite débats et polémiques depuis son origine. C'est dans ce cadre que j'ai réalisé une expertise à la demande des opérateurs de nage et de leur syndicat pour enrichir et améliorer leur métier (MAURT, 2013).

Ce rapport concluait à une pratique responsable avec des explications à caractère éthologique pour désamorcer les allégations illégitimes sur ces activités. Dans la critique de ce travail (BARCELO et al, 2014) pour sa part n'apporte aucun élément d'ordre éthologique pour s'opposer à ces conclusions. Cet article collectif de littérature scientifique



venant témoigner d'arguments défavorables aux pratiques de nage dans des situations étrangères à l'hexagone. Un débat ouvert entre une pratique éthique sans intensification et les tenants d'une interdiction de la nage avec les cétacés. Le seul point de convergence entre les deux restait l'absence d'une recherche scientifique approfondie et méthodologiquement irréprochable sur le sujet à ce moment précis.

« En l'état actuel de nos connaissances, eu égard à l'absence de véritable étude sur le thème de la nage avec les cétacés en Méditerranée nord-occidentale, et compte tenu de l'important faisceau de risques liés à cette activité, le principe de précaution devrait être appliqué. » (BARCELO et al. 2014).

« Il faut savoir qu'il n'existe pas à ce jour d'étude scientifique à long terme sur les interactions homme et dauphin en Méditerranée nord-occidentale. Aucun argument tangible de perturbation ne peut-être scientifiquement avancé. » (MAURT, 2013)

2/ Le modèle français

La pratique en France sur le littoral du Sud-est reste riche en enseignements divers. C'est sans doute l'endroit dans le monde où l'activité de nage à proximité des dauphins est la plus exemplaire, dans son évolution des pratiques éthiques par l'organisation d'une charte professionnelle d'approche et de mise à l'eau et ces échanges avec son autorité de tutelle. C'est une zone du monde sans intensification d'activité, nous relevons en 22 ans la présence professionnelle moyenne de 1 à 3 sociétés avec une présence à la mer maximale de 3 à 4 bateaux à la mer sur un périmètre de plus de 1000 km². La fréquence d'activité est courte sur la seule période estivale. Depuis le rapport d'expertise commandité par le syndicat COMPA France et l'application de la charte, la priorisation des nages à proximité se concentre sur les dauphins « bleu et blanc » et de façon secondaire avec les globicéphales noirs. Dans le respect des règles d'approche avec une mise à l'eau en nage passive à la verticale du bateau, en observation de surface avec masque et tuba. Cette pratique ne recense aucun incident ou accident depuis son origine. Aucune problématique ne vient intégrer les statistiques de l'Institut de Veille Sanitaire. La nage à proximité des dauphins reste en France métropolitaine l'activité en milieu marin la plus sûre avec une accidentologie nulle dans un milieu ouvert.

Avec aucun impact écologique démontré, les populations des dauphins « bleu et blanc » sont présentes avec une population importante voire majoritaire dans le bassin azuréen. Cependant ce modèle a été mis à mal par un arrêt de l'activité dans le sud-est de la France, diligenté par l'autorité publique en Juillet 2022. Au jour de la finalisation de cette étude, aucun texte de loi ne parle d'une interdiction sous la terminologie de nage avec les dauphins.

Alors faire de cette activité minuscule de nage en Méditerranée nord-occidentale une problématique, alors qu'elle n'est qu'un épiphénomène, loin des enjeux majeurs qui impactent la Méditerranée, peut interroger.



Cependant avec l'Observatoire d'étude homme et cétacé, j'ai choisi de conserver la grille référentielle des approches pratiques du bassin azuréen comme modèle d'analyse et d'interprétation sur l'étude du comportement de surface entre les dauphins et l'homme.

3/ Dynamique d'approche des dauphins au contact d'humain en nage de surface.

Les dauphins qui souhaitent venir au contact, le font dans un déplacement rapide. De la même façon qu'une approche vers un bateau, le comportement d'investigation est fulgurant et se joue des deux dernières phases du modèle exploratoire classique décrit par BERLYNE pour justifier la théorie de l'approche exploratoire en milieu naturel ouvert.

4/ Des performances natatoires en faveur du dauphin.

Dans leur phylogenèse l'adaptation des dauphins au milieu marin est remarquable. Les dauphins subissent de façon constante une pression hydrostatique qui réduit la contrainte de gravité. Un corps allégé n'a plus besoin d'être soutenu par des membres qui sont réduits à la fonction d'équilibrage. La seule nageoire caudale assure la propulsion et avec une morphologie horizontale elle donne à l'animal une manoeuvrabilité extrême.

Le milieu marin offre aussi des contraintes par une résistance aux mouvements, une traînée provoquée par le frottement et présente chez tous les animaux marins. Pour s'adapter, la ligne hydrostatique est essentielle. L'écoulement laminaire sur la peau des cétacés se combine à la micro déformation de la peau pour absorber les turbulences. Une modification dermique qui s'adapte en permanence à la pression des profondeurs. (MAURT, 2015).

Une nage fluide et rapide pour ces mammifères marins qui sont capables pour maintenir une dynamique de nage constante d'avoir des périodes très courtes en surface. Respirer avec la seule émergence de la partie supérieure de la tête, dans une expulsion de l'air vicié et d'inspiration d'air frais et cela à une vitesse étonnante tout en soutenant une nage rapide. (BRYDEN, 1989).

5/ Une transgression de la bulle spatiale.

Autour de chaque individu, il existe une zone spatiale ou tampon qui désigne un espace personnel intime. Cet espace est souvent culturel, chez l'homme il diffère en fonction de la langue et des coutumes ce que décrit HALL et qui est rapporté par SOMMER en 1979. Cette zone personnelle peut s'étendre également sur un groupe de gens. Des personnes qui parlent dans un couloir constituent une bulle intime, que l'on aura tendance à éviter si l'on doit traverser cet espace.

Dans les écrits de « La recherche en éthologie » en 1979, McBRIDE a utilisé le réflexe psychogalvanique (RPG) comme indice d'émotivité pour mesurer la proximité spatiale. Le RPG détecte les changements de la conductance dermique liés au stress et au



comportement émotionnel. C'est de cette façon que l'on peut mesurer les différences de réactivité en phase expérimentale. Cet indice sera plus ou moins intense en plaçant un humain face à des approches faciales, arrières ou latérales de personnes inconnues. Ce sentiment d'intrusion conduit à une perception que l'on peut signifier sous la terminologie « l'agression de la proximité ». Un grand nombre d'espèces du monde animal répond de façon globale à cette notion de bulle spatiale intime.

Cependant là aussi les delphinidés semblent déroger à cette notion de zone tampon. Au sein des groupes les contacts dermiques sont fréquents et participent au lien entre les membres de la communauté. Les dauphins n'hésitent pas à transgresser cette distance dans l'exploration d'une autre espèce animale ou dans un contact humain. Certains individus vont parfois accepter un contact extrêmement rapproché dans une rencontre humaine.

6/ Descriptions d'approches.

Il est impossible d'inventorier l'ensemble des approches entre l'homme et le dauphin, chaque contact étant par nature un prototype. J'ai choisi dans ce travail de décrire quelques axes de déplacement avec les dauphins « bleu et blanc » autour de nage en surface avec des humains.

- a. Un groupe de dauphins de quelques individus passe en subsurface à moins de 10 mètres sous les nageurs .
- b. Un dauphin isolé passe en dynamique rapide de nage à moins de 10 mètres sous un nageur ou sous un groupe de nageurs.
- c. Des dauphins éloignés, en marsouinage, avancent en progression des nageurs.
- d. Un dauphin adulte s'approche à moins de 5 mètres d'un nageur de surface dans un contact visuel.
- e. Une femelle et un juvénile passe sous l'eau en nage oblique à moins de 10 mètres d'un ou plusieurs nageurs en surface.
- f. Un groupe de dauphins passe à moins de 10 mètres sous les nageurs de surface, et qui se disperse dans différentes directions en profondeur.

7/ Eléments d'analyse.

Ce comportement exploratoire en direction des humains, provoqué par une mise à l'eau d'attente, ou par une arrivée par surprise en baignade est désigné à travers le monde de façon schématique de « Nage avec un ou des dauphins ». Cette approche vers l'homme n'est pas rare, elle est dans la palette de la biologie comportementale des attitudes et des interactions diverses des dauphins.

En outre il faut rester très pragmatique pour l'analyse de ces rencontres. Il faut surtout éviter de tomber dans la caricature des émotions pour expliquer ces moments d'approche avec des dauphins.



Les dauphins sont des animaux totémiques comme les ours ou les loups, ils suscitent passions et polémiques les plus diverses. Dans l'ultracrédarianisme⁴ de témoignages très éclectiques, la rencontre avec un dauphin alimente des opinions binaires du pour et du contre en s'éloignant d'une réalité sans aucun doute plus complexe.

Personne ne peut lire dans la tête d'un dauphin. L'animal ami, héritage de notre culture latine et de la période sacrée du mythe du dauphin déifié passeur d'âme entre le monde du vivant et des défunts perdure dans notre monde contemporain. Une amitié qui reste encore sur bien des aspects à moduler pour ne pas pencher vers des dérives.

Sur un autre plan les humains que je désignerai comme les adeptes du protectionnisme veulent écarter le contact avec les dauphins sur le principe que les dauphins sont des animaux sauvages. Je réfute pour moi ce terme de « Sauvage », héritage d'une conception zoologique des siècles passés. Une dérive anthropologique de l'exploration humaine qui avait également tendance de désigner ce qui n'était pas dans la norme de l'homme civilisé comme « Sauvage ». Les dauphins qui vivent de façon libre le font dans des sociétés animales très complexes et évoluent après un parcours phylogénique fulgurant dans un milieu marin qui est leur domaine. Il n'y a rien de sauvage à cela.

Il est important pour éviter de s'éloigner de la rationalité de ce contexte interspécifique et aborder un raisonnement de synthèse de poser la réflexion sur quatre niveaux d'analyses.

a. Le niveau de vélocité :

- La rapidité de nage chez les dauphins appartient à l'orque avec une vitesse de 55km/heure.
- Les dauphins de petites tailles comme le « Bleu et blanc » oscillent entre 30 à 35km/heure.
- Le grand dauphin nage dans une constante de 27km/heure.
- Pour un nageur de compétition la vitesse moyenne sur 50 m est de 8km/ heure.
- Pour un nageur moyen sur grande distance, la vitesse est de 3,5km/heure.
- L'homme n'atteint sa vitesse de nage maximale que très rarement et sur un court instant et ce qui constitue toujours un record du monde (MAURT 2008).

b. Le niveau de curiosité :

- Il est important pour l'homme qui est le plus souvent demandeur de ce contact.
- En surface il est proportionné selon le dauphin qui a déjà répondu à son exploration par l'investigation de l'écholocation à grande distance.

c. Le niveau de perturbation :

- Il est moyen dans une zone concentrique dans une baie avec un gros trafic maritime ou avec un grand nombre de baigneurs autour d'un dauphin. Cela demande une grande plasticité adaptative aux dauphins pour fréquenter ces endroits.

⁴ Ultracrédarianisme : Comportement qui consiste à donner son avis sur des sujets à propos desquels on n'a pas de compétence.



- Dans le milieu captif, des dauphins et des humains en situation d'interaction dans le cadre de programme de delphinothérapie montrent que les études et statistiques sont sans appel les dauphins cherchent à éviter les nageurs dans un bassin fermé (BRENSING, 2019).
- Il est faible à insignifiant dans un milieu ouvert au large. Si l'on fait exception des poursuites à vive allure et des approches de pouponnières, la présence de nageurs en surface ne représente rien de plus qu'une forme de vie de plus que les dauphins vont croiser dans leur existence en mer.

d. Le niveau de sécurité

- Le contact exploratoire de surface entre l'homme et le dauphin ne dégage aucun risque majeur avec ces mammifères marins. Je viendrai exclure de cette liste, les grands dauphins qui depuis un demi siècle jouissent d'un capital amical entretenu par un imaginaire et un narratif fictionnel pas toujours à la hauteur de l'imprévisibilité de ces animaux. Ce qui attise le comportement curieux chez ces animaux c'est la descente en profondeur des humains. Une attitude de test des limites des humains peut alors être en jeu. La statistique d'accident ou d'incident se situant dans la zone sous-marine. Ce risque est très rare et proportionnel toujours à la démarche intrusive de l'humain. Il concerne essentiellement les professionnels du milieu sous-marin, scientifiques, plongeurs, photographes, apnéistes confirmés.
- Cependant le dauphin n'a pas connaissance de notre monde terrestre, mais depuis qu'il côtoie l'homme en mer depuis des milliers d'années, il a su appréhender notre nature aérienne et fragile dans ce milieu peu adapté à notre condition. Cette bienveillance viendrait peut-être je suppose que les mammifères marins qui doivent penser à respirer nous considèrent de même nature qu'eux.
- L'altruisme des dauphins qui maintiennent hors de l'eau l'évent d'un de leurs congénères malade ou blessé afin de l'aider à respirer n'est plus à démontrer dans la société des dauphins. C'est un comportement de cette nature qui a permis, maintes fois de sauver des hommes de la noyade (GOLDBERG 1998)

De façon synthétique l'ensemble de ces éléments peuvent ouvrir une démonstration analogue dans un schéma inversé dans un milieu terrestre.

Un groupe de personnes dans un jardin aperçoivent une tortue terrestre d'Hermann. Ils avancent vers elle dans des proportions d'approches différentes, un homme reste au loin, une femme avec un enfant s'approche pour montrer l'animal, un autre jeune se baisse à hauteur de la tortue, puis repart chercher un autre adulte. Tout ce groupe maîtrise à sa guise sa distance, sa vitesse d'action motrice et sa hauteur d'observation avec cet animal très lent. En aucun cas le groupe ne se sent menacé par la présence placide de cette tortue. Selon le groupe, les critères de curiosité seront divers en fonction de l'âge, l'expérience et des critères de curiosité.



Alors inversons le modèle un instant nous pouvons imaginer que nous devenions à notre tour en mer l'équivalent d'une tortue terrestre pataude, face à des dauphins qui prennent notre place dans la domination spatiale de l'investigation.

Un schéma comparatif qui a la valeur de démontrer que dans un milieu ouvert et dans une situation en surface avec un plusieurs nageurs il ne peut y avoir aucun stress et aucun risque notable pour les dauphins qui auront le choix de venir ou s'écarter des nageurs.

IV DES INTERACTIONS SINGULIERES A L'INITIATIVE DU DAUPHIN

Dans cette approche spécifique, il me semble utile d'isoler ce contact particulier des autres approches plus courantes en mer. Ces comportements interpellent dans leurs démonstrations. La richesse des investigations et la durée des contacts avec l'homme dépassent la rencontre fortuite en pleine mer.

Le dauphin est un animal social qui vit en groupe de taille variable de plusieurs dizaines à centaines d'individus et plus parfois. Quand un individu quitte son groupe d'origine pour vivre une expérience singulière au contact direct de la présence humaine il va investiguer un lieu semi fermé, une anse portuaire, une baie, une crique pour établir sa zone exploratoire de prédilection. Généralement solitaire, il peut aussi évoluer en binôme, et rarement en petit groupe.

Les mammifères marins les plus représentatifs de ces situations de rencontres sont de façon majoritaire les grands dauphins et minoritairement les dauphins communs, globicéphales, et les dauphins de Risso. Dans un vocabulaire familier d'usage scientifique ces animaux sont désignés comme des dauphins « Ambassadeur ».

1/ Descriptif d'approche

Les exemples de ce type de rencontres sont visibles dans le monde entier. Un descriptif naturaliste très complet sur plus de 50 cas a été effectué sur la gestique de ces mammifères marins (AUGIER, 2000). Cette synthèse décrit les explorations curieuses, facétieuses, affectueuses et parfois coquines de ces dauphins au contact final d'une interaction sur de longues périodes avec l'homme.

En France le cas le plus emblématique reste celui de la dauphine « Fanny » en 1987 à l'entrée du golf de Fos. Une présence avec un grand dauphin femelle qui va mobiliser le CERIMER (Centre d' Etudes , de Recherches et d' Informations sur la Mer).

Ce comportement curieux initial va fixer cette dauphine en résidence nomade avec les humains dans le bassin provençal. Sa présence s'achèvera en 1994 dans le chenal de Port st Louis du Rhône, avant de disparaître définitivement de son dernier lieu villégiature. Une phase de plus de 7 ans qui va permettre de fournir un travail de recherche spécifique sur les différents aspects d'un dauphin ambassadeur (MULLER, 1998).



2/ Eléments d'analyses

La complexité de ces attitudes laisse aujourd'hui de nombreuses zones d'ombre dans la raison qui pousse certains individus à quitter leur groupe d'origine pour vivre une aventure exploratoire au contact de proximité avec la société humaine.

L'hypothèse d'un acte délibéré du dauphin n'est vraiment pas à exclure. Dans la société humaine contemporaine, l'aventure exploratoire est parfois le fruit d'un rite « Du voir ailleurs » qui conduit certains jeunes à découvrir le monde avant un retour à leur lieu d'origine. Cela peut-être aussi le cas d'adulte plus confirmé qui décide de partir radicalement découvrir une autre culture dans le monde sans objectif fixe de retour.

La durée de ces contacts avec l'homme reste aussi très variable, cela peut être éphémère quelques jours, quelques mois et parfois des années. La seule récurrence c'est que beaucoup finissent par disparaître subitement sans motif apparent pour l'homme.

Dans l'aspect de la biologie comportementale, avec le travail doctoral de Monika MULLER en 1998 sur l'étude précise de 53 dauphins ambassadeurs une synthèse générale d'ordre éthologique manifeste quelques informations fondamentales pour décoder ces comportements curieux.

Au-delà d'une forme d'intelligence manifeste, cette synthèse démontre l'habituation graduelle des dauphins au contact des humains. Les interactions sont aussi en rapport avec l'âge ou la maturité sexuelle de l'individu ainsi qu'aux conditions trophiques du milieu. La vie en solitaire reste temporaire, on suppose qu'un grand nombre d'individus après l'enrichissement de leur personnalité retourne vers leur groupe d'origine ou un groupe apparenté. Ces attitudes exploratoires démontrent en tout cas une importante plasticité cérébrale⁵ pour sortir de leur champ social, découvrir un autre mode de vie opératoire au contact de l'humain, et repartir à leur guise dans le milieu d'origine.

V LE COMPORTEMENT EXPLORATOIRE DES GLOBICEPHALES AU CONTACT DES NAVIRES ET DES HOMMES .

Dans la palette comportementale des approches exploratoires des delphinidés, une des plus atypiques et des plus surprenantes reste celle des rencontres avec les globicéphales tropicaux ou noirs. C'est avec les globicéphales noirs en Méditerranée nord-occidentale que j'ai pu observer ce phénomène d'approche spécifique.

⁵La plasticité cérébrale est un préalable biologique capital pour former une apparition de curiosité chez les animaux vertébrés. La gradation de ce comportement curieux répond souvent aussi à des facteurs qui peuvent être d'ordre environnemental. Certains préfèrent employer le concept de plasticité écologique pour mesurer parfois ces écarts entre deux espèces proches (JACOB 2003)



Ces cétacés vivent en groupe social important de quelques dizaines à centaines d'individus, CAWARDINE dans sa nomenclature scientifique parle même de regroupement de milliers d'individus (1998).

La nature placide et peu démonstrative de saut en surface des globicéphales diffère des autres espèces de dauphin. C'est la proximité du contact en mer qui interroge dans sa fonction exploratoire avec les navires et les hommes.

1/ Descriptions d'approches

Les globicéphales peuvent se voir en groupe compact en surface. Ils se laissent flotter de manière indolente. Cet animal qui semble lent peut faire une puissante accélération pour sonder ou rejoindre un navire.

Pour l'exemple : Un bateau en phase statique verra arriver un groupe en forme de « meute » qui pointera vers le navire en nage rapide. A l'arrivée à la proue du bateau les individus de taille adulte viendront s'étaler autour de la carène, certains en forme de grappe à la coque pourront se coller à la coque du navire avec une partie du corps émergée.

D'autres pendant ce temps passeront au ras de la surface en nage dorsale et ventrale en sondant sous la coque du navire, avant de ressortir doucement près du navire en produisant un souffle bruyant de plus d'un mètre de haut. Certains individus remonteront en surface en phase de spy-hopping⁶, en établissement un contact oculaire aérien. Des juvéniles jamais éloignés des mères et des adultes viendront par mimétisme reproduire les comportements des adultes. La vocalisation est intense à ce moment là et peut s'entendre de façon naturelle par les humains à bord. Souvent observé dans ce contact qui rapproche un grand nombre de ces mammifères marins, un globicéphale de grande taille reste en phase presque statique à quelques dizaines de mètres de cette interaction en phase parallèle du navire, comme en situation de veille ou de protection.

Ces postures exploratoires de surface ne répondent à aucune imprégnation ou nourrissage. (MAURT 2015).

Dans les approches en nage, les similitudes d'explorations sont identiques, les globicéphales viennent ajouter à l'exploration du navire, des passages en dessous des nageurs par des nages lentes à une distance plus lointaine que le contact à la coque d'un bateau.

2/ Eléments d'analyse

Les globicéphales dévoilent dans ces contacts des comportements exceptionnels d'investigations que l'on pourrait désigner d'une forme de curiosité animale de culture propre à cette espèce. La raison de ces approches est encore peu explicite. Le champ

⁶ Spy-hopping, Définition de Ph Maurt, 2015 : Terme anglais sans équivalent français désignant le comportement au cours duquel un cétacé sort la tête verticalement hors de l'eau, puis glisse à nouveau sous la surface ; cela semble être un moyen d'observer au-dessus de la surface, de faire le guet.



d'étude devra sans doute pendant longtemps faire converger l'éthologie sociale et la bioacoustique pour ouvrir une voie de compréhension dans ces attitudes exceptionnelles.

VI UN COMPORTEMENT EXPLORATOIRE INTERPRETE PAR L'HOMME COMME UNE FORME DE SOUMISSION.

La description d'un contact des cétacés avec les humains relève de l'histoire de notre humanité. Le sens de ces comportements curieux semble pourtant assez ignoré.

Ce type de contact suscite chez l'homme une émotion à bord d'un navire ou une sensation dans un contact en pleine eau.

La réaction que nous pouvons avoir avec ces petits cétacés n'est pas toujours juste.

Le dauphin porteur d'un sourire figé dans sa physionomie donne une impression d'une relation de complicité entre nos deux espèces.

Konrad LORENZ dans un de ses essais sur le comportement animal et humain parle du processus qui déclenche chez l'homme une impression souvent fautive par rapport au caractère morphologique d'un animal.

Ex : Le dédain chez le chameau avec une expression de la tête et des lèvres qui tirent vers le bas. L'aigle avec une disposition des formes osseuses au dessus des yeux est interprétée comme un froncement de sourcil. Avec des coins de la bouche tirés vers l'arrière prêtent à ce rapace une fière résolution.

Tout ceci conduit à la catégorie remarquable des mécanismes de déclenchements qui éveillent chez l'homme des impressions de valeurs esthétiques et éthiques. Des mécanismes bâtis sur un nombre restreint de signes relationnels simples (LORENZ 1950).

Alors si le dauphin avait eu une autre morphologie des sillons de sa bouche, droits ou inversés vers le bas aurait-on eu la même attirance pour ce mammifère marin ?

1/ Le comportement exploratoire des dauphins, une gradation informative de nature et de culture.

La culture est un ensemble conceptuel qui reste pour certains un stade à ne pas dépasser avec l'animal. Cependant depuis 1960 le zoologue Ken NORIS après 20 ans d'études des cétacés captifs et libres a pu exprimer des variations culturelles des groupes et déterminer des caractéristiques sociales qui étaient « clairement culturelles ».

Depuis le début des années 2000, l'éthologie des cétacés délivre son lot d'informations sur le caractère culturel des sociétés de mammifères marins. Les exemples sont nombreux: Apprentissage du chant des baleines à bosse à d'autres congénères, apprentissage diversifié des techniques de chasse dans les groupes d'Orques.

« La culture est une information ou un comportement partagé par une communauté acquise de congénères à travers une certaine forme d'apprentissage social (WHITEHEAD & RENDELL, 2019).



Dans ce cadre, les dauphins sont rentrés dans un schéma reconnu d'intelligence et de culture. Avec une approche comparée le poulpe est un animal qui dispose d'importantes capacités cognitives et qui est capable de résoudre en laboratoire des problématiques complexes. Ce qui va différencier les poulpes des dauphins, c'est la vie en société animale soudée et solidaire pour les petits cétacés, où l'apprentissage s'effectue par mimétisme auprès de la mère et ensuite dans l'interaction sociale avec le groupe. Tout cela va créer de la culture identitaire à l'espèce. Des liens et des informations dont ne disposera jamais le poulpe qui débutera sa vie totalement seul (MAURT 2013).

Je pense que l'importance de ce comportement est sous estimé dans l'univers des dauphins. Nous passons souvent de la vision d'un dauphin à l'ellipse d'un comportement évalué, la chasse, le jeu, la socialisation... Or la fonction première de cet acte d'approche est le plus souvent de finaliser une information publique pour le groupe. Il intervient toujours avec une fulgurante approche dans le seul choix effectif du dauphin avec un homme ou un navire. Je viens émettre l'hypothèse que cette aisance proximale vient de la rupture du modèle d'approche en trois phases de BERLYNE. Le système écholocatif venant donner aux dauphins une information globale à distance qui englobe des cibles plus ou moins larges. Le contact direct est seulement la finalisation exploratoire par une poursuite acoustique ou oculaire.

L'importance du comportement d'exploration c'est qu'il est générique sur l'ensemble des dauphins. Il va différer selon l'espèce dans sa gestique, sa distance ou sa démonstration en surface, mais il reste fondamental dans la structure sociale des dauphins. Nous devons le classer dans un comportement de nature parce qu'il touche l'ensemble des delphinidés. Ce comportement d'investigation optimise les performances de ces animaux bien au delà de bons nombres d'espèces marines et même terrestres. Cette approche de nature est aussi dans sa fonction informative à ne pas confondre avec une explication visuelle simplifiée d'approche ou de fuite, la digression est assez facile en notre absence de connaissance des comportements dans le milieu profond. Ce comportement est sans aucun doute un premier degré de l'acquisition informative de culture propre à l'individu et aux groupes.

J'ai voulu dans ce travail exposer également des cas atypiques de comportements exploratoires. Le contact exploratoire des globicéphales avec les navires et les humains interpellent par leur durée, leur proximité et les mobiles qui décident ces mammifères marins à interagir de la sorte. Avec les globicéphales le comportement exploratoire se transforme dans un temps long comme un acte délibéré qui passe d'une investigation de nature à une exploration singulière. Une démonstration rare spécifique à cette espèce, que l'on pourrait qualifier d'acte culturel.

A la comparaison avec les grands dauphins de Shark Bay en Australie, certaines femelles pêchent avec des éponges au bout du rostre pour gratter le sable, un apprentissage transmis de façon sélective entre femelles. Ces actes comportementaux uniques au sein d'un groupe peuvent aisément se décrire comme une forme de protoculture.



Dans le second exemple, les grands dauphins qui viennent s'écarter de leur groupe pour vivre une expérience le plus souvent solitaire avec l'homme et ses infrastructures côtières répondent à un acte exploratoire initial. Un comportement de nature qui va évoluer vers une situation de protoculture liée à l'individu concerné. Dans une durée de présence longue l'exploration pouvant se transformer en habitude, socialisation de jeu et attachement. Cette plasticité cérébrale et adaptative est célèbre chez les grands dauphins et les orques. Comme le précise IMMELMAN « En raison d'un comportement exploratoire et ludique les dauphins se prêtent tout particulièrement à diverses formes de dressage » (1990).

Alors peut-on évoluer avec le « dauphin ambassadeur » vers une forme de curiosité analogue à l'humain ? L'approche curieuse est fondamentale dans la société humaine et aussi dans le monde animal. Elle répond à une stimulation vitale pour notre développement. La curiosité est évolutive tout au long d'une vie. Il faut distinguer l'expérience acquise et le besoin curieux qui ne disparaît pas avec l'âge. Une étude de SWAN & CARMELLI en 1996 démontre sur un échantillon de personnes âgées suivies pendant 5 ans que les individus les plus curieux présentaient un taux de survie 30% supérieur aux autres. Paradoxe de notre évolution selon les travaux d'Antoine BALZEAU en 2013, notre mode sédentaire aurait fait diminuer la taille de notre cerveau de près de 20% par rapport à nos ancêtres il y a 28 000 ans. L'homme est passé selon l'auteur de « L'homme proie à celui de cultivateur ». Le travail collectif est devenu plus rentable que la compétition.

Ce qui est immuable à mon sens c'est la constance de la curiosité chez l'homme, que ce soit pour fabriquer un outil primitif ou construire un ouvrage à la conception la plus élaborée possible. L'humain est un explorateur à l'appétit curieux dans son évolution. La question est de savoir si on peut décliner cette situation avec certains cétacés.

Konrad LORENZ en 1966 dans son étude « Evolution et modification du comportement » désigne une théorie motrice particulière sur les dauphins. Il insiste sur les mouvements incroyablement habiles des dauphins qui restent une énigme aussi grande que la fonction de l'énorme cerveau antérieur. Selon lui les ancêtres des dauphins étaient déjà des animaux terrestres au cerveau très développé.

Ces créatures possédaient un arsenal appréciable de mouvements volontaires avant le retour phylogénétique vers la mer. Dans cette phase quand une pression sélective fut instituée pour produire des types moteurs entièrement nouveaux pour des animaux terrestres, cela déclencha un nouveau perfectionnement des mouvements volontaires, au lieu de créer de nouveaux comportements moteurs fixes phylogénétiquement adaptés au milieu marin.

C'est une théorie du perfectionnement absolu des acquis comportementaux et gestiques de la lignée d'origine. LORENZ de souligner « Les cétacés auraient acquis leur énorme cerveau quasi humain sous la pression sélective d'une fonction qui ne serait autre que la coordination de la nage ».



La cétologie, (terme incorrect d'ailleurs car il ne désigne pas une discipline, mais la convergence de champs disciplinaires scientifiques divers en liens avec l'étude des cétacés) reste en phase évolutive permanente depuis le milieu du 20e siècle.

LORENZ décrit l'exploration comme un comportement de curiosité. Aujourd'hui je suis favorable pour désigner une émergence raisonnable de curiosité de culture individuelle spécifique avec des dauphins ambassadeurs ou collective de forme rare avec les globicéphales. Cette acception restant ouverte à bien d'autres cas singuliers, notamment chez les orques.

Il y a tant de choses à apprendre avec les cétacés, comme le souligne BRENSING en 2019 « Les orques vivent selon une culture vieille de 700 000 ans ».

2/ La symbiose plus utile que la séparation

En règle générale l'anthropomorphisme qui cherche à retrouver des comportements humains chez l'animal ou l'anthropocentrisme qui place l'homme au-dessus des animaux sont des attitudes peu favorables dans l'évolution contemporaine des savoirs sur la compréhension du monde du vivant.

Dans l'éthologie le concept de « l'umwelt » (UEXKÜLL, 1909) est une approche pertinente pour comprendre les animaux ; sachant qu'un univers sensible n'est pas celui d'une autre espèce. Un changement de paradigme qui semblerait bien utile pour décoder l'univers des cétacés.

La dissymétrie n'est pas récente entre l'homme et l'animal , HUME en parle déjà en 1739 dans un essai sur la nature humaine.

Le 20e siècle a placé l'homme dans un rapport du couple « Animal sauvage/Animal domestique » Le troisième millénaire voit l'émergence du couple « Animal de compagnie/Animal à préserver ».

Comme le dit Dominique LESTEL dans un essai sur « L'Animalité » en 1996 « L'écologie politique a toujours des bases théoriques fragiles : La préservation des espèces menacées n'est pas un programme, mais une justification morale ou une indignation éthique, alors que la relation de l'écologie à l'animalité est au contraire essentielle »

Les dauphins ne dérogent pas à la règle de cette surprotection parfois parfaitement inutile dans certains endroits du monde ou aucun danger vital ne vient menacer ces animaux. La notion d'animaux totémiques à protéger rentre dans la catégorie des animaux qualifiés d'intelligents, comme un besoin de rapports privilégiés avec certains animaux. Et sur ce sujet LESTEL témoigne encore sur ces rapports très sélectifs « Les cultures occidentales utilisent des critères cognitifs pour les justifier, à la mesure d'une continuité évolutive vécue de façon très médiatisée. »

Tout cela peut rester une abstraction dans la réalité, le plus important et parfois de communiquer sur la seule protection. Comme par exemple vouloir établir une distance métrique de séparation entre un navire de surface et un banc de dauphins , n'en déplaise



au législateur du monde entier c'est le plus souvent ignorer la biologie comportementale de ces delphinidés.

Cependant je partage l'hypothèse originale de Dominique LESTEL que l'animalité pourrait permettre l'aptitude de certains êtres vivants à instaurer avec l'homme des communautés hybrides fondées sur un partage de sens et d'affect, loin d'une séparation catégorielle dominante de l'humain protecteur.

3/ Le comportement exploratoire des dauphins, trait d'union entre nos deux espèces

A ce jour j'ai rencontré et observé plusieurs milliers de dauphins. Je garde beaucoup de réserve et d'interrogations sur beaucoup de sujets cependant mes multiples observations de terrain que ces animaux ont la maîtrise du contact exploratoire avec l'homme, mais aussi de l'écartement avec ce dernier. Ce comportement exploratoire semble aussi d'une aisance qui transgresse les normes des approches plus farouches ou craintives des autres espèces animales.

C'est un état de nature sophistiqué avec des gradations spécifiques pour certains dauphins. A l'origine de nos rencontres « observer des dauphins en surface ou nager à proximité d'eux » répondent en priorité à la description d'un comportement exploratoire solitaire ou en groupes de l'univers des dauphins. Aucune législation humaine ne peut empêcher les dauphins de venir au contact et de respecter une distance sociale avec l'homme.

L'éthogramme de ces cétacés dépend de la compréhension de ce comportement de départ complexe qui peut évoluer dans d'autres combinaisons comportementales de socialisation par la suite dans l'interaction avec l'homme.

Le comportement exploratoire, une situation de nature chez les dauphins, mais certainement un trait d'union et de compréhension entre nos deux espèces dans une situation pacifique et pacifiée loin des polémiques passionnelles avec ces animaux.



BIBLIOGRAPHIE

- AUGIER H., 2000 : Les dauphins, ambassadeurs des mers. Ed delachaux et niestlé.
- BALZEAU A., PRIMAS., et al, 2013, « First description of the Cro-Magnon 1 endocast and study of brain variation and evolution in anatomically modern Homo sapiens », Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris, vol 25, n°1-2 ,p. 1 -18.
- BARCELO A & JARIN M., JAUBERT R., MARTIN G., ODY D., PEIRACHE M., RANDON N., 2014 : La nage avec les cétacés : une activité perturbante pour les mammifères marins et dangereuse pour les pratiquants au sein du sanctuaire Pelagos (Méditerranée nord-occidentale) Sci .Rep. Port-Cros natl.Park ,28:49-6.
- BEARZI M. & CRAIG B., STANFORD, 2009 : Ces belles intelligences (Grands singes et dauphins).Ed DUNOD .
- BERLYNE DE., 1960, Conflict, Arousal, and Curiosity, New York : Mc Graw-Hill.
- BOLLACCHE L., 2020, Comment pensent les animaux, Ed humenSciences.
- BRENSING K ., 2019, Le mystère des animaux (ce qu'ils pensent, ce qu'ils ressentent) Ed MARABOUT sciences&nature.
- BRIDE MC., 1979, LA RECHERCHE en éthologie / Les comportements animaux et humains: Société d'Edition scientifique – Points sciences 281-282.
- BRYDEN M., 198, BALEINES , DAUPHINS ET MARSOUINS ED : Bordas 110-113.
- CAWARDINE M., 1996 BALEINES DAUPHINS ET MARSOUINS (guide visuel de tous les cétacés à travers le monde) Ed : Bordas.
- LESTEL.D., 1996, L'animalité Essai sur le statut de l'humain coll : optique philosophie Ed : HATIER.
- GLICKMAN & S.E SROGES, RW., 1966, Curiosity in zoo animals .BEHAVIOUR 26 , 151-188.
- GOLDBERG J.; 1998, Les Sociétés Animales Ed : Delachaux et Niestlé.
- GREENBERG R., 1990, Ecological plasticity, neophobia, and resource use in birds, Studies in avian Biology, 13, 431-437.
- HEDIGER H., 1934 : Zur Biologie und Psychologie der flucht bei Tieren .Bio .Zbl. 54 ,21-40.
- HUME D., 1739 -1973, Essai sur la nature humaine section XII ,livre II partie Ed Aubier 503.
- HUSSENOT E. & PRIEUR D. 1984: Mammifères et oiseaux de nos côtes, Ed MARITIMES & D'OUTRE -MER.
- IMMELMANN K 1990 Dictionnaire de l'éthologie, Ed : SH MARDAGA.
- JACOB S., 2002, La curiosité (éthologie et psychologie Ed : SH MARDAGA.



LORENZ K., 1950, Le tout et la partie dans la société animale et humaine (un débat méthodologique) publication en français en 1970 Le comportement animal et humain collection Essais –Points, Ed : SEUIL.

LORENZ K., 1966, Evolution and modification of behaviour: The University of Chicago press. 1973 pour la traduction française ed : Payot.

MANN J., 2019, INTELLIGENCE DES PROFONDEURS, Ed : Belin/Humensis.

MAURT P., 2004, Le comportement de surface du dauphin bleu et blanc (film) . Conférence & projection journée mondiale des océans. Musée Océanographique de Monaco – Production C A M E R A (cinéma animalier marin et recherche associée).

MAURT P., 2008, ETUDE DES GRANDS CETACES DE MEDITERRANEE NORD-OCCIDENTALE (Analyses comparées de trois modes d'enregistrement filmique : aérien/marin/sous-marin avec le rorqual commun et le cachalot -Thèse doctorale Université Paris Descartes /Faculté des sciences humaines et sociale – Sorbonne.

MAURT P., 2013, L'INTELLIGENCE DES DAUPHINS / Cycle Grandes Conférences de la ville d'Antibes. (C) Philippe Maurt .

MAURT P , 2013, « Les interactions humaines avec les cétacés dans le bassin azuréen français – Au sein du sanctuaire Pelagos ». Rapport d'expertise à la demande du C O M P A (Collectif des Opérateurs Marins Professionnels Azuréens).

MAURT P., 2015, LES CETACES DU BASSIN AZUREEN, -Guide Naturaliste Ed : CAP Découverte.

MULLER M., 1998, LA PLACE DES DAUPHINS SOLITAIRES ET FAMILIER DANS LA SOCIO-ECOLOGIE DES GRANDS DAUPHINS. Thèse doctorale Université Paris 6.

NORISS K., « Culture humaine , culture de cétacé » Page 125 , ouvrage Intelligences des Ed : Belin/Humensis 2019.

RENNER MJ., 1987 : Expérience change dependent changes in exploratory behavior in the adult rat(Rattus Norvegicus) : Overall activity level and interactions with objects. Journal of comparative psychology, 101 ,94-100.

SOMMER R., 1979, LA RECHERCHE en éthologie / N°13 L'espace personnel Société d'éditions scientifiques -Points Sciences.

SWAN GE & CARMELLI D., (1996). Curiosity and mortality in aging adults: Collaborative study group .Psychology and Aging, 11 , 449-553.

UEXKÜLL J., 1909, Umwelt und Innenwelt der Tiere . Springer -Verlag, Berlin.

WHITEHEAD H & RENDELL L., 2019, chapitre 6 Une culture profonde – Intelligences des profondeurs sous la direction de Janet MANN ed Belin /Humensis.



HOMMES ET DAUPHINS, UNE « COMPLICITE » ANCESTRALE

Christine FARAUT-van WENT

Jean-Marc POUPARD



HOMMES ET DAUPHINS, UNE « COMPLICITÉ » ANCESTRALE

Christine FARAUT-van WENT

Jean-Marc POUPARD

RESUME : De nombreuses histoires, légendes, contes, tous des plus admirables, nous rapportent des rencontres entre hommes et dauphins dans toutes les contrées et à travers toutes les époques. Aujourd'hui encore, de nombreux cas de collaboration entre dauphins et pêcheurs sont rapportés (Australie, Brésil, Mauritanie, Myanmar...)

La collaboration entre les grands dauphins (*Tursiops truncatus*) et les imaguén reste la plus documentée. Elle serait l'aboutissement d'une coadaptation culturelle et interspécifique au fil du temps. En mutualisant leurs techniques spécifiques de pêche et de chasse, hommes et dauphins peuvent augmenter leurs prises tout en diminuant les risques et l'énergie nécessaire à l'activité. Pour autant, cette collaboration opportuniste n'est indispensable à la survie ni des uns, ni des autres.



Les dauphins font partie des espèces avec lesquelles l'homme a toujours entretenu une relation particulière. Les mythologies de tous les continents foisonnent d'histoires merveilleuses mettant en scène hommes et dauphins. Animaux mythiques, les dauphins ont inspiré nombre de poètes peintres et sculpteurs dès les IV^{ème} et V^{ème} siècles avant JC, aussi bien en Crète, à Rome qu'en Chine ou en Inde. Les nombreuses représentations et légendes témoignant des interactions entre hommes et dauphins ne semblent pas fantaisistes. Même si ces rencontres peuvent paraître outrancières pour les besoins du récit, celui-ci est sous-tendu par une réalité (Wurtz, Repetto, 1999).

Même si le comportement de l'homme vis-à-vis des dauphins n'a pas toujours été idyllique, chassés, victimes des filets de pêche et de la pollution chimique ou sonore de son environnement, voire enrôlés comme auxiliaire dans les armées, depuis les temps les plus anciens, ils restent dans l'inconscient collectif des compagnons de l'homme qui accompagnent les navigateurs ou aident les pêcheurs à capturer les poissons.

Déjà dans l'antiquité grecque Plutarque disait :

« Mais je crois que l'humanité du dauphin le rend encore plus cher à ce dieu. C'est le seul animal qui aime l'homme pour lui-même. Parmi les animaux terrestres, il en est qui sont ennemis de tous les hommes ; et les plus doux n'aiment par intérêt que ceux qui les nourrissent et avec qui ils vivent : tels sont le chien, le cheval et l'éléphant. [...] Le dauphin est le seul animal à qui la nature ait inspiré pour l'homme cette affection pure et désintéressée qui, selon les plus vertueux philosophes, (984d) fait le caractère de la véritable amitié. Sans jamais avoir besoin d'aucun homme, il a pour tous en général une égale bienveillance, et il en a secouru plusieurs, entre autres Arion, dont l'histoire si célèbre est connue de tout le monde. »

UN INTERET COMMUN POUR UNE MEME PROIE ?

Depuis l'antiquité, de nombreuses descriptions ont été faites d'une « collaboration » entre dauphins et pêcheurs. Elles concernent plus particulièrement la pêche au mulot pratiquée avec des filets à partir du rivage. Pline l'ancien en fait déjà état dans son histoire naturelle. Il localise ce type de pêche, où les dauphins s'associent spontanément aux hommes, près de Nîmes et dans le golfe d'Iasos en Carie (Asie Mineure).

« Il y a dans la province de Narbonne, au territoire de Nîmes, un étang appelé Latera, où les dauphins pêchent de société avec l'homme. Un nombre infini de muges [mulets], à une époque fixe, se précipite dans la mer par l'ouverture étroite de l'étang, au moment du reflux : cela fait qu'on ne peut tendre des filets, qui ne résisteraient pas à un pareil poids, quand même le choix du moment ne favoriserait pas les muges. [...] Dès que les pêcheurs s'en sont aperçus, tout le peuple [...] à grands cris appelle du rivage.... [...] Les dauphins entendent bientôt qu'on a besoin d'eux.[...] ils ne font pas attendre leur secours. On les voit arriver en bataille, et prendre aussitôt position là où l'action va s'engager : ils coupent aux muges le chemin de la haute mer, et, les effrayant, les repoussent dans les bas-fonds. Alors les pêcheurs jettent leurs filets, et



les soulèvent avec des fourches : néanmoins les muges, agiles, les franchissent; mais les dauphins fondent sur eux, et, se contentant pour le moment de les tuer, remettent à les manger après la victoire. [...] Enfin, la pêche terminée, ils dévorent ceux qu'ils ont tués; mais, sentant qu'ils ont rendu trop de services pour ne recevoir de salaire qu'un seul jour, ils attendent au lendemain, et se rassasient non seulement de poissons, mais aussi de pain trempé dans du vin. »

Plus tard, Elieen rapporte également une telle collaboration spontanée entre dauphins et pêcheurs eubéens. Aussi bien Plinie qu'Elieen précisent que les pêcheurs partagent la proie avec leurs auxiliaires, soit, selon Plinie, parce que les dauphins méritent une récompense, soit, selon Elieen, parce que les pêcheurs craignent, s'ils l'omettent, que leurs amis ne se changent en ennemis et leur refusent leur aide à l'avenir.

Chez Oppien, les dauphins collaborent spontanément avec les pêcheurs eubéens ; les hommes récompensent les cétacés avec plaisir car ils craignent que celui qui les traiterait avec orgueil ne bénéficie plus de leur aide. Oppien réunit donc les deux raisons mentionnées par Plinie et Elieen pour lesquelles les hommes récompensent les dauphins, par-là, il procède à une contamination des deux histoires.

Plus récemment de tels types de pêches sont décrites en Australie, au Brésil et en Mauritanie.

La tribu Noonuccal de Minjerribah (Australie) pêchait traditionnellement le mullet avec l'aide d'un groupe de dauphins. Les membres de cette tribu croyaient qu'ils partageaient un ancêtre commun avec les dauphins. Après avoir aidé le peuple à attraper du poisson avec ses chiens, le héros Gowonda fut transformé en dauphin. Selon la légende Gowonda est facilement reconnaissable avec son aileron blanc. Cette caractéristique a été transmise à ses descendants pour que le leader du groupe soit toujours facile à identifier.

Les habitants d'Amity Point ont ainsi été observés par J. K. E. Fairholme (1856) alors qu'ils demandaient l'aide de dauphins pour pêcher les mullets. Avant de débiter la pêche, les hommes de la tribu s'asseyaient sur le sable, face à l'océan (ils pensaient qu'ils communiquaient par télépathie avec les dauphins) et appelaient chaque dauphin par leur prénom. A la vue d'un aileron les hommes se précipitaient alors en mer pour pêcher. Les dauphins poussaient alors les poissons vers les filets. Les pêcheurs leur donnaient un peu du poisson attrapé pour les remercier.

Fairholme (1856) rapporte également que les Noonuccal communiquaient avec les dauphins grâce à certains sifflements imitant ceux que les dauphins utilisaient pour répondre aux humains. Ainsi une sorte de « langage » s'était créé entre eux. A leur arrivée, les premiers européens apprirent secrètement les sifflements utilisés par la tribu pour communiquer avec les dauphins. Ils utilisèrent ce « langage » pour attraper les dauphins afin de les tuer et les manger. A partir de ce moment, les dauphins survivants arrêtaient de venir aider les Noonuccal.



Lors d'entretiens avec Fairholme (1856), la population locale a déclaré que la collaboration entre les dauphins et eux-mêmes dure d'aussi loin qu'ils s'en souviennent. L'île est habitée depuis plus de 50 000 ans, il pourrait s'agir de la plus ancienne des coopérations homme-cétacé. Pour autant, les hommes les plus âgés de la tribu lui ont rapporté que bien que les dauphins abondent dans la baie, aucune autre tribu ne pêche avec leur aide.

Un autre cas de coopération entre pêcheurs et dauphins a été observé depuis 1847 à Laguna dans le sud du Brésil. Alignés sur le rivage, les hommes attendent patiemment dans l'eau trouble avec leurs filets de pêche. Lorsqu'ils aperçoivent les ailerons des dauphins, les pêcheurs signalent leur présence aux dauphins en frappant l'eau. Les dauphins se rapprochent alors du rivage. Ils sautent ou frappent les flots avec la queue afin de rabattre les poissons vers la rive. L'eau trouble rendant difficile la localisation des poissons par les pêcheurs, les dauphins indiquent, en levant la queue, où lancer les filets. Les pêcheurs prennent ainsi une grande quantité de poisson dans leurs filets, tandis que les dauphins attrapent facilement ceux désorientés qui s'échappent. (Bearzi, Stanford, 2009).

Cette association entre dauphins et pêcheurs de Laguna dure depuis des générations. Il ne semble pas y avoir eu d'éducation par l'homme. Ce processus se transmet d'homme à homme et de dauphin à dauphin probablement sans aucune forme d'éducation des dauphins participant à la pêche. En effet, seulement un tiers de la cinquantaine de dauphins résidant sur le site prennent part à cette pêche coopérative avec les humains. Les autres restent à part, et évitent le contact avec notre espèce (Pracontal de, 2012). Seuls les jeunes dauphins dont la mère est coutumière de cette coopération continuent à la perpétuer.

Au Myanmar (ex Birmanie), sur le fleuve Irrawaddy, un autre cas de pêche coopérative entre homme et dauphin est rapporté par le site Internet Animaux Marins (2022). Cette fois, c'est un dauphin d'eau douce (*Orcaella brevirostris*) qui aide le pêcheur. Celui-ci, dans son embarcation cherche les dauphins, puis les appelle en tapant sur son bateau et la surface de l'eau, voire en poussant des cris ressemblant à ceux du dindon. Le filet à la main, il attend que les dauphins le préviennent de la présence de poissons. Dès qu'un dauphin lui fait signe de la queue, le pêcheur lance son filet. Dans le même temps, les dauphins poussent les poissons vers le bateau. En retour, les dauphins sont récompensés par une partie des prises des pêcheurs.

Cette pêche coopérative traditionnelle est pratiquée depuis des générations. Malheureusement, la pollution des eaux, l'utilisation de filets maillants, la pêche électrique ou à l'explosif impacte très négativement la population de ces dauphins. Les dauphins de l'Irrawaddy sont aujourd'hui menacés d'extinction et leur relation avec les pêcheurs a bien changé ces dernières années. Ils sont devenus plus craintifs, en particulier en raison de la pêche électrique et il y a beaucoup moins de poissons dans les filets des pêcheurs, donc moins de revenus pour les pêcheurs, ce qui pousse certains pêcheurs à pratiquer à leur tour la pêche électrique.



Pour tenter d'inverser cette tendance, le gouvernement s'est engagé dans le développement de l'écotourisme et a créé une aire protégée. Il souhaite convaincre les jeunes générations qu'il est possible d'en tirer un revenu en montrant cette tradition aux visiteurs du monde entier. Pour autant, bien que la pêche électrique soit illégale et punie par la loi, dans les faits, les contrôles restent rares, et les sentences trop légères aux dires des habitants et des associations.

LES DAUPHINS ET LES IMRAGUEN EN MAURITANIE : UNE COOPERATION ANCESTRALE.

C'est sur les côtes de Mauritanie que l'on peut rencontrer le cas le plus documenté de pêche coopérative entre hommes et dauphins. Les Imraguen vivent au sein du Parc National du Banc d'Arguin (PNBA) en harmonie avec leur environnement. Fondé en 1976, le parc national est devenu patrimoine national de l'UNESCO en 1989. Les Imraguen y pratiquent une pêche raisonnée du mullet jaune au filet d'épaule avec pour compagnons de pêche les dauphins (Boulay, Lecoquierre, 2011). Leur pêche a été filmée à de nombreuses reprises, dans des documentaires à visée plus ou moins scientifique, du plus ethnographique, comme *Sahel bleu* (1988, réalisé par Bernard Surugue, Orstom, CNROP) au plus sensationnaliste comme *Le chant des dauphins* (1972, réalisé par Jacques-Yves Cousteau, Filmoffice).

Lieu de rencontre entre le Sahara et l'océan Atlantique, le parc, étendu sur 12 000 km², est composé d'une mosaïque de dunes de sable, de marécages côtiers, de petits îlots de sable, de mangroves, d'herbiers marins et d'eaux côtières peu profondes (Ly, 2019). C'est une zone de reproduction pour un très grand nombre d'oiseaux migrateurs et d'oiseaux endémiques. Le littoral reçoit un courant spécifique nommé *upwelling* qui se caractérise par une remontée des profondeurs de l'océan de masses d'eaux froides et riches en sels nutritifs. La présence de cette diversité naturelle est idéale pour le développement d'une richesse halieutique exceptionnelle. Le golfe d'Arguin héberge le plus grand herbier du monde, véritable prairie sous-marine soumise au balancement des marées qui à marée haute, sert de refuge aux poissons où ils peuvent se nourrir et se reproduire (Fall, 2014). Durant la saison chaude les mullets s'y regroupent en bancs avant de migrer en hiver le long des côtes mauritaniennes vers le sud à l'embouchure du fleuve Sénégal.



En revanche, chaleur, sécheresse, végétation inexistante en font une région particulièrement hostile pour l'humain. Pourtant c'est le lieu où les Imraguen se sédentarisent dans les années 1960 à la suite de grandes sécheresses. Les changements démographiques et politiques qui s'ensuivirent vont générer le développement de l'activité de la pêche, notamment celle du mullet jaune par un petit groupe de personnes (Anthonioz (1968) cité par Ly, 2019).

C'est au rythme des migrations des mulets jaunes le long des côtes mauritaniennes que cette pêche traditionnelle saisonnière est pratiquée depuis plusieurs siècles par les populations Imraguen (Fernandez (1506-7), cité par Bernardon, Ould, Vall, 2004). Le produit de la pêche, poissons et poches d'œufs (la poutargue), est séché avec des méthodes ancestrales pour être consommé toute l'année et en faire commerce.

Les Imraguen pratiquent cette pêche avec des filets fabriqués collectivement et composés de matériaux végétaux lestés avec de la bouse de chameaux (Pelletier, 1986). Ces filets mesurent entre 15 et 30 mètres de long et 1,5 mètre de large. La pêche se déroule à pied et filets à l'épaule en respectant les lois anciennes et la hiérarchie de chaque individu (Bernardon, Ould, Vall, 2004).

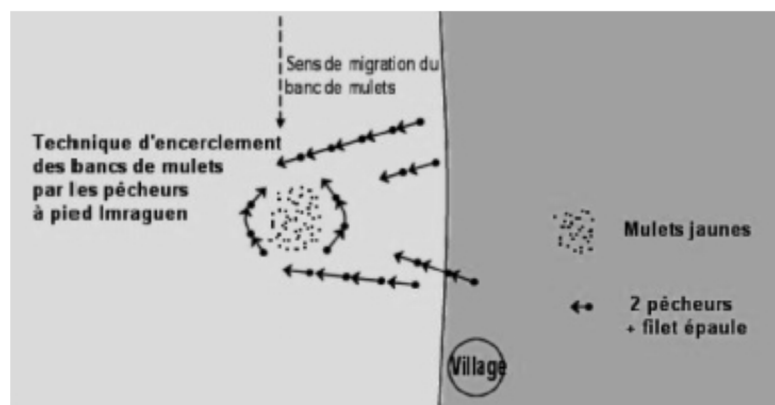
Un guetteur situé à une centaine de mètres des pêcheurs surveille au nord les itinéraires de migration des mulets. Cet ancien expérimenté est capable de repérer un banc de très loin avec toutes ses caractéristiques : longueur, direction et composition (Pelletier, 1986). Au moment où il voit un banc susceptible d'être suffisamment important et proche des côtes, le guetteur agite un turban noir. Les mains en porte-voix, il crie pour prévenir les pêcheurs en attente sur la plage (Pelletier F-X, 1986). Un pêcheur frappe alors l'eau avec un bâton pour attirer les dauphins (Cousteau, Diolé, 1975).

En frappant l'eau, le pêcheur créerait des vibrations semblables à celles produites par le choc du poisson lors de sa retombée sur la surface de l'eau (Pelletier, 1975). Leurrés par ces « splachs » et comme attirés par ce bruit, les dauphins se rapprochent. Poussés par ces



derniers, les mulets se réfugient vers la plage dans les hauts fonds, lieu où les dauphins ne peuvent pas s'aventurer au risque de s'échouer.

A l'arrivée du banc de mulets les pêcheurs entrent dans l'eau deux par deux. Ils forment des cercles concentriques avec leurs filets attachés pour enfermer le banc de poissons. Les mulets sont pris au piège entre les pêcheurs d'un côté et les dauphins de l'autre (Pelletier, 1986). « *C'est un vrai labyrinthe qui ne laisse aux mulets qu'un espoir d'évasion : la voie des airs* » relate Pelletier (1986). Le mulet jaune est aussi appelé mulet sauteur. Autour de ce piège les dauphins se régalaient des mulets qui s'échappent en sautant par-dessus les filets et tombent directement dans leur bec.



Source : Matthieu Bernardon & Mohamed Ould Mohamed Vall

Au fur et à mesure des pêches, une rotation des pêcheurs est pratiquée dans la disposition des cercles afin de permettre à chacun d'obtenir des prises équivalentes. Les cercles centraux sont toujours plus fructueux (Bernardon, Ould, Vall., 2004).

Mais la coopération n'est pas toujours là. Comme on peut le voir dans le film de Cousteau, lorsque le banc de mulet passe au large, les dauphins ne se montrent pas. Des orques ou des requins, prédateurs des dauphins, peuvent roder près de la côte et les effrayer. Alors les dauphins ne se manifesteront pas (Cousteau J-Y et Diolé P., 1975).

LES TECHNIQUES DE CHASSE DU GRAND DAUPHIN.

D'après Pelletier (1975), là où il y a le mulet, il y a bien souvent le dauphin. Il semblerait que le grand dauphin (*Tursiops truncatus*) serait la principale espèce de dauphins vivant dans cette partie de la côte mauritanienne. Dans une moindre mesure le dauphin commun à bec court (*Delphinus delphis*) s'y trouverait également (Robineau, Vely, 1998).

Comme la plupart des dauphins, le grand dauphin est un animal social. Il vit en groupes très soudés comptant deux à six individus, mais parfois beaucoup plus. Ces groupes sont principalement composés de femelles et de leurs petits généralement apparentées. Les mâles, quant à eux, sont plus solitaires, bien que des petits groupes puissent être observés. Ils rejoignent régulièrement les groupes de femelles pour interagir et se reproduire. Les groupes forment des sociétés dites de fusion-fission. Les individus peuvent mener



momentanément une vie indépendante (fission) puis reviennent dans les groupes (fusion). Une société locale peut se composer de plusieurs groupes en permanente recomposition selon les jours, les heures et les activités. (Bearzi, Stanford, 2009). Pour autant les structures sociales restent très souples et peuvent changer d'une région à l'autre.

Carnivore et opportuniste, le grand dauphin se nourrit essentiellement de poissons : sardines, anchois, mulets, maquereaux... mais il ne dédaigne pas les céphalopodes et les crustacés. Pour attraper les poissons, il peut utiliser diverses techniques de chasse selon les lieux où il vit. Certains individus pratiquent la méthode de l'échouement qui est une tactique similaire à celle de l'orque. Ils rassemblent d'abord les poissons à proximité d'une plage sableuse en nageant parallèlement à eux, puis ils repoussent les proies sur la plage avant de s'en nourrir en sortant partiellement de l'eau (Bearzi, Stanford, 2009). Cette méthode dangereuse ne peut être pratiquée qu'à marée haute pour éviter que le dauphin ne reste bloqué sur le rivage. Ce type de pêche peut être pratiqué par un individu seul ou par un groupe de dauphins qui collaborent, mais ne se rencontre que chez les grands dauphins dont les parents pratiquaient la même méthode de chasse. Des études effectuées sur l'ADN mitochondrial portent à croire qu'il ne s'agit pas d'une transmission génétique mais plutôt d'un apprentissage par observation du comportement de la mère (Sargeant et al, 2008). C'est probablement pour cette raison que la technique la plus courante reste la chasse coopérative avec des congénères. Les dauphins guides encerclent le banc de poissons convoité, pendant que d'autres montent la garde à l'écart. Ces derniers prennent ensuite le relais et peuvent ainsi se nourrir.

LA RENCONTRE DE DEUX PRATIQUES.

La pêche coopérative est très largement diffusée chez les dauphins et en particulier le grand dauphin. La collaboration entre homme et dauphin permettant une capture plus importante de poissons par les deux partenaires est probablement le fruit de deux techniques qui se complètent et permet à chacun d'optimiser ses gains tout en limitant sa dépense d'énergie.

Les dauphins servent de rabatteurs aux pêcheurs en empêchant le banc d'aller vers le large. Ils utilisent pour cela une technique semblable à celle utilisée lors de la tactique de l'échouement où le banc de poissons est poussé vers la plage. Quant aux imarguen, ils favorisent la dislocation du banc en semant la panique chez les mulets avec leurs filets. Il se pourrait que les imarguen évitent aux dauphins l'échouage sur la plage qui reste risqué et dangereux pour ces derniers. Ils peuvent ainsi se repaître de mulets tout en restant dans une zone où ils peuvent se mouvoir facilement.

L'origine de cette collaboration est peut-être à chercher dans l'observation que des Imraguen ont pu faire de ces chasses à l'échouage des dauphins. Dans un premier temps, les Imraguen plus éleveurs nomades que pêcheurs n'ont peut-être fait que profiter de cette manne représentée par les mulets projetés sur la plage par l'action des dauphins. Ce n'est



qu'ensuite, pour augmenter la « récolte » de mulets qu'ils auraient utilisé des filets pour attraper les poissons encore dans l'eau et éviter que trop ne s'échappent.

Les dauphins qui sont des animaux « intelligents » ont perçu l'avantage qu'ils pouvaient retirer de ces humains qui leur évitaient un échouage dangereux et se sont mis à répondre aux appels des Imraguen. Pêcheurs à pied, ils ne peuvent lancer leurs filets au large et doivent attendre qu'un banc passe près du rivage. La collaboration entre l'homme et le cétacé devient fructueuse pour chacun. Il est probable qu'elle se soit transmise à travers les générations, tant chez certains dauphins que chez les Imraguen qui sont les seuls sur cette côte à pratiquer ce type de pêche.

Cette pêche collaborative serait un parfait exemple d'une coadaptation culturelle et interspécifique au fil du temps. Pour autant, contrairement à Pelletier (1986) et avec d'autres auteurs (Cazalet, Feral Wiegel, 2007), il nous semble abusif de la considérer comme « une fantastique symbiose ». En effet, une symbiose se définit comme une association durable et réciproquement profitable, entre deux organismes vivants. Elle implique pour Mc Farland (1981), la vie en commun d'organismes de différentes espèces pour leurs bénéfices mutuels, ce qui sous-entend la durabilité de la communauté.

Nous sommes probablement plus face à une forme de mutualisme qui se caractérise, toujours d'après Mc Farland par des associations dont les partenaires tirent des bénéfices réciproques souvent facilités par des formes simples de communication. Cette coopération entre Imraguen et dauphins est saisonnière et non systématique durant la période de chasse. Elle est avantageuse tant pour les hommes que pour les dauphins. Elle permet pour les uns d'optimiser leurs prises de mulets et pour les autres de faciliter la prise de nourriture et son ingestion à un moindre coût. Chacun trouve donc un profit à cette collaboration, mais celle-ci n'est aucunement indispensable à la survie des uns et des autres. Chacun peut se passer de l'autre sans risque de sous nutrition, ni en être affectés de quelque manière. Il n'est pas non plus envisageable d'être face à une forme de dressage qui consiste à habituer un animal à faire docilement et régulièrement quelque chose. Cette posture supposerait que les imarguen ou les autres pêcheurs contraignent les dauphins à les aider lors de la pêche. Obéissance et régularité ne caractérisent pas non plus le comportement des dauphins qui ne répondent pas forcément à l'appel des Imraguen qui frappent l'eau de leurs bâtons (Pelletier, 1975). Les dauphins sont tout au plus alertés, attirés et leurrés par les « splashes » qui reproduisent le bruit des mulets lors de leur retombées dans la mer après leurs sauts.

Alors que le grand dauphin chasse sans compétition avec d'autres espèces comme les thons ou les lions de mer, il est regrettable que ce type de coopération avec l'homme soit en voie de disparition. Les techniques de pêche « modernes » soutenue par la motorisation et les nouvelles technologies sont certainement immédiatement plus rentables, mais beaucoup plus destructrices. La dérogation à l'interdiction de la pêche dans le Parc National du Banc d'Arguin accordée aux Imraguen à la condition qu'ils n'utilisent pas de moteur peut peut-



être favoriser la perpétuation de cette pêche traditionnelle à pied ou maintenant en bateau qui reste malgré tout respectueuse de la biodiversité et permet aux Imraguen de continuer à vivre chez eux.



BIBLIOGRAPHIE

Animaux Marins (2022), *Dauphin de l'Irrawaddy, tout savoir sur Orcaella brevirostris*, <https://animauxmarins.fr/mammiferes-marins/dauphin-de-irrawaddy-orcaella-brevirostris/>

Bearzi M., Stanford C.B. (2009), *Ces belles intelligences*, Dunod, Paris

Bernardon M., Ould M., Vall M. (2004), *Le mulet en Mauritanie : biologie, écologie, pêche et aménagement*, Nouackchott

Boulay S., Lecoquierre B (2011), *Le littoral mauritanien à l'aube du XXI^e siècle : peuplement, gouvernance de la nature, dynamiques sociales et culturelles*, KARTHALA Editions

Cazalet B., Féral F., Weigel J.-Y. (2007), *Les aires marines protégées d'Afrique de l'Ouest : Gouvernance et politiques publiques*. Presses Universitaires de Perpignan

Cousteau J-Y et Diolé P. (1975), *Les dauphins et la liberté*, Flammarion, Ed J'ai lu, Paris, 1990

Fairholme, J. K. E. (1856), *Les noirs de Moreton Bay et les marsouins*, actes de la Zoological Society of London 24: 353–354

Fall A. (2014), *le Parc National du Banc d'Arguin : Pêche, Conservation et Développement durable dans une Aire Marine et Côtière Protégée* thèse en Sciences Sociales, EHESS

LY D. (2019), *Etude de l'éco-sociosystème du Parc National du Banc d'Arguin : vers une régulation des dynamiques halieutiques Imraguen*, Thèse de géographie, Montpellier III

Mc Farland (ss la dir de) (1981), *Dictionnaire du comportement animal*, Robert Laffont, coll Bouquins, Paris, 1990

Pelletier F-X. (1986), *Les hommes qui cueillent la vie, les Imraguen*, Flammarion, les aventures vécues, Paris

Pelletier F-X. (1975), « Symbiose entre l'amrig et le dauphin sur la cote mauritanienne, L'homme et l'animal », *Premier colloque d'ethnozoologie*, CNRS

Pline l'ancien, *Histoire naturelle*, livre IX, trad. Dubochet, édition d'Émile Littré, Paris, 1848-1850



Plutarque, œuvres morales, tome IV, les animaux de terre ont-ils plus d'adresse que ceux de mer ?, Trad. Ricard, Lefèvre Libraire éditeur, 1844, Paris

Pracontal M. de (2012), *les dauphins vont a la pêche*, , Mediapart, samedi-sciences 41, <https://blogs.mediapart.fr/michel-de-pracontal/blog/050512/samedi-sciences41-les-dauphins-vont-la-pêche>

Robineau D., Vely M. (1998), « Les cétacés des côtes de Mauritanie (Afrique du Nord-ouest). Particularités et variations spatio-temporelles de répartition : Rôle des facteurs océanographiques » *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, Société nationale de protection de la nature, pp.123-152

Sargeant B. L. et Al., « Specialization and development of beach hunting, a rare foraging behavior, by wild bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.) », *Can. J. Zool.*, vol. 83, numéro 11, 2005, pp. 1400-1410

Wurtz M., Repetto N. (1999), *Dauphins et baleines*, Grund



OBSERVATIONS ESTIVALES DES GRANDS DAUPHINS (*TURSIOPS TRUNCATUS*) DANS LE BASSIN AZUREEN ENTRE 2011 ET 2022

Emilie DIAMOND-RIQUIER, Nicolas LEBLANC, Justine NGOSSO-MACKY, Timothée REICHLIN



Observations estivales des grands dauphins (*Tursiops truncatus*) dans le bassin azuréen entre 2011 et 2021

Emilie DIAMOND-RIQUIER, Nicolas LEBLANC, Justine NGOSSO MACKY, Timothée REICHLIN

INTRODUCTION

Le grand dauphin, *Tursiops truncatus*, est l'une des espèces de cétacés les plus étudiées au monde et l'une des plus emblématiques.

Cette espèce vit principalement dans les eaux côtières peu profondes (inférieures à 100-200m) ou du plateau continental, bien qu'on la trouve également dans les eaux pélagiques (Wells & Scott, 2009, Gnone et al., 2011). D'ailleurs, Gnone et al. (2005) ont étudié la distribution des échouages de grands dauphins le long de la péninsule italienne sur une période de 18 ans (de 1986 à 2002) et ont trouvé une forte corrélation positive avec l'étendue du plateau continental qui fait face à la ligne de côte, ce qui suggère que les grands dauphins tendent à être plus abondants dans les zones d'eaux peu profondes, à l'intérieur de l'isobathe de 100 mètres. La préférence pour les eaux peu profondes du grand dauphin pourrait être liée aux habitudes alimentaires de l'espèce, qui se nourrit principalement de poissons benthiques et démersaux (Voliani et Volpi, 1999).

Depuis la fin des années 90, des opérateurs de whale watching (observations des cétacés en pleine mer) ont commencé cette activité écotouristique en Méditerranée dans les Alpes-Maritimes (France) en saison estivale. Lors de leurs sorties en mer, de nombreuses données ont été récoltées sur les différents cétacés présents dans le bassin ligurien (espèces, nombre, localisation, comportement...). La majorité des espèces de dauphins vivant en Méditerranée a été observée lors de ces différentes excursions de whale watching : les dauphins bleu-et-blanc principalement, les globicéphales noirs, les dauphins de Risso, les dauphins communs à bec court et les grands dauphins.

Dans cet article, il est question de faire un état des lieux de la présence des grands dauphins, *Tursiops truncatus*, le long des côtes du département du Var et des Alpes-Maritimes sur la période de 2011 à 2021.



OBSERVATIONS

Les données ont été récoltées sur 10 ans, de 2011 à 2021, en se basant sur des observations visuelles de surface. Elles proviennent de trois opérateurs de nage avec les dauphins représentant 4 bateaux : l'ANNETT I, l'ANNETT II, la Cala Rossa Dream et le Moguntia, ainsi qu'un bateau d'observation des cétacés : la Sirène V. Ces observations de grands dauphins se situent dans le bassin azuréen de la mer Méditerranée et plus particulièrement dans les eaux des départements des Alpes-Maritimes et du Var (Figure 1).

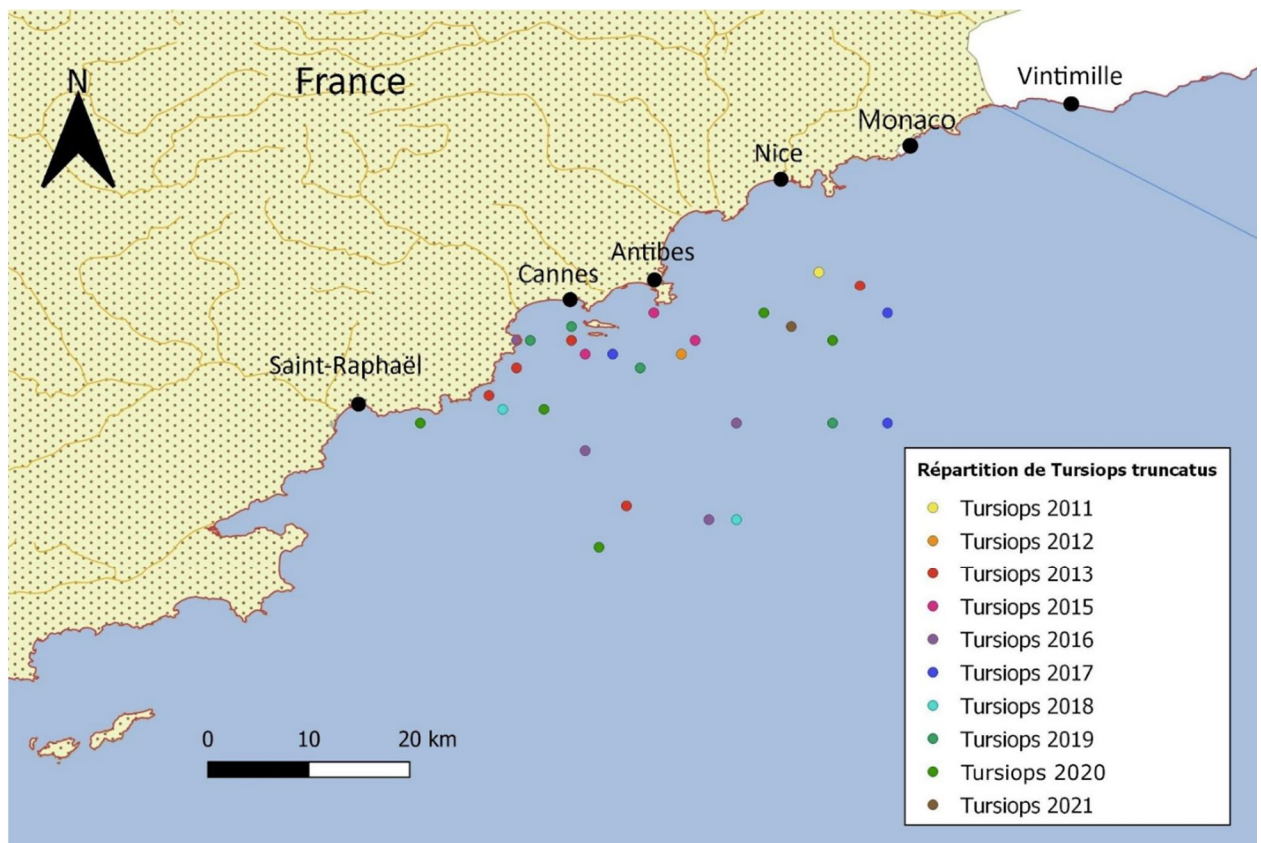


Figure 1 : Observations de Tursiops truncatus dans le bassin azuréen de 2011 à 2021 par les différents opérateurs de whale watching des Alpes-Maritimes.

Cette zone de navigation se trouve au nord-ouest du sanctuaire Pelagos, vaste espace maritime faisant l'objet d'un Accord entre l'Italie, Monaco et la France pour la protection des mammifères marins qui le fréquentent (Figure 2).



Figure 2 : Espace marin couvert par l'Accord Pelagos en bleu clair (www.sanctuaire-pelagos.org).

Les données récoltées proviennent de différentes personnes et organismes sur une longue période. De ce fait, toutes les observations n'ont pas abouti aux mêmes collectes de données (Tableau 1). Des informations météorologiques nous ont été transmises pour certaines observations. Ainsi, la moyenne de la température de l'eau est de 23.6°C, celle de l'air 24.6°C avec majoritairement un temps ensoleillé. En effet, ce type d'activité touristique ne se pratique que dans de bonnes conditions de mer (peu de houle et peu de vent) et essentiellement en période estivale. Il y a eu peu d'excursions via ces opérateurs au printemps et en automne et aucune en hiver.

Malgré la contrainte saisonnière des excursions écotouristiques, 34 rencontres avec les grands dauphins ont eu lieu entre 2011 et 2021. Ces observations révèlent une présence du grand dauphin *Tusiops truncatus* dans les eaux le long de la côte varoise et des Alpes-Maritimes (Figure 1).



Date	Heure	Latitude	Longitude	Nb individus	Date	Heure	Latitude	Longitude	Nb individus
12/08/2011	16:00	Baie de Cannes			14/07/2017	14:30	43°32'N	007°24'E	
17/08/2011		43°35'N	007°19'E		02/08/2017	9:30	43°24'N	007°24'E	
07/08/2012	8:40	43°29'N	007°09'E		13/08/2017	15:50	43°29'N	007°04'E	
04/06/2013	14:50	43°26'N	006°55'E		01/08/2018	12:00	43°25'N	006°56'E	
05/06/2013	17:30	43°30'N	007°01'E		19/08/2018	9:30	43°17'N	007°13'E	
21/06/2013	14:10	43°34'N	007°22'E		13/05/2019		43°46'N	006°54'E	8
03/08/2013	9:00	43°28'N	006°57'E		09/06/2019		43°30'N	006°58'E	4
04/08/2013	15:30	43°18'N	007°05'E		23/06/2019	9:00	43°29'N	007°04'E	
21/07/2015	9:15	43°30'N	007°10'E	50	08/07/2019		43°31'N	007°10'E	12
10/08/2015		43°32'N	007°07'E		19/07/2019	8:30	43°24'N	007°20'E	
29/08/2015	14:00	43°29'N	007°02'E	6	12/09/2019		43°28'N	007°06'E	20
24/06/2016	9:00	43°30'N	006°57'E		27/06/2020	9:00	43°30'N	007°20'E	
12/07/2016	8:35	Baie de Mandelieu			14/06/2020		43°24'N	006°50'E	6
24/08/2016	15:15	43°22'N	007°02'E		30/07/2020		43°32'N	007°15'E	12
25/08/2016	9:10	43°24'N	007°13'E		19/09/2020		43°25'N	006°59'E	4
25/08/2016	14:30	43°17'N	007°11'E		29/09/2020	9:30	43°15'N	007°03'E	
27/08/2016	9:00	Pointe de l'aiguille			19/07/2021		43°31'N	007°17'E	20

Tableau 1 : Ensemble des données d'observations estivales de *Tursiops truncatus* collectées entre 2011 et 2021.

Entre Saint Raphaël et Antibes, la majorité des observations (~85%) étaient côtières mais certaines se sont faites au large (~15%). Entre Antibes et Vintimille, là où le plateau continental est plus restreint, les observations ont été exclusivement hauturières.



Lorsque le nombre d'individus était disponible, il a été révélé que les grands dauphins ont été observés en petit groupe : moins d'une dizaine en règle générale (50% des observations avec décomptes) et jusqu'à une cinquantaine. De plus, ces face à face ont lieu tous les ans, hormis pour l'année 2014 où aucun grand dauphin n'a été repéré dans le secteur par les différents opérateurs en mer.

DISCUSSION

L'ensemble du plateau continental méditerranéen français est fréquenté par les *Tursiops truncatus* tout au long de l'année. Le taux de rencontre est plus élevé en hiver qu'en été et une migration saisonnière est suggérée entre les eaux du large en hiver et les eaux côtières en été, notamment dans le Golfe du Lion et en Corse (également des déplacements vers l'est ou vers l'ouest) selon Labach et al. (2022).

Les données récoltées ici, lors des observations écotouristiques de 2011 à 2021, concordent avec cette répartition plus côtière en été et un faible taux de rencontre par rapport au nombre de sorties totales en mer. Nous ne pouvons par contre pas comparer les saisons en l'absence d'excursions en hiver.

Nous pourrions supposer qu'il existe un groupe de grands dauphins résidant en période estivale dans une zone longeant les côtes varoises et des Alpes-Maritimes mais nous ne disposons pas de photographies pour identifier les individus et ainsi confirmer cette hypothèse. Cette région semble être à minima une zone d'habitat saisonnière disponible pour les *Tursiops truncatus*.

Une densité plus importante des grands dauphins dans la partie est de la zone Pelagos caractérisée par un large plateau continental et des eaux peu profondes ainsi que le long de la partie nord-ouest de la côte corse s'oppose à une très faible présence de ces derniers dans la partie nord et nord-ouest peut-être dû au rétrécissement du plateau continental et aux fortes activités humaines telles que le trafic maritime dans ce secteur (Gnone et al., 2011).

Entre Saint Raphaël et Antibes, plus des deux tiers des observations de *Tursiops truncatus* se trouvaient sur ou près du plateau continental. Entre Antibes et Vintimille, là où il est plus restreint, les observations ont été faites exclusivement hors plateau continental. Cette différence de répartition rejoint Rossi et al. (2017) qui observent également une faible présence de l'espèce en présence de trafic maritime chevauché à un faible plateau continental (Italie ici). La présence du grand dauphin est alors observée au large avec des habitats favorables où l'impact anthropique est diminué.

Avec ces observations, nous avons pu voir que ce type de données d'opportunité récoltées lors d'excursions écotouristiques concordent avec les différentes observations scientifiques dans le sanctuaire Pelagos, avec un bémol tout de même sur le manque de données hivernales. Une veille supplémentaire hors saison touristique permettrait de



compléter ces jeux de données ainsi qu'une homogénéisation des données et métadonnées récoltées par les différents opérateurs à la mer.



BIBLIOGRAPHIE

Gnone G., Bellingeri M., Dhermain F., Dupraz F., Nuti S., Bedocchi D., Moulins A., Rosso M., Alessi J., McCrea RS., Azzellino A., Airoidi S., Fortunato N., Laran S., David L., Di Meglio N., Bonelli P., Montesi G., Trucchi R., Fossa F., Wurtz M. (2011). Distribution, abundance and movements of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Pelagos Sanctuary MPA (NorthWest Mediterranean Sea). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 21:372–388. DOI:10.1002/aqc.1191.

Gnone G., Caltavuturo G., Tomasini A., Zavatta V., Nobili A. (2005). Analysis of the presence of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) along the Italian peninsula in relation to the bathymetry of the coastal band. *Atti Società Italiana di Scienze Naturali Museo civico di Storia Naturale di Milano*, 146, 39-48.

Labach H., Azzinari C., Barbier M., Cesarini C., Daniel B., David L., Dhermain F., Di-Méglio N., Guichard B., Jourdan J., Lauret V., Robert N., Roul M., Tomasi N., Gimenez O. (2022). Distribution and abundance of common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) over the French Mediterranean continental shelf. *Marine Mammal Science*, 38(1), 212– 222. <https://doi.org/10.1111/mms.12874>.

Rossi A., Scordamaglia E., Bellingeri M., Gnone G., Nuti S., Salvioli F., Manfredi P., Santangelo G. (2017) Demography of the bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Mammalia: Delphinidae) in the Eastern Ligurian Sea (NW Mediterranean): quantification of female reproductive parameters, *The European Zoological Journal*, 84:1, 294-302, DOI: [10.1080/24750263.2017.1334839](https://doi.org/10.1080/24750263.2017.1334839)

Voliani A., Volpi C. (1990). Stomach content analysis of a stranded specimen of *Tursiops truncatus*. *Rapport du Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée* 32.

Wells RS., Scott MD. (2009). Common bottlenose dolphin – *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821). In: Perrin WF., Würsig B., Thewissen GM., editors. *Encyclopedia of marine mammals*. 2nd ed. Amsterdam: Academic Press. pp. 249–255.