



HAL
open science

L'apprentissage chez les orques (*Orcinus orca*) en captivité

Delphine Sarran

► **To cite this version:**

Delphine Sarran. L'apprentissage chez les orques (*Orcinus orca*) en captivité. Médecine vétérinaire et santé animale. 2002. dumas-04655414

HAL Id: dumas-04655414

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04655414>

Submitted on 22 Jul 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L' APPRENTISSAGE CHEZ LES ORQUES (*Orcinus orca*) EN CAPTIVITE

THESE
Pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement en 2002
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Delphine SARRAN

Née le 7 novembre 1977 à Pau (Pyrénées Atlantiques)

Directeur de thèse : **M. le Professeur Yves Lignereux**

JURY

PRESIDENT :

M. Jean Louis Fonvieille

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEUR :

M. Yves Lignereux

M. Jacques Ducos-de-Lahitte

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITE :

M. Jonathan Kershaw

Responsable animalier du Marineland d'Antibes

L' APPRENTISSAGE CHEZ LES ORQUES (*Orcinus orca*) EN CAPTIVITE

THESE
Pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement en 2002
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Delphine SARRAN

Née le 7 novembre 1977 à Pau (Pyrénées Atlantiques)

Directeur de thèse : M. le Professeur Yves Lignereux

JURY

PRESIDENT :

M. Jean Louis Fonvieille

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEUR :

M. Yves Lignereux

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

M. Jacques Ducos-de-Lahitte

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITE :

M. Jonathan Kershaw

Responsable animalier du Marineland d'Antibes

Ministère de l'Agriculture et de la Pêche
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

Directeur par Intérim : **M. G. BONNES**
Directeurs honoraires : **M. R. FLORIO**
M. R. LAUTIE
M. J. FERNEY
M. G. VAN HAVERBEKE
Professeurs honoraires : **M. A. BRIZARD**
M. L. FALIU
M. C. LABIE
M. C. PAVAU
M. F. LESCURE
M. A. RICO

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

M. **CABANIE Paul**, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. **DORCHIES Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. **GUELFY Jean-François**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

PROFESSEURS 1^o CLASSE

M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
M. **BODIN ROZAT DE MANDRES NEGRE Guy**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
M. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **CHANTAL Jean**, *Pathologie infectieuse*
M. **DARRE Roland**, *Productions animales*
M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
M. **EECKHOUTTE Michel**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
M. **MILON Alain**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 2^o CLASSE

Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les Industries agro-alimentaires*
M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
M. **KOLF-CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
M. **MARTINEAU Guy**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*
M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEUR ASSOCIE

M. **TAMZALI Youssef**, *Clinique équine.*

PROFESSEUR CERTIFIE DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

M. JOUGLAR Jean-Yves, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

MAITRES DE CONFERENCES 1° CLASSE

M. ASIMUS Erik, *Pathologie chirurgicale*
Mme BENNIS-BRET Lydie, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. BERGONIER Dominique, *Pathologie de la Reproduction*
M. BERTAGNOLI Stéphane, *Pathologie infectieuse*
Mme BOUCRAUT-BARALON Corine, *Pathologie infectieuse*
Mme BOURGES-ABELLA Nathalie, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. BOUSQUET-MELOU Alain, *Physiologie et Thérapeutique*
M. BRUGERE Hubert, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
M. CONCORDET Didier, *Mathématiques, Statistique, Modélisation*
Mlle DIQUELOU Armelle, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. DUCOS Alain, *Zootecnie*
M. DOSSIN Olivier, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
Mlle GAYRARD Véronique, *Physiologie de la Réproduction, Endocrinologie*
M. GUERRE Philippe, *Pharmacie et Toxicologie*
M. LYAZRHI Faouzi, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. MATHON Didier, *Pathologie chirurgicale*
Mme MESSUD-PETIT Frédérique, *Pathologie infectieuse*
Mme PRIYENKO Nathalie, *Alimentation*
M. SANS Pierre, *Productions animales*
M. VALARCHER Jean-François, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

MAITRES DE CONFERENCES 2° CLASSE

M. BAILLY Jean-Denis, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mlle BOULLIER Séverine, *Immunologie générale et médicale*
Mlle CAMUS Christelle, *Biologie cellulaire et moléculaire*
M. FOUCRAS Gilles, *Pathologie du Bétail*
Mme HAGEN-PICARD Nicole, *Pathologie de la Reproduction*
Mlle HAY Magali, *Productions animales, éthologie*
M. JACQUIET Philippe, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. JAEG Jean-Philippe, *Pharmacie et Toxicologie*
M. MAREDA Marc, *Pathologie de la Reproduction*
M. MEYER Gilles, *Pathologie des ruminants.*
Mme LETRON-RAYMOND Isabelle, *Anatomie pathologique*
Mlle TRUMEL Catherine, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*
M. VERWAERDE Patrick, *Anesthésie, Réanimation*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

M. GUERIN Jean-Luc, *Productions animales*
M. MOGICATO Giovanni, *Anatomie, Imagerie médicale*
Mlle MEYNADIER Annabelle, *Alimentation*
Mme MEYNAUD-COLLARD Patricia, *Pathologie Chirurgicale*
M. MONNEREAU Laurent, *Anatomie, Embryologie*

A notre président de thèse,

M. Le Professeur Fonvieille

Professeur des Universités
Zoologie-Parasitologie,

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre thèse,
Hommage respectueux.

A notre jury de thèse,

M. le Professeur Lignereux

De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Anatomie,

Pour m'avoir aidée à réaliser un rêve, celui de travailler au contact des mammifères marins,
Pour tous les moments qu'il m'a consacré malgré un emploi du temps chargé,
Pour avoir accepté la direction de cette thèse,
Remerciements tout particuliers.

M. le Professeur Ducos-de-Lahitte

De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
Parasitologie et Maladies Parasitaires,

Qui nous a fait l'honneur de s'intéresser à notre travail,
Sincères remerciements.

Au membre invité,

M. Jonathan Kershaw

Du Marineland d'Antibes

Pour avoir encadré notre travail,
Sincères remerciements.

*A Paul E. Nachtigall,
Directeur du Marine Mammal Research Program
Directeur par intérim de l'Hawaii Institute of Marine Biology
Pour son accueil chaleureux, son extrême gentillesse et son soutien.
Thank you Mr Nachtigall !*

*A Jon Kershaw,
Pour m'avoir acceptée au Marineland d'Antibes.*

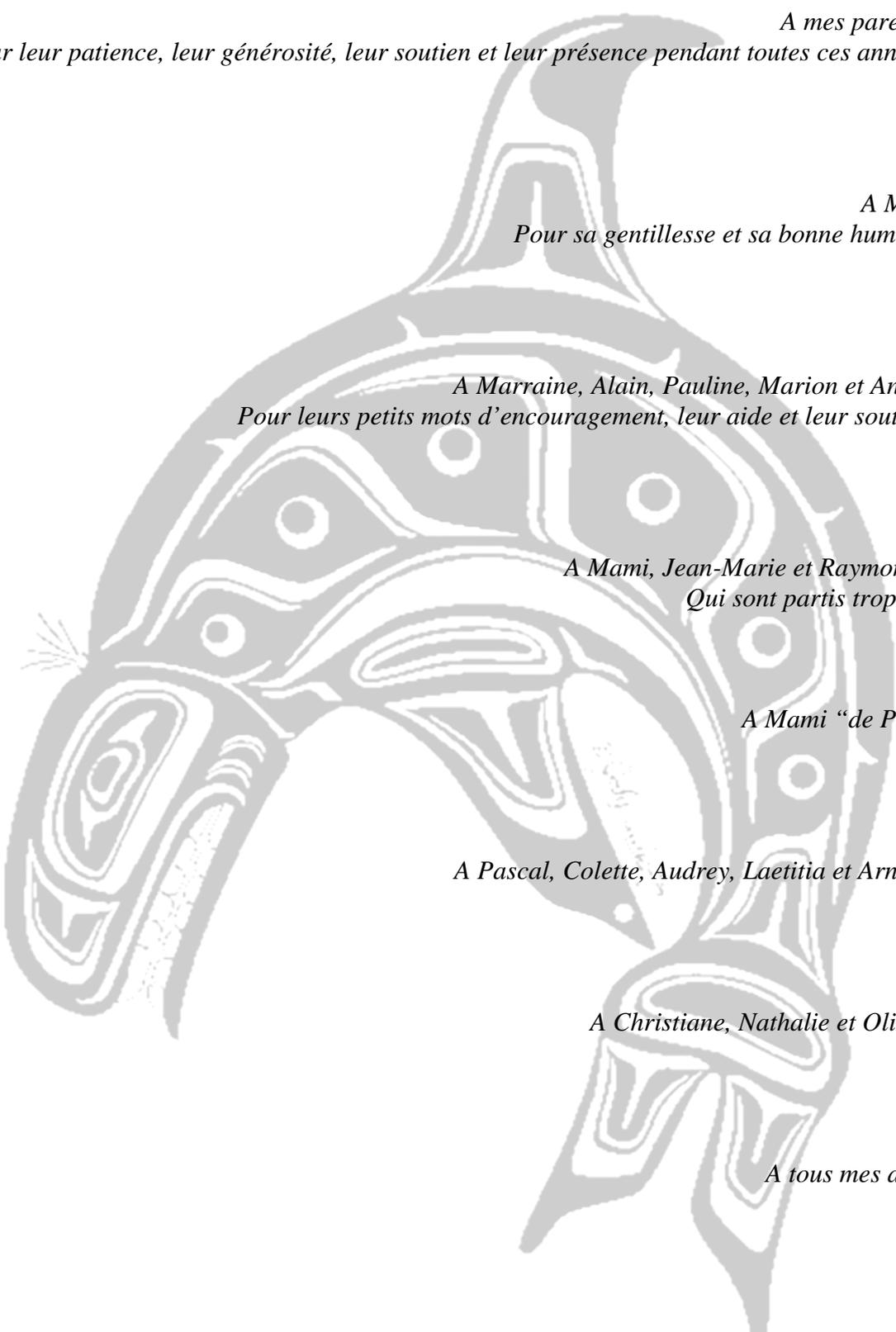
*A tous les "soigneurs orques" du Marineland d'Antibes,
Isabelle, Katia, Lindsay, Alexis, Jean, Martin, Fabien, Christophe, Grégory, Duncan et John,
Pour leur accueil et leur gentillesse, leur dynamisme,
Pour tout ce qu'ils m'ont appris.*

*A Cécile Gaspar,
Docteur vétérinaire et Directrice de Dolphin Quest French Polynesia,
Pour m'avoir ouvert les portes de la médecine appliquée aux mammifères marins.*

*A la clinique vétérinaire de Nay,
A Joel Valognes, Jacques De L'église, Jean-François Forgue, Pierre-Yves Lacampagne et
Didier Lepoutre.*

*A Gaston Bonnecaze,
Pour sa grande disponibilité.*

*A Messieurs Bousset et Girard,
Du Cours Pascal de Lyon,
Pour avoir cru à mon intégration.*



*A mes parents,
Pour leur patience, leur générosité, leur soutien et leur présence pendant toutes ces années.*

*A Max,
Pour sa gentillesse et sa bonne humeur.*

*A Marraine, Alain, Pauline, Marion et Anaïs,
Pour leurs petits mots d'encouragement, leur aide et leur soutien.*

*A Mami, Jean-Marie et Raymonde,
Qui sont partis trop tôt.*

A Mami "de Pau"

A Pascal, Colette, Audrey, Laetitia et Arnaud

A Christiane, Nathalie et Olivier

A tous mes amis

A tous les animaux qui m'ont tenu compagnie.

SOMMAIRE	11
Introduction	13
Partie I : LES ORQUES : PRESENTATION	16
I. Origine des orques	16
II. Distribution géographique	17
III. Caractéristiques physiques	19
1. Taille	19
2. Morphologie	20
3. Pigmentation	22
4. Anatomie	23
IV. Particularités physiologiques de ce mammifère aquatique	27
1. Structure de la peau	27
2. Adaptations cardiovasculaires	29
3. Adaptations de l'appareil respiratoire	31
V. Organisation sociale des orques	33
1. Structure sociale	34
2. Communication	36
3. Rapports sociaux au sein des groupes	38
VI. L'homme et les orques	47
1. Dans le milieu naturel : du chasseur au touriste	47
2. En captivité	49
Partie II : L' APPRENTISSAGE	51
I. L'apprentissage associatif classique	52
II. L'apprentissage associatif instrumental	57
1. Un peu d'histoire...	57
2. La loi de l'effet régit le règne animal	62
3. Notion de motivation	64
4. Notion de renforcement	66
Partie III : CHEZ LES ORQUES EN CAPTIVITE	76
I. Intérêts de l'apprentissage chez les orques en captivité	77
1. Besoins comportementaux des animaux	77
2. Besoin d'exercice physique	80
3. Manipulation des animaux	80
4. Recherche	84
II. Les soigneurs	85
1. La formation	85
2. Le profil du soigneur	87
III. Les méthodes d'apprentissage	89
1. Gagner la confiance de l'animal	89
2. Façonner le comportement recherché	90
3. Maintenir le comportement appris	98
4. Eviter ou éliminer les comportements non désirés	101
IV. Orques de Marineland et apprentissage du « travail dans l'eau »	115
1. Une grande famille noire et blanche...	115
2. Dans un bassin gigantesque...	116
3. Le troisième projet de Marineland	118
Conclusion	123

Introduction

Un homme du Peuple des Phoques

Sculptait des épaulards

Dans du bois de sapin

Et il les priaït de nager,

Et ils flottaient le ventre en l'air

Rejetés sur la plage

Il utilisait du bois de genévrier jaune

Et dessinait des lignes blanches

Reliant les coins de la bouche à l'arrière de la tête...

Fascinant l'humanité comme peu d'animaux ont pu le faire, le « Peuple de l'Épaulard » rassemble des créatures qui sont parmi les plus puissantes de l'océan. De nombreuses légendes racontent comment les Ancêtres revêtaient la peau des Épaulards pour pénétrer dans le royaume des esprits, où le « Peuple de l'Épaulard » et les humains se rencontraient pour communiquer et festoyer.

Fidèle à la tradition des Haïdas, l'homme est toujours attiré par l'orque (*Orcinus orca*) et tenté de pénétrer le mystère de cet animal, qu'il soit dans son milieu naturel ou captif. Conforté dans cette idée par l'intérêt que lui semble lui porter ce géant des mers, l'homme rêve de pouvoir, un jour, communiquer avec lui.

Nous nous intéresserons ainsi aux rapports que l'homme établit, entretient et développe avec l'orque en milieu artificiel, lors des séances quotidiennes d'apprentissage.

Nous montrerons que chez ces mammifères remarquablement adaptés au milieu marin, les transferts d'information et les apprentissages de diverses techniques efficaces (de chasse notamment) sont les piliers de la cohésion du groupe.

Nous rappellerons dans un deuxième temps les deux modes principaux d'apprentissage chez les animaux évolués, les apprentissages associatifs conditionnel et instrumental.

Enfin la dernière partie développera, dans le monde de la captivité, les buts et les modalités de l'apprentissage que l'homme propose à l'orque.



Il y a longtemps, sur des terres que nous appelons aujourd'hui Alaska, Natsihlane, un indien Tlingit, partit chasser en compagnie de ses beaux-frères. Ces derniers, excepté le plus jeune, étaient jaloux de Natsihlane et décidèrent de l'abandonner sur une île éloignée.

Natsihlane, très triste, se demandait s'il reverrait sa femme un jour. Mais une nuit, une mouette se présenta à lui : elle le conduisit au royaume des lions de mer.

Leur chef installa Natsihlane dans un estomac d'otarie rempli d'air et lui ordonna de penser très fort à la petite plage près de son village. Natsihlane se réveilla sur cette petite plage et commença à échafauder sa revanche.

Il rassembla différentes pièces de bois et commença à dessiner un poisson noir. Il se servit de cèdre rouge, puis d'épicéa, les peignit de différentes couleurs... mais rien à faire... ni les cris, ni les chants ne lui donnaient vie...

Finalement il décida de sculpter du cèdre jaune... et en fit huit poissons noirs. Il peignit sur chacun d'eux une bande blanche sur la tête et un cercle blanc sur la nageoire dorsale. Et il se remit à chanter, toutes les chansons qu'il connaissait... leur demandant de vivre. Les poissons noirs commencèrent à bouger, à nager et bientôt la baie était blanche d'écume.

Quelques jours plus tard Natsihlane aperçut le canoë de ses beaux-frères au large. Il ordonna aux poissons noirs de les détruire et de sauver le plus jeune. Les poissons noirs encerclèrent le canoë... les hommes disparurent dans leur embarcation tandis que deux poissons noirs ramenaient le plus jeune à terre.

Natsihlane rappela les poissons noirs et leur dit :

« Lorsque je vous ai fabriqués, je ne voulais pas faire de vous des meurtriers... seulement pour me venger de mes beaux-frères. Dorénavant, vous ne ferez plus de mal aux humains mais vous les aiderez s'ils sont en difficulté. Maintenant allez-vous-en ».

Les premières orques étaient nées.

Ancien conte Tlingit.

Les orques, les plus grands Delphinidés, ces prédateurs géants animent les plus anciennes légendes.

Chez les amérindiens Nootka de l'île de Vancouver (Colombie Britannique), l'orque fait partie des animaux mythiques ; elle figure sur les totems et à l'entrée des demeures traditionnelles. Issue de Wasgo, le loup blanc de la forêt, elle s'inscrit dans des croyances et des rituels où cétacés et chasseurs sont plus complices qu'ennemis. Vénéré en tant que grand chasseur par les Nootka, le loup a souvent été associé au pouvoir spécifique qu'un homme doit acquérir pour devenir un chasseur efficace. Le loup blanc doté de pouvoirs surnaturels se transforma en orque.

C'est pourquoi, depuis ce temps, les épaulards sont tachés de blanc et se déplacent en groupes, comme les loups. Ce genre de relation chasseur /proie implique un grand respect de l'animal admiré pour sa force et son courage.

I. ORQUES : PRESENTATION

I.1. Origine des orques

Un... Deux... Non... Il y a soixante millions d'années, nous sommes au début de l'ère tertiaire. Les dinosaures ont disparu, laissant la place aux mammifères. Il y a environ 55 millions d'années le climat s'assèche, les proies deviennent rares et les prédateurs les plus doués pour la nage s'aventurent en mer.

Et entre l'Eurasie et l'Afrique s'ouvre une immense mer peu profonde (les restes actuels en sont la Méditerranée et le golfe Arabo-Persique)... Cette mer est la Téthys, où nagent les ancêtres des dauphins et des baleines, les Archéocètes (du grec « archaios = ancien » et « ketos = gros poisson »).

Ces animaux aquatiques ont un corps allongé, ils atteignent 21 m. Peu à peu leur cou se raccourcit, leurs membres pelviens régressent, leurs mains s'élargissent en battoirs, leur queue s'aplatit et bat dans un plan vertical, leurs narines migrent vers le sommet du crâne et deviennent des évents, leurs oreilles s'adaptent à l'audition en plongée.

Au Miocène inférieur (il y a 25 millions d'années) l'ordre se divise en Odontocètes (Cétacés à dents : les dauphins) et Mysticètes (Cétacés à fanons : les baleines). Les premiers Odontocètes authentiques s'éteignent au Miocène inférieur voici 20 millions d'années, mais leur lignée se perpétue dans une autre famille, celle des Squalodontidés. Ces derniers, dont le nom signifie « dents de squal » sont puissants et rapides. Leur mode de vie s'apparente à celui des orques actuels : nomadisme et prédation. Ils hantent les mers pendant la première moitié du Miocène, il y a 20 millions d'années. Leurs héritiers sont les Rhabdostéidés ou Eurhinodelphidés, les Squalodelphidés, et les Kentriodontidés.

Ces derniers prospèrent jusqu'au Pliocène (il y a moins de 5 millions d'années).

Ils engendrent quatre nouvelles familles :

- Les Albiréonidés : éteints
- les Monodontidés : narvals, bélougas...
- les Phocoénidés : marsouins...
- les Delphinidés : dauphins, orques...

La famille des Delphinidés compte 17 genres pour 32 espèces. Et le plus grand des dauphins, le plus imposant, le plus puissant n'est autre que l'orque, unique représentante, hautement variable et cosmopolite, du genre *Orcinus*. Cependant, avec l'accumulation des données

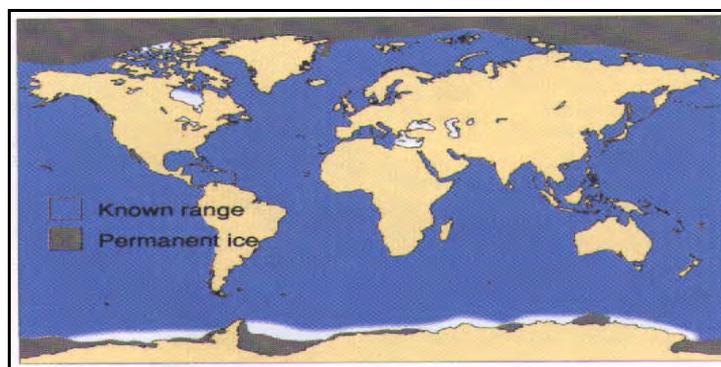
scientifiques (morphologiques, comportementales, génétiques) concernant les orques à travers le monde, les scientifiques commencent à suspecter la plurispécificité du genre *Orcinus* ; il apparaît en effet qu'il existe des populations génétiquement distinctes (Hoelzl, 1989).

En 1981, Mikhalev et ses collaborateurs proposèrent d'attribuer aux individus des populations côtières de l'Océan Antarctique, plus petits que ceux de l'hémisphère Nord, le statut d'espèce, classée comme *Orcinus nanus*, et baptisée orque naine (proposition rejetée par la Commission Baleinière Internationale par manque d'informations). Plus tard, en 1982, Berzin et Vladimirov décrivent une seconde espèce endémique à l'Antarctique (secteur Océan Indien), *Orcinus glacialis* ou orque glaciale, également naine. *Orcinus nanus* et *Orcinus glacialis* pourraient être une seule et même espèce décrite sous deux dénominations différentes.

Aujourd'hui, il est établi que dans le Pacifique Nord-Est, cohabitent au moins trois types d'orques génétiquement distincts : le type résident, le type nomade et le type hauturier. Ces trois types sont supposés correspondre à des sous espèces distinctes en cours de spéciation, mais dans l'attente de plus amples informations génétiques, ces formes sont considérées comme des races distinctes (Ford *et al.*, 1994).

En 1992, Baird *et al.* ont apporté la preuve génétique que les populations d'orques nomade et résidente du Pacifique Nord-Est se sont reproduites indépendamment les unes des autres.

I.2. Distribution géographique



Ill.1. Zone de distribution (en bleu) des orques dans le monde (M. Cawardine, 1995)

Bien qu'observées dans l'ensemble des océans et mers du monde (Leatherwood et Dalheim, 1978) les orques sont plus abondantes dans les eaux froides, souvent plus productives, des deux hémisphères. L'espèce est généralement observée à moins de 800 km des principaux continents (Mitchell, 1975 ; Dalheim, 1981).

Localement, les orques peuvent être observées saisonnièrement ou tout au long de l'année (Dalheim, 1981). Ainsi en Colombie Britannique les groupes d'orques « résidents » présentent une extension saisonnière de leurs déplacements vraisemblablement liée à la dispersion de leurs proies (Balcomb, 1982 , Heimlich- Boran, 1988 , Guinet, 1990).

Dans l'Atlantique Nord, les orques sont régulièrement observées le long des côtes du Groënland (Heide-Jorgensen , 1988), d'Islande (Sigurjonsson et Leatherwood, 1988), de la mer de Barentz (Tomilin, 1957), de Norvège (Jonsgard et Lyshoel, 1970 , Christensen, 1981), des îles Féroé (Bloch et Lockyer, 1988), de Grande Bretagne (Evans, 1988), et le long de celles d'Europe occidentale et d'Afrique (Hammond et Lockyer, 1988). Elles sont aussi observées dans la partie Nord-Ouest de l'Atlantique (Mitchell et Reeves, 1988), et de la baie de Fundy à l'Equateur en incluant le golfe du Mexique (Katona *et al.*, 1988).

Les observations d'orques en Méditerranée sont toujours très sporadiques et se limitent à la partie occidentale du bassin (Notarbartolo di Sciara, 1987) .

Dans l'Océan Pacifique, les orques se rencontrent dans la partie Est de la mer de Béring (Braham et Dalheim, 1982), notamment autour des îles Aléoutiennes. De fortes concentrations sont signalées le long des côtes du Nord-Est Pacifique (Bigg, 1982 ; Balcomb *et al.*, 1982 , Leatherwood *et al.*, 1984). Leur présence est régulièrement mentionnée dans les eaux tropicales du Pacifique Est (Dalheim *et al.*, 1982) et autour des îles Galapagos (Robinson *et al.*, 1983). Dans le Nord-Ouest Pacifique, l'espèce est observée le long des côtes de Russie (Tomilin, 1957) et du Japon (Kasuya, 1971).

Dans l'hémisphère Sud, de fortes concentrations sont signalées en Antarctique en bordure de banquise, notamment dans la mer de Ross et la mer de Wedell (Tomilin, 1957 , Brown *et al.*, 1974). Dans l'Océan Indien, les orques sont régulièrement observées autour de l'Archipel Prince- Edward (Condy *et al.*, 1978), de l'Archipel Crozet (Voisin, 1976 ; Guinet et Jouventin, 1990) et des îles St Paul et Amsterdam (Roux, 1986). Les orques sont présentes au sud de l'Amérique méridionale, notamment en Terre de Feu (Goodall, 1978) et en Patagonie (Lopez et Lopez, 1985). On signale également l'espèce en Afrique du Sud (Ross, 1984), Nouvelle Zélande (Baker, 1983) et en Australie.

Les effectifs mondiaux d'orques sont inconnus et seuls quelques décomptes sont localement disponibles. Le long des côtes du Nord-Est Pacifique, 427 orques « résidentes » et

de 137 orques « passagères » ont été photo-identifiées en 1987 (Bigg *et al.*, 1987, Ellis *et al.*, 1987). En Norvège, la population est estimée à un millier d'individus (Christensen, 1988). En Islande elle était au minimum de 143 en 1986 (Sigurjonsson *et al.*, 1988). En Patagonie, la Péninsule Valdès serait fréquentée par une trentaine d'orques (Lopez et Lopez, 1985) et 72 orques au minimum fréquentent l'archipel Crozet (Guinet et Jouventin, 1990). On estime la population en Antarctique à plus de 200 000, cette partie du monde abrite les plus fortes populations : 906 orques ont ainsi été capturées pendant la seule saison de pêche 1979-1980 par la flotte baleinière soviétique (Berzin et Vladimirov, 1983).

Il est important de remarquer que les effectifs des populations d'orques ne sont jamais très élevés (caractéristique commune aux super-prédateurs), et cela même dans des régions réputées pour leurs fortes concentrations.

La population mondiale d'orques est inconnue.

On est sûr d'une chose cependant : ce n'est pas une espèce en danger.

I.3. Caractéristiques physiques

I.3.1. La taille

Les mâles mesurent en moyenne 6,7 à 8,2 m pour une masse de 3600 à 5400 kg.

Les femelles mesurent en moyenne 5,2 à 7,3 m pour une masse de 1300 à 3600 kg.

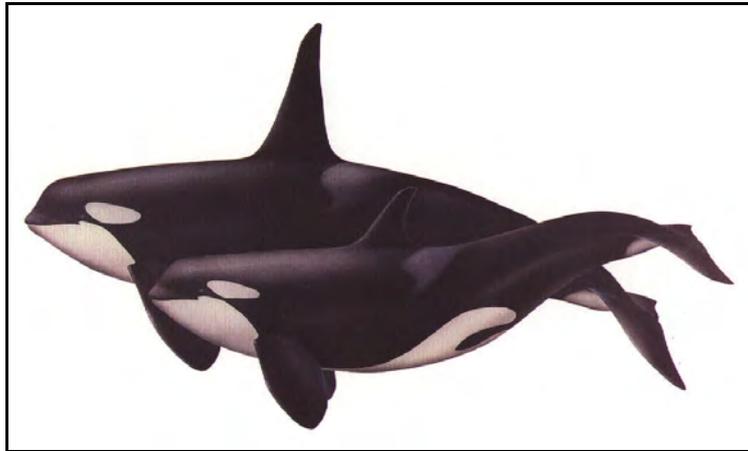
Le mâle le plus imposant observé mesurait 9,75 m et pesait 9524 kg. La femelle la plus grande mesurait 8,5 m et pesait 6803 kg.

Lorsque l'orque mâle atteint l'âge adulte, elle se dote des caractéristiques morphologiques des mâles : elle gagne du poids et ses nageoires (dorsale, pectorales, caudale) grandissent. Elles sont proportionnellement plus imposantes que celles des femelles.

En moyenne une orque mâle pèse 700 kg/m contre 500 kg/m pour une femelle.

Des formes naines et des formes géantes ont été observées en Antarctique.

I.3.2. Morphologie



Ill.2. Orque femelle (au premier plan) et Orque mâle (au second plan) (M. Wurtz, Musée océanographique de Monaco)

Le corps a un profil fusiforme, allongé.

La tête est petite, symétrique, avec un museau large et sans rostre.

L'évent se trouve sur le dessus de la tête, l'œil au dessus de la commissure labiale.

Les nageoires :

- Pectorales : anatomiquement elles sont formées par le membre thoracique modifié. Elles sont paires, arrondies, en raquette.

Elles lui servent à se diriger et à s'arrêter ou à freiner le mouvement. Elles sont plus grandes chez les mâles que chez les femelles et peuvent dépasser 1,98 m de long pour 1,22 m de large.

- Caudale : c'est la queue (vertèbres coccygiennes) et elle est orientée horizontalement. Véritable « moteur » lorsqu'elle se meut dans un axe vertical, elle propulse l'animal. Ce sont les muscles longitudinaux du dos (au dessus et en dessous de la colonne vertébrale) et le pédoncule caudal qui assurent le mouvement.

La caudale est formée d'un tissu dense, fibreux, très résistant. En coupe, sur chaque face, la nageoire caudale montre trois couches superposées sous l'épiderme :

-le lard, peu épais et très fibreux (fibres entrelacées)

-la couche de fibres transversales qui s'insèrent sur la couche fibreuse entourant les dernières vertèbres caudales et atteignent le bord latéral de la nageoire.

-la couche de fibres longitudinales, perpendiculaire aux précédentes, qui vont du bord cranio-latéral au bord postérieur ; et d'une zone centrale de fibres dorso-ventrales,

perpendiculaires aux deux faces de la queue, elle constitue la partie la plus importante ; entre les fibres sont des cellules adipeuses.

Les énormes tendons des muscles moteurs de la queue (muscles fléchisseurs, fléchisseurs latéraux, extenseurs) se dissocient en une infinité de petits faisceaux tendineux qui se perdent dans le tissu fibreux ambiant. La queue, avec son axe osseux et son système de fibres forme ainsi un tout extrêmement résistant. Grâce au grand épanouissement des tendons, les efforts musculaires, même les plus violents, ne risquent pas de rompre les axes osseux.

Chez certains sujets la caudale peut atteindre 2,40 m de large.

- Dorsale : c'est la « quille » de l'orque, elle lui permet de s'équilibrer. Entièrement constituée de tissus conjonctifs fibreux et adipeux, elle ne comprend aucune structure osseuse ou cartilagineuse. Elle constitue en fait un repli de la peau et du tissu sous cutané se soulevant le long de la ligne médio-dorsale. Sous ses deux faces, elle est renforcée par une couche de fortes fibres conjonctives allant de sa base à son bord libre et formant des sortes de ligaments plus ou moins ramifiés. L'espace laissé libre entre ces deux couches ligamentaires est comblé par un tissu conjonctif mou, riche en fibres dirigées perpendiculairement aux deux faces, et en cellules adipeuses. Ni formation cartilagineuse ou osseuse, ni muscles n'entrent dans la structure de cette nageoire. L'absence de tout support rigide peut conduire à un affaissement de la nageoire dorsale, surtout chez les mâles adultes chez lesquels elle est particulièrement développée, pouvant atteindre 1,80 m de hauteur.

De forme triangulaire, à sommet pointu ou arrondi, souvent à bord postérieur ondulé, elle est parfois incurvée vers l'avant chez les vieux mâles. Le rapport hauteur / largeur est supérieur à 1,4 chez les mâles.

Celle des femelles adultes et des mâles immatures est falciforme et beaucoup plus courte (0,9 m à 1,2 m).

La nageoire dorsale permet aux chercheurs une photo-identification répétée et un suivi à long terme des individus. Les nageoires dorsales courbées que l'on observe souvent en delphinarium intriguent beaucoup (cf. celle de Kim, à Marineland), mais elles ont été également observées, quoique moins fréquemment, chez les orques sauvages.

En ce qui concerne la cause de ce phénomène, plusieurs théories ont été avancées, mais aucune n'a été vérifiée faute d'étude à ce sujet. Il est probable que ce soit le résultat de plusieurs facteurs combinés, parmi lesquels :

- le mode de nage,
- les durées prolongées en surface (la dorsale subit en surface plus les effets de la pesanteur qu'en immersion),
- la flexibilité accrue du tissu conjonctif (notamment des fibres de collagène) avec la chaleur,
- le comportement individuel,
- et si l'épaisseur de la base de la nageoire dorsale varie intra-spécifiquement, il pourrait exister une prédisposition génétique à l'affaissement de cette nageoire exprimée par une faible épaisseur de sa base (Hoyt, 1984).

23,3% des orques mâles de Nouvelle Zélande ont une dorsale recourbée, contre 4,7% en Colombie Britannique et 0,57% en Norvège.

® Supposition générale : faiblesse structurelle, perte de rigidité ou repliement total à la base.

® Supposition individuelle : agression par un congénère, blessure ou stress (mais manque d'information sur ces orques là avant l'attaque supposée), défaut de naissance ou blessure, traces d'étranglement dans les filets...

I.3.3. Pigmentation

L'orque se distingue par une robe « pie » caractéristique. Globalement, la peau est noire, brillante sur le dos, les flancs et la face ventrale sont blancs, se terminant caudalement par un trident.



Ill.3. La pigmentation caractéristique de l'Orque (<http://baleines.etc.free.fr/fiches/fsorques.htm>)

Il faut noter, en particulier, deux tâches :

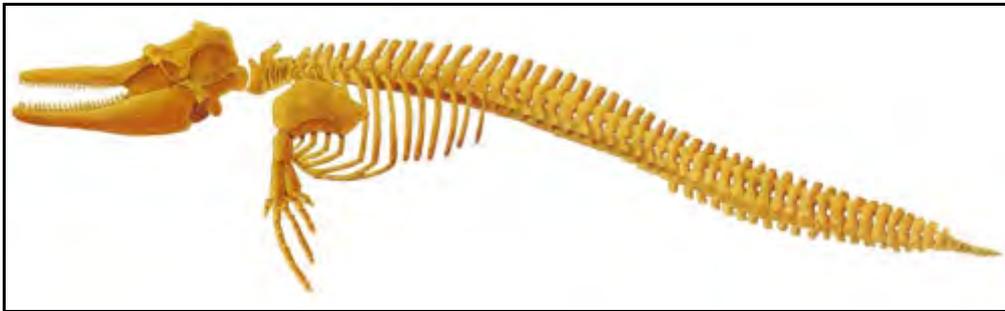
- une tâche blanche oblongue sus et rétro oculaire, constante,
- une tâche en forme de selle, en arrière de la nageoire dorsale, de couleur grise, véritable carte d'identité de chaque animal. Elle est chez certains individus légèrement asymétrique (Evans *et al.*,1982).

Chez les jeunes immatures, les tâches claires ne sont pas d'un blanc franc mais plutôt d'un ton orangé.

Quelques rares cas d'albinisme (74 entre 1923 et 1959) ont été signalés, notamment par Cousteau (1973) et Leatherwood *et al.* (1976). Ces derniers décrivent aussi des individus entièrement noirs (un spécimen aurait été observé en 1941).

La coloration de l'orque contribue au camouflage de l'animal en surface et en plongée. L'alternance de plages noires et blanches brise la silhouette générale de l'animal. En plongée et en surface, la livrée dorsale noire se confond avec la couleur sombre de l'eau, ce qui permet à l'orque une approche au plus près de ses proies et donc un effet de surprise en sa faveur . Il n'est pas rare de voir une orque cicatrifier blanc sur l'épiderme noir et vice versa.

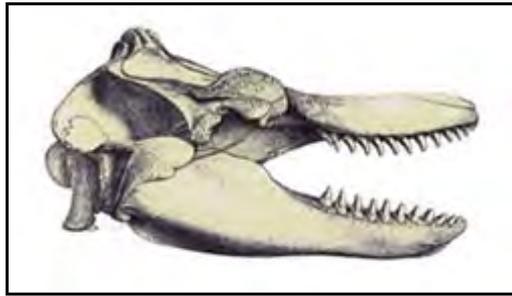
I.3.4. Anatomie



Ill.4. Squelette d'*Orcinus orca* (www.aarluk.com)

- Crâne

Par rapport au modèle mammalien et comme chez tous les Cétacés, on observe un télescopage des structures de la boîte crânienne : le crâne est haut, large et court; ce raccourcissement est dû non tant à la réduction rostro-caudale des os (pariétal exclus), mais plutôt au glissement des os les uns sur les autres. Cela aboutit à un étirement de la région pré-orbitaire et à une compression de la région post-orbitaire.



III.5. Crâne d'*Orcinus orca* (www.aarluk.com)

Maxillaire, os incisif et vomer subissent un allongement rostro-caudal considérable, et recouvrent les frontaux.

L'embryon, même âgé, possède un crâne construit comme celui d'un mammifère euthérien terrestre, le télescopage se produit tardivement sous l'effet d'une croissance inégale des divers os.

Les cavités nasales demeurent en situation caudale, près du crâne.

En rapport avec l'atrophie du sens olfactif, on constate la réduction de l'ethmoïde, les lames papyracées disparaissent, la lame criblée perd ses perforations nerveuses et devient une lame osseuse solide formant la paroi rostrale de la boîte crânienne.

L'espace libéré en avant du crâne est occupé par le melon qui repose sur le maxillaire et l'os incisif.

Les deux mandibules sont à peu près rectilignes, comprimées transversalement et soudées pour ne former qu'un seul os. Chaque demi-mâchoire porte 10 à 14 dents coniques (40 à 58 dents au total). Chacune a un diamètre de 2,5 cm et une hauteur totale de 7,6 cm, elles sont toutes semblables : les orques (Odontocètes) sont des homéodontes et des haplodontes (dents simples monophysaires, coniques, uniradiculées).

Ils sont également monophyodontes: leurs dents définitives font éruption au bout de quelques mois, il n'y a pas de dents déciduales.

Elles apparaissent, après usure, comprimées dans le sens transversal. Lorsque la bouche est fermée, les dents de la mâchoire inférieure sont parfaitement intercalées entre celles de la mâchoire supérieure. L'abrasion excessive des dents entraîne des abcès de la pulpe et des périodontites (Malkin et Leatherwod, 1986).

Le dépôt périodique d'une couche de dentine permet, à partir du moment où l'on connaît la période de dépôt, de déterminer avec précision l'âge d'un odontocète. Malheureusement cette période est inconnue chez l'orque.

- Squelette axial

La colonne vertébrale comporte typiquement 7 vertèbres cervicales, les 3 ou 4 premières étant soudées. La dent de l'axis est courte, mousse et les surfaces articulaires entre atlas et axis sont aplaties ainsi que les deux condyles occipitaux qui entrent dans l'atlas.

La formule vertébrale est variable ; on retiendra donc, en général :

7C+(11-12)Th+(9-13)L+(19-25)Cd...en tout de 46 à 54 vertèbres.

Les processus articulaires sont très réduits. L'union des vertèbres est assurée par les disques intervertébraux, ce qui confère une grande élasticité à la colonne vertébrale.

Le sacrum n'existe plus, les vertèbres sacrées sont mobiles et quasiment identiques aux lombaires ou aux caudales, c'est la formation d'une "queue" à fonction locomotrice. Les vertèbres caudales ne sont alors plus atrophiées comme chez les autres mammifères, elles ont acquis un corps vertébral puissant et des processus transverses et épineux forts et aplatis greffés sur l'arc vertébral ; on remarque aussi la présence d'un arc hémal ventral. Les processus articulaires sont orientés sagittalement, autorisant des mouvements essentiellement verticaux du tronc.

La formation de la nageoire caudale a aussi amené quelques modifications des vertèbres thoraciques et sacrées, lesquelles ont augmenté de taille et donnent insertion à divers muscles caudaux puissants.

Du fait de la disparition du bassin et des membres pelviens, la courbe de la colonne est régulière du crâne à la queue.

- Thorax

On compte chez l'orque 9 à 13 paires de côtes dont 5 à 6 paires de côtes « vraies » reliées au sternum. Le sternum est formé de 2 à 4 sternèbres qui se soudent avec l'âge.

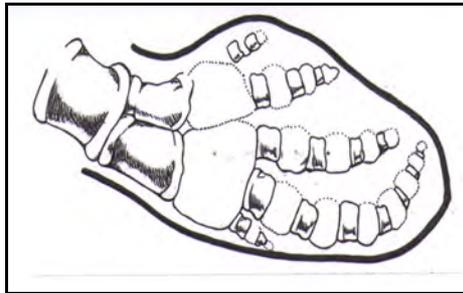
- Squelette appendiculaire

→ le membre thoracique

La ceinture scapulaire, dépourvue de clavicule, est réduite à une très large scapula aplatie en éventail, avec un acromion et un processus coracoïde très développés.

Les nageoires pectorales présentent la même structure typique du membre chirodien des Vertébrés tétrapodes :

- l'humérus est court, robuste
- le radius et l'ulna sont relativement courts, épais, mais non soudés. Ils sont simples (pas de relief, pas de sillon) et sont situés dans un même plan .
- la main forme un ensemble élargi, allongé, constitué d'un massif carpien à 5 os, de 5 métacarpiens ensuite, chacun supportant un doigt. L'hyperphalangie est de règle sur les doigts 2 et 3.



Ill.6. Le squelette de la « main » de l'Orque (www.seaworld.com)

La formule phalangienne est la suivante:

- I 1-2
- II 5-7
- III 3-5
- IV 2-4
- V 1-3

Etant donné l'épais tissu fibreux qui entoure les nageoires , il n'y a pas de possibilité de mouvement entre tous les os du membre. L'articulation la plus mobile est l'articulation scapulo-humérale. La main est en légère supination, son bord antérieur incliné vers le bas et elle est dépourvue de phanères .

→ le membre pelvien est vestigial. Les deux coxaux sont chacun réduits à un os allongé, aplati et légèrement incurvé : l'os pelvien ou abdominal. Ces deux tiges osseuses sont enfouies dans les masses musculaires et sont indépendantes de la colonne vertébrale. S'y insèrent les corps caverneux du pénis et les muscles ischio-caverneux chez le mâle

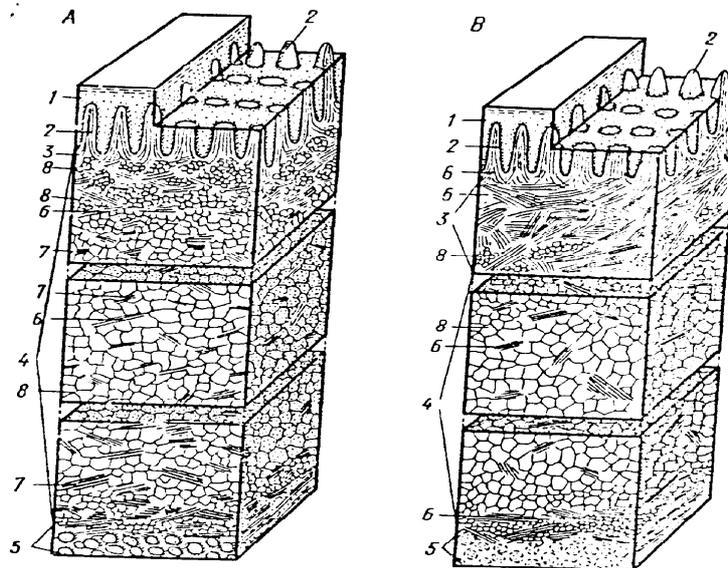
I.4. Physiologie particulière de ce mammifère aquatique

I.4.1. Structure de la peau

L'environnement marin est 800 fois plus dense que l'air, avec 18-25 fois plus d'échanges thermiques et la pression augmente de 1 bar tous les 10 m de profondeur.

Ce sont précisément ces données qui influencent la structure du tégument. La peau des Delphinidés adultes est lisse, tendue, glabre et dépourvue de glandes tégumentaires (exception faite des glandes mammaires en position inguinale) et dépourvue de pores.

Chez le fœtus et le jeune cependant la base du melon est garnie d'une rangée de poils qui disparaîtront rapidement (avant un an chez l'orque).



III.7. Structure du tégument du Rorqual (A) et des Odontocètes en général (B) (V. Sokolov , 1955)

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| 1) Epiderme | 5) Muscles sous-cutanés |
| 2) Papilles dermiques | 6) Fibres de collagène |
| 3) Derme | 7) Fibres élastiques |
| 4) Hypoderme | 8) Cellules adipeuses |

- L'épiderme est un épithélium stratifié, formé de trois couches. Les épidermocytes se renouvellent très vite, en rapport avec une desquamation rapide des cellules kératinisées superficielles. Cette incessante desquamation empêche la fixation d'algues ou de parasites freinant le mouvement.

- Le derme se caractérise chez tous les Cétacés par l'absence de follicules pileux et par la même occasion de glandes sébacées.

De nombreux corpuscules sensoriels se répartissent sur le rostre, les lèvres, le ventre, la région ano-génitale. Les contacts entre individus représentent une partie non négligeable de la communication intra-spécifique chez les Cétacés. Le toucher intervient dans la parade nuptiale, mais aussi lors de la respiration des Cétacés. La périphérie du ou des événements est sensible à la pression et permet au Cétacé d'apprécier la distance qui sépare son événement de la surface.

Par mer calme, les orques commencent à expirer à 10 ou 15 cm de profondeur. Cette technique permet de rester moins longtemps en surface pour respirer.

La peau des mâchoires serait sensible à la pression de l'eau lors de la nage. Les Odontocètes estimeraient leur vitesse en fonction de la pression ressentie à ce niveau.

Dans le derme enfin on note la présence de papilles, richement vascularisées et innervées, qui s'engrènent profondément dans les sillons épidermiques et contribuent ainsi à augmenter la surface de la couche germinative de l'épiderme...couche qui permet la formation d'un épiderme aussi épais.

Les bourrelets dermiques semblent dirigés sur tout le corps de l'animal de façon analogue aux lignes d'écoulement de l'eau autour du Cétacé en mouvement.

- L'hypoderme est la couche la plus riche en graisse, dont la composition et l'épaisseur varient selon les saisons. Il joue un rôle essentiel dans la thermorégulation. Les échanges de chaleur avec l'eau sont 25 fois plus importants que ceux qui s'effectuent avec l'air à la même température. La présence d'un épais tissu adipeux permet de lutter efficacement contre les pertes de chaleur excessives.

L'aileron dorsal et la nageoire caudale, fortement vascularisés, représentent par leur grande taille une grande surface d'échange avec l'eau et jouent donc un rôle important dans la thermorégulation.

- Les muscles cutanés s'insèrent sur le fascia profond des muscles du tronc et ainsi assurent une relation anatomique entre la masse des muscles squelettiques et les couches stratifiées de la peau.

L'innervation segmentaire des muscles cutanés fait que chaque segment peut se contracter de façon autonome (Damiens, 1986) : dès que le flux tend à devenir turbulent la peau se creuse localement de manière à maintenir le flux laminaire. La résistance de l'eau sur un système rigide (Gray, 1936) montre que les dauphins, les orques devraient disposer, pour

atteindre 55 km/h (vitesse de pointe), d'une puissance musculaire 7 fois supérieure à celle des autres mammifères. Ce phénomène (contraction segmentaire des muscles peauciers) permet alors d'expliquer ce paradoxe.

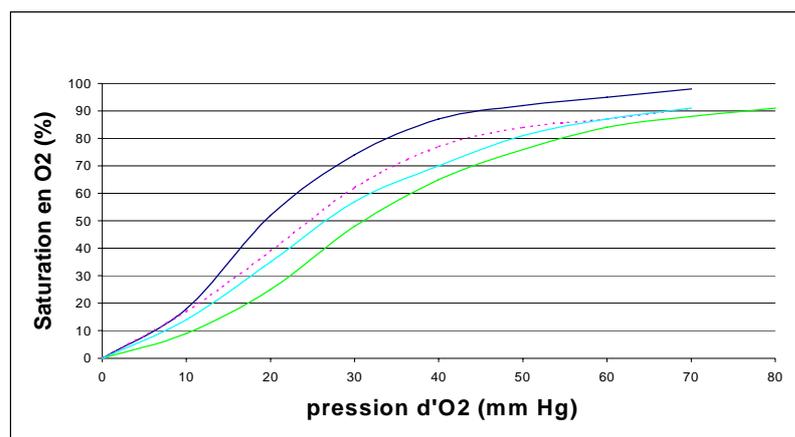
La peau de l'orque constitue donc un véritable organe dynamique, elle intervient dans la locomotion d'une manière active.

I.4.2. Adaptations cardiovasculaires

- Le sang

Il possède, relativement aux mammifères terrestres une haute capacité de fixation de l'oxygène.

En fait on distingue dans le sang des orques un mélange d'hémoglobine (Hb) hautement fixatrice d'oxygène (elle peut soit fixer plus de quatre molécules d'O₂ / mol d'Hb ou alors fixer l'oxygène à l'aide de capteurs encore inconnus) et d'une hémoglobine normale.



Graph.1. Courbes de dissociation O₂ / Hb chez quelques Cétacés, et à titre de comparaison, chez l'homme
D'après C. Lenfant, The Biology of Marine Mammals, 1969

Légende : de haut en bas, les courbes correspondent à :

- Fœtus de Baleine Grise
- Lagénorhynque à flanc blanc du Pacifique
- Globicéphale
- Homme.

Au bilan, la capacité de fixation d'O₂ est multipliée par 1,51 chez l'orque. Cela permet aux orques de plonger à des profondeurs de 30 à 60 m, la profondeur maximale enregistrée (conditions expérimentales) étant de 274 m. Les orques remontent en surface en général toutes les 4 ou 5 minutes (durée maximale enregistrée en plein océan, 12 min, en

captivité 15 min). Une fois à la surface les orques prennent en général 2 à 5 respirations (à 5-10 secondes d'intervalle les unes des autres) et replongent.

Le sang possède en outre un pouvoir tampon élevé, ce qui limite les effets de l'acidose métabolique et respiratoire qui s'installe lors de la plongée.

- L'appareil circulatoire

L'un des traits marquants de l'angiologie des Cétacés réside dans la présence de *retia mirabilia*, les réseaux admirables : ce sont des réseaux de capillaires intercalés sur le trajet d'artères. Ces structures pourraient être en relation avec le stockage de sang oxygéné libérable par le jeu de sphincters ou servir à la régulation de la pression sanguine lors de plongée et de remontée tardive.

Les *retia mirabilia* thoraciques existent chez tous les Cétacés : il sont formés par les diverses artères intercostales et par deux petits rameaux de l'aorte. Ce réseau s'étend jusqu'au canal médullaire où il s'unit aux artères méningées spinales.

On observe aussi un agrandissement très important du calibre des vaisseaux intrarachidiens ; le sang véhiculé par cette voie échappe totalement aux effets de la pression, cela évite des stases sanguines en particulier dans le cerveau qui rendraient impossible la plongée profonde.

Lors des plongées, le sang est détourné des tissus tolérant de basses pressions d'O₂ et envoyé vers le cœur, les poumons, le cerveau très forts consommateurs en oxygène.

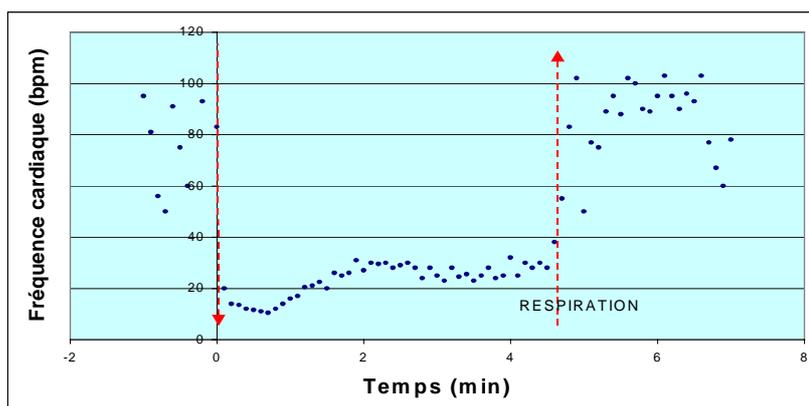
La circulation du sang, via un système à contre-courant, contribue elle aussi à maintenir la température interne de l'orque (36,4°C). Il y a cependant un gradient de chaleur entre le gras sous cutané et la peau qui elle est à la même température que l'eau ambiante.

Lors d'exercice prolongé ou dans des eaux plus chaudes (ex. température de l'eau des bassins en été), les orques ont besoin d'évacuer de la chaleur : à ce moment-là le flux sanguin arrivant dans les nageoires est accru, alors que le flux sanguin retournant au corps est ralenti.

- Le rythme cardiaque

La fréquence cardiaque de l'orque est habituellement de 60 battements par minute (bpm) mais diminue, comme chez tous les Delphinidés, à 30 bpm en plongée.

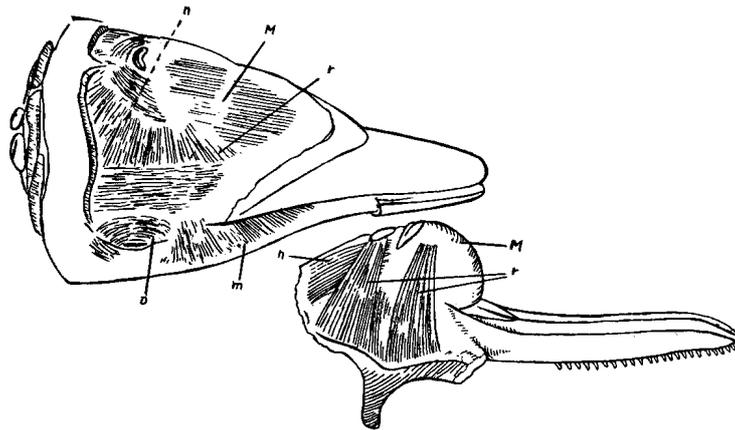
Le réseau coronaire du cœur est très développé.



Graph.2. Evolution de la fréquence cardiaque du Grand Dauphin du Pacifique lors de plongée (Elsner *et al.*, 1966). *Tursiops truncatus* entraîné à plonger sur commande, plongée et remontée indiquées par les flèches rouges.

I.4.3. Adaptations de l'appareil respiratoire

Lors de l'évolution, les narines ont migré depuis leur position rostrale pour atteindre le sommet du crâne, entraînant des modifications des voies aériennes supérieures (Green, 1972). Les narines débouchent au sommet du crâne en un orifice unique appelé évent. L'évent constitue la première barrière physique empêchant l'irruption d'eau dans les voies aériennes supérieures. La fermeture/ouverture est volontaire, commandée par plusieurs muscles (muscles de l'évent) et met en mouvement un tampon fibro-adipeux.



Ill.8. Les muscles de l'évent (chez le Grand Dauphin, *Tursiops truncatus*) (Hosokawa, Kamiya, 1965 ; Huber, 1934). n) *m.narilis* r) *m.rostralis* m) *m.masseter* o) *m.orbicularis oculi* M) melon

Du fait de sa position l'évent autorise l'inspiration tout en gardant les yeux sous l'eau. L'expiration lors de l'arrivée en surface est brutale ; elle s'accompagne d'un bruit sourd chez l'orque. L'air expiré est humide et chargé de gouttelettes de sécrétions muqueuses.

La fréquence respiratoire est variable : en croisière se succèdent des plongées de courte durée (30 secondes) puis une plongée plus longue (1 à 4 minutes), la suivante étant plus brève (15 secondes).

NB : La respiration est une fonction soumise à la volonté... ce qui interdit l'anesthésie générale chez les Cétacés.

La ventilation pulmonaire est beaucoup plus efficace que chez les mammifères terrestres : le renouvellement de l'air se fait à 80-90 % contre 20 % chez l'homme.

L'évent conduit à deux cavités latérales : les sacs vestibulaires où se loge l'eau qui aurait franchi l'évent. Le larynx est assez particulier : les cartilages aryénoïde et épiglottique, très allongés, forment un tube qui s'enfonce dans les cavités nasales. Ce tube fonctionne comme un clapet étanche interdisant toute entrée d'eau dans les poumons.

Les cordes vocales font défaut. Les orques émettent cependant des sons en faisant vibrer les sacs aériens ou le volet de l'évent.

La trachée, les bronches, les bronchioles sont pourvues d'anneaux cartilagineux remarquablement résistants, tous fermés à l'exception du premier anneau de la trachée.

Les poumons ne présentent pas de différence significative importante par rapport aux mammifères terrestres.

Le diaphragme est très oblique, il va beaucoup plus ventralement et plus dorsalement chez les mammifères terrestres: les poumons peuvent donc s'étendre bien davantage dorsalement : ce phénomène allège la région antérieure du corps, en grande partie la région moyenne, ce qui facilite la locomotion.

L'orque est ainsi parfaitement adaptée au milieu marin et à l'activité qui lui a donné son nom de baleine tueuse, c'est à dire la chasse.

Et si l'anatomie et la physiologie de ce super-prédateur témoignent de son haut degré d'évolution, il n'en est pas moins de la structure sociale de cet animal.

I.5. Organisation sociale chez les orques

Les orques sont des animaux hautement sociaux et leur système est très complexe. Et c'est une des raisons qui a motivé leur étude, et celle de leurs populations, dans toutes les mers du globe.

Différents arguments donnent à penser qu'il existe plusieurs populations d'orques dans le monde :

- des différences de pigmentation,
- des différences de taille,
- des différences de « chants »,
- des différences chromosomiques, biochimiques,
- des variations dans les habitudes alimentaires.

De nombreuses études, fondées sur la photo-identification et le comportement ont permis de distinguer trois types de populations d'orques dans le Pacifique Nord-Est (zone la mieux étudiée, la mieux connue). Il semble exister également plusieurs formes d'orques en Antarctique (Berzin et Vladimirov, 1982).

La distinction entre les populations d'orques de type résident, nomade et hauturier est basée sur les caractéristiques physiques des individus, leur régime alimentaire et leur comportement.

Tabl.1. Caractéristiques des différents types d'Orques (Poncelet, 1997)

	Résidents	Nomades	Hauturiers
Régime alimentaire	Presque exclusivement piscivores. Chassent rarement les mammifères marins.(Bigg <i>et al.</i> ,1990)	Se nourrissent essentiellement de mammifères marins, et de poisson occasionnellement (Bigg <i>et al.</i> ,1990).	Majoritairement ichtyophages ?
Taille des groupes	5 à 50 individus .	1 à 7 individus .	30 à 60 individus .
Habitat	Régulièrement observés dans deux régions bien définies de surfaces équivalentes.	Déplacements moins réguliers et moins prévisibles.	Haute mer, plateau continental
Vocalisations	Sons variés et fréquents. (Morton,1990)	Souvent silencieux. (Morton,1990)	Bruyants (écholocation).

I.5.1. Structure sociale

Le rythme social des orques est globalement matriarcal, cependant les mâles restent présents au sein des groupes toute leur vie. L'absence d'émigration et d'immigration à partir et dans le groupe apparaît unique chez les mammifères. Le système social s'organise selon un ordre bien déterminé. Les groupes sont très structurés et sous la direction d'une femelle. Les orques ne se déplacent jamais ou alors très rarement seules. Elles forment des groupes de 20 à 50 individus environ.

Un groupe est composé d'environ :

- 20 % de mâles
- 20 % de jeunes
- 60 % de femelles et mâles immatures.

Chaque groupe connaît la même hiérarchie : il y a tout d'abord la communauté, scindée en différents *Pods*, eux mêmes divisés en *sous-pods*, ces mêmes *sous-pods* comprenant différents groupes maternels.

• La communauté

Bigg *et al.*, 1990 : « ensemble d'individus qui résident au même endroit et qui s'associent périodiquement ».

On parle de communauté résidente ou transitoire, nomade et chaque communauté possède son propre territoire. Sur ce territoire on relève quelques mouvements saisonniers, jamais de grande amplitude.

- Le pod

Bigg, Olesiuk *et al.*, 1990 : « le plus grand groupe cohésif d'individus voyageant ensemble la plupart du temps ».

La composition du *pod* est stable sur plusieurs années, on y rencontre des animaux des deux sexes. Il n'est pas inhabituel que les *pods* de résidents se divisent pour quelques heures, avec d'un côté les mâles mûrs et de l'autre les femelles et les juvéniles. La distance qui sépare deux *pods* différents peut atteindre 7 km.

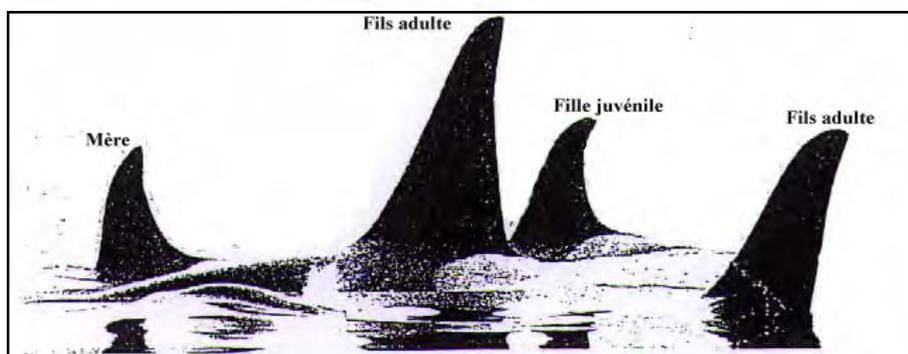
- Le sub pod ou sous-pod

Certains *pods*, même si c'est rare, peuvent se diviser (sur une durée toujours inférieure à un mois) en *sous-pods* pour voyager (les membres d'un *sous pod* voyagent 95 % du temps ensemble). Un *pod* peut compter de 1 à 3 *sous-pods*.

- Le groupe maternel ou unité matriarcale

On a remarqué qu'au sein d'un *sub pod* certains individus ne se séparent jamais plus de quelques heures, et nagent pratiquement en se touchant. Un *sub pod* contient de 1 à 11 unités matriarcales.

Les unités matriarcales sont composées d'une mère et de sa descendance (des deux sexes). De 1 à 4 générations peuvent être présentes : le plus souvent, on rencontre typiquement une grand-mère avec son fils adulte, sa fille adulte et la descendance de celle-ci.



III.9. Formation typique adoptée par une unité matriarcale lors de ses déplacements
D'après Bigg *et al.*, 1990.

Chez l'orque, la position relative de chaque individu, la formation de nage reflètent l'organisation sociale des groupes maternels : tous les individus sont disposés autour de la plus vieille femelle selon un ordre précis, du plus proche au plus distant :

- le jeune : au contact de sa mère, contre son flanc ou parfois légèrement en retrait ;
- les juvéniles ;
- les fils adultes sur le côté ou en retrait ;
- les fils adultes avec leur éventuelle descendance qui s'organise autour d'elle de la même manière.

Certains mâles adultes, qui ont perdu leur mère mais possèdent une sœur dans le groupe, se placent à la périphérie.

De nouveaux groupes maternels sont formés lorsqu'une mère met au monde deux filles de plus. Quand ces femelles commencent à se reproduire, elles peuvent quitter leur groupe maternel. Les groupes maternels peuvent donc également s'éteindre si aucune descendance fertile n'est produite (Bigg *et al.*, 1990). Les mâles ne quittent pas leur groupe maternel, quoiqu'ils peuvent voyager brièvement avec d'autres groupes maternels ou d'autres *pods*. L'analyse des séquences d'ADN mitochondrial confirme la théorie selon laquelle l'organisation des *pods* est basée sur un système social composé de groupes d'orques de parenté maternelle commune (Stevens *et al.*, 1989).

Si d'autres mammifères ont développé une structure sociale fondée sur des relations généalogiques (loup, hyène...), chez les orques aucun individu ne quitte définitivement son groupe natal.

La reproduction est le seul moment où différents *pods* se mélangent.

Pour les communautés nomades on évite de parler de *pod*, on préfère le terme de « groupe », ils forment des groupes de voyage. Les individus solitaires sont rares.

I.5.2. Communication

Le degré de complexité de leur structure sociale incite à penser que la communication entre les orques représente un aspect fondamental de leur vie.

- Communication tactile

Nous avons vu précédemment que le toucher est très développé chez l'orque : c'est une part importante dans la reproduction, c'est la présence rassurante de la mère protectrice... ce sont les coups de dents réprobateurs de la mère sur son petit : les orques portent

couramment (notamment les jeunes) des coups de dents (cicatrices parallèles) que les chercheurs attribuent à leurs congénères.

On suppose que ces « agressions » font partie des combats, des relations mère-enfant, des agressions sexuelles, des jeux...

- Communication auditive

Les Odontocètes produisent des sons pour deux raisons : communiquer et se déplacer. Les orques produisent des sons de différentes sortes : les clics et les sifflements, ce quelle que soit leur activité et quelle que soit leur profondeur.

Les sons émis peuvent varier en volume, longueur d'onde, fréquence et schéma.

Chaque son émis est appelé « call » ou « appel », certains d'entre eux se succèdent selon un schéma unique, appelé stéréotype. L'ensemble de ces appels stéréotypés constitue, dans le répertoire de l'orque, un système de vocalisations appelé dialecte. En général les individus d'un même *pod* partagent le même répertoire vocal.

Lorsque deux *pods* s'associent, il leur arrive de partager certaines vocalises mais le répertoire propre à chaque *pod* demeure le même ; ce qui permet, même après un certain temps d'identifier les individus des deux *pods*.

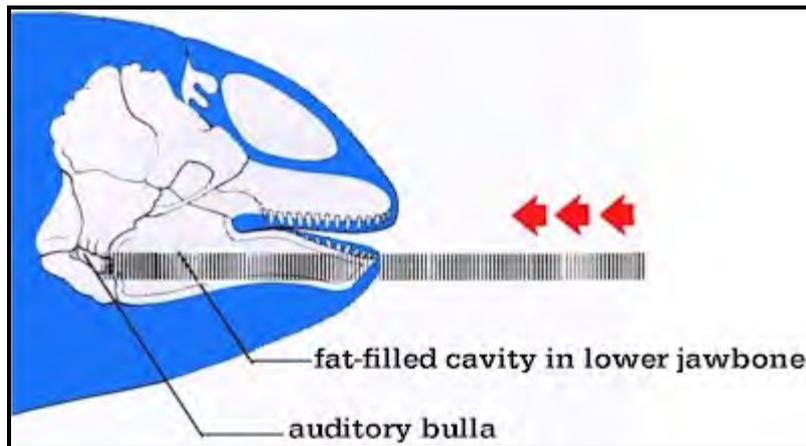
Les communautés d'orques distantes géographiquement n'ont pas du tout le même répertoire vocal.

Le larynx est dépourvu de cordes vocales, les sons proviennent donc des mouvements d'air entre les sacs nasaux et l'évent.

La fréquence des sons émis varie entre 0,1 kHz et 40 kHz, la plupart des sons ayant une signification sociale se situant autour de 16 kHz. Les sons de plus grande fréquence sont destinés à l'écholocation : c'est une particularité propre aux mammifères marins (et aux chauves-souris) ; l'orque est capable d'analyser et de localiser une proie, un obstacle, simplement en envoyant des sons et en analysant les échos reçus.

Les orques émettent des trains de clics dirigés, chaque clic durant moins de 1-5 ms. La fréquence des clics varie, elle est ajustée selon le contexte (fréquence la plus communément utilisée : 25 kHz).

Les sons, une fois formés dans l'appareil respiratoire, traversent le melon (structure lipidique) qui agit comme une véritable lentille pour concentrer ces ondes en une seule ligne projetée droit devant le rostre de l'orque. Les sons se déplacent environ à 1,6 km/s (4 fois plus élevé que dans l'air), les hautes fréquences se déplaçant plus lentement que les basses fréquences.



La mandibule conduit les sons reçus jusqu'à l'oreille moyenne

III.10. La réception des sons par les mandibules chez les Cétacés (www.seaworld.com)

Les sons (ou échos) sont reçus au niveau de la mandibule, qu'ils longent jusqu'à l'os temporal, l'oreille moyenne et l'oreille interne. De là le nerf auditif stimule la zone concernée du cerveau.

Le cerveau reçoit toutes les données sonores et, après analyse, construit une image acoustique de l'environnement, d'un obstacle, d'une proie avec plus de précision. Les aires auditives du cerveau ont une exceptionnelle ampleur, dépassant de beaucoup les aires visuelles. Il est vraisemblable que les Cétacés sont surtout des auditifs ou plus exactement des animaux dont l'univers perceptif est à base de stimuli vibratoires. Le sens auditif est donc de loin le sens le plus sollicité et le plus développé, que ce soit à titre individuel (pour le repérage des proies, les déplacements) ou à titre collectif dans la communication et les rapports entre individus.

I.5.3. Rapports sociaux au sein des groupes

La communication définit la majeure partie des rapports entre les individus d'un groupe d'orques. Qu'elle soit auditive, tactile ou visuelle, elle est à la base des liens très forts établis au sein du groupe ou du *pod* :

- Le lien mère-petit : dès la naissance via l'allaitement, il dure souvent jusqu'à la mort de l'animal, phénomène très rare dans le règne animal.
- Les rapports de dominance : lorsque la hiérarchie est en place, elle est remarquablement stable au sein du groupe
- L'entraide, permanente.

- Le lien mère-petit

C'est le plus important des rapports sociaux dans un groupe d'orques. La mère allaite ses petits jusqu'à ce qu'ils aient un an en moyenne (ou deux), et en général jusqu'au petit suivant. L'intervalle entre deux grossesses chez les orques est de 2 à 12 ans, en moyenne 5,3 ans. Les cas de gémellité sont rares mais ont déjà été observés (fréquence des gémellités : 1,5 %).

Les soins apportés au jeune le sont non seulement par sa mère mais aussi par les autres membres du groupe, mâle compris. Une primipare sera toujours secondée par une femelle ayant plus d'expérience. Ainsi, en captivité, pour un meilleur succès à la reproduction deux femelles sont en général nécessaires : la mère et la « marraine » (cf. Sharkane et Freya).

Tout commence lors de la mise-bas : sitôt expulsé le jeune est ramené à la surface par sa mère pour qu'il prenne sa première respiration. Elle le soutient ainsi les premières minutes de sa vie. La « marraine » peut aussi intervenir pour l'aider.

Pour téter, le jeune nage le long de sa mère et par attouchements brefs stimule les mamelles de sa mère. Il possède des moustaches (qui persistent quelques semaines) sur le rostre, moustaches qui l'aident à repérer les mamelles de sa mère. La mère éjecte le lait dans la bouche du jeune : ce dernier roule sa langue et plaque l'extrémité du « tube » ainsi formé contre la mamelle. L'allaitement a lieu plusieurs fois par heure, toute la journée (la tétée dure en moyenne 5 à 10 secondes à chaque fois).

Outre l'assistance alimentaire, les petits bénéficient de l'aide hydrodynamique de leur mère lors de leurs déplacements : le jeune nage si près de sa mère (sur le flanc ou sous le ventre) qu'il profite du courant provoqué par le déplacement de la mère. Brodie (1977) pense que la dépense énergétique d'une mère aidant son petit lors de ses déplacements est peut être moindre que le surcoût engendré par les besoins en lait d'un petit plus précocement émancipé.

Ainsi le jeune aura tendance à communiquer de la même façon que les orques qui lui sont le plus proche (en général la mère). Les jeunes commencent à développer des stéréotypes vocaux entre l'âge de 5 mois et 1 an.

On reconnaît chez l'orque une véritable éducation du jeune ; cette idée est née d'une observation d'Osborne (1986). Il s'aperçoit qu'en appliquant le même système de codage (Orca Survey), on obtient des valeurs différentes en ce qui concerne la part du temps en fonction des groupes. Il pense alors qu'il existe une « tradition » dans chaque groupe, tradition transmise à la descendance.

La plupart des enseignements donnés aux jeunes concernent les techniques de chasse, notamment l'échouage : l'animal s'échoue volontairement puis revient à l'eau en profitant du reflux. Ce phénomène est observé pendant la chasse et le jeu (Guinet, 1989). Lorsque les juvéniles pratiquent l'échouage pendant le jeu, ils sont toujours accompagnés d'un adulte, le plus souvent une femelle (cf. Inouk et Sharkane). L'adulte se place entre la berge et le juvénile afin, semble-t-il, de pouvoir contrôler le retour à l'eau. Il arrive que l'adulte capture une proie alors que le juvénile est bredouille ; ce dernier accepte alors la proie vivante que lui jette son aîné. Souvent un mâle adulte est présent avec sa tête pointée dans la direction du jeune échoué et parfois même vient s'échouer à ses côtés puis, sans capturer de proie, retourne à son poste d'observation. Le jeune recommence alors son échouage. On peut y voir un apprentissage de la chasse (Lopez *et al.*, 1985).

Egalement le fait que les proies ne soient pas entièrement consommées semble être une preuve de l'apprentissage de la chasse (Jefferson *et al.*, 1991 ; Lopez *et al.*, 1985), tout comme le fait de jouer avec des proies mortes ou assommées (Williams *et al.*, 1990).

Au cours de la chasse, les jeunes sont tenus à l'écart par des mâles le plus souvent, semble-t-il afin de leur éviter toute blessure (Guinet, 1991). Cela fait aussi partie de l'éducation.

Le lien intime entre une femelle et sa descendance persiste pour des périodes de temps très longues, peut être même pendant toute sa vie. Le pourcentage de temps passé par le petit avec sa mère dépend de son âge. Certains pensent qu'il est aussi fonction du nombre de descendants que possède la mère. La naissance d'un nouveau petit s'accompagne d'une diminution du taux d'association entre la mère et son précédent petit.

Un nouveau degré d'indépendance est atteint lorsque la femelle arrive à maturité sexuelle et donne naissance à son premier né. Les jeunes se détachent (Guinet, 1991) d'autant plus vite de leur mère que les techniques de chasse sont faciles à maîtriser. Ainsi à Crozet (où ils apprennent à chasser les manchots, éléphants de mer...) la période de dépendance alimentaire des jeunes est plus longue qu'en Colombie Britannique (où ils chassent le saumon, proie plus facile à attraper).

La prolongation de l'allaitement, plus qu'une nécessité pour la survie du jeune, a été interprétée comme un moyen de renforcement des liens entre mère et petit au sein du groupe.

- Les rapports de dominance

Les rapports de dominance / subordination entre membres d'un groupe d'orques sont difficiles à mettre en évidence en milieu naturel. Ces rapports peuvent se traduire sous l'eau

par des réactions agressives qui échappent ainsi à l'observation. Les observations effectuées en captivité (ex. à Marineland) permettent de penser qu'une hiérarchie s'établit rapidement entre les orques présentes dans un même bassin.

C'est une femelle (ici Freya) qui occupe la position dominante. Les agressions sont rares mais certains combats entraînent la mort de l'une des deux femelles qui s'affrontent (cf Sea World).

Une fois établis, les rapports de dominance semblent être maintenus par un ensemble subtil d'attitudes (leur signification exacte n'est pas encore déchiffrée). Ainsi, en milieu naturel les combats sont extrêmement rares du fait du maintien de la stabilité sociale par la menace, les postures d'intimidation, les « fausses morsures »...

En saison de reproduction, il arrive que les mâles se livrent à des combats ritualisés (Rose, 1990) pour l'accès aux femelles.

- L'entraide

La notion d'entraide intervient chez les orques à différents niveaux de leur vie, de leur organisation sociale.

→ lorsqu'un individu est en difficulté : si un individu s'est échoué trop loin, les autres individus du groupe restent à proximité et maintiennent un contact acoustique avec lui. Certains décrivent le cas d'une orque harponnée puis attachée au bateau. Les autres individus du groupe s'approchèrent et tentèrent de la soulever vers la surface. D'autres essayaient de rompre l'attache en la mordant et en la tirant de tous côtés. Bloch et al.(1988) racontent qu'une orque se trouva bloquée sur un récif au cours d'une chasse. Les trois autres orques qui l'accompagnaient s'agitèrent dans l'eau créant ainsi des vagues qui la libérèrent. De telles attitudes sont aussi décrites pour des orques prises dans des filets et libérées par des congénères.

→ lors de l'éducation et de la prise en charge des jeunes

La vie des femelles adultes se partage en deux phases : une phase de reproduction et une phase de post reproduction exceptionnellement longue pour un mammifère (Olésiuk et Bigg, 1990) : ces femelles maximisent la survie de leurs descendants au sein du groupe par leur comportement allo-maternel. Heimlich-Boran (1987) et Haenel (1986) indiquent que chez les populations résidentes du Nord-Est Pacifique les petits âgés de plus de trois ans présentent une tendance à s'associer avec des femelles post-reproductrices. A Crozet,

l'apprentissage de la technique de chasse par échouage volontaire d'un petit (A4) au sein du groupe, s'effectue non pas avec sa mère (A2) mais en compagnie d'une autre femelle (A6) qui l'aide à retourner à l'eau après échouage.



Photo.1. Echouage volontaire dans la chasse aux Pinnipèdes (www.aarluk.com)

Cette femelle, de statut reproducteur inconnu, était probablement au stade post reproducteur car elle a été identifiée pour la première fois comme adulte en 1972 et n'apparaît pas avoir donné naissance à un petit viable depuis lors. La femelle A6 s'échouait volontairement plus que la mère du petit aussi bien dans les situations de jeu que de chasse. Ceci suggère que le petit bénéficiait de l'assistance d'une femelle expérimentée pour l'apprentissage de cette technique de chasse à haut risque.

Lopez et Lopez (1985) ont décrit un tel comportement allo-parental, pour la même technique de chasse, entre un mâle adulte et un petit à la Péninsule Valdès en Argentine.

A Crozet, Guinet a observé la femelle A6 en train de chasser des manchots royaux en association avec les petits A4 et A5. La femelle A6 fut ainsi vue « assistant » le petit A4 dans ses déplacements, en lui permettant de profiter de son effet hydrodynamique de traîne et donc d'économiser de l'énergie (Brodie, 1977).

Ce comportement altruiste ne représente pas un renoncement à la fonction de reproduction chez les femelles mais plutôt à une partie de leur vie reproductrice : elles contribuent, au stade post reproducteur, à la garde et à l'approvisionnement de jeunes qui ne sont pas les leurs.

Du fait de leur statut post reproducteur, sa fonction « d'apprentissage du rôle de mère » est donc exclue. Ce comportement allo-parental pourrait aussi contribuer à maximiser le rendement de la chasse en groupe.

→ lors de la chasse

alors en véritables « groupes de chasse », maximisant ainsi le rendement de la chasse par la coopération et la coordination des mouvements des membres du groupe.

- La recherche de nourriture

Elle se caractérise par un « groupe en formation lâche, ne se déplaçant pas selon une direction nette, sans coordination, chaque individu de façon sporadique va fureter de son côté ; il semble que ce comportement soit lié à une répartition non uniforme des proies (Osborne, 1986).

La coordination des mouvements au sein du groupe semble s'exercer grâce à la production de signaux acoustiques très subtils tels que les clics et les cris, contacts de proximité.

Les clics sont plutôt rares lorsque les orques chassent en bordure de côte ; lorsqu'ils chassent au large ces clics peuvent être produits continuellement. Les clics émis lors de patrouilles de routine, du fait de leur brièveté mais aussi de leur large spectre fréquentiel, paraissent tout à fait appropriés pour permettre une localisation des congénères, tout en étant difficiles à localiser par la proie.

La localisation de proies telles que les éléphants de mer, les manchots royaux s'effectue par écoute passive (écoute de l'éléphant de mer qui plonge dans l'eau, écoute du manchot qui revient du large en marsouinant...).

Les orques utilisent une image de recherche acoustique plutôt que visuelle.

- L'attaque de la proie

La technique d'attaque varie selon le groupe d'orques, mais surtout selon la proie chassée.

Lorsque les orques chassent la baleine, ils forment des groupes de 3 à 40 (Silber *et al.*, 1990), prenant soin d'en écarter, par sécurité, les jeunes (Jefferson *et al.*, 1991).

Première phase : isoler la victime ; c'est souvent le rôle des orques mâles. Ensuite (Florez-Gonzalez *et al.*, 1994) (exemple de la chasse de la baleine à bosse) les femelles harcassent le jeune mégaptère au préalable séparé de sa mère. Puis, se saisissant des nageoires, elles se placent sur l'évent ou le dos de leur victime pour l'empêcher de respirer et mordent la gorge de l'animal évitant ainsi qu'il ne s'enfonce dans l'eau

Ainsi, dans la chasse aux Pinnipèdes, l'entraide augmente également grandement l'efficacité de la chasse : en particulier dans la chasse aux phoques qui se réfugient sur les blocs de banquise dérivants. Après avoir repéré leurs proies, les orques s'éloignent un peu des

blocs, font demi tour et reviennent vers le bloc à très grande vitesse. A environ 10 m elles plongent toutes en même temps, créant ainsi une énorme vague qui soulève la glace et ... fait tomber le malheureux phoque .

Concernant la chasse des éléphants de mer, les orques établissent des patrouilles de routine. Il semble même y avoir un partage inter-individuel des zones prospectées. Cette disposition préétablie des membres du groupe dans une baie augmente probablement les chances de rencontre avec des éléphants de mer, tout en permettant une restriction de la communication entre les membres du groupe. Chaque individu connaît ainsi la position généralement occupée par les autres.

La capture d'une proie de taille importante s'accompagne généralement de la production de cris de contact entendus sur de longues distances par l'orque qui a effectué la capture. L'émission de tels signaux acoustiques provoque l'arrivée rapide des orques qui captent ce signal. La proie est quelquefois dépecée (cf. manchots, Guinet, 1992) par deux orques, chacune tirant de son côté.

La technique dite du « carrousel », utilisée par les orques de Norvège chassant le hareng, est aussi un bel exemple de chasse fondée sur l'entraide : l'idée est de rassembler les harengs en une masse compacte près de la surface. Pour ce faire, les orques nagent en contournant le banc de harengs, présentant leur abdomen blanc aux poissons. Les orques émettent de nombreux cris, expirent sous l'eau laissant échapper des chapelets de bulles d'air et frappent la surface avec leur queue. Elles maintiennent le banc ainsi formé à la surface et chacune des orques, à son tour, assomme les harengs à coups de nageoire caudale puis se nourrit des proies assommées pendant que le reste du groupe maintient le banc en formation serrée.

→ plus anecdotique... lors de la reproduction

On pourrait presque parler ici de « solidarité masculine »... Il arrive en effet qu'un troisième animal participe au comportement sexuel, lors du coït. Jacobsen (1986) observe quelquefois un deuxième mâle soutenant la femelle déjà en train de s'accoupler.

- Rencontres entre groupes

Les rencontres entre groupes ont lieu tout au long de l'année, elles peuvent ainsi avoir lieu au hasard des déplacements des groupes ou être recherchées.

Les orques s'associent souvent pour la chasse, surtout si la proie visée est de grande taille (Guinet, 1992).

La deuxième raison importante des rencontres est la reproduction. L'orque a une activité sexuelle saisonnière : celle-ci dépend donc de la localisation géographique des animaux. Elle se situe ainsi de Décembre à Février dans l'Atlantique Nord-Est et le Pacifique Nord-Ouest plutôt en Septembre. La reproduction se déroule très probablement lors d'associations temporaires de quelques heures à quelques jours entre groupes différents. Guinet, à Crozet, n'a jamais observé de mâle adulte engagé dans une activité sexuelle avec les femelles appartenant à son groupe (sur l'ensemble de sa période d'étude).

Les rencontres seraient favorisées par leur concentration saisonnière dans des zones géographiques offrant de fortes disponibilités alimentaires. Ces zones pourraient ainsi jouer le rôle de lieux de « rendez-vous » et devenir doublement essentielles pour la reproduction de ces animaux. Guinet observe ainsi lors de son étude en 1991 qu'à Crozet le taux d'association entre groupes augmente significativement pendant le printemps, période de forte disponibilité alimentaire.

Cependant seuls les groupes appartenant à une même communauté sont capables de rencontre. Par définition, deux groupes appartenant à des communautés différentes ne seront jamais observés ensemble puisque leurs territoires sont distincts.

Par exemple, en Colombie Britannique : le territoire des orques passagers recouvre en partie celui des deux communautés résidentes, cependant lorsque le hasard met en présence résidents et passagers ceux-ci s'ignorent voire s'évitent (Morton, 1990). Ainsi un groupe de passagers s'appêtant à entrer dans une crique rebrousse chemin s'il entend les vocalisations des résidents déjà présents (Morton, 1990). Ces « non rencontres » pourraient être dûes au fait que résidents et passagers ne partagent pas les mêmes répertoires vocaux, les passagers se montrant alors particulièrement silencieux (Morton, 1990).

Mais lorsque deux groupes d'une même communauté se rencontrent on peut distinguer plusieurs phases. S'ils ont été séparés pendant plus d'un jour la rencontre débute par une cérémonie d'accueil. Les deux groupes se rapprochent, puis lorsqu'ils sont distants de 10 à 20 m, ils s'arrêtent et se font face pendant 10 à 30 secondes. Ils plongent ensuite et nagent les uns vers les autres. Se déroule alors l'entremêlement : formation serrée d'un groupe d'orques (formée de petites groupes), grouillant lentement dans toutes les directions, se touchant, roulant...chaque petit groupe est formé de membres des deux *pods* en présence. Il n'y a pas d'activité « percutante »... les seules attitudes observées sont du « spyhopping »

se touchant, roulant...chaque petit groupe est formé de membres des deux *pod*s en présence. Il n'y a pas d'activité « percutante »... les seules attitudes observées sont du « spyhopping » souvent réalisées en duo (voire en trio). Quelquefois l'entremêlement est suivi d'une phase de jeu (Osborne, 1986).



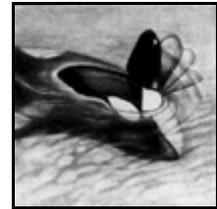
“Spyhopping”



“Breaching”



“Frapper de caudale”



“Fr. de pectorale”

Ill.11. Quelques attitudes fréquemment observées chez les Orques (www.seaworld.com)

- la dispersion des groupes

Les programmes de photo-identification indiquent que la taille des groupes à Crozet (Guinet, 1991) (moyenne \pm SE = $4,2 \pm 1,5$) est plus faible que celle décrite pour les résidents de Colombie Britannique (moyenne \pm SE = $13,3 \pm 9,6$) (Bigg *et al.*, 1987). Elle est en revanche supérieure à celle des orques passagères (moyenne \pm SE = $2,6 \pm 1,6$).



Ill.12. Timbre des îles Crozet (www.ifrance.com)

Quels sont les facteurs qui influencent ces variations ?

- les performances reproductrices des populations (en relation avec les conditions environnementales),
- les différences de dispersion des individus (en fait la dispersion des groupes).

Dans certains cas ce sont les femelles qui se dispersent. Dans ce cas (cf. Crozet) les nouveaux groupes résultent de la séparation des femelles adultes accompagnées de leur descendance : il n'y a donc qu'une seule femelle en âge de se reproduire par groupe.

Chez les orques passagères, la dispersion des membres d'un même groupe est différente. Et les mâles ont ici tendance à se disperser (peu importe leur âge et leur statut). Certains mâles adultes peuvent mener une existence erratique, se déplaçant seuls ou

femelles accompagnées de leur descendance s'effectuerait plus précocement que chez la population résidente où elle n'a lieu, lorsqu'elle se produit, qu'après la mort de la matriarche (Bigg *et al.*, 1990).

Le phénomène de dispersion est aussi en partie expliqué (chez les prédateurs sociaux) par l'augmentation du taux d'agression subie par les adultes dominés et les sub-adultes.

Le système social de l'orque est donc très particulier : globalement matriarcal, il repose sur l'association stable des descendants d'une même famille, où la communication et l'interaction jouent un rôle primordial.

Les orques font partie des « super-prédateurs », par conséquent leurs relations avec les autres espèces sont essentiellement des relations de prédation.

Il existe cependant des cas d'interaction sans agression, notamment vis à vis des hommes.

I.6. L'homme et les orques

Tantôt divinisées, tantôt craintes, haïes, tantôt chassées voire exterminées, puis admirées, aimées et respectées, les orques inspirent et suscitent bien des débats...

Des lois proposées par les Etats-Unis, la France, le Canada... visent à améliorer leur environnement et à contrôler leur population.

Parallèlement, la condition des cinquante orques captives dans le monde s'améliore elle aussi, résultat d'une meilleure connaissance de l'espèce.

I.6.1. Dans le milieu naturel : du chasseur au touriste

L'Antarctique, les eaux norvégiennes (dans l'Atlantique nord) et celles du Japon (dans le Pacifique nord), sont, au XXe siècle, les principales zones de chasse à l'orque. Entre 1935 et 1980, 6000 individus ont ainsi été capturés.

Cette chasse à petite échelle, qui profitait surtout aux populations humaines habitant dans ces régions, a été pratiquée non pas tant pour la chair de l'animal (impropre à la consommation humaine et qui était transformée en aliments pour animaux) que pour l'huile qu'il peut fournir (environ 700 kg pour un adulte) et pour sa peau.

Le derme, très épais, qui renferme un solide réseau de collagène, était employé pour la fabrication de semelles de chaussures !

Dans les années 70, le rythme de chasse à l'orque devenait un danger pour les populations mondiales d'orques ; des directives furent adoptées dans certains pays pour réduire cette destruction (en 1970 arrêté en France, au Canada...). Au niveau mondial, c'est la Commission Baleinière Internationale qui régit les prélèvements. Elle a fait valoir que l'on ne connaissait pas l'importance exacte des populations exploitées, notamment dans l'Atlantique et, à sa demande, la chasse a été interdite en 1981.

Mais les industries de l'huile ou de chaussures n'ont pas été les seules causes de la chasse à l'orque. Les orques ont été et sont encore la proie des baleiniers; la chasse réelle à l'orque débuta dans les années 50, en Norvège, au Danemark, Japon, ex URSS, Canada, USA , Pérou, Afrique du Sud...

Les pêcheurs japonais, islandais et norvégiens notamment, inquiets des prélèvements par l'épaulard sur leurs stocks de poissons (saumons et harengs principalement) et des dommages qu'il causait aux engins de pêche on fait pression pour réduire ses effectifs.

En Islande, les orques ont appris à récupérer les flétans pris aux hameçons sans même abîmer les lignes : elles prennent le corps du poisson et laissent la tête accrochée à l'hameçon (Bloch *et al.*, 1988).

Dans le Pacifique du Nord-Est, on a estimé que les poissons prélevés par les orques ne représentaient que 7 % environ de la totalité des produits pêchés, ce qui est fort modeste. En revanche, au large des côtes norvégiennes, certaines évaluations chiffrent à 48 00 tonnes la consommation annuelle de harengs par les orques, ce qui représente un pourcentage très élevé du stock de frai de ce poisson.

Il est pourtant des cas où les orques coopèrent malgré elles avec les pêcheurs, elles indiquent de leur présence les bancs de poissons (Tasmanie, îles Féroé).

Peu à peu à la chasse s'est substituée la capture d'animaux vivants destinés aux aquariums (Olesiuk *et al.*, 1990). La première orque capturée le fut en Californie, en 1961, une petite femelle dans le port de Newport. Elle fut remorquée dans des filets et transportée au Marineland du Pacifique (Sud de Los Angeles). Affolée elle se jeta violemment contre les parois du bassin et mourut le jour même. Le Marineland tenta une nouvelle capture, au large de Puget Sound l'année suivante : ils capturèrent une femelle mais les cordages furent pris dans l'hélice du bateau. La femelle appela si fort qu'une orque mâle attaqua le bateau ; les marins se virent menacés et ils les tuèrent tous les deux. Cet échec découragea une nouvelle tentative de la part du Marineland.

Prélevées jusqu'en 1976 dans le détroit de Puget en Colombie Britannique, elles ont été capturées ensuite dans les eaux islandaises (c'est le cas de Kim, Freya et Sharkane au

Marineland d'Antibes) et ce jusqu'en 1988. Depuis, il n'y a plus de capture, les orques se reproduisent en captivité.

Les populations sauvages aujourd'hui mieux aimées et mieux connues de l'homme paraissent très florissantes. Cependant ce nouvel intérêt et cette popularité auprès du grand public constituent paradoxalement une menace pour ces animaux. Une véritable industrie touristique (« whale watching ») s'est développée à leurs dépens. Dans certaines zones d'Amérique du Nord, leur domaine est maintenant sillonné par de nombreux bateaux qui, souvent, portent atteinte à leur tranquillité.

Dans le détroit de Puget en particulier, le trafic maritime a considérablement augmenté et l'habitat de l'orque subit de ce fait des nuisances acoustiques croissantes. Or, on l'a vu, l'audition, est le sens dominant chez les Cétacés. Des troubles peuvent alors apparaître chez l'orque, et altérer grandement les capacités de survie et le comportement social. Le trafic maritime et les bruits qu'il engendre constituent donc une sérieuse menace dont il importe d'évaluer les nuisances par un suivi de la population.

Par ailleurs une pollution chimique notable affecte cette même région. Les poissons concentrent de nombreux produits chimiques toxiques, tels le mercure, le plomb, l'arsenic... En outre de hautes teneurs en produits organochlorés (DDT notamment) ont été mises en évidence dans les tissus de l'orque lui-même. Leur accumulation est préoccupante.

I.6.2. En captivité

En 1964 l'aquarium de Vancouver ordonna la capture d'une orque qui servirait de modèle à un sculpteur. Ne pouvant se résoudre à tuer l'animal le jeune mâle fut placé dans un des bassins de l'aquarium. « Moby Doll » y survécut trois mois.

En 1965 « Namu » (un mâle) fut capturé accidentellement et ainsi transféré au Seattle aquarium où il vécut un an. Pendant un an Namu ne montra aucun signe de méchanceté à l'égard de l'homme et celui-ci fut le témoin de l'intelligence de ces animaux, de leur aptitude à être entraînés.

L'engouement du public, des hommes pour ces titans des mers était née. Les orques n'étaient plus des monstres, elles n'étaient plus ces « baleines tueuses », mais des créatures douées d'intelligence, un emblème des mouvements pour la conservation de l'environnement.

Les premières orques captives, une fois adaptées à leurs nouvelles conditions de vie, ont fait preuve d'une grande curiosité quant à leur environnement et ont tenté par différents moyens (sauts, vocalises...) d'attirer l'attention de leurs gardiens.

De tels comportements ont poussé les gardiens à interagir davantage avec les animaux lors du nourrissage. Au cours de ces interactions les orques ont révélé leur grande aptitude à apprendre divers comportements complexes. L'idée de présenter des spectacles tout d'abord, l'idée de leur apprendre réellement à exécuter des exercices particuliers se forgea dans les années 70.

II. L'APPRENTISSAGE

L'apprentissage fait partie de ces notions si familières que les scientifiques ont bien du mal à définir. Certains psychologues l'ont parfois désigné comme un phénomène observable de modification du comportement, mais ceci ne reflète pas la signification commune que l'on donne à ce terme, d'autant moins qu'il y a des apprentissages qui ne se traduisent pas directement dans le comportement.

On sait peu de choses sur les débuts de l'apprentissage avec les mammifères marins. Les techniques employées avec les Bélougas du Barnum Museum en 1860 ont probablement été empruntées aux méthodes traditionnelles utilisées pour les animaux de cirque ou les animaux domestiques.

La plupart d'entre elles reposaient sur la punition et le développement de réactions d'évitement de la part des animaux : c'est le cheval qui s'arrête pour annuler la tension sur sa bouche (rênes + mors), c'est le cornac qui dirige son éléphant à l'aide d'un crochet, c'est le fouet des lions du cirque... en un mot, c'est du dressage.

Le dressage est fondamentalement différent de l'apprentissage : les rapports homme-animal ne sont pas les mêmes. Lorsqu'un animal est dressé, il est obligé d'effectuer les exercices qui lui sont demandés ; s'il ne les fait pas il est puni, par exemple en étant battu par son dompteur. L'homme cherche à dominer l'animal : cette relation de dominance est tout d'abord établie avec la voix qui joue un rôle important. La voix est souvent associée à une arme physique (fouet, bâton, crochet, éperon...). Ainsi lorsqu'il est dressé l'animal n'a pas le choix : s'il n'a pas envie d'exécuter l'exercice demandé, s'il n'est pas disponible... il est puni, violemment quelquefois. C'est pourquoi il se soumet pour éviter la sanction, la punition.

Ce rapport de force peut s'avérer très nocif pour l'animal et même dangereux pour le dresseur.

En effet :

- La contrainte, la menace déclenchent très facilement une réaction de défense de l'animal. Il développe une crainte de l'homme et cherche à se défendre. Ses réactions sont le plus souvent assez spontanées : l'animal est acculé, la fuite est impossible. Ne pouvant fuir, il essaie d'éliminer la cause de son stress et de sa peur en utilisant le comportement le plus violent.

La douleur infligée par un bâton ou un fouet est aussi une incitation à l'attaque : elle a les mêmes effets que la peur : peur et douleur constituent un stress pour l'organisme et la

réponse de celui ci est une réaction d'évitement. L'animal se sent dominé, les réactions d'agression sont brutales : il ne prévient pas qu'il va attaquer et les attaques sont intenses (morsures, coups de tête, de caudale..).

Le chien dominé, par exemple, ne grogne pas, adopte le profil bas et sans prévenir mord violemment : soit il tient la morsure, soit il inflige de multiples morsures. Ensuite il fuit rapidement et se cache dans un recoin. Ces réactions sont généralement accompagnées de gémissements, miction...

- Quelle que soit la santé de l'animal, sa condition physique ou mentale, il réalise l'exercice, et cette attitude réduit le nombre d'indicateurs de santé : les chances de déceler d'éventuels troubles en sont réduites.

- Un stress important lui est imposé, qui peut conduire à une dépression, un mal-être.

2.1. L'apprentissage associatif classique

Que faites-vous lorsque vous entendez sonner une cloche ? L'histoire commence à l'école... quand la plupart des maîtres d'école entendent sonner la cloche, leur première réaction est de sortir, de se promener dans les couloirs pour surveiller les élèves.

L'un d'entre eux raconte que, de retour chez lui, il suffisait que quelqu'un sonne à la porte pour qu'il sorte et surveille les allées et venues de sa famille. Cette habitude était ancrée si fortement dans ses comportements qu'au signal de la cloche il répétait cette attitude, et ce quel que soit l'endroit.

Selon l'« associationnisme », notre version du monde serait construite par associations d'idées. Cette doctrine philosophique possède de fervents adeptes mais a de tout temps été combattue, tant dans les milieux philosophiques que psychologiques.

Beaucoup d'expériences ont été consacrées, dans le règne animal, à l'apprentissage par association ou conditionnement.

Le plus simple est de commencer par un exemple : imaginez un chien affamé qui voit une gamelle remplie de nourriture .

Le chien est affamé → il voit la nourriture → il salive.

Ceci est la séquence d'événements qui se déroule naturellement, c'est une relation inconsciente, incontrôlée et surtout elle n'a jamais été apprise.

Vue de la nourriture salivation.

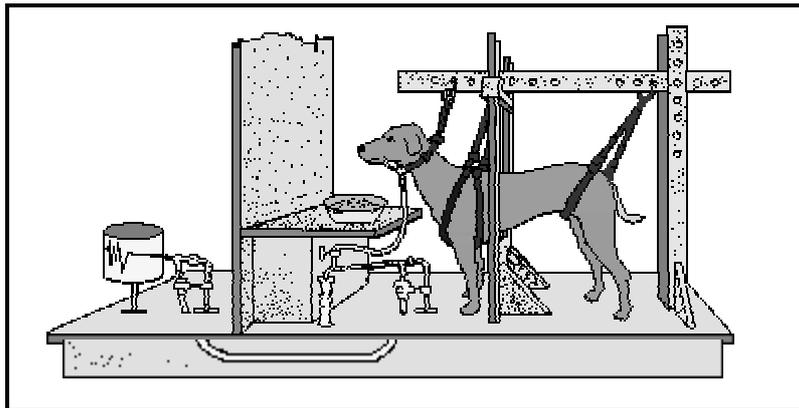
Ivan Pavlov (1849-1936) avait remarqué que les chiens de laboratoire salivaient beaucoup lorsque arrivait dans l'enclos le garçon de laboratoire chargé de les nourrir. Il décide alors de mener une expérience... l'idée... montrer que les chiens salivent parce qu'ils ont associé l'image du garçon entrant dans l'enclos à l'apport de nourriture.

- Protocole :

Le chien utilisé subit au préalable une petite intervention, destinée à déplacer ses canaux salivaires. Ceux-ci sont abouchés à l'extérieur de la joue et à un tuyau de manière à récupérer (et mesurer) la quantité de salive produite par le chien.

Le chien a été affamé.

Il est harnaché et placé dans un dispositif de manière à le garder immobile. On place, de temps en temps, de la viande dans la gueule du chien et après chaque nourrissage on lui fait entendre un son (cloche). On nomme « essai » le fait de donner de la viande et lui faire entendre la cloche.



III.13. Le dispositif expérimental mis au point par Pavlov (www.massey.ac.nz)

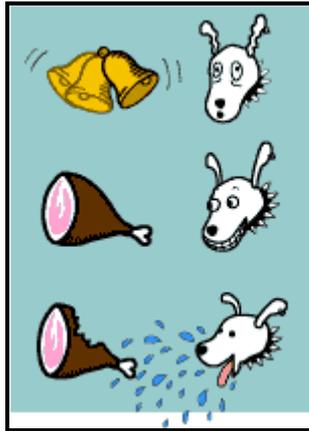
La viande a pour effet immédiat (et réflexe) de faire saliver le chien = c'est un réflexe inconditionnel, c'est un réflexe inné : le chien n'a pas besoin d'apprendre pour saliver lorsque le morceau de viande est dans sa gueule. En revanche le son de cloche n'a en lui-même aucun effet sur le chien.

On réalise ainsi plusieurs essais, puis on décide de faire tinter la cloche, mais sans la viande cette fois-ci. Et le chien salive quand même. Mais dans ce cas le chien salive parce qu'il a associé la cloche avec la viande, il a « appris ».

La salivation est alors (dans ce cas précis) un réflexe conditionnel ou encore conditionné: c'est une réponse qui dépend du stimulus déjà associé à un réflexe préexistant chez l'animal.

Pavlov avait ainsi établi la première théorie valable en apprentissage, celle du conditionnement classique.

- Il définit donc les bases de l'apprentissage:



Ill.14. www.nobel.sc

Pavlov est le premier à parler de :

- **Stimulus inconditionnel** : n'importe quelle chose ou événement qui, d'emblée, sans pré-requis, induit une réponse précise.

Ex : la viande induit la salivation

- **Réponse inconditionnelle** : induite systématiquement par le stimulus inconditionnel.

Ex : la salivation

- **Association inconditionnelle** : connexion stimulus-réponse préexistante, préétablie.

Ex : le chien n'a besoin d'aucun apprentissage pour saliver (réponse) à la vue de la viande (stimulus).

- **Stimulus conditionnel** : stimulus délivré en même temps que le stimulus inconditionnel

Ex : la cloche

- **Association conditionnelle** : c'est la nouvelle association établie (après plusieurs essais) entre stimulus conditionnel et réponse inconditionnelle.

Ex : cloche-salivation.

Lors de conditionnement classique, la nature des réponses est essentiellement involontaire. Les réponses sont :

- soit végétatives et font appel à des organes tels que glandes, muscles lisses...et entraînent salivation, vomissements, modifications de la fréquence cardiaque, de la pression sanguine, des concentrations d'hormones...

Ex : les vaches laitières ont quelquefois une éjection du lait à la simple mise en marche de la machine à traire.

- soit motrices de type réflexe, comme le réflexe palpébral à la menace par exemple.

- Les règles du conditionnement classique sont au nombre de cinq :

- 1- Loi de contiguïté temporelle :

Pour qu'il y ait association entre un stimulus neutre et un stimulus inconditionnel, il faut qu'ils soient étroitement appariés dans le temps, et plus précisément, le stimulus neutre doit précéder de peu le stimulus inconditionnel.

Le délai optimum varie en fonction des espèces et de la nature du stimulus inconditionnel. Ici, la cloche doit tinter en même temps que la viande est mise dans la bouche du chien.

- 2- Loi de la répétition :

Pour qu'il y ait une association entre un stimulus neutre et un stimulus inconditionnel, il faut qu'il y ait plusieurs fois association de ces deux événements. De plus, une réponse conditionnelle est d'autant mieux mémorisée que le nombre de répétitions est élevé. Si ce nombre est insuffisant on peut assister au phénomène de l'oubli (affaiblissement de la réponse avec le temps).

- 3- Loi de l'extinction :

Le conditionnement disparaît lorsque l'on omet de présenter le stimulus inconditionnel pendant trop longtemps. L'extinction est un phénomène actif au cours duquel l'animal apprend que le stimulus conditionnel n'est plus suivi du stimulus inconditionnel et qu'en conséquence il est inutile de répondre.

- 4- Loi de généralisation :

La réponse conditionnelle peut être mise en oeuvre suite à un stimulus conditionnel similaire mais non identique (exemple : réponse positive à un son de 1000 Hz et un son 950 Hz). Ceci montre que l'animal n'apprend pas de façon absolue un stimulus conditionnel mais qu'il parvient à en distinguer les traits principaux. Cette souplesse apporte une valeur adaptative car dans la nature, tous les stimuli ne sont pas forcément identiques.

- 5- Loi de discrimination :

Si l'animal est exposé à deux stimuli qui sont similaires mais non identiques et que seul l'un d'entre eux est renforcé, il ne répondra qu'au stimulus préalablement renforcé et non à l'autre. La discrimination s'oppose donc à la généralisation. Il est aussi important que l'animal parvienne à distinguer les stimuli qui sont suivis d'événements significatifs de ceux qui ne le sont pas. Cela permet à un chien d'apprendre à ne répondre qu'à la voix de son maître par exemple.

Beaucoup de réactions émotionnelles sont conditionnées selon le modèle classique. Elles sont souvent accompagnées d'une anticipation, comme l'« effet blouse blanche », ou le chien qui anticipe les coups de tonnerre (qui lui font peur) dès la diminution de la pression atmosphérique qui les annonce.

Les réactions émotionnelles possèdent deux caractéristiques majeures : la rapidité d'installation (c'est à dire que peu de stimulus neutres sont nécessaires à leur mise en place) et difficulté à éteindre, ce qui explique l'élargissement avec le temps de la gamme de stimulations qui peuvent entraîner des réactions émotionnelles chez les animaux. On peut mettre en oeuvre des traitements qui agissent sur l'état émotionnel par désensibilisation (= déconditionnement), le plus souvent associées à un traitement chimique (psychotropes).

Le conditionnement Pavlovien est une forme d'apprentissage très répandue à travers tout le règne animal et chez les mammifères les plus évolués il couvre chaque aspect de la vie. Les associations peuvent donc être formées avec des stimuli préalablement neutres comme l'heure du jour, l'état physiologique du corps...

Outre les réactions émotionnelles, il existe d'autres types de réponses conditionnelles, comme la sécrétion d'hormones ou des sensations comme la sensation de peur.

La fonction du conditionnement classique serait de permettre à l'animal, en anticipant sur l'événement, d'augmenter ses chances d'éviter le danger ou d'obtenir la nourriture souhaitée.

Mais le succès n'est pas garanti. S'approcher de la nourriture n'est pas la prendre et un prédateur parvient, parfois, à trouver la proie qui se cache. Et si, chez les Invertébrés, les réactions consommatoires sont le plus souvent déclenchées par les stimuli appropriés (c'est à dire sans apprentissage) beaucoup de Vertébrés apprennent véritablement à obtenir de la nourriture.

On observe souvent que sans apprentissage, l'animal possède une vague approximation du comportement qu'il convient d'adopter, qu'il perfectionnera ensuite par la pratique.

La vue d'un stimulus associé à la nourriture déclenche toute une série de réponses consommatoires chez l'animal conditionné. Cependant ces réponses peuvent se modifier lorsque l'animal commence à faire le rapprochement entre son comportement et ce qu'il obtient. S'il reçoit du plaisir ou une récompense en échange d'une réponse attendue, alors de lui-même il donnera à nouveau la même réponse « afin de » recevoir sa récompense. C'est ce qu'on appelle conditionnement opérant, par opposition au conditionnement classique décrit par Pavlov.

2.2. L'apprentissage associatif instrumental ou conditionnement instrumental

Le conditionnement instrumental est une sorte d'apprentissage où le comportement de l'animal est modifié par les conséquences de ce comportement.

En voici un exemple très simple : un chiot plonge son nez dans une fontaine, il est éclaboussé et trouve cela amusant. Il sera enclin, dans les jours qui suivent, à plonger plus souvent son nez dans la fontaine. En revanche s'il avait trouvé l'expérience désagréable il aurait eu naturellement moins tendance à répéter cette attitude. Dans ce cas la probabilité d'un comportement x (c'est-à-dire les chances que l'animal répète ce comportement x) dépend de ce qui vient immédiatement après l'exécution de x .

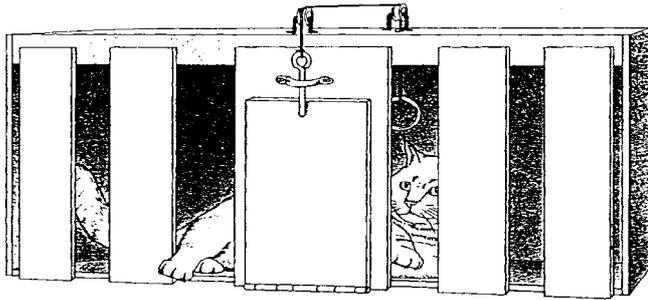
Il y a association entre un comportement et ses conséquences.

2.2.1. Un peu d'histoire...

Tout commence avec E. L. Thorndike (1874-1949), à la fin du 19^{ème} siècle. Il commence ses recherches sur l'intelligence animale à Harvard en 1896. Le point de départ en fut une simple observation : le chien de son voisin avait appris à ouvrir la porte du jardin pour fuguer.

Thorndike voulait étudier la capacité des animaux à résoudre un problème. C'est ce qu'il appella la « **loi de l'effet** » (sur laquelle on revient plus loin). Il chercha ainsi à prouver qu'une réponse est augmentée ou diminuée selon les événements qui la suivent.

Il mit au point un protocole expérimental très simple : un chat dans une caisse de bois équipée d'un loquet (une poignée) et d'une porte. Il suffit de manipuler le loquet pour que la porte de la caisse s'ouvre, libérant ainsi le chat.

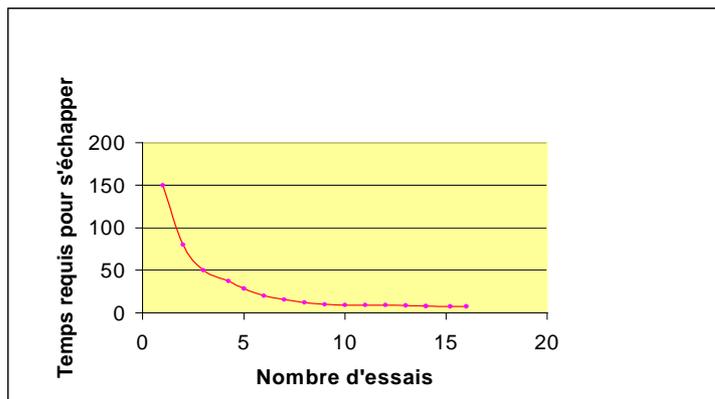


III.14. La « boîte à problèmes » de Thorndike (Cours d'Ethologie, D3)

L'idée... observer les tentatives du chat pour ouvrir la porte et la vitesse avec laquelle il parvient à ouvrir la porte. Le chat développe alors de comportements (ex : passer la patte à travers les barreaux) jusqu'à ce qu'il parvienne par hasard à appuyer sur le loquet qui ouvre la porte.

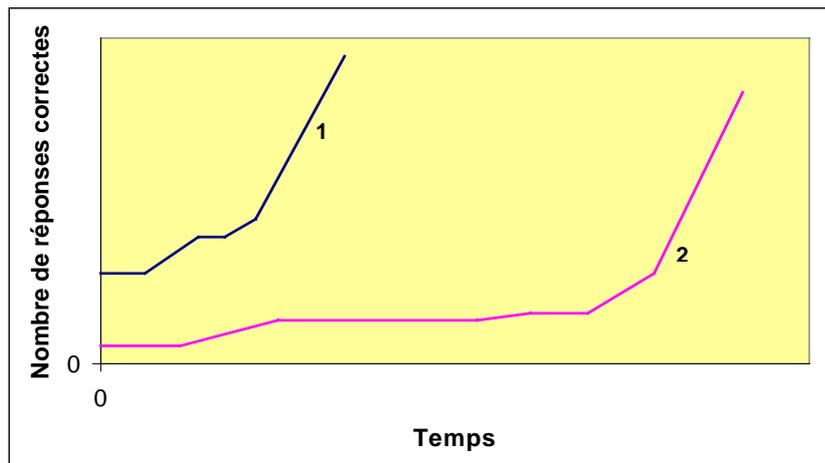
Le chat est mis plusieurs fois de suite en situation et il note à chaque fois :

- Les changements de comportement
- La diminution du temps pour parvenir au but recherché : ici ouvrir la porte.



III.15. Diminution du temps pour ouvrir la porte au fil des essais (www.furman.edu)

Thorndike est alors en mesure de tracer des « courbes d'apprentissage » et peut ainsi comparer les situations, leur « niveau de difficulté ». Il est aussi en mesure de comparer la vitesse d'apprentissage entre de nombreuses espèces.



Niveau opérant d'un comportement 1) aboyer 2) faire un saut périlleux

III.16. Courbe d'apprentissage (Cours d'Ethologie, D3)

Naturellement l'animal va de plus en plus vite pour sortir de la cage, il a « appris » que « pour s'enfuir, il fallait appuyer sur le loquet ».

Thorndike veut cependant savoir si les animaux sont capables de résoudre certains problèmes par imitation ou simplement observation. Il monte alors une nouvelle expérience.

D'un côté des chats (groupe A) qui ont eu l'opportunité d'observer d'autres chats s'échapper de la caisse ; de l'autre côté des chats (groupe B) qui n'ont jamais approché la caisse.

Résultat : il n'y a aucune différence entre la courbe d'apprentissage du groupe A et celle du groupe B.

Il obtient la même conclusion en utilisant des chiens.

D'une façon générale, les animaux apprennent selon la méthode appelée « essai-erreur » : occasionnellement, un peu par chance, l'animal fait quelque chose qui le libère de la caisse. Lorsque l'animal se retrouve dans la même situation il est plus enclin à sélectionner le comportement qui convient (*i.e.* ici appuyer sur le loquet pour ouvrir la porte).

La récompense (être libéré de la cage) renforce vraisemblablement l'association entre le stimulus (être enfermé dans la cage) et l'action appropriée (appuyer sur le loquet avec la patte).

La récompense renforce l'association stimulus-réponse.

Au cours de l'apprentissage par « essai-erreur », l'animal sélectionne parmi l'étendue des comportements qu'il peut avoir, le plus favorable, et abandonne ceux qui lui sont défavorables.

- Les lois du conditionnement instrumental

En 1910 Thorndike théorise ces observations et propose la « **loi de l'effet** » : un comportement a plus de chances d'être reproduit s'il est associé à un résultat favorable, plutôt que s'il est associé à un résultat défavorable.

Cette loi est le fondement du conditionnement instrumental. Il en existe d'autres :

- 1- Loi de la contiguïté temporelle

- Installation : il faut administrer la punition ou la récompense juste après l'apparition du comportement. Un comportement superstitieux est un comportement dont la probabilité d'exécution augmente en raison de la contiguïté temporelle avec le renforcement.
- Maintien : renforcement différé ; cela limite la dépendance du comportement au renforcement, il y a allongement progressif du délai.

Ex : un chien reste de plus en plus longtemps assis après que son maître lui ait demandé. Le comportement résiste à l'extinction.

- 2- Loi de la répétition

- 3- Loi de discrimination

- 4- Loi de généralisation

- 5- Loi d'extinction

La réponse diminue lorsqu'elle cesse d'être renforcée. L'extinction est plus ou moins rapide en fonction de différents critères : motivation de l'animal, nature du renforcement... un renforcement positif est plus sensible à l'extinction qu'un renforcement négatif par exemple. Une des particularités de l'extinction dans l'apprentissage instrumental est un effet rebond (réponse exagérée) dans les premiers temps.

- B.F. Skinner décide de rebaptiser le « conditionnement instrumental » et propose le terme de « **conditionnement opérant** » plus approprié selon lui à ce mode d'apprentissage.

Selon lui « opérant » insiste sur le fait que l'animal « agit » et est influencé par l'environnement.

Les réponses sont ici des actes volontaires par opposition au conditionnement classique où les réponses sont involontaires, le plus souvent de type automatique.

Skinner met au point « la boîte de Skinner ». Les animaux utilisés ici sont soit des pigeons soit des rats.

- La boîte :

Elle contient un ou plusieurs leviers que les animaux peuvent abaisser. Dans la boîte également, un distributeur de nourriture (granulés) délivre une quantité précise (établie) de granulés le levier est actionné.

Un dispositif permet également de détecter et d'enregistrer toute action sur le levier.

Il est également possible de délivrer dans la boîte d'autres récompenses (eau...) mais aussi des punitions (courant électrique sur le fond de la boîte).

- Animal utilisé : le rat

- Conditions requises :

On ne peut pas demander n'importe quelle association réponse-stimulus à n'importe quelle espèce. Par exemple on sait qu'il est impossible pour un pigeon d'apprendre à appuyer sur une pédale avec une patte pour obtenir de la nourriture : il essaie de piquer la pédale avec le bec. Chaque espèce est phylogénétiquement et éthologiquement préformée à faire telle ou telle association. Le pigeon utilise naturellement son bec pour se nourrir (le matériel d'études est alors adapté au pigeon), le rat utilise ses pattes.

- Etales :

1- Le rat est exposé aux granulés, dans sa cage, ces mêmes granulés qui lui seront donnés en récompense dans la boîte de Skinner. Il apprend ainsi que ces granulés sont de la nourriture qui par conséquent est renforçatrice lorsqu'il est affamé.

2- Le rat est placé dans la boîte de Skinner.

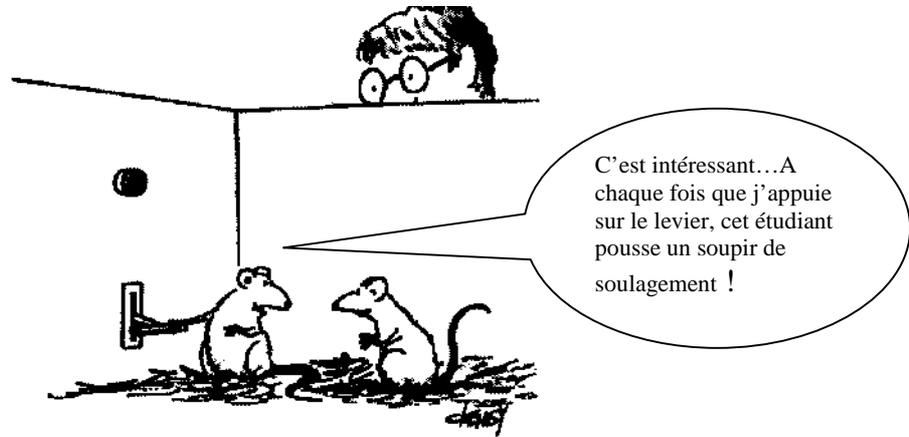
3- Le distributeur de nourriture contient d'ores et déjà quelques granulés, le rat constate ainsi que le distributeur est une source potentielle de nourriture.

4- Réglage du distributeur : il est programmé pour fournir une dose de granulé lorsque le rat appuie une fois sur le levier. Après avoir actionné le levier et reçu la nourriture il y a une période réfractaire pendant laquelle la lumière est éteinte.

5- Une fois que le rat a appris que les granulés étaient renforçateurs, une fois qu'il a appris où les trouver, il faut cependant beaucoup de temps avant qu'il apprenne à presser sur le levier quand le témoin lumineux s'allume. Le problème, c'est que le rat a très peu de chances d'appuyer sur le levier au hasard. Généralement, à la base de tout apprentissage par essais-erreurs il y a un comportement naturel (souvent observé) de l'animal. Dans ce cas précis le rat n'apprendra donc pas directement par « essais-erreurs » mais par une procédure appelée « shaping » ou succession d'approximations.

Au tout début de l'expérience, au lieu de récompenser exclusivement le comportement exact requis (appuyer sur le levier), on récompense tout comportement se

rapprochant de celui attendu. Et peu à peu on augmente la précision du comportement récompensé, jusqu'à ne renforcer que « le rat appuie sur le levier ».



Ill.17. La théorie de Skinner...(www.rosella.bhs.mq.edu.au)

Le rat commence donc par recevoir de la nourriture lorsqu'il est dans la bonne moitié de la boîte (c'est-à-dire du côté du levier). Il est ensuite renforcé lorsque, en plus d'être près du levier, sa tête pointe le levier, etc... puis lorsqu'il effleure le levier...

Par une suite d'approximations on obtient que le rat appuie vraiment sur le levier, ce dès que le témoin lumineux s'allume.

6- On arrête l'expérience.

7- Quelques heures plus tard, on replace le rat dans la boîte de Skinner. Il se dirige directement vers le levier, il appuie sur le levier et obtient la récompense.

2.2.2. La loi de l'effet régit le règne animal

- Dans la vie quotidienne

Qui n'a vu observé un chien ouvrir une porte ? Certains chiens apprennent à boiter ou se font des plaies de léchage pour attirer l'attention de leur propriétaire.

- Education, dressage

Le principes du dressage sont ceux du conditionnement opérant : on récompense les réponses correctes et on punit les réponses incorrectes. Le dressage au sens défini ci-dessus tend à disparaître peu à peu, au profit des méthodes développées avec les mammifères marins : on récompense la réponse correcte et on ignore la réponse incorrecte (au lieu de la punir).

L'éducation (des enfants ou des animaux) repose elle aussi sur la « loi de l'effet ». La bonne note est une récompense et renforce le travail des élèves.

- Conditionnement opérant et adaptation

Thorndike, en proposant la « loi de l'effet », met vraisemblablement le doigt sur le fonctionnement de la planète entière. Et si, pour Skinner, le rat affamé ne peut obtenir sa nourriture qu'en abaissant une manette, cette réponse devient pour lui une condition de survie.

La loi de l'effet a ainsi souvent été comparée à la loi de la sélection naturelle, qui toutes deux modèlent le comportement de l'individu en fonction de son environnement. C'est ce qui différencie conditionnement opérant et classique.

En effet lors de conditionnement classique la réponse est involontaire, systématique et en aucune façon modelable par la conséquence qu'elle induit (ex : le chien ne parvient que très difficilement à contrôler son taux de salivation, même s'il reçoit pour cela une récompense). Cela ne veut cependant pas dire que l'animal n'en tire aucun avantage. Des réponses telles que la salivation en réaction à la nourriture ou au son d'une cloche, ne constituent pas une liste exhaustive du comportement conditionnel classique. Ainsi que l'a rapporté Pavlov, la réponse du chien à une stimulation conditionnelle ne s'arrête pas à la salivation (Pavlov décida de n'observer que la salivation, seule réaction « mesurable »).

Un animal vivant dans un environnement immuable se sert toujours des mêmes stéréotypes pour assurer sa survie, toute déviation se trouvant éliminée par un processus de sélection naturelle. Mais la plupart du temps, l'animal doit faire face à des éléments sans cesse fluctuants et s'il réagit toujours de la même façon, son comportement sera tôt ou tard inadapté. Confronté à des modifications incessantes, l'important, pour lui est de trouver sa subsistance, parfois contre certains de ses stéréotypes comportementaux héréditaires.

Tout changement observé dans le « programme naturel » de l'animal est considéré comme apprentissage. On sait que le comportement inné de certaines espèces évolue de génération en génération pour s'adapter à de nouvelles données climatiques. De la même façon certaines réactions individuelles vont parfois se modifier pour faire face à une altération radicale ou passagère du milieu ambiant.

Cette analogie entre la sélection naturelle et la modification de réactions acquises nous rappelle que la faculté d'apprendre ne saurait être séparée de la nécessité d'adaptation. Dans les deux cas, l'animal en tire profit.

Nous devons cependant distinguer ce qu'il convient d'attribuer à l'apprentissage des autres causes. Un chiot urine de la même façon qu'une femelle, c'est à dire accroupi, alors qu'un chien adulte « lève la patte ». La cause est ici extérieure à l'apprentissage et résulte,

cette fois, d'une maturité sexuelle. Un chiot à qui l'on injecterait des hormones mâles se comporterait rapidement comme un adulte.

L'état physiologique de l'animal le conduit ainsi à modifier son comportement. Il existe d'autres facteurs qui peuvent modifier ou inciter l'animal à modifier un comportement, comme la motivation. Elle peut accélérer l'acquisition d'un comportement si l'individu est motivé pour cela. Inversement, elle peut entraver un apprentissage.

2.2.3. Notion de motivation

La motivation est l'intérêt spontané pour une tâche particulière, ici c'est le besoin, qu'il soit physiologique ou artificiel (notamment chez l'homme).

Un animal assoiffé boira, bien qu'il ait refusé de le faire six heures plus tôt. Cette nouvelle attitude ne découle pas d'une connaissance inédite, simplement sa motivation diffère. Ainsi, si un comportement est modifié simplement par une motivation qui diffère, ce changement est réversible, dès lors que la motivation s'éteint. Un animal privé de nourriture sera beaucoup plus motivé et coopérera, simplement motivé par son désir d'obtenir de la nourriture. Si on lui permet alors de manger, il retrouvera vite son état originel, non affamé.

Avant d'entamer un apprentissage, nous devons donc cerner les conditions amenant chez l'animal un changement de motivation à cet apprentissage (la privation d'eau ou de nourriture par exemple).

Dans le langage courant, on utilise le terme de motivation pour décrire le désir d'agir d'une certaine manière dans le but d'atteindre ses fins. Les désirs peuvent être classés dans un *continuum*, allant des envies irréprouvables, impulsives et irrationnelles (envies viscérales, telles que faim, peur, sexe..) aux désirs rationnels, calculés.

Lors d'un comportement rationnel, l'individu est généralement conscient d'un but précis (important chez les animaux en captivité) pour la réalisation duquel convergent toutes ses actions.



Ill. 18. Tiré d'Animal Training (Ramirez)

Nous verrons que les motivations diffèrent selon les situations et surtout selon les espèces. Par exemple les Pinnipèdes sont en général motivés essentiellement par la nourriture, contrairement aux Cétacés.

Chez les Cétacés, et en particulier les orques, le besoin d'interaction sociale entre elles et avec l'homme est primordial.

Plusieurs facteurs modulent la motivation d'un animal à faire quelque chose :

- Il ne faut pas oublier les interactions entre différents types de motivation. La faim, par exemple, diminue la motivation sexuelle chez certaines espèces et la soif a un effet inhibiteur sur la faim. Le maintien d'un état physiologique interne stable est un aspect important de la motivation.

- De même, les conséquences résultant du comportement propre d'un animal ont des effets marqués sur sa motivation.

Une nourriture très bonne au goût, par exemple, augmente la stimulation alimentaire des animaux qui ont faim. D'un autre côté, si les conséquences ne sont pas celles auxquelles l'animal s'attendait, la motivation de l'animal sera considérablement altérée, cela résultant de sa frustration. Un animal affamé, par exemple, est susceptible d'être frustré s'il est physiquement empêché d'obtenir de la nourriture qu'il peut voir, si une récompense de nourriture est différée, ou si sa nourriture a moins bon goût que d'habitude.

Les autres aspects de la motivation qui peuvent être particulièrement affectés par des circonstances sont la peur, la curiosité (phénomène très important chez les orques), l'agression et le comportement exploratoire.

- La privation a également beaucoup d'effets sur la motivation. L'important est alors de savoir si le fait de priver un animal de l'opportunité d'accomplir une certaine activité provoque une plus grande intensité de la motivation et si on obtient le redoublement du comportement concerné lorsque la privation est terminée.

Dans certains cas la réponse est évidente. La privation de nourriture provoque une augmentation du comportement d'alimentation lorsque la nourriture est à nouveau disponible et cela est manifestement dû à une augmentation (physiologique) de la faim. La privation de sommeil aboutit, de la même façon à un sommeil intense : cela est attribué à une accumulation de fatigue.

Dans d'autres cas il est évident que la privation n'entraîne pas une intensification de la motivation. L'évitement d'une situation qui fait peur, par exemple, n'est pas accru par la privation de cette situation. C'est plutôt la confrontation avec les stimuli effrayants qui fait augmenter la peur.

Il est souvent difficile de savoir et cerner les conséquences de la privation. Cela dépend des animaux et de la situation. C'est le cas de l'agression : dans certains cas priver l'animal de toute opportunité de comportement agressif peut décupler son agressivité lorsqu'on cesse la privation. La privation peut, dans d'autres cas, contribuer à calmer l'agressivité de l'animal.

Dans le cas du conditionnement opérant, on se sert de la motivation de l'animal, elle est même primordiale. En offrant un **renforcement** à chaque réponse correcte de l'animal, on augmente sa motivation. Ce renforcement est une récompense dont la nature varie énormément ; elle s'adapte à chaque animal et à chaque situation.

2.2.4. Notion de renforcement

Le renforcement est par définition le processus qui intervient pendant l'apprentissage pour renforcer certaines réponses et tout particulièrement lors d'apprentissage associatif. Le renforcement reflète alors la façon dont les mécanismes d'association et de motivation interagissent pour modifier le comportement de l'animal.

Ainsi, dans l'exemple du conditionnement classique, la nourriture agit à la façon d'un renforçateur positif (appelé encore quelquefois « appétitif »).

La nourriture joue aussi le rôle de renforçateur positif lors du conditionnement opérant (cf. Skinner), elle vient renforcer la réponse conditionnelle, soit la pression du levier. L'expérimentateur peut faire dépendre le renforçateur positif de différents aspects du répertoire comportemental de l'animal. La démonstration la plus spectaculaire du pouvoir d'un renforçateur positif nous vient d'un rat de laboratoire légendaire qui avait appris à grimper au sommet d'un escalier en spirale, à saluer le public, à abaisser et à traverser un pont-levis, à monter sur une échelle, à utiliser une chaîne pour hisser un petit wagon sur lequel il lui fallait pédaler pour traverser un tunnel, à monter ensuite une série de marches, puis à courir dans un tube, enfin à descendre dans un ascenseur, tout cela pour obtenir une seule ration de nourriture.

Tout comme les stimuli positifs utilisés dans la procédure de conditionnement classique, les stimuli instrumentaux les plus efficaces sont des événements agréables à l'animal, et bien souvent il s'agit de nourriture.

Seuls les stimuli qui ont une valeur émotionnelle, donc subjective pour l'animal ont ce pouvoir de renforcement.

- Principes du renforcement

En quelques mots, la théorie du renforcement peut être résumée ainsi : « **les conséquences influencent le comportement** ».

1- Trois règles importantes :

- Si la conséquence est une récompense elle renforce le comportement
- Si la conséquence est une punition, elle affaiblit le comportement
- Les conséquences neutres qui ne donnent jamais ni récompense ni punition éteignent le comportement.

En d'autres termes si vous désirez voir plus souvent un comportement , alors dès que celui-ci se produit récompensez-le. Au contraire, si vous ne voulez plus voir un comportement punissez le ou ne le récompensez pas. Et si vous voulez faire disparaître un comportement ignorez-le.

2- Procédure :

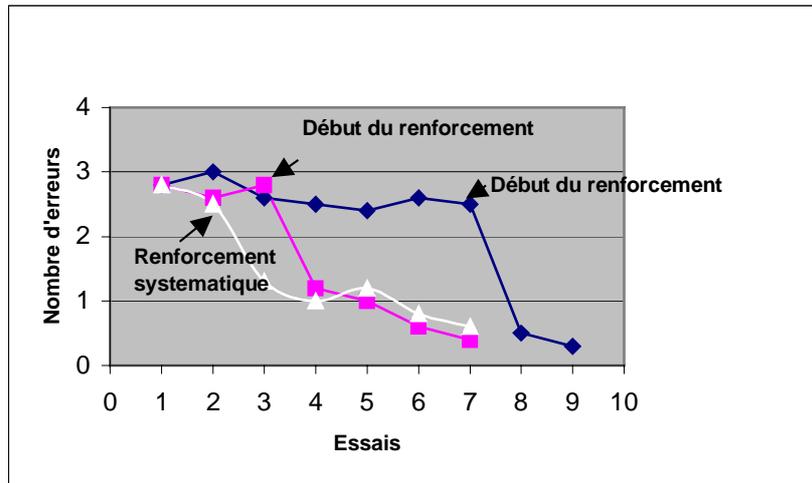
C'est ce que l'on appelle en anglais « When-Do-Get », en d'autres termes « Mise en situation-Action-Récompense ». Il convient de noter ici l'analogie avec les trois phases classiques de n'importe quel comportement consommatoire : phase appétitive-phase de consommation-phase d'apaisement (réfractaire).

Donc pour ce qui est du renforcement trois étapes aussi :

- Mise en situation.... « when »
- Réalisation du comportement... « do »
- Le comportement entraîne une conséquence... « get »

Selon la théorie du renforcement, l'animal (ou la personne) apprend très vite que le comportement « do » amène une conséquence « get » : c'est le plus évident. Par exemple un chien comprendra très vite que le fait de s'asseoir entraîne des caresses. Seulement il faut ensuite apprendre que ceci ne fonctionne que dans des situations bien établies : ici le chien doit comprendre qu'il doit s'asseoir seulement au moment où son maître le lui demande s'il veut obtenir la récompense (caresses).

Le renforcement doit intervenir immédiatement après le comportement voulu, de façon à ce que l'animal associe le bon comportement à la récompense (ou inversement qu'il associe le comportement non désiré à la punition). Ainsi des comportements très spécifiques peuvent être renforcés et selon la loi de l'effet proposée par Thorndike, le renforçateur, produit immédiatement après la réponse, a le pouvoir de la renforcer directement et donc d'assurer son maintien.



Graph. 3. Mise en évidence de l'importance du renforcement chez l'animal (www.furman.edu)

Légende : - Courbe jaune : correspond à un animal systématiquement récompensé.
 - Courbe rose : l'animal n'est renforcé qu'à partir du moment indiqué par la flèche.
 - Courbe bleue : l'animal n'est renforcé qu'à partir du moment indiqué par la flèche.

3- Sélectivité du renforcement

L'efficacité du renforcement dépend du stimulus conditionnel ou de la réponse employés.

4- Limites du renforcement

Il faut bien être conscient des limites du renforcement, limites qui peuvent poser problème à son application.

Il est bien souvent difficile d'identifier ce qui est considéré comme récompense et punition. Par exemple, si les orques adorent se frotter les flancs sur les galets, près des côtes, ils n'accepteront pas forcément d'être frottés (voire simplement touchés) par n'importe quel jeune soigneur. En revanche, après conditionnement, cela peut leur devenir agréable et par là un renforçateur puissant. Il est donc nécessaire (voire indispensable) de bien connaître les animaux avec lesquels on travaille, les avoir longtemps observés pour avoir une idée de ce qui est véritablement renforçateur pour eux.

Il se peut cependant que l'élément renforçateur perde de son efficacité au cours du temps, d'où l'intérêt de varier les renforcements accordés, varier leur fréquence d'apparition, leur forme, etc....

Il est important de contrôler toutes les sources potentielles renforçatrices. Des éléments renforçateurs (oubliés ou non observés) peuvent interférer avec l'élément

renforçateur que l'on a choisi et entraîner l'échec d'un apprentissage, sans que l'on sache pourquoi.

Par exemple...

Il est quelquefois difficile de savoir si le renforcement a servi l'apprentissage ou s'il est la seule motivation qui pousse l'animal à effectuer un comportement. A ce moment-là, si la récompense ne vient pas, l'animal peut se montrer très désagréable et refuser de coopérer. En fait dans ce cas-là il n'aurait pas assimilé, il n'aurait pas appris la séquence comportementale : il agirait simplement comme un robot, étape par étape, la récompense étant la condition *sine qua non* de la réalisation du comportement. Il lui faudrait les trois étapes When-Do-Get obligatoirement.

Et sans récompense (ou même espoir de récompense) il n'y a pas de comportement : ce système est trop rigide ! et inapplicable avec des animaux évolués et intelligents comme les orques.

La punition est extrêmement efficace et en général elle provoque des effets très rapides, conséquents et définitifs. La punition efficace doit être immédiate, intense, inévitable et elle doit avoir lieu à chaque fois que se produit le comportement non désiré.

Cependant ses effets se révèlent désastreux avec les mammifères marins. Elle n'est donc pas pratiquée, d'autant que la relation animal-soigneur est fondée sur la coopération, le jeu, la complicité et non un rapport dominant-dominé. Les animaux subissent un impact émotionnel très négatif lors de punition et cela risque de développer un mal être, une anxiété, une crainte voire haine ou comportement agressif envers les soigneurs.

La punition est bien souvent choisie par de « mauvais dompteurs » pour arriver très rapidement à leurs fins, mais elle entrave de la même façon beaucoup d'autres apprentissages.

5- Pré-requis à la mise en place d'un renforcement efficace :

La personne qui demande le comportement doit maîtriser les aspects théorique et pratique du renforcement.

Elle a le contrôle de toutes les sources renforçatrices, pour tous les animaux avec lesquels elle travaille.

Elle a le contrôle de chaque animal avec lequel elle travaille.

Elle a élaboré au préalable un plan détaillé et consistant des renforcements qu'elle va accorder.

Un renforcement x est délivré sous les mêmes conditions à tous les animaux à qui l'on demande un comportement donné.

Si l'on ne respecte pas ces quelques règles le renforcement perd de sa valeur.

• Les différents types de renforcements :

→ Renforcement :

- Facteur déterminant d'un comportement qui augmente le taux de réussite
- Processus facilitant l'apprentissage en associant le comportement désiré avec un élément considéré comme récompense par l'organisme.
- Défini par certains psychologues comme tout stimulus entraînant une réduction des pulsions et par d'autres, comme tout stimulus apportant à l'apprentissage.
- Augmentation de la fréquence d'une réponse quand elle est directement suivie d'une conséquence particulière. La conséquence peut aussi bien être la présentation d'un renforcement positif que la suppression d'un renforcement négatif.

→ Renforcement positif :

- Stimulus introduit dans une situation expérimentale et qui tend à augmenter la réponse du sujet.
- Tout acte servant à renforcer les réponses qui précèdent un événement.
- Stimulus qui renforce la réponse d'approche et d'utilisation du stimulus positif renforçateur.
- Augmentation de la fréquence d'une réponse suivie d'un renforcement positif. Un renforcement positif, lorsqu'il est présenté, augmente la probabilité de la réponse qu'il suit. Ex : le chien s'assoit de plus en plus pour avoir sa friandise ; ici la friandise est un renforcement positif.

→ Renforcement négatif :

- Stimulus aversif augmentant les réponses qui le suppriment.
 - Tout événement qui renforce les réponses menant à son extinction.
 - Renforcer une réponse afin que l'animal évite ou supprime le renforcement négatif.
 - Evénement ou stimulus aversif qui, lorsqu'il est supprimé, augmente la fréquence de la réponse.
- Ex : un chat fait ses griffes sur une tapisserie ; on l'asperge d'eau pour qu'il arrête ; l'aspersion d'eau est ici un renforcement négatif : si on arrête de l'asperger d'eau il aura

tendance à revenir faire ses griffes sur la tapisserie. Un cheval aura tendance à s'arrêter pour éviter la pression sur le mors imposée par le cavalier.

→ Renforcement primaire :

- Renforcement produit par un stimulus que l'organisme trouve naturellement (ces stimulus satisfont des besoins biologiques tels que la faim ou la soif).
- Défini par certains psychologues comme tout stimulus qui réduit un besoin.
- Renforcement qui ne dépend pas de l'apprentissage pour acquérir ses propriétés renforçatrices, tels que nourriture, eau, activité sexuelle...

→ Renforcement secondaire :

- Renforcement produit par un stimulus qui a acquis une valeur renforçatrice par son association avec un renforcement primaire.
- Tout stimulus obtenant des propriétés renforçatrices à travers l'association avec un renforcement positif (eau, nourriture).
- Événement qui devient renforçateur par apprentissage. Un événement devient un renforcement secondaire par association avec d'autres faits (primaires ou conditionnés, étant déjà renforçateurs). Ex l'attention peut devenir un renforcement secondaire.

Il existe pour renforcement secondaire différentes définitions selon les sources...plus de 25 termes sont employés pour la notion de renforcement secondaire. On parle ainsi de renforcement alternatif, non comestible, conditionné, appris, « non-appétissant », tactile, stimulus du bridge, renforcement varié, organisé, planifié, naturel...

Le renforcement secondaire est donc un renforcement dont l'efficacité dépend des conditions sous lesquelles l'animal l'a expérimenté auparavant (acquis par apprentissage). Il est donc important, avant de présenter un renforcement secondaire à un animal, de comprendre le passé naturel de l'animal. Savoir comment il vit et communique avec ses congénères peut aider à déterminer quel genre de renforcement secondaire l'animal acceptera.

Une erreur souvent commise par de jeunes soigneurs est celle de croire que parce qu'il semble apprécier un stimulus offert par un de ses congénères ou par son environnement, un animal va également l'accepter et l'apprécier venant d'un soigneur dans une séance d'apprentissage.

Pour ce faire, le conditionnement de ce stimulus est nécessaire.

Ex : un Bélouga qui aime se gratter au fond d'une rivière ne l'acceptera pas forcément d'un soigneur.

Savoir ce qu'un animal aime ou n'aime pas fait partie du développement d'une relation avec cet animal. Chaque soigneur doit développer une « relationnel » individuel avec chaque animal. L'histoire individuelle conditionne les réactions.

Ex : un dauphin aimera être gratté sur la langue par un soigneur qu'il connaît bien alors qu'un jeune soigneur offrant le même renforcement secondaire verra l'animal sonder bouche fermée devant lui.

Tout renforcement secondaire, spécialement s'il est nouveau, doit être présenté par tous les soigneurs. Quand ce renforcement secondaire aura été utilisé par de nombreux soigneurs, il sera si bien conditionné qu'il sera accepté par l'animal n'importe quand, venant de n'importe quel soigneur.

Les soigneurs doivent ainsi prendre le temps de développer une bonne relation pour être certain de l'acceptation et de l'efficacité d'un renforcement secondaire.

Plusieurs étapes dans la présentation d'un nouveau renforcement secondaire : le soigneur doit d'abord déterminer ce que l'animal aime le plus., pour cela il suffit d'observer l'animal, le connaître. Le renforcement secondaire est alors associé à un renforcement positif primaire puis est présenté de temps à autre après des comportements simples et faciles. Par exemple : on sait que les orques captives adorent se frotter le ventre le long des murs des bassins. Le renforcement secondaire sera « le soigneur gratte le ventre de l'orque ». Pour conditionner ce nouveau renforcement secondaire, le principe est très simple, il suffit de récompenser l'animal à chaque fois que le soigneur lui gratte le ventre. Et l'orque fait d'elle-même la relation. En définitive le fait d'être grattée sur le ventre par un soigneur deviendra un puissant renforçateur secondaire.

Avec le temps, chaque soigneur élève le niveau en présentant des renforcements secondaires après des comportements plus difficiles et plus complexes. Les renforcements secondaires sont ainsi très utiles lorsque l'animal refuse le renforcement primaire, par exemple lorsqu'il refuse de se nourrir.

Ex : une femelle Bélouga a arrêté de se nourrir après l'arrivée de pseudo-orques dans son bassin. Les soigneurs suspectaient que l'arrivée des nouveaux animaux fût la cause des problèmes, mais ils voulaient écarter tout de même l'éventualité d'une pathologie sous jacente (via la prise de sang). Or un animal qui ne se nourrit pas est en général peu coopératif pour ce genre de comportement. Bien que recrachant tous les poissons qui lui étaient offerts, l'animal semblait répondre à toute demande de comportement. Les Bélougas de l'aquarium semblaient tous apprécier le « tac » (renforcement tactile). Massage de melon, gratouilles sur la langue,

massages du corps avaient été facilement conditionnés et se sont avérés très utiles pour obtenir cette prise de sang qui s'est révélée négative.

Le renforcement secondaire est donc aussi voire plus important (notamment chez les orques) que le renforcement primaire. Et même si la notion de renforcement secondaire n'est pas nouvelle et n'est pas définie de la même façon par tous les professionnels du milieu animalier, elle reste présente, très efficace et indispensable dans tout centre pratiquant les lois du conditionnement opérant afin d'améliorer la vie des animaux.

→ Renforcement conditionné :

Il constitue une autre forme, tout aussi importante, de communication avec les animaux. Le renforcement conditionné est un son, une action que l'animal a été conditionné à associer avec un renforcement positif.

Par exemple, chez le chien, le simple bruit des croquettes versées dans la gamelle est un renforcement conditionné. Le chien a appris que le bruit des croquettes annonçait pour lui quelque chose d'agréable, à savoir son repas.

Chez les mammifères marins en général (et en particulier les orques) l'exemple le plus courant de renforcement conditionné est appelé « bridging stimulus », plus simplement connu sous le nom de « **bridge** », c'est le **coup de sifflet**.

Les sifflets communément employés sont de simples sifflets ultrasons, comme ceux que l'on utilise avec les chiens (un sifflet normal peut tout aussi bien être utilisé, avec les mêmes résultats).

Le coup de sifflet signifie « oui, c'est bien, c'est ce que je veux ».

Pourquoi choisir un sifflet ? Pour quelques raisons évidentes.....

- le coup de sifflet est bref, il peut intervenir exactement au moment (instantané) où l'animal exécute le comportement demandé. Il est en effet quelquefois difficile de récompenser l'animal au moment même où il se comporte bien. Un exemple tout simple... Comment donner du poisson à une orque en train de sauter ?



Photo. 2. Dans le cas du « Breaching » correctement exécuté, on ne peut pas récompenser immédiatement l'animal, d'où l'aide du sifflet. Ce signal avertit l'animal qu'il est en train de donner la bonne réponse et qu'il va être récompensé.



Photo. 3. Pour la « Révérence Arrière » (ici lors d'un spectacle), le sifflet est aussi indispensable

- Le coup de sifflet permet ainsi de combler le laps de temps s'écoulant entre le moment où l'animal exécute le comportement et le moment où il reçoit le renforcement primaire (nourriture). Ainsi il annonce la récompense à venir.
- Le son émis par le sifflet est invariable et bref. En effet, on pourrait imaginer remplacer le sifflet par un « bien » ou « oui, c'est ça »... seulement d'un soigneur à l'autre, d'un jour à l'autre les voix changent, évoluent et l'animal n'est pas susceptible de reconnaître le renforcement secondaire.
- Le sifflet est vraiment très simple d'utilisation et n'importe quel soigneur peut l'utiliser.

- Enfin le son du sifflet passé au dessus et en dessous de la surface de l'eau.

Le comportement de l'animal est vraiment le meilleur moyen de savoir si le coup de sifflet, ou n'importe quel autre renforcement conditionné est efficace : l'animal est-il régulier ou non dans ses attitudes ?

Comment l'animal fait-il la relation entre le renforcement primaire et le renforcement conditionné ? Par conditionnement, par apprentissage tout simplement. Et c'est relativement facile. Il suffit d'associer systématiquement nourriture et coup de sifflet et avec le temps l'animal fera de lui-même la relation.

Tabl. 2. Bilan : Comparaison des conditionnements classique et opérant (cours d'Ethologie, D3)

Principales différences entre le conditionnement classique et le conditionnement instrumental		
	Conditionnement classique	Conditionnement instrumental
Relation	Stimulus - Stimulus	Contexte + comportement + conséquences
Animaux	Passifs	Actifs
Réponses	. Involontaires . Neuro-végétatives . Motrices de type réflexe	. Volontaires . Réponses motrices (musculature striée) . Complexes et modifiables
Renforcement	Déclenche naturellement la réponse Ex: la poudre de viande provoque naturellement la salivation	Pas de lien physiologique ou de cause à effet avant le conditionnement
Motivation	Pas indispensable Parfois facilitatrice Ex: si l'animal a faim, le conditionnement est plus facile à obtenir que s'il est repu	Indispensable

Chez les orques on utilise uniquement la méthode du conditionnement opérant, moins traumatisante que le conditionnement classique. On privilégie les renforcements positifs au détriment des punitions.

En raison de leur taille, il est impossible de les forcer à exécuter quoi que ce soit, leur motivation est donc indispensable (nous verrons les différentes façons de la susciter et de la maintenir).

Dans la dernière partie, nous développerons l'application de cette méthode d'apprentissage chez les orques captives.

III. CHEZ LES ORQUES EN CAPTIVITE

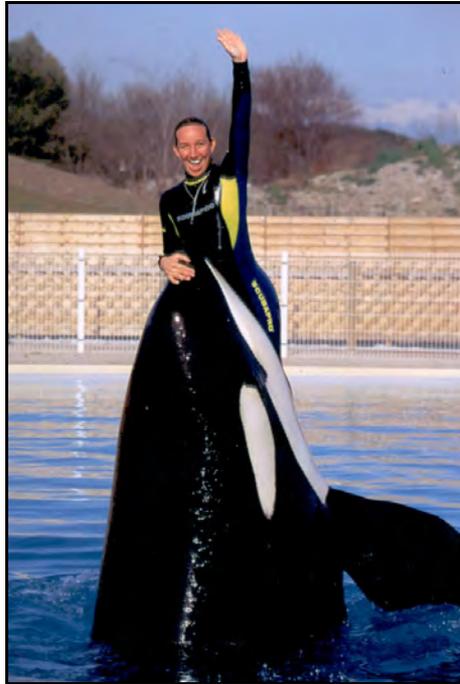


Photo. 4. Freya et Lindsay

Travailler avec des orques en captivité serait un peu comme conduire une « formule 1 », des sensations fortes, une satisfaction réelle... mais de nombreuses règles à respecter, au risque de perdre beaucoup.

En effet les orques, de par leur caractère social et très joueur recherchent en permanence à interagir avec l'homme ; c'est une quête de contacts, de regards, d'attitudes...

Très curieuses de nature (ce sont des prédateurs avant tout), très investigatrices, très peu craintives (elles sont en haut de la chaîne alimentaire marine), les orques s'investissent aisément dans n'importe quelle séance de jeu. Certes la nourriture les motive, mais beaucoup moins que cette nécessité de contact, de contrôle sur l'environnement proche.

Ce sont également des animaux très souples (beaucoup plus que les « grands dauphins » par exemple), dotés d'une faculté d'adaptation très rapide à toute nouvelle situation. Souples, intelligents mais non moins intolérants. Ils ne pardonnent pas la plus petite erreur, ce qui peut s'avérer dangereux avec des animaux d'un tel gabarit.

Leur seuil de saturation est aussi semble-t-il assez bas (toujours par rapport aux « grand dauphin ») (faut-il y voir une corrélation avec le fait que les orques soient de super-prédateurs ?).

Ainsi l'orque peut-elle très vite refuser le travail et quitter le soigneur.

Besoin social ? Besoin d'interaction (même vocale) avec les membres du groupe ? Saturation vraie ? Incompréhension ? Mauvaise volonté ? Les facteurs qui influencent ces « décrochages », ces « refus de coopérer » ne sont pas toujours très clairs. Ils témoignent du grand développement du psychisme de ces animaux.

Toujours est-il que les séances d'apprentissage avec les orques sont loin d'être régulières et bien souvent perturbées.

3.1. Intérêts de l'apprentissage chez les orques en captivité

3.1.1. Besoins comportementaux des animaux

Les besoins comportementaux sont définis comme étant des comportements motivés par des stimuli internes. Si l'on empêche l'animal d'accomplir un de ces comportements, alors son bien-être est compromis.

Chez les mammifères marins en général, on distingue deux besoins comportementaux majeurs : le besoin de recevoir des stimulations et le besoin de contrôler l'environnement. Il est donc évident que le bien-être animal peut être compromis dans des environnements peu stimulants et que le fait de les stimuler ou d'augmenter le contrôle qu'ils ont sur leur milieu peut améliorer leurs conditions de vie.

Il y a donc trois façons d'améliorer la vie des animaux en captivité :

- L'enrichissement de l'environnement,
- L'étude approfondie et la compréhension du comportement animal ou « behavioral engineering »,
- L'apprentissage.

En général on détermine expérimentalement les besoins comportementaux d'une espèce de la façon suivante :

- a) on empêche l'animal d'exécuter un comportement x et on en détermine les conséquences,
- b) on détermine l'élasticité de la demande de ce comportement x .

Ainsi on peut apprendre aux animaux une gamme de comportements pour changer eux-mêmes leurs conditions de logement : ces études sont très utilisées actuellement pour l'évaluation du bien-être animal.

Cet essor correspond aux mises en place de textes européens pour l'élevage industriel (ex. conditions d'éclairage des élevages de porc).

Tout ce qui joue sur le bien-être animal a aussi des conséquences cliniques évidentes sur les animaux en captivité.

Ainsi Broom (1990) donne une liste les indicateurs d'atteinte au bien être des animaux en captivité :

- retards de croissance,
- taux d'adrénaline élevés, cortisol, stress...,
- stéréotypes, tics,
- taux de réponses, motivation diminués,
- système immunitaire défaillant,
- comportements anormaux,
- troubles de la reproduction...

Un des problèmes les plus importants de la captivité est que les animaux évoluent en milieu fini. Ils ont une connaissance exacte, exhaustive et « définitive » de leur environnement et n'ont rien à explorer.

Les orques sont nourries avec du poisson mort : cela implique qu'elles n'ont pas vraiment le contrôle de leur nourriture, ne chassent pas et les conditions environnementales n'évoluent pas énormément.

Les bassins des mammifères marins sont souvent très peu stimulants en eux mêmes, on les qualifie souvent de « stériles » : des murs lisses, un fond lisse et un système d'arrivée d'eau et de drainage. Ces bassins sont dépourvus de tout objet : problème de nettoyage, risque pour les animaux de les avaler ou de s'y blesser...

Et il arrive que les animaux développent des comportements anormaux. Chez les dauphins, par exemple (Sweeney, 1990) une activité sexuelle débordante est souvent due à un manque de stimulation externe.

Autres témoins d'un manque de stimulation externe : le jeu (exagéré) avec tout ce qu'ils trouvent dans le bassin (feuilles, algues...), des attitudes sexuelles envers les soigneurs ou les animaux d'espèce différente, et une fréquence élevée de tics. Amundin (1974) observa une réduction de la part des stéréotypes (de 95 à 16 %) dans le comportement des après quelques mois d'utilisation des jouets.

Le risque, avec les jouets, est l'habituation. Les animaux s'en lassent vite, notamment les otaries.

L'enrichissement idéal de l'environnement des animaux passe donc par l'apprentissage : cela contribue à améliorer le contrôle qu'ils ont sur leur milieu de vie, notamment sur la nourriture. La possibilité de contrôler les éléments qui les entourent diminue considérablement leur lassitude.

Une des premières études réalisées à ce sujet mettait en scène des macaques Rhésus: en 1976 Hanson, Larson et Snowdon mirent en évidence l'effet bénéfique du contrôle des stimuli aversifs . Ils placèrent les macaques dans un environnement très bruyant : son fort, et régulier. Les singes du groupe A pouvaient arrêter le bruit en appuyant sur un levier, ceux du groupe B étaient soumis au même bruit que ceux du groupe A mais sans moyen de contrôle sur le bruit ; les singes du groupe C n'étaient pas exposés au bruit.

Ils étudièrent les taux de cortisol (indicateurs d'état de stress) chez les singes A, B, C.

Résultat : les singes du groupe B avaient un taux de cortisol très élevé alors que ceux des groupes A et C avaient le même taux de cortisol, un taux faible, témoin du bien-être de ces animaux.

Chez les mammifères marins, le contrôle de l'accès à la nourriture est très important. La nourriture étant un renforcement primaire, les animaux ont en permanence le choix d'être nourris ou pas.

Des expériences menées sur des singes ont montré que l'augmentation des stimuli externes et de leur contrôle sur l'environnement avait des effets bénéfiques. Témoins, une diminution de la concentration en cortisol plasmatique, une diminution des comportements anormaux, une diminution de l'agressivité, une diminution du temps passé à être assis, une amélioration de la gestion du stress (mesurée via la fréquence cardiaque). De plus les singes ne s'habituent pas, ils ne se lassent pas. L'effet est permanent.

L'apprentissage, le travail sont donc un bon moyen, en offrant une possibilité de contrôle sur la nourriture, d'éviter l'ennui des animaux.

Les effets bénéfiques du travail et de l'apprentissage ont aussi été observés chez beaucoup d'espèces comme les félins, les ours, les éléphants, les animaux de cirque...

Mackay (1981) décide de mener le même genre d'étude chez les dauphins : il a appris à deux dauphins à siffler à une certaine fréquence de manière à activer un distributeur de nourriture. Afin d'éviter que la faim soit la seule source de motivation, les dauphins sont nourris avant l'expérience: la nourriture délivrée par le distributeur n'est qu'un supplément à la ration journalière. On remarque que les dauphins continuent souvent à activer le distributeur, même s'ils ne mangent pas les poissons reçus. Cela suggère au moins qu'une source de motivation est le contrôle de la distribution de poissons... c'est à dire le contrôle

d'un élément de leur environnement. Ces études sont donc en accord avec les études réalisées sur les mammifères terrestres.

Ainsi tous les mammifères captifs et surtout les orques, si on leur en donne l'opportunité, fourniront des réponses destinées à contrôler un peu plus leur environnement.

Et on saisit alors l'importance de la relation animal-soigneur pour le bien être des animaux.

Kastelein et Wiepkema (1988) ont observé chez les lions de mer de Steller une diminution importante des comportements stéréotypés lorsque les soigneurs passent du temps avec eux.

Les interactions homme-animal doivent être variées, les renforcements imprévisibles, pour conserver la motivation de l'animal. Cet aspect sera développé plus tard.

Ainsi, satisfaisant les besoins comportementaux des animaux, l'apprentissage est le garant de l'état mental des animaux.

3.1.2. Besoin d'exercice physique

A l'état sauvage, les animaux parcourent d'énormes distances. Les orques, en tant que prédateurs voyagent beaucoup et dépensent une grande quantité d'énergie à la chasse, la recherche de nourriture : cette activité est bien évidemment réduite à néant en captivité. Les séances d'apprentissage, en plus d'occuper les animaux et d'enrichir leur environnement, sont synonymes d'exercice physique (par exemple les séances de sauts, de nage en vitesse).

3.1.3. Manipulation des animaux

La coopération d'animaux « hors normes » comme les orques (et plus généralement de tous les mammifères aquatiques) est indispensable à une manipulation correcte, notamment en vue d'un acte médical.

Les mammifères marins en captivité sont suivis très régulièrement afin d'éviter le développement des maladies. En effet ils ont tendance à très peu montrer qu'ils sont malades et compensent jusqu'au moment où il est trop tard pour intervenir. La prévention est donc nécessaire : elle passe par des prises de sang régulières, l'analyse de l'exsudat trachéobronchique, l'analyse des matières fécales, de l'urine, du contenu gastrique, les échographies, les radiographies....

Et si les animaux se soumettent volontairement à de tels examens, c'est tout simplement le résultat d'un apprentissage.

Prenons l'exemple de la prise de sang, réalisée à la caudale, face ventrale, là où les veines sont le plus accessible et le plus visible. Cette position n'est pas évidente à maintenir pour l'animal : il doit rester immobile au moins pendant deux minutes.

L'apprentissage de ce comportement comporte plusieurs phases :

- 1- apprentissage de la position latérale : l'animal se place, le corps parallèle à la plate forme.
- 2- apprentissage de la position sur le dos (spécifique à l'orque pour le prise de sang).
- 3- apprentissage du déplacement de la station parallèle à perpendiculaire à la plate forme.
- 4- maintien du contact de la caudale dans les bras du soigneur.

Lorsque ces quatre premières phases sont apprises, l'animal se place correctement et demeure immobile jusqu'au coup de sifflet renforçateur.



Photo. 5. Position adoptée en vue de la prise de sang à la caudale



Photo. 6. Prise de sang réalisée à la caudale

L'acceptation de la prise de sang est plutôt une habitude à la sensation de piqûre, une désensibilisation en fait (tout de même renforcée, soit par un renforcement primaire, soit par un renforcement secondaire). En effet la prise de sang ne demande aucun effort particulier à l'animal, il lui suffit d'accepter passivement cette sensation un peu désagréable ; une fois l'effet de surprise oublié, les orques paraissent ne pas ressentir la piqûre.

L'animal doit aussi accepter la présence de la solution (froide en général) qui désinfecte le lieu de ponction ; et enfin la personne (souvent un vétérinaire) qui réalise la prise de sang. L'animal peut se montrer méfiant et craintif s'il n'a jamais vu la personne qui fait la prise du sang. Le vétérinaire reste alors en retrait pendant que l'animal prend position et s'approche de lui au dernier moment.

Les réactions à la piqûre peuvent varier : fuite, coup de nageoire caudale...

Les autres examens complémentaires font intervenir le même genre d'apprentissage.

Ainsi pour l'examen des contenus gastriques ou fécaux l'animal doit accepter la présence d'une sonde dans l'œsophage ou le rectum ; il doit consentir à uriner volontairement pour l'examen d'urine, doit accepter la sonde de l'échographe, doit expirer fortement de façon à récupérer du mucus trachéobronchique...

Pour l'examen des dents, de la bouche, il doit accepter que l'on mette la main dans sa bouche....

Tous ces comportements volontaires évitent une contention chimique et permettent des examens de santé très réguliers, non stressants pour les animaux.

La contention physique (forcée) est impossible chez les orques.

Il est également possible de désensibiliser les animaux à des instruments de mesure (mètre) ou de pesée, à des dispositifs de transport tels que brancards, grues... indispensables lors de transferts (cf. le transfert des orques dans leur nouveau bassin à Marineland, été 2000).

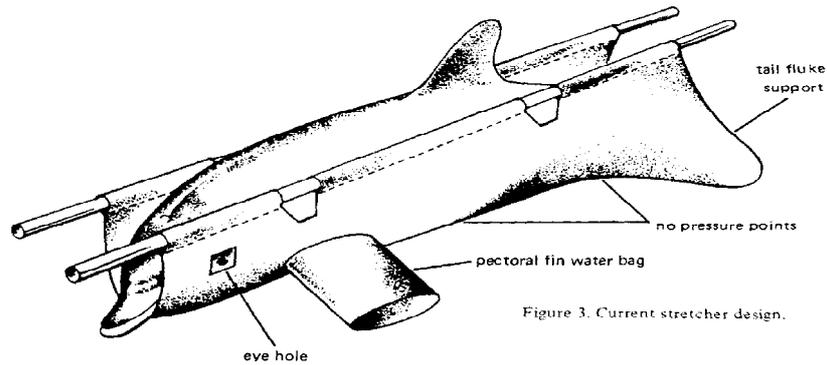


Figure 3. Current stretcher design.

III. 19. Le brancard (Dolphin Trainer's Handbook, 1975)



Photo. 7. Inouk : mesure de la distance entre les pectorales

Outre les examens médicaux (apprentissage médical, « medical training »), la manipulation des orques est aussi un énorme atout pédagogique : les orques sont le support de présentations éducatives faites le plus souvent à des écoles. Les enfants (les adultes...) ont la chance d'approcher, d'observer ces animaux dans des attitudes caractéristiques de l'espèce. Ainsi ces séances sont-elles, en lui faisant connaître l'animal, le meilleur moyen de sensibiliser le public à la nécessité de conserver les espèces marines.

C'est l'esprit du Vancouver Public Aquarium : ce centre accorde une importance toute particulière à la recherche et aux présentations pédagogiques. Ainsi en 1986 l'aquarium de Vancouver décide de créer une animation : « un jour dans la vie d'une orque ». Les orques apprennent à exécuter sur commande tous les comportements qu'elles exécutent à l'état sauvage et ce sont ces comportements qui sont montrés en « spectacle ». Un narrateur

intervient tout au long de la représentation pour expliquer l'utilité de tel ou tel comportement et sa signification selon le contexte...

Pour la première fois le spectacle est centré plus sur les animaux que le public.

3.1.4. La recherche

Les orques en captivité fournissent des informations qui seraient plus difficiles à obtenir sur des animaux sauvages : notamment des notions de physiologie, anatomie, métabolisme, reproduction, etc.... La foule d'articles publiés chaque année par les centres qui ont des orques en captivité en est le témoin.

Il est aussi possible d'entraîner les orques à des comportements bien spécifiques de manière à les faire participer à des expériences : ainsi commence-t-on à étudier leur vision, leur audition, leur mémoire. Freya (femelle adulte du Marineland) a participé à une étude sur la mémoire, via un test d'appariement. L'idée était de lui montrer des formes différentes (cercle, étoile...) et de voir si elle était capable de distinguer ces différentes formes tout d'abord et ensuite d'apparier les formes semblables. L'étude est en cours. On prend ici conscience de l'importance de l'apprentissage avec les animaux captifs.

Il en va de même pour les études menées sur l'audition. Lorsque vous subissez un test auditif le clinicien vous demande de lever la main si vous entendez le son...comment faire comprendre à un dauphin ou à une orque qu'elle doit réagir si elle entend un son, si faible soit-il ? Tout simplement par apprentissage. On commence par faire écouter des sons dont on est sûr qu'ils sont entendus par l'animal. Après avoir entendu le son, l'animal doit se positionner face à une cible ; en quelque sorte « j'entends le son, mais comme je ne peux pas lever la main, je me positionne devant la cible pour montrer que j'ai entendu le son en question ». Et petit à petit on augmente la difficulté en diminuant l'intensité des sons proposés.

Ce sont, pour toutes les études réalisées, simplement des manipulations non invasives, des observations. Les animaux coopèrent dans ces projets de recherche, projets qui permettront une meilleure connaissance de l'espèce, et par là augurent d'une meilleure conservation.

3.2. Les soigneurs

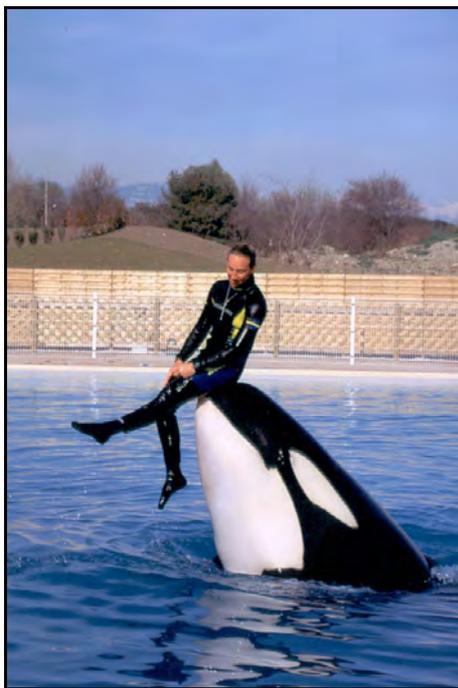


Photo. 8. Freya et Lindsay

Qui ne s'est jamais plongé, le temps d'un spectacle, dans la combinaison d'un soigneur orque ou d'un soigneur otarie... Chevaucher une orque, « danser » avec un dauphin, essayer les moustaches d'une otarie ?

Que faire pour que ce rêve devienne réalité ? Quels sont ces liens extraordinaires qui unissent les soigneurs à ces animaux ?

3.2.1. La formation : comment devient-on soigneur ?

De prime abord les places de soigneur sont chères : vu le nombre de parcs marins (très limité, notamment en Europe) face à la quantité de CV reçus lorsqu'un poste se libère...

Le monde des mammifères marins intrigue et attire beaucoup de gens et comme dans bien des domaines persévérance et motivation suffisent à faire le tri.

Le profil du soigneur idéal ?

Il en existe probablement autant qu'il y a de soigneurs ou animaliers sur terre... Il n'existe pas d' « école de soigneur mammifère marin ».

Trois endroits (« institutions ») en France offrent une formation théorique pour devenir animalier :

1. Carquefou: Institut Rural La Charmeliere
44470 Carquefou
tel: 02.40.52.79.82
2. Gramat: CFAA du Lot
Avenue de la Garenne
46500 Gramat
tel: 05.65.38.72.12
3. Vendome: CFPPA du Loir et Cher
Arenes BP 106
41106 Vendome Cedex
tel: 02.54.77.69.37

Les notions abordées : bien-être animal, animaux et captivité, approche et contention des animaux sauvages, apprentissage... cependant la partie concernant les mammifères marins est vraiment réduite.

A quelques exceptions près, les soigneurs ont une formation biologique, ce qui semble logique pour travailler chaque jour avec des animaux. Ils ont pour la plupart déjà travaillé avec des animaux, pas forcément captifs ou dans des parcs naturels.

Cheryl Messinger (The Dolphin Connection) et Ken Ramirez (John G. Shedd Aquarium) ont ainsi, au cours d'une conférence IMATA (International Marine Animal Trainers Association) (Messinger *et al.*, 1997) dressé le portrait des soigneurs qu'ils recherchent dans leurs centres respectifs.

Pour avoir le maximum de chances d'être retenu, le soigneur doit remplir les conditions suivantes :

- Un diplôme universitaire (niveau maîtrise ou « Bachelor ») en sciences, que ce soit en biologie, zoologie, environnement, espèces marines...Le domaine n'a pas vraiment d'importance. Il suffit de s'intéresser, d'être sensibilisé au maintien des espèces marines en captivité, le reste viendra avec l'expérience.
- Un brevet d'Etat de plongée sous-marine : travailler avec des espèces marines implique d'évoluer dans un environnement aquatique donc d'être à l'aise dans l'eau.
- Etre capable de parler en public : une large part du métier de soigneur, notamment dans des parcs comme Marineland est dédiée à l'éducation du public. Il faut donc se sentir à l'aise face au public, avoir envie de faire partager sa passion aux gens et savoir la faire partager : c'est de la pédagogie pure et simple.
- Avoir de l'expérience avec les animaux et pas forcément les mammifères marins : que ce soit via le bénévolat, les stages, un emploi dans un centre de réhabilitation d'animaux échoués.....

3.2.2. Le profil du soigneur

On ne s'improvise pas soigneur (en particulier soigneur d'orques) du jour au lendemain ; les facettes de ce métier sont variées, complexes, imprévisibles.

Le soigneur est responsable du bien-être physique et mental de ses animaux ; la relation soigneur-animal est peut-être le pilier le plus important (et aussi le plus fragile !) de la vie de ces animaux en captivité. Cette relation que les orques entretiennent avec leurs soigneurs est une, sinon la motivation principale qui les pousse à exécuter les comportements qu'on leur demande.

Le maître mot est « expérience » : bien sûr le soigneur doit avoir des bases solides (cf. soigneurs de Marineland) sur tout ce qui touche au comportement animal, mais l'expérience, le « nez » donnent bien souvent les meilleures réponses lors d'un problème quelconque.

Il faut connaître les animaux.

Le soigneur a aussi des notions concernant les besoins nutritionnels, les soins vétérinaires, la qualité de l'eau, la psychologie animale... bref il est à la fois éthologiste, biologiste, soigneur (au sens propre !), mammalogiste... et la liste est longue.

- Une connaissance parfaite des animaux

C'est connaître la biologie de l'animal avec lequel on travaille : son mode de vie , sa structure sociale (très importante chez les orques)...

C'est savoir interpréter les signes de détresse, anxiété, plaisir... chez l'animal...pour la sécurité du soigneur et de l'animal.

C'est connaître le passé de chaque animal : né en captivité, antécédents (pathologies, difficultés à exécuter tel ou tel exercice, craintes particulières....)

C'est établir une relation propre à chaque animal.

- Le soigneur éduque, prend soin de l'animal, il n'est pas dompteur !

Patience, rigueur, vigilance et constance sont des qualités indispensables pour faire un « bon » soigneur. C'est éduquer les animaux, leur apprendre à vivre dans un nouvel environnement (pour les animaux capturés), c'est en prendre soin.

Le soigneur est tout simplement à la fois l'enseignant, les parents, le docteur pour ces animaux.

- Le soigneur doit connaître les raisons de l'apprentissage

L'apprentissage n'est pas là pour monter un numéro de spectacle.

Certes il intervient pour les spectacles, mais c'est loin d'être la raison la plus importante de l'apprentissage.

Les raisons de l'apprentissage (développées plus haut) sont classées en trois catégories : exercice physique, stimulation mentale et coopération de la part de l'animal. Ces trois points sont très importants : l'apprentissage est ainsi le garant du bien-être de l'animal en captivité, ce n'est pas un luxe ou un plus, c'est tout simplement essentiel.

- * Besoin d'exercice physique

Le bassin doit être en rapport avec la taille de l'animal captif... Mais quelles que soient les dimensions... Cela ne sera jamais l'Océan Pacifique... A l'état sauvage les animaux (orques par exemple) parcourent des distances impressionnantes et dépensent une énergie considérable dans la chasse... Cela est bien évidemment différent en captivité : ils sont nourris.

Les sessions d'apprentissage sont alors synonymes d'exercice physique. Les soigneurs prennent soin de varier les exercices demandés, de manière à alterner séquences calmes et dynamiques.

- * Stimulation mentale

Elle passe par l'enrichissement du milieu de vie de l'animal, la créativité du soigneur... L'enrichissement de l'habitat tend à minimiser les comportements répétitifs, stéréotypés et évite ainsi que l'environnement soit trop dégradé par un animal qui s'ennuie.

Mais s'il est simple, dans un aquarium, d'ajouter rochers ou plantes... C'est plus difficile dans un bassin de dauphins ou d'orques.

Le rôle des soigneurs y devient alors essentiel : outre leurs interactions permanentes avec les animaux, ils n'ont de cesse de modifier (le plus souvent possible) l'habitat des animaux : leur donnant accès à tel ou tel bassin, modifiant les associations d'orques. Le choix des groupes de nuit (et bassins respectifs) est très important : il sont décidés en fonction des

animaux, des affinités, des liens mère-jeune, de ce qui s'est passé la journée et de la volonté des animaux....

Les jouets sont aussi importants. Ainsi au Zoo Brookfield Seven Seas les dauphins ont droit chaque nuit à un jouet (choisi parmi huit jouets). Trois nuits par mois ils n'ont aucun jouet.

Chez les orques à Marineland les jouets (ballons, bidons, bouées...) ne sont offerts qu'en journée, en fin de session et en guise de renforcement d'un exercice très bien réalisé.

* Coopération de la part des animaux

Les soigneurs ont donc parfaitement conscience qu'ils sont au service des animaux et non l'inverse ; leur objectif premier est le bien-être animal.

3.3. Les méthodes d'apprentissage

En tant qu'« éducateurs », les soigneurs ont la responsabilité de l'apprentissage. Autrefois, lorsque les orques étaient encore capturées, la première étape était de leur apprendre à manger du poisson mort et à accepter l'homme dans leur environnement immédiat.

Aujourd'hui, la capture étant interdite, toutes les orques naissent en captivité, la première phase de l'apprentissage s'en trouve ainsi allégée, mais cependant obligatoire. L'épaulard n'est pas une espèce domestique et l'apprentissage doit être progressif : il faut tout d'abord gagner la confiance de l'animal, ensuite façonner (par approximations successives) le comportement souhaité, tout en évitant certaines situations dangereuses.

Dans ce cas alors l'apprentissage se révèle bénéfique.

3.2.1. Gagner la confiance de l'animal

Certes une bonne relation ne remplacera pas la technique mais il contribue à mieux connaître et se faire connaître de l'animal. La base, c'est la confiance mais la confiance réciproque : c'est ne pas craindre, ne pas être craint.

Et c'est au cours des séances d'observation, de jeu, de nourrissage, de soin que chaque soigneur développe sa propre histoire avec l'animal. Cette étape, qui peut parfois prendre du temps, est la première marche (et non la moindre) de la relation établie entre animal et soigneur.

Beaucoup d'apprentis soigneurs sont tentés de brûler cette étape, la considérant comme acquise d'emblée si les animaux ont confiance en les autres soigneurs. Connaître son animal, c'est avant tout avoir conscience de ses besoins... et la clé de cette connaissance... c'est l'expérience vécue.

Cette relation s'édifie en majorité au cours de ce que l'on appelle « les interactions non formelles »... entendons par là les séances de jeu, l'observation, le nourrissage, les soins..... c'est du temps passé au contact de l'animal. Et les notions théoriques d'apprentissage, la technique sont d'autant plus faciles à appliquer que le soigneur connaît et est connu de son animal.

3.2.2. Façonner le comportement recherché

Le terme « façonnement » (ou « shaping ») regroupe les techniques variées employées pour l'apprentissage d'un comportement donné.

Définition: faire acquérir progressivement un nouveau comportement en renforçant des approximations de plus en plus précises de ce comportement.

Il faut donc bien définir la réponse finale et en déterminer les différents constituants élémentaires. Ensuite on renforce la première approximation de ce comportement souvent réalisé au hasard. On cesse enfin de renforcer les approximations qui ne sont pas ou ne sont plus satisfaisantes. On met à profit, dans cette méthode, la variabilité naturelle des comportements.

Le façonnement est généralement lent et fastidieux, mais dans certains cas c'est la seule méthode efficace.

Le façonnement est souvent préconisé sur des animaux qui interagissent difficilement avec l'homme (cas des animaux sauvages qui ont peur des humains), ou encore pour faire acquérir à des animaux un comportement relativement éloigné de leur répertoire comportemental normal. Ainsi peut-on apprendre à un chien de cirque à sauter dans un cerceau en feu, à un chat à faire ses besoins assis sur la cuvette des toilettes... ou à une orque à présenter sa caudale pour une prise de sang.....

Avant toute chose, une loi, celle du **tout ou rien**, c'est le concept « ou tout blanc ou tout noir », rien ne doit être gris. Les soigneurs sont à même, en permanence, d'estimer si le comportement offert par l'animal est acceptable ou pas. Il ne faut jamais accepter (renforcer) un comportement « gris », c'est à dire un comportement approximatif.

D'où l'intérêt, avant toute séance d'apprentissage, d'établir des critères, savoir ce que l'on acceptera, ou pas.

Cela suppose évidemment que l'on sait ce que peut, sait ou ne sait pas, faire l'animal.

Le renforcement des approximations acceptées est appelé renforcement sélectif : il renforce seulement les réponses (approximations du comportement) acceptées.

Par exemple si vous apprenez à quelqu'un à monter à l'échelle, le renforcement sélectif ne le renforcera que s'il monte d'un ou plusieurs crans, pas s'il descend.

- Modes de façonnement

- * Le balayage ou « scanning »

C'est le fait de renforcer un comportement naturellement réalisé par l'animal. On lui demande ce qu'il sait faire de lui même. On attend qu'il réalise le comportement attendu, et à ce moment-là on le récompense. Cette méthode est à l'heure actuelle un peu dépassée, excepté pour certains comportements particuliers.

Prenons l'exemple des vocalises. Le soigneur qui désire apprendre à l'animal à vocaliser sur commande attendra que l'animal vocalise de lui même. Lorsque l'animal vocalise, il est « bridgé » (coup de sifflet) et renforcé primordialement (poisson). En général les animaux apprennent très vite la relation « vocalise-récompense ». Plus long ensuite : associer vocalise et signal donné par le soigneur pour demander la vocalise.

Le « scanning » est ainsi une méthode de façonnement très longue et fastidieuse.

Si l'on utilise le « scanning », le « bridging » doit être vraiment précis (surtout au début) et constant.

Cependant le « scanning » a des inconvénients : tout se passe dans la tête de l'animal et étant donné qu'on ne lui a jamais montré le comportement attendu, l'animal doit de lui même corriger son comportement, et donc se rappeler parfaitement du comportement exact attendu.

Au John G. Shedd Aquarium une des dauphins femelles avait développé ainsi une vrille en l'air, vrille incorporée aux programmes des spectacles. Du jour au lendemain la femelle refusa ce comportement. Les soigneurs tentèrent maintes fois de recréer les circonstances exactes sous lesquelles le comportement avait été observé la première fois..... tout cela, en vain. Quelques mois plus tard, un matin elle exécuta une vrille à nouveau. Avant la fin de la journée elle avait réappris à associer stimulus discriminatif (« Sd ») et vrille.

Les comportements acquis par « scanning » sont donc extrêmement fragiles et il n'y a aucun moyen pour le soigneur d'aider l'animal à se souvenir du comportement demandé.

Il est également impossible de modifier rapidement la localisation, la position ou une partie du comportement. De même réévaluer les critères d'appréciation du comportement demeure difficile.

Alors quels avantages peut-on trouver encore au « scanning » ? Pourquoi conserver une telle méthode d'apprentissage ?

Pour plusieurs raisons :

- Il y a des comportements qui ne peuvent être appris autrement que par « scanning » (ex. vocalises).
- Le « scanning » permet à l'animal d'être créatif, il invente le comportement qu'il désire réaliser.
- L'emploi du scanning aide l'équipe de soigneurs à comprendre et mettre à exécution ce que doit être un « bridging » précis.
- Contrairement au ciblage (« targeting ») (cf. plus loin), où le soigneur guide l'animal à l'aide d'une cible, le scanning force l'animal à interpréter l'information qu'on lui offre (bridging). Cela permet de garder l'animal plus concentré sur ce qui lui est demandé.
- Il fournit de nouveaux stimuli à l'animal, stimuli additionnels qui l'aident à oublier le stress de la captivité.
- Il autorise beaucoup plus d'innovation de la part de l'animal et par là même augmente sa motivation.
- Le « scanning » peut être associé au « targeting » pour de meilleurs résultats.

* Le ciblage ou « Targeting »

C'est l'apprentissage via contact « cible-animal ».

La cible est l'un des outils majeurs que l'animal doit assimiler. Avant toute chose l'animal doit apprendre à ne plus « avoir peur » de la cible. Il est « désensibilisé » au contact de la cible par conditionnement.

A la base du travail d'apprentissage, le soigneur commence par établir un contact physique avec l'animal. Il demande à l'animal de venir toucher sa main (avec le rostre au début) : dès que ce contact est établi, un coup de sifflet lui indique « c'est bien ce que j'attendais de toi » et il est renforcé.

L'objet ou la partie du corps que le soigneur a présenté à l'animal et que celui ci a touché est désormais appelé « cible ». La cible est donc un objet (ballon, perche le plus

souvent) ou une partie du corps du soigneur (main, pied, etc...) que l'animal doit toucher avec une partie de son corps (rostre, melon, nageoire caudale ou nageoires pectorales...).

L'orque apprend ainsi à venir toucher une cible, chaque fois qu'on lui en présentera une.

La cible la plus communément utilisée est la perche (embout élargi et molletonné pour éviter de blesser l'animal).

La perche a plusieurs avantages :

- De par sa longueur, elle constitue une extension du bras très utile lorsqu'on travaille avec des animaux « hors normes » comme les orques.
- Lorsqu'on frappe la surface de l'eau avec la perche, l'embout crée un « slap » sur l'eau, ce qui indique à l'animal, même à distance l'endroit où il doit se positionner pour le comportement demandé.

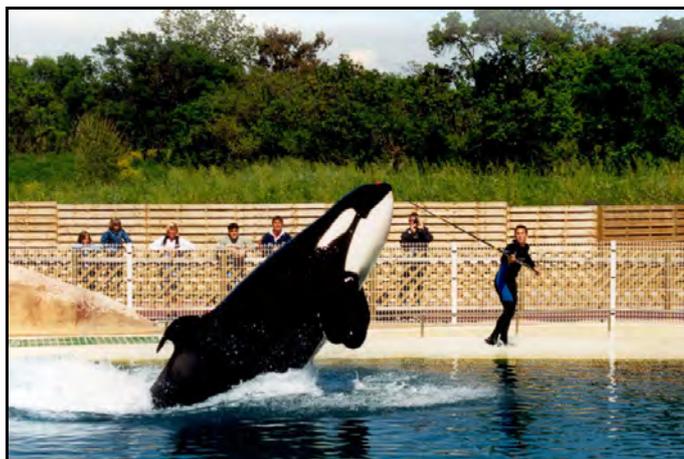


Photo. 9. Freya: "Pushwater" ciblé



Photo. 10. Shouka : Travail de la cible à la vitre

Pourquoi avoir pensé à utiliser une cible ?

Les animaux ont une résistance innée à être confinés, poussés, tirés, harnachés... d'où l'idée d'utiliser une technique d'apprentissage qui fait appel à leur curiosité naturelle, à leur instinct de « chasseur », à leur habileté à traquer une proie. Un exemple tout simple...mettez une laisse à un chat, il se laissera « traîner » et refusera d'avancer. En revanche agitez devant son nez un bout de laine il vous suivra en courant...

Ainsi l'apprentissage devient un jeu, ne frustre pas l'animal et garde sa motivation intacte.

Si l'animal oublie le comportement, il est possible de revenir en arrière et lui réapprendre les bases du comportement désiré. On peut ainsi modifier aisément un comportement, il suffit de changer les critères d'acceptation et de changer la position de la cible. On aboutit ainsi à un comportement très précis, comme la « crise cardiaque » (« heart attack »).



Photo. 11. « Heart attack » (« la crise cardiaque ») est appris à l'aide de la cible

Pour obtenir un tel comportement, la cible est d'une aide précieuse. L'apprentissage de la position pour la prise de sang et celui de la « crise cardiaque » sont très semblables. Pour la prise de sang l'orque accepte de poser sa caudale dans les bras d'un soigneur agenouillé ou assis sur le bord du bassin. Dans le cas de la « crise cardiaque », l'orque « fait la planche » à côté du soigneur, tout cela au milieu du bassin.

L'apprentissage de cette position horizontale, ventre en l'air, est très progressive. L'embout de la cible est placé à la surface de l'eau. L'orque est d'abord récompensée à chaque fois qu'elle vient toucher la cible avec son menton. Puis, en maintenant son menton au ras de l'eau, elle devra toucher la cible avec la zone pectorale, puis le ventre et enfin la

caudale. Finalement l'orque se retrouve en position décrite ci-dessus (cf. photo). Tout au long de l'apprentissage les soigneurs ont pris garde d'associer la position « faire la planche » au signal discriminatif, à savoir le soigneur qui fait la planche à côté de l'animal. Ainsi il suffira que le soigneur fasse la planche pour que l'orque avec laquelle il travaille fasse de même à ses côtés.

Le seuil de saturation est cependant plus rapidement atteint lorsqu'on utilise le « targeting » que lorsqu'on scanne les comportements :

Un inconvénient toutefois, lors du « targeting » l'animal est vraiment pris par la main, il est guidé dans ses comportements et peut se lasser assez vite.

* Le modelage ou « Modeling »

Technique plus couramment employée avec les animaux domestiques que les dauphins, il s'agit de « montrer » à l'animal ce que l'on attend de lui. Ainsi est-il facile de soulever la patte d'un chien pour lui apprendre à faire le beau... avec une orque... cela pose quelques problèmes de « poids ».

* Imitation

L'usage le mieux connu de l'imitation consiste à faire parler un perroquet: il mime les sons qu'il perçoit. Les premiers « *behavioristes* » décrivent le mimétisme comme une sorte de réflexe conditionné (conditionnement classique) (Allport, 1924 ; Holt, 1931, Humphrey, 1921). Le stimulus discriminatif serait le comportement exécuté par le « modèle ».

D'autres auteurs opposent une nouvelle version : cela n'a rien de conditionné, vu qu'il ne semble pas y avoir de renforcement et que l'imitation ne suit pas toujours directement le comportement modèle.

La fonction de l'imitation à l'état sauvage ?

Tout simplement un gain de temps et d'énergie par rapport à la méthode « essai-erreur » pour aboutir au même résultat.

L'imitation facilite l'acquisition rapide de comportements adaptatifs (pour des animaux « naïfs »), répertoire qui caractérise en général la société en question.

C'est pourquoi l'imitation est en majorité pratiquée par des jeunes. Ainsi Inouk participe-t-il à beaucoup de séances d'apprentissage avec sa mère Sharkane. Il lui suffit de « copier » le comportement exécuté par sa mère. A l'état sauvage les orques apprennent

beaucoup de leurs aînés par imitation, notamment les techniques de chasse par échouage, les vocalises...

En plus d'instaurer une communication sophistiquée entre individus, l'imitation a donc bel et bien une valeur adaptative.

Les avantages de l'imitation sont donc multiples :

- intégration des règles de fonctionnement du groupe dans le répertoire comportemental du jeune animal,
- meilleure communication (notion de répertoire vocal) avec le groupe,
- valeur adaptative (économie d'énergie),
- instinctif (cf. nouveaux nés humains de 36 h qui reproduisent l'expression faciale de leurs parents),
- souplesse, adaptation à des situations variées,
- transmission de comportements acquis, et ainsi une ébauche de la culture chez l'homme en particulier.

Ainsi depuis très longtemps, on sait que l'on a intérêt à placer dauphins « naïfs » et expérimentés ensemble. D'ailleurs beaucoup de comportements de groupe (révérences à plusieurs, etc...) reposent sur la capacité des dauphins à imiter leurs voisins et donc à synchroniser leurs sauts.

L'imitation est également souvent mise à profit lors d'apprentissage de comportements complexes. Elle accélère considérablement les processus d'apprentissage, l'animal visualise ce qu'on attend de lui.

Etudier les procédés d'imitation fournit également des données concernant la structure sociale des Cétacés, la façon dont ils communiquent, les processus cognitifs dont ils font preuve, etc.....

• Les lois du façonnement

Karen Pryor a énoncé dix lois du façonnement. Les respecter, c'est assurer l'efficacité du façonnement et prévenir les échecs d'apprentissage :

- 1- Progresser très lentement, par approximations successives.
- 2- Apprendre, enseigner un seul critère à la fois. C'est en permanence avoir à l'esprit ce que l'on demande à l'animal, c'est le concept « tout blanc, tout noir ». Les critères sont clairs, préétablis, le soigneur est strict sur ce qu'il accepte ou non. Ne pas encombrer l'esprit de l'animal avec une multitude d'attentes.

- 3- Avant de passer à l'étape suivante, varier les renforcements. C'est varier la quantité, le type de renforcement, la durée du renforcement... sinon la réponse de l'animal dépend trop du renforcement x ou y et l'on risque un jour de perdre le comportement si l'on change de renforcement.
- 4- Lorsqu'on introduit un nouveau critère, il n'est pas nécessaire d'être aussi strict sur les critères précédemment établis. Il n'est pas rare que l'animal, concentré sur le nouveau critère γ , ne satisfasse pas les critères α et β des jours précédents.
C'est acceptable, mais seulement au début de l'apprentissage du critère γ . Progressivement les soigneurs veilleront à réintégrer les critères α et β .
- 5- Avoir en tête un plan d'apprentissage, savoir exactement ce que l'on désire obtenir.
- 6- Ne pas changer de soigneur en cours d'apprentissage (souci de constance).
- 7- Si une méthode d'apprentissage ne fonctionne pas, ne pas hésiter à la modifier. Les processus d'apprentissage sont des procédés dynamiques et interactifs avant tout.
- 8- Ne pas arrêter une séance sans raison valable.
- 9- Si le comportement est oublié ou mal assimilé, reprendre lentement les bases de ce comportement. Ne pas hésiter à lui « rafraîchir » la mémoire dès les premiers signes de doute.
- 10- Toujours finir sur une note positive, de manière à ce que l'apprentissage reste avant tout un jeu. S'arranger à ne pas arrêter une session parce que l'animal est frustré. Finir sur un succès. Ainsi la confiance est-elle renforcée.

- Association Stimulus discriminatif- Comportement

Lors des spectacles, on remarque que chaque saut, chaque comportement est déclenché par un geste précis et parfois discret du soigneur.

Ce geste est appelé « stimulus discriminatif » = tout stimulus servant de signal à l'accomplissement d'une forme spécifique de comportement.

Les réponses à des signaux discriminatifs (Sd) entraînent le renforcement, alors qu'elles s'éteignent en son absence. On parle encore de Sd pour tout stimulus qui déclenche immédiatement une réponse conditionnée basée sur un apprentissage antérieur.

L'idée est de, peu à peu, substituer la main, le corps du soigneur à la perche.

Pourquoi ?

- par souci de commodité (difficile d'emmener une perche partout avec soi),

- par souci d'esthétique (notamment dans un spectacle).

Une fois que l'animal a assimilé et maîtrisé le comportement demandé, on « raccourcit » peu à peu la perche jusqu'à ne se servir que de ses bras ou de ses mains pour donner le signal du comportement voulu.

Lois du Sd :

- 1- Le comportement est réalisé systématiquement sur présentation du Sd. Le chien doit s'asseoir quand je dis « assis ».
- 2- Au cours d'une séance, le comportement x ne doit pas être réalisé si le Sd n'a pas été présenté. Au cours d'une séance le chien ne doit pas s'asseoir spontanément.
- 3- Le comportement x ne doit pas être réalisé si le soigneur a donné le Sd d'un comportement y ou z . Le chien ne doit pas s'asseoir quand on dit « couché ».
- 4- Le soigneur n'accepte aucun autre comportement que celui demandé avec un Sd bien déterminé. Le chien ne doit pas se coucher quand on dit « assis ».

3.3.3. Maintenir le comportement appris

- Constance

La constance (ou persévérance, cohérence) est la capacité à ne former qu'un, sans contradiction, avoir une conduite harmonieuse.

En ce qui concerne l'apprentissage, la constance consiste à appliquer les principes d'apprentissage (tout en s'adaptant) afin de maintenir les critères prédéfinis. Attention toutefois constance ne veut pas dire « prévision » : l'animal saura ce qu'on est sur le point de faire ou demander si l'on a toujours la même approche des choses sans changement. Il anticipe des éventualités qui à terme deviennent des certitudes.

Le soigneur doit être constant à deux niveaux essentiels :

- 1- Au niveau de son Sd : il doit être suffisamment clair, à chaque fois réalisé de la même façon de manière à ce qu'il n'y ait aucune ambiguïté pour l'animal. Sinon ce dernier tentera de « deviner » le Sd et exécutera le mauvais comportement.
- 2- Au niveau de ses critères d'acceptation du comportement : une fois le comportement appris et acquis, les soigneurs ne siffleront, ils ne renforceront que le comportement parfaitement réalisé. Il s'agit de ne pas accepter de saut « de travers » ou mal positionné si l'on sait que l'animal « sait » le faire correctement. C'est donc établir le critère d'acceptation et s'y tenir ; ne pas avoir peur d'être trop strict. Les jeunes soigneurs

(entendre « inexpérimentés ») ont souvent tendance à être trop « gentils » avec leurs animaux. Ce qui peut s'avérer très vite dangereux avec des animaux comme les orques ; en effet ces derniers ne tolèrent pas la plus petite erreur ou faute d'inattention de leurs soigneurs.

- Variabilité

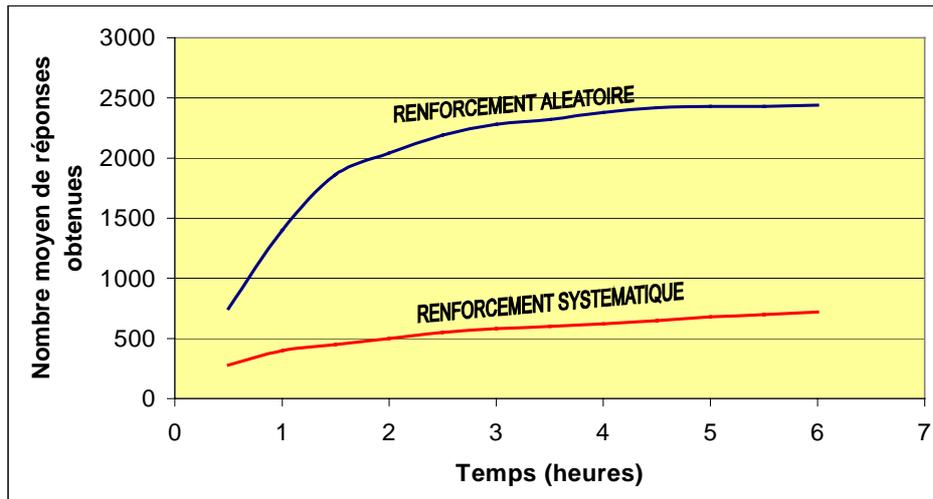
C'est l'imprévisibilité : le fait d'être prévisible existe lorsque l'animal peut anticiper vos mouvements. Cela peut être en relation avec la séquence du spectacle (des enchaînements de comportements dans la même séquence de telle manière que l'animal les fait tous ensemble dans un ordre spécifique. L'animal peut également associer certaines attitudes, routines aux séances d'apprentissage.

Un exemple... si l'on demande au chien de la maison de s'asseoir toujours dans la même séquence, au même lieu, ou au même moment.... en général au moment de donner la nourriture. Le chien est toujours nourri à la même place, il doit s'asseoir avant de manger.

Une autre erreur commune est de demander un « assis » immédiatement suivi d'un « coucher ». Le « coucher » devient la suite logique de « assis » et les deux comportements combinés créent une perte de stabilité, une diminution dans la performance du « assis » originel. Ainsi chaque fois que vous demandez « assis », le chien se couche sans que vous le lui ayez demandé. C'est la même chose avec les orques.

Le fait d'être imprévisible, le fait de varier le lieu, le renforcement ont des avantages :

- La motivation de l'animal est plus importante. Il est plus stimulé, plus intéressé, ce qui est un atout chez les orques (très joueuses, très investigatrices).
- L'animal est plus attentif à ce qui se passe.
- Les réponses sont plus rapides (animal plus concentré) et de meilleure qualité.
- Le seuil de saturation est repoussé (les séances deviennent un jeu).
- La stabilité du comportement demandé est renforcée.



Graph. 4. Le taux de réponses correctes est supérieur si le renforcement est imprévisible (phénomène valable chez toutes les espèces animales) (www.furman.edu)

Légende : - Courbe bleue (en haut) : lors de renforcement non systématique
 - Courbe rouge (en bas) : lors de renforcement systématique

Rappelons que l'apprentissage est un processus dynamique, fondé sur l'interaction homme-animal. La clé de l'apprentissage, c'est peut être d'en faire un jeu, pour l'orque comme pour les hommes.

« Soyez créatifs, soyez inventifs ».

Si l'orque s'amuse à chaque séance, elle attendra avec impatience la prochaine et ainsi progressera plus rapidement.

- Garder une trace des séances précédentes

A la fin de chaque séance d'apprentissage il est utile (voire indispensable) de noter sur un registre les points forts ou les points faibles des animaux.

A Marineland chaque jour sont consignés sur un registre les exercices effectués par chacune des orques et une appréciation relative à chaque exercice demandé. Prenons l'exemple de Shouka jeune orque femelle (8 ans) au Marineland d'Antibes (cf. feuille individuelle de suivi). Voici quelques éléments pour faciliter la compréhension de cette feuille :

- C'est une feuille de suivi hebdomadaire, organisée en différents thèmes (apprentissage, médical, spectacle...)

- On apprécie la progression (+), régression (-), stagnation (0) de Shouka dans les différents exercices demandés. Par exemple, sur la journée de dimanche, quand on lui a demandé un « beaching » (un échouage), elle a régressé par rapport au dernier échouage demandé.
- « H₂O » signifie « travail dans l'eau : le soigneur va dans l'eau avec Shouka, « Rev » veut dire « révérence », etc...
- Les « manip » sont des passages d'un bassin à un autre (notés P₁, P₂...). On note « Sh » pour Shouka, de plus comme elle n'est pas seule dans cet exercice, on ajoute le nom des orques qui l'accompagnent (« K » pour Kim, « V » pour Valentin). S'il a fallu procéder à plusieurs essais pour obtenir le passage demandé, alors on note chaque essai.

Cela donne une idée de l'évolution de l'animal.

L'idéal serait de filmer chaque séance, ce qui est le cas pour un grand nombre de séances. Les séances dites de « travail dans l'eau » (celles où le soigneur va dans l'eau avec l'orque) sont par exemple systématiquement filmées.

L'enregistrement de ces données (sur papier et le soir sur un fichier informatique par exemple) est très bénéfique à tous points de vue :

- On sait à tout moment ce que sait faire l'animal dans telle séance, on sait « quoi » attendre de lui d'où la réévaluation permanente des critères d'acceptation, et la choix d'axer le travail de telle orque sur tel ou tel exercice à une période donnée (cf. « Long term animal goals » et « Training goals », feuille écrite par l'ensemble des soigneurs, en fonction du passé de chaque animal et dont les directives doivent être suivies par l'ensemble des soigneurs sur la période donnée).
- Cela permet (notamment la vidéo) aux soigneurs de se réunir et, ensemble de commenter une séance (commenter l'attitude des animaux et des soigneurs).
- On peut constater la progression/stagnation/régression de tel animal pour tel exercice.
- On soulève ainsi quelquefois des problèmes (comportement anormal, agression.....).

3.3.4. Eviter ou éliminer des comportements non désirés

Les comportements non désirés sont des attitudes (agressive, nerveuse), des routines, des comportements qui sont soit dangereux (et cela peut très vite être très grave chez les orques), soit gênants pour la suite de l'apprentissage (par exemple l'orque qui prend l'habitude, après chaque révérence, de faire un tour de bassin avant de revenir à la plateforme), soit non conformes aux critères établis...

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Orque: <i>SHOUKA</i>			Semaine du 25/12		au 31/12/2000		
2		lundi	mardi	mercredi	jeudi	vendredi	samedi	dimanche
3	apprentissage	V. bow ⊕ P1	H2O in P4 ⊕	H2O in P4 ⊕			P3 → P1 ⊕	Rev. xy ⊕
4		Rev. de P3 → P1 ⊕	(perim. rids)	H2O in P3 ⊕				B. & vitre ⊕
5		gating K&L		Lyrides				Beaching ⊕
6		P3 → P4 ⊕		Belly Flop ⊕				
7								
8								
9	speed		Nage Vit. 4/FV		Dun ⊕	Rev. du P1 ⊕	Rev. Am ⊕	Rev. P1 + M ⊕
10			P3 → P3 → P5					
11								
12								
13	manip	K&L V P1 → P3 ⊕ ⊕ ⊕	K. sh. V. P2 → P3 ⊕	K. S → P2 ⊕ ⊕	Ksh P4 → P3 ⊕	outline P1/P2	K P1 sh V P2 ⊕	Ksh P4 ⊕
14		K&L/P4 V/P3 ⊕	sh. V. P2 → P3 ⊕			K P1 sh V P2 ⊕	K P1 sh P2 ⊕	K S sh P1 ⊕
15		K&L/P1 ⊕	sh. V → P2 ⊕ ⊕ ⊕			Ksh V P1 ⊕ ⊕ ⊕	K P1 sh P2 ⊕	
16		Ksh → P4 → P3 ⊕	2p form Val ⊕ ⊕ ⊕				sh P2 V P3 ⊕	
17	autres	Dun	F/V/SH (P235)				Ksh P1 ⊕	
18	relationnel,	gant-spray		Dun rel ⊕	rel. / Isa ⊕ ⊕			
19	jeux, ...							
20								
21								
22								
23								
24	médical							
25								
26								
27	Spectacle	K&L V ⊕ 11 ³⁰	X	K. sh. : I ⊕ 11 ³⁰	Ksh V P ⊕	11:30 ⊕	11 ³⁰ ⊕	11:30 ⊕
28						15:00 ⊕	15:00 ⊕	15:00 ⊕
29		K&L 15 ⁰⁰ ⊕						
30								
31								
32	Remarque							
33								
34								
35								
36								

me fait pas la h-

LONG-TERM ANIMAL GOALS

- *FADING ICE-PROMPTS FOR ALL AERIALS
- *CRISS-CROSS aerials (bows, breaches, belly flop)
- *VITRE - priority repertoire (See Duncan for list of 10 behaviors)
- *BEACHING - teach to maintain position for dance, fish tease, etc...
- *DIRECTIONAL SAUT-CIBLE (teach response to stimulus to left and right)
- *GATE TARGETING (rostrum on gate Sd)
- *STATIONARY TARGETING (“waiting”)
- *FAST SWIM (teach dorsal-up criteria with use of target slaps; P3 to P1)
- *SAUT-DROIT (All waterwork animals)
- *SQUIRT-BEHAVIORS (bows, slideout, bellyflop)
- *PUSHWATER (All adults)
- *MEASUREMENTS (Full Length and girth measurements monthly)
- *BISE AVEC OTHERS (surface and glass)
- *ARROSAGE CAUDALE (PFS to vitre perimeter)
- *DISTAL-BEHAVIORS (squirt, double pec-wave, fluke wave)
- *LINE-UP POSITIONS (teach full criteria)
- *STIMULUS RESPONSE / BRIDGE RESPONSE
- *1/4-TURN POSITION
- *STAGE SLIDE - Shouka, Val, Inouk

TRAINING GOALS: June 25-July 1, 2001

SHARKAN

*We will attempt to socialize her this week with Freya and Inouk at separate times...Be aware of calf nursing totals--so far, nursing has decreased when Inouk is in the environment due to his activity with the calf.

*We can also begin working gatings between P2 and P5; this will allow us to provide more environmental change to Sharkan as well as desense the calf to gates and canals...Remember, we may be forced to move her to another pool at some time so building reinforcement history NOW is to our advantage.

*Behaviorally, Sharkan is very attentive and motivated. Let's continue to work her static behaviors and bridge response...Also, work "new behaviors" such as Saut droit, Dance mimics, Bise, Pose, etc...

INOUK

- **Tape-caudale** seul et avec other animals (MH, LR)
- Waterwork (LR, DV, JC)
 - *Be aware of poor control and pushiness in the water...Also avoidance of "hula" behavior...
 - *Work footpushes, calin-calin mimics, perimeter rides, **desense**...
- fish tease / dance mimics (MH, DV)
- **barrel roll** (DV, LR)
- **fast swim** (AB, CB, JC)
- belly flop run in P1 (ALL)

FREYA

- Saut-poisson from PFS (IB, LR)
- Aerial positions in P1 seule--bows / breaches (ALL)
- **Beaching** (KN) Fade trainer prompt at beaching...Also, work PFB2
- **Push-water** (DV, KN) Increase height; Work target in P1 at PFB2 or E2...
- **Vitre comportements** (IB, DV)
- **Nage vitesse / Triple tap** (LR, IB)
- **DISCIPLINE!!!!**
 - *Let's focus on her A- to B's and stimulus response
 - * Break from sessions when possible to increase her attention....
 - * DO NOT give reinforcement or LRS until her head is on deck...
 - * Set up situations for gate desense during interactions...

VALENTIN

- Waterwork (LR, JC, JH)
 - *Perimeter desense from all rides
 - *underwater pick-up Work from dive-off...
 - *footpush Work to extend footpush in P1 from PFB2 to PFB1
 - *underwater footpush to step-off in back pools....
- Arrosage caudale (JC,JH,MH) Complete perimeter in P1 from PFS
- Pose (JH, LR) Complete with distal Sd
- Nage vitesse / Triple-tap (MH, GB, JH)
- **GUEST-INTERACTION SEGMENT (JH, GB)**

SHOUKA

- Waterwork (JC, LR)
 - *Relates and Recalls from contact only; All pools...
 - *Desense fall-off
- **Forward flip "ROUE" (IB, DV, JH)**
- arrosage caudale (JC, DV) Continue to reshape dry...
- Vitre (IB, DV)
- Stage-slide (AB, JH, LR)**
- Pose (LR)**

KIM

- **Arrosage vertical (JC, LR)** Work repetition... Introduce in shows!
- **Push-water (IB, AB, FS)**
- Arrosage caudale (JC, GB) Continue to reshape tail movement...
- **Pose (KN, GB)**
- **GUEST INTERACTION SEGMENT (KN, IB)**

ALL WHALES: AGAIN, BRIDGE GLASS POSITIONS FOR AERIALS WHEN POSSIBLE!!!!!!!!!!!!!! FADE THE ICE.....

- Déterminer la cause du problème

Cette étape est souvent la plus problématique, d'où l'intérêt de conserver et classer les registres établis pour chaque animal. Cela permet de mettre en relief une cause plutôt qu'une autre et de résoudre ainsi le problème plus rapidement.

Il est généralement admis que les animaux ne font pas volontairement, en tout état de conscience, des erreurs.

On a l'habitude de classer les sources de problèmes en huit catégories :

1- L'environnement

Il est souvent mis en cause si tous les animaux d'un bassin se comportent soudain bizarrement :

- le temps (vent, soleil, changement de pression, humidité...),
- des changements dans la structure du complexe (échelles déplacées, une pompe qui fait du bruit, un système de filtration mal réglé...),
- un changement dans la tenue des soigneurs,
- le public... par exemple à Marineland, Freya semble sensible à l'augmentation soudaine du public dans les gradins pendant les vacances : elle regarde les gradins à travers la vitre lors des premiers spectacles et peu à peu, au fil des jours n'y prête plus attention.

L'effet dit de « contexte » est très important chez les orques. En effet il suffit de changer l'orque de cadre pour que celle-ci « oublie » ce qu'elle a appris dans un contexte différent. Le changement de contexte a un effet d'autant plus fort que l'apprentissage d'un exercice est récent.

L'exemple de Kim (orque mâle adulte de Marineland) illustre assez bien l'effet de contexte. En vue des spectacles d'été 2001, les soigneurs ont appris à Kim un nouveau comportement : « l'arrosage-caudale ». Cela consiste, pour Kim à arroser le public en envoyant de l'eau avec sa caudale. Ainsi, au signal du soigneur Kim doit se rendre près du public, à la verticale, tête en bas et avec sa caudale envoyer de l'eau sur les gradins. Lors des séances d'apprentissage (gradins vides, absence de musique) Kim maîtrisait cet exercice. Pourtant, lorsqu'on a proposé « l'arrosage-caudale » à Kim en spectacle, les premières fois Kim n'a pas su retrouver le comportement qu'on lui demandait. A la place il a réalisé des sauts, des révérences... des comportements qu'il avait l'habitude de réaliser en spectacle. Et peu à peu l'effet de contexte a perdu de son importance.

2- Un problème d'ordre social

Ce sont des rapports de dominance, agression, compétition. Chez les orques l'organisation des groupes de spectacle dépend entièrement des rapports de dominance. La présence de la femelle dominante du groupe (Freya) peut perturber le comportement des mâles (très dominés).

En période de reproduction (de juin à septembre environ sous nos latitudes), les comportements sexuels interfèrent aussi énormément.

3- Un trouble psychologique

C'est l'ennui, l'anxiété, une peur irrationnelle, l'insécurité... d'origine sociale ou relationnelle avec le soigneur.

4- Un trouble physique

Une incapacité physique à effectuer tel ou tel comportement, un problème de santé... l'origine pathologique est en général mise de côté très rapidement (via une prise de sang et tout autre examen complémentaire si nécessaire...).

5- Une faute de la part du ou des soigneurs

Le soigneur maîtrise-t-il la technique d'apprentissage ? Fournit-il le Sd correctement ? Le soigneur est-il suffisamment juste, ou strict avec son animal ?

6- Le déroulement des sessions

Les sessions sont-elles planifiées, le nombre de sessions est-il adapté ? Sont-elles trop rapprochées dans le temps ? Le rythme est-il adapté à l'animal en question ?

7- Régression

Lors de l'apprentissage, la régression est une étape normale dans la courbe d'apprentissage. Quelquefois l'animal a juste besoin que quelqu'un lui remémore le comportement, comme pour repartir du stade précédent.

En revanche cette régression doit être de courte durée, sinon elle indique un problème sous jacent.

8- Désensibilisation

L'animal n'est jamais complètement désensibilisé, c'est un processus continu.

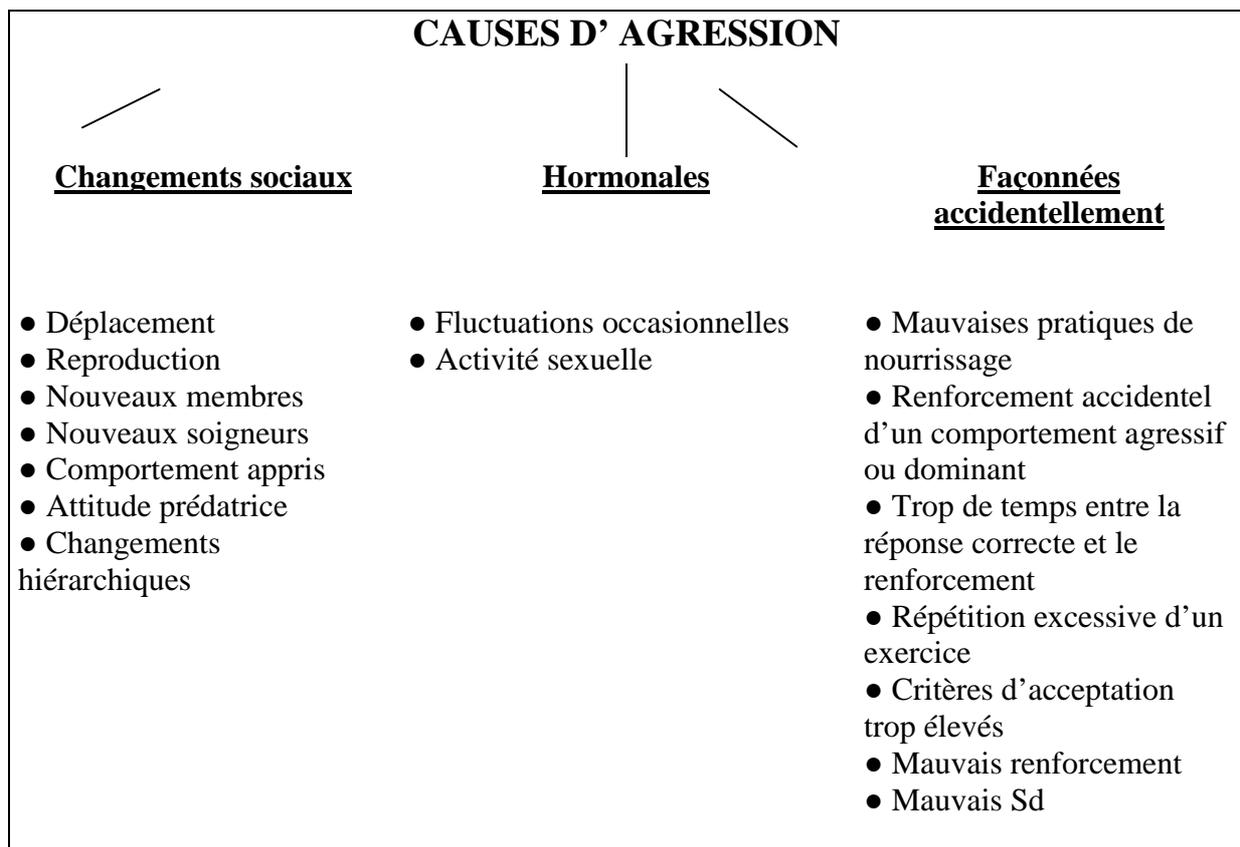
- Caractériser le problème

* Agression

C'est un comportement naturel avant tout. L'animal qui est agressif exprime tout simplement sa peur, sa nervosité, sa maladie, son activité sexuelle, sa dominance. C'est aussi pour une mère une façon de protéger son petit.

D'une manière générale le comportement agressif est soit une réponse à un événement, des circonstances, soit il est inné (souvent hormonal), soit il a été appris. Il arrive que les soigneurs, sans s'en rendre compte, façonnent des comportements agressifs chez certains animaux, ou tout au plus incitent les animaux à développer ces menaces.

Tabl. 3. Les causes d'agression chez les Cétacés (d'après Ted Turner, Chuck Tompkins, Sea World)



Il est donc vraiment utile de savoir reconnaître les signes précurseurs d'une agression. Ted Turner et Chuck Tompkins décrivent dans leurs articles (Turner, 1990) 19 signes précurseurs d'agression chez les Cétacés :

- 1- Secousse de la tête.
- 2- Vocalisations anormales.
- 1- Coup de nageoire caudale ou pectorale.
- 2- Respiration courte, rapide, explosive.
- 3- Bouche ouverte.
- 4- Claquements de la mâchoire.
- 5- Ignorance volontaire des signaux des soigneurs.
- 6- Eclaboussures non sollicitées.
- 7- Déplacements lents (caractéristique des prédateurs).
- 8- Nourriture recrachée.
- 9- Bouche ouverte avec recherche de contact.
- 10- Evitement.
- 11- Blocage d'autres animaux.
- 12- Tendance à sonder.
- 13- Expire sous l'eau, émission de bulles.
- 14- Corps tendu, crispé.
- 15- Déplacements, mouvements saccadés.
- 16- Yeux démesurément ouverts
- 17- Tout comportement anormal

* Trouble pathologique

Les dominantes pathologiques des Cétacés captifs sont semblables à celles des mammifères terrestres. Ce sont le plus des affections bactériennes (pulmonaires le plus souvent) ou virales. On rencontre aussi couramment des affections dermatologiques (en général bactériennes ou mycosiques).

* Manque d'attention

C'est l'animal qui se lasse ou qui est déconcentré par un élément de son environnement.

* Erreur dans le comportement effectué

* Défaut de rythme, de position, de vitesse

Généralement ces derniers points sont beaucoup plus fréquents que les agressions réelles.

- Gérer le comportement non désiré

Une fois le comportement indésirable identifié, il existe différentes façons d'y répondre, l'idéal étant de l'anticiper pour le prévenir.

Lorsqu'on travaille avec les orques tout ce qui est indésirable est potentiellement dangereux, d'où la nécessité de réagir à bon escient.

* Le faire disparaître

Si le problème est lié à l'environnement (cas le plus « simple » à régler) il suffit de régler, remettre en place « l'élément perturbateur » et tout rentre dans l'ordre rapidement, en général.

Si le problème est d'ordre pathologique il suffit que l'animal retrouve un état général correct et le problème disparaît.

Dans tous les autres cas de figure, l'origine du comportement anormal n'est pas clairement définie, ce qui oblige les soigneurs à éliminer le comportement non désiré avant qu'il ne pose problème, même si la cause en est inconnue.

La punition ? Oubliez ce mot face à une orque de 8 m de long et de 6 tonnes...

Le principe du conditionnement opérant est de renforcer le comportement désiré et d'ignorer le comportement indésirable : c'est donc, suite à une réponse incorrecte de l'animal, lui fournir le stimulus le moins renforçateur possible = **LRS** (de l'anglais « Least Reinforcing Stimulus/Scenario »).

Historiquement, les seules techniques employées pour éliminer un comportement indésirable étaient :

- La privation de nourriture.
- Le stimulus aversif : stimulus qui, en réponse à un comportement donné x , en une seule présentation, supprime ce comportement x . C'est donc un stimulus très désagréable voire nocif pour l'animal.
- Le stimulus Δ : stimulus qui intervient après une réponse correcte et qui indique à l'animal de revenir au point de contrôle.

Le concept du LRS est né à Sea World en 1985.

Ils tenaient à ce que l'animal apprenne « OK, il est normal que je fasse des erreurs ».

L'idée était de réduire le nombre d'erreurs commises mais sans l'impact négatif de la punition. Ils ont donc cherché à mettre en place un stimulus positif mais le moins renforçateur possible.

Le LRS permet de diminuer la fréquence d'un comportement sans le côté négatif de la punition. Il permet au soigneur de maintenir la relation qu'il développe avec son animal tout en diminuant le taux de frustration ou d'agression. En effet l'usage de la punition incite l'animal à « éviter » certains comportements et ainsi, elle conditionne certaines réactions émotionnelles comme la frustration ou l'agression.

Concrètement le LRS est une pause de 2 ou 3 minutes pendant laquelle le soigneur garde le contact visuel avec son animal.

La position, la posture du soigneur ne sont pas prédéterminées. S'il est sur le bord du bassin immobile il le reste; s'il était en déplacement il continue à marcher, s'il était dans l'eau il y reste.

Le LRS doit être donné au moment même où le soigneur donnerait le renforcement positif si l'animal était correct. L'animal étant en général renforcé lorsqu'il revient en contrôle sur la plate forme, le LRS n'est donné qu'à ce moment-là, ni avant ni après.

Dès lors pourquoi ne pas donner le LRS au moment du « bridging » ? Si tel était le cas l'animal ne prêterait pas attention au LRS.

Le LRS est un signal, un stimulus conditionné : il doit donc être, par définition, renforcé de temps en temps pour être maintenu. Ainsi l'animal « apprend » qu'il a le droit de faire des erreurs, simplement ces erreurs ne lui apportent aucun bénéfice.

Le fait de « rester neutre » apporte un changement minimal quasi nul à l'environnement. Tout changement pourrait, en effet, accidentellement renforcer le comportement indésirable.

On aboutit ainsi à une diminution de la durée, fréquence, intensité du comportement indésirable.

Si le LRS se révèle inefficace lors d'une session, si l'animal est toujours incorrect alors les soigneurs se mettent en éclipse, forme de « time-out ». C'est le seul cas de punition (ici négative) utilisée avec les orques. Les soigneurs disparaissent de l'environnement des orques, cela peut aller de quelques minutes à plusieurs heures, en fonction du comportement de l'animal. Ainsi au lieu de récompenser les bons comportements, on met l'accent sur le

comportement indésirable. L'animal est donc à même de faire le lien entre « comportement indésirable » et « éclipse », ce qui peut signifier fin de session.

Et si les éclipses sont trop fréquentes, l'animal apprendra très vite « comportement incorrect » = fin de session . Le danger, c'est qu'il provoque de lui même, à terme, l'arrêt des séances d'apprentissage en fournissant des comportements volontairement incorrects.

* Le prévenir

Tenter de prévenir l'apparition d'un comportement, c'est avant tout éviter toute situation incitant l'animal à se comporter de façon incorrecte, c'est éviter toute source potentielle de renforcement pour l'animal, c'est aussi par exemple renforcer des comportements incompatibles avec le comportement à éviter.

→ Renforcement d'un comportement incompatible (DRI : Differential Reinforcement of Incompatible behavior)

Cette technique vise à renforcer les précurseurs de comportements antagonistes au comportement non désiré.

Un exemple... généralement les orques sont en contrôle (immobiles devant leur soigneur) lorsqu'on manœuvre les portes entre les bassins. Au signal et au signal seulement elles doivent se diriger vers la porte pour passer dans le bassin annexe. Quelquefois les animaux prennent l'habitude de « décrocher » dès qu'ils entendent la porte s'ouvrir. Afin d'éviter cela, le soigneur demande à l'animal de présenter sa caudale : cette posture évite (en général) toute tentation d'aller voir ce qui se passe sur la porte.

La fréquence du comportement indésirable (ici décrochage) est donc réduite. Ensuite, après renforcement de la présentation de la caudale, la porte étant déjà ouverte, le soigneur peut donner le Sd du « gating » (passage d'un bassin à un autre via une porte).

→ Plus généralement le renforcement d'un comportement alternatif (DRA : Differential Reinforcement of Alternative behavior)

Cette fois ci on renforce toute réponse positive et alternative qui diminue la probabilité que le comportement indésirable survienne. Cette réponse n'est pas forcément incompatible avec le comportement indésirable.

Si l'on reprend l'exemple du « gating » le soigneur renforcera tout comportement autre que le « décrochage », que ces comportements soient incompatibles ou non avec le « décrochage ».

L'avantage du DRA, c'est la foule de comportements alternatifs au comportement indésirable. Ainsi sur 10 essais, l'orque aura présenté deux fois sa caudale, aura vocalisé une fois, aura fait le « spyhop » deux fois, etc.... A chacun de ces comportements aura suivi une récompense.

Cela aura eu pour résultat qu'elle n'aura pas eu le temps, pour chaque comportement (réalisé deux fois maximum) d'associer « porte qui bouge » et « comportement alternatif ». Cependant elle n'aura tout de même pas « décroché » une seule fois ; c'est ce que l'on veut. Le DRA induit donc bel et bien (et sans effet secondaire) une diminution de la fréquence des comportements indésirables. C'est une sorte de dérivation.

→ Enfin, le renforcement de tout autre comportement (DRO : Differential Reinforcement of Other behavior)

Utilisé lorsque le comportement indésirable est très fréquent, le DRO renforce n'importe quel autre comportement effectué à la place.

Imaginons un soigneur face à une otarie qui vocalise à chaque spectacle. Le soigneur renforcera tous les comportements offerts par l'otarie, silence inclus, autres que les vocalises.

REDUIRE LES AGRESSIONS

- 1 . Déterminer la situation** où l'agression se produit
- 2 . Déterminer les précurseurs**, signes qui précèdent l'agression
- 3 . DRI / DRO / DRA**
- 4 . Ne pas essayer de réaliser l'exercice tout de même**
- 5 . Tout consigner sur un registre**, de manière à ce que les autres soigneurs ne mettent pas l'animal en situation d'agression.



Ill. 23. Un exemple, comment réduire les comportements agressifs d'un animal (T. Turner, C. Tompkins)

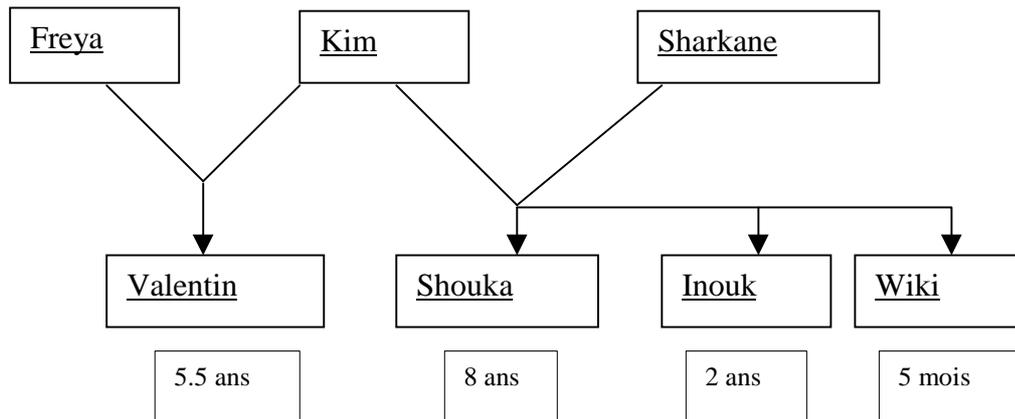
Les maîtres-mots de l'apprentissage chez les orques captives sont donc confiance réciproque, parfaite maîtrise des conditions, rigueur et persévérance dans la progression. Ces méthodes sont appliquées à l'heure actuelle dans la plupart des parcs marins qui comptent des orques en captivité.

Au Marineland d'Antibes l'ensemble des soigneurs applique les méthodes d'apprentissage décrites précédemment : les exercices demandés aux orques sont très variés et souvent spectaculaires, comme lorsque les soigneurs rejoignent les animaux dans l'eau, d'où le nom de « travail dans l'eau ».

3.4. Orques de Marineland et apprentissage du travail dans l'eau

3.4.1. Une grande famille noire et blanche...

Une grande famille, 7 individus dont 4 nés à Marineland. Voici l'arbre généalogique de cette famille.



III. 24. Arbre généalogique du groupe d'orques de Marineland

Freya est la femelle dominante de ce groupe, elle décide de tout dans les bassins, qui mange, qui ne mange pas, qui participera au spectacle, etc...

Son fils Valentin pourtant âgé de 5 ans, lui est encore très lié. Et s'il est séparé de Freya pour une séance d'apprentissage ou un spectacle, il revient fréquemment « voir sa mère » à la porte qui les sépare. Les deux échangent alors une foule de vocalises.

Il en est de même pour Inouk et Sharkane.

Tout doucement les soigneurs entament une séparation (progressive) mère-petit. Inouk passe déjà quelques nuits dans un bassin annexe à celui de sa mère. Avant l'âge de deux ans, la séparation forcée entraînerait un stress trop important chez le petit.

D'ailleurs, c'est une des raisons qui interdisent le transfert (d'un parc à l'autre) de juvéniles de moins de deux ans.

A cet âge-là, ils ne sont pas capables de s'adapter à un nouvel environnement, et risquent de développer des comportements stéréotypés, ne pas s'alimenter correctement... Il est ainsi conseillé d'attendre l'âge de deux ans et demi au moins pour entamer une séparation mère-petit.

3.4.2. Dans un bassin gigantesque....

Inaugurés le 26 Juin 2000, les nouveaux bassins des orques à Marineland contiennent 40 000 m³ d'eau de mer naturelle.



Photo. 12. Le nouveau bassin des orques à Marineland

L'eau de mer est pompée directement dans la mer, à 400 m au large et à 40 m de profondeur, en face de Marineland.

C'est un apport constant, au rythme de 180 m³ par heure. Un simple calcul permet de dire que le volume d'eau impressionnant de ces bassins est complètement renouvelé tous les 10 jours.

L'eau est cependant « recyclée », elle passe dans les systèmes de filtration et de traitement 4 fois par jour (volume d'eau filtrée : 24000 m³/h). La station d'épuration a un débit de 9000 m³/h et l'eau y subit différents traitements :

- Un traitement physique :

L'eau traverse des filtres à sable successifs de granulométrie allant de 0,8 à 0,4 mm.

- Un traitement bactériologique :

Toujours au niveau des filtres à sable, se développe une population bactérienne (formation naturelle) qui consomme une partie des matières organiques contenues dans l'eau.

Ces matières organiques sont, pour la plus grande part, issues du délitement des déjections des animaux.

- Un traitement chimique :

- * La chloration vise à limiter le développement excessif d'algues sur les parois des bassins. Concrètement, on chlore l'eau en ajoutant de l'eau de Javel.

Le critère, c'est la concentration de chlore libre (actif) égale à 0,8 mg/L.

La température de l'eau, mais surtout l'ensoleillement, font varier la concentration en chlore libre. Plus il y a de soleil, plus il y a consommation de chlore libre.

Ce paramètre est donc surveillé car il est soumis à de fortes variations.

Ainsi se forme-t-il quelquefois une certaine quantité de chlore combiné, notamment des chloramines. Les chloramines auraient à long terme un effet cancérigène : il faut donc veiller à maintenir une concentration en chloramines minimale.

- * L'ozonation, dont la première utilité est de traiter la turbidité de l'eau, d'obtenir une eau claire. Ensuite l'ozone se décompose et donne du dioxygène et des radicaux oxydants.

Ces radicaux oxydants réagissent avec les bromures de l'eau et forment des bromates. Les bromates ont une action bactéricide.

Ainsi outre la diminution de turbidité, l'ozone contribue à stériliser l'eau de mer.

L'ozone est mélangée à l'eau en un point de la station de recyclage.

Le risque avec l'ozonation est le rejet d'ozone (O₃) en quantité importante dans les bassins, sachant que O₃ est un puissant oxydant.

La qualité de l'eau est ensuite contrôlée quotidiennement : par les soigneurs et par le personnel de la CGE.

Le paramètre surveillé ? La concentration de chlore. Ainsi chaque matin un des soigneurs prélève un peu d'eau dans chaque bassin. La méthode, semi quantitative, donne une « idée » des concentrations de chlore libre et combiné.

Quotidiennement également un employé de la CGE prélève un peu d'eau dans chaque bassin. La concentration de chlore dans P1, P2, P3, P4, P5 est immédiatement déterminée (précisément) ce qui permet à la CGE d'ajuster la quantité de HClO à ajouter au circuit de traitement de l'eau.

3.4.3. Le troisième projet de Marineland

Projet numéro 1.... Que les orques de Marineland se reproduisent en captivité : 4 naissances en moins de 8 ans, qui représentent un tiers des naissances d'orques en captivité dans le monde !

Projet numéro 2.... Offrir aux orques un bassin à leurs dimensions, c'est chose faite en Juillet 2000.

Projet numéro 3.... Que les soigneurs rejoignent ces titans des mers dans leur milieu : c'est le « travail dans l'eau ». Evoluer avec ces animaux dans leur élément est bel et bien l'aboutissement du métier de soigneur.

Aussi excitant qu'il comporte de risques, le travail dans l'eau suppose une confiance réciproque totale entre soigneur et animal, une parfaite maîtrise des conditions environnementales et une réelle communication entre homme et animal.

Le travail dans l'eau a vu le jour au printemps 2000 à Marineland. D'autres structures accueillant des orques (ex. Sea World) ont déjà quelques années d'expérience concernant le travail dans l'eau avec les orques (« waterwork ») ; elles incorporent déjà les séances de travail dans l'eau aux spectacles présentés au public, ajoutant ainsi une dimension aussi spectaculaire qu'émotionnelle à leurs représentations.

C'est l'arrivée d'une soigneuse de Sea World Orlando à Marineland qui marque la première marche du travail dans l'eau avec les six orques du Marineland Antibes.

- La maîtrise des conditions environnementales doit être parfaite

Le travail dans l'eau impose des conditions de sécurité strictes. Quatre soigneurs au moins doivent être présents à chaque séance.

Le premier est dans l'eau avec l'animal, le deuxième au « recall » (rappel sonore de l'animal), le troisième au point de rappel de l'orque (c'est lui qui renforce principalement l'animal... avec du poisson en général), le quatrième est observateur et il est en mesure de joindre (par radio) les secours en cas de problème.

L'idéal est d'avoir une cinquième personne qui filme la séance. Ainsi à la fin de la session il est plus facile de revenir sur les moments critiques, les éventuels problèmes et que chacun donne son avis sur ce qui s'est passé. Les vidéos sont de la même façon le meilleur moyen d'observer ou de commenter l'évolution du travail dans l'eau avec tel ou tel animal. D'où l'intérêt d'archiver ces enregistrements vidéo.

- Déroulement de la séance

L'animal doit être « disponible », il doit montrer au préalable sa volonté de coopérer et de laisser les soigneurs aller dans l'eau avec lui.

Pour cela les soigneurs « vérifient » l'attitude de l'orque en l'envoyant sur divers comportements (sauts, relationnel...) et jugent ainsi de la possibilité d'entamer ou non la séance de travail dans l'eau.



Photo. 13. Exemple de comportement aérien, la « révérence », ici en spectacle

Ainsi chaque séance débute par quelques minutes (voire dizaines de minutes) pendant lesquelles l'animal est envoyé sur une série de comportements aériens et quelques minutes de relationnel.

L'orque indisponible montrera très vite des signes d'agacement (« œil rouge », refus de coopérer, frapper de caudale ou de pectorale, lenteur prononcée). Si tel est le cas la séance de travail dans l'eau est arrêtée ou différée. Selon le comportement de l'orque la séance est reprise quelques minutes ou quelques heures plus tard.

Si l'orque « accepte » le travail dans l'eau alors le soigneur (désigné au préalable pour cette séance) entre dans l'eau avec l'orque.

Une fois dans l'eau le soigneur « prend l'orque en contrôle ». Pour cela l'orque se place face au soigneur, à environ 50 cm de ce dernier, immobile. Comme dans toute séance d'apprentissage le soigneur augmente progressivement la difficulté des comportements demandés. La première attitude demandée par le soigneur est relativement simple pour l'animal en séance. Le soigneur sait que l'orque en question « sait » exécuter ce

comportement, elle l'a déjà exécuté plusieurs fois sans erreurs dans ce même contexte précisément.

Cette première phase est donc également un bon indicateur de la disponibilité de l'orque. Si celle-ci refuse ce premier comportement basique ou si elle le tronque, c'est un signe d'indisponibilité. Dans ce cas le soigneur donne un LRS (il reste immobile dans l'eau) puis demande à nouveau le comportement basique.

Si l'orque est à nouveau incorrecte alors la séance est différée ou ajournée (notion d'éclipse).

En revanche si l'orque est correcte la séance de travail dans l'eau continue.

Les soigneurs portent une attention particulière à la qualité des réponses fournies par les animaux, rien n'est laissé au hasard, aucun signe d'agacement ou de gêne de la part des orques ne doit être négligé. Le risque est trop grand.

Chaque nouveau comportement est appris progressivement, la plus souvent par la méthode du « targeting ».

- Un exemple : le « ride » ou chevauchement



Photo. 14. Le « ride »

* La trajectoire

L'orque longe les bords du bassin avec un soigneur à cheval sur son dos, en avant de la dorsale.

Là encore le choix de la trajectoire n'est pas le fruit du hasard, simplement une précaution. Si le soigneur chute, il peut rapidement regagner le bord si l'orque est agressive. Dans la même idée on apprend aux orques à poursuivre leur trajectoire en surface, le long du bord (SP : « Surface Perimeter ») si le soigneur chute, quoiqu'il arrive.

* Le Sd du « ride »

C'est le soigneur qui se place de dos à l'orque, immobile, les jambes écartées. L'orque doit alors sonder, passer entre les jambes du soigneur et remonter de manière à la prendre sur son dos.

Ensuite elle doit nager calmement et sans à-coup, en surface, le long des bords jusqu'à ce que le soigneur bridge ou décide de plonger.

* Façonnement du ride, par le targeting

Cela nécessite un soigneur supplémentaire qui manipule la cible (perche, contact rostre-perche) depuis le bord du bassin.

Ce dernier cible la trajectoire exacte de l'orque, jusqu'à ce que celle-ci associe le Sd donné par le soigneur dans l'eau et ce qu'on attend d'elle.

Il en va de même pour la plupart des comportements demandés lors de travail dans l'eau.

* La récompense

Si l'orque a bien travaillé alors elle est récompensée principalement avec du poisson mais aussi secondairement : une séquence dite de « relationnel », relativement câline entre soigneur et animal. L'orque a appris à tolérer d'être grattée par les soigneurs et ce geste, au fil des séances d'apprentissage, devient un renforcement (conditionné) très puissant.

Le soigneur a donc le choix, soit il regagne le sec et récompense son orque depuis le bord du bassin (poisson, jet d'eau, « gratouilles ») soit il reste dans l'eau avec l'animal.



Photo. 15. Une récompense bien méritée

Les orques de Marineland ont appris à exécuter bien d'autres comportements dans le domaine du travail dans l'eau.

Parmi les plus spectaculaires, le « footstand ».



Photo. 16. « Footstand »

Conclusion

L'orque est un mammifère supérieur au même titre que le chien, le singe ou le cheval : elle est donc réceptive aux mêmes méthodes d'apprentissage.

Elle impose cependant certaines restrictions. Evoluant dans deux milieux différents, le soigneur et son partenaire éprouvent des difficultés à communiquer. A ceci s'ajoutent le gabarit « hors norme » de l'animal et le danger potentiel qu'il représente. Ses réactions imprévisibles et tenaces découragent parfois le soigneur dont la qualité maîtresse doit être la patience.

L'éducateur doit être sévère et impartial, à l'image de son élève. Il applique la méthode du conditionnement opérant : il renforce le correct et ignore l'incorrect mais ne le punit pas. L'orque sait cependant le plus souvent se montrer intelligente et très coopérative. Dans la classe des Cétacés elle est une élève douée.

Communiquer avec l'orque, au point de se faire accepter, avec les risques que cela comporte, demeure le rêve de tout soigneur.

Mais la principale bénéficiaire de ce lien étroit reste l'orque captive elle-même. Elle en est mieux comprise, soignée, respectée et manipulée...en quelques mots, elle ne s'ennuie plus. Et c'est à travers le jeu que l'homme peut améliorer constamment ses connaissances sur cette espèce. Ainsi le public, les scientifiques et les orques sont à même d'y trouver leur compte.

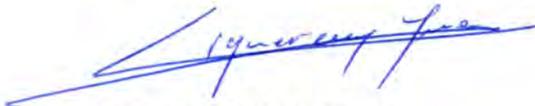
AGREMENT ADMINISTRATIF

Je soussigné, M. BONNES, Directeur par intérim de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, certifie que
Mlle SARRAN Delphine
a été admis(e) sur concours en : 1996
a obtenu son certificat de fin de scolarité le : 15 novembre 2001
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

Je soussigné, Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
déclare que j'ai lu la thèse de :
Mlle SARRAN Delphine
intitulée :
"L'apprentissage chez les orques (*Orcinus orca*) chez les orques en captivité"
et que je prends la responsabilité de l'impression.

**Le Professeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse**



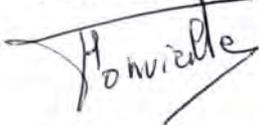
Professeur Yves LIGNEREUX

**Vu :
Le Directeur par intérim
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse**



Professeur GUY BONNES

**Vu :
Le Président de la thèse :**



Professeur Jean-Louis FONVIELLE

**Vu le : 8 janvier 2002
Le Président
de l'Université Paul Sabatier**



Professeur Raymond BASTIDE



Table des illustrations

Ill. 1 : Zone de distribution des orques dans le monde	17
Ill. 2 : Orque femelle et orque mâle	20
Ill. 3 : La pigmentation caractéristique de l'orque	22
Ill. 4 : Squelette d' <i>Orcinus orca</i>	23
Ill. 5 : Crâne d' <i>Orcinus orca</i>	24
Ill. 6 : Le squelette de la "main" de l'orque	26
Ill. 7 : Structure du tégument du Rorqual et des Odontocètes en général	27
Graph. 1 : Courbes de dissociation O ₂ / Hb chez quelques Cétacés, et à titre de comparaison, chez l'homme	29
Graph. 2 : Evolution de la fréquence cardiaque du Grand Dauphin du Pacifique lors de plongée	31
Ill. 8 : Les muscles de l'évent (chez le Grand Dauphin, <i>Tursiops truncatus</i>)	32
Tabl. 1 : Caractéristiques des différents types d'orques	34
Ill. 9 : Formation typique adoptée par une unité matriarcale lors de ses déplacements	35
Ill. 10 : La réception des sons par les mandibules chez les Cétacés	38
Photo. 1 : Echouage volontaire dans la chasse aux Pinnipèdes	42
Ill. 11 : Quelques attitudes fréquemment observées chez les orques	46
Ill. 12 : Timbre des îles Crozet	46
Ill. 13 : Le dispositif expérimental mis au point par Pavlov	53
Ill. 14 : www.nobel.sc	54
Ill. 15 : La "boîte à problèmes" de Thorndike	58
Ill. 16 : Diminution du temps pour ouvrir la porte au fil des essais	58
Ill. 17 : Courbe d'apprentissage	59
Ill. 18 : La théorie de Skinner...	62
Ill. 19 : Tiré d' "Animal Training"	64
Graph. 3 : Mise en évidence de l'importance du renforcement	68
Photo. 2 : Double <i>breaching</i>	74
Photo. 3 : Révérence arrière	74
Tabl. 2 : Comparaison des conditionnements classique et opérant	75
Photo. 4 : Freya et Lindsay	76
Photo. 5 : Position adoptée en vue de la prise de sang à la caudale	81
Photo. 6 : Prise de sang réalisée à la caudale	81

III . 20 : Le brancard	83
Photo. 7 : Inouk : mesure de la distance entre les pectorales	83
Photo. 8 : Freya et Lindsay	85
Photo. 9 : Freya : <i>pushwater</i> ciblé	93
Photo. 10 : Shouka: travail de la cible à la vitre	93
Photo. 11 : <i>Heart attack</i> est appris à l'aide de la cible	94
Graph. 4 : Le taux de réponses correctes est supérieur si le renforcement est imprévisible	100
III. 21 : Feuille individuelle de suivi	102
III. 22 : Projets à long terme pour les animaux	103
III. 23 : Projets d'apprentissage	104-105
Tabl. 3 : Les causes d'agression chez les Cétacés	108
III. 24 : Un exemple : comment réduire les comportements agressifs d'un animal	114
III. 25 : Arbre généalogique des orques de Marineland	115
Photo. 12 : Le nouveau bassin des orques à Marineland	116
Photo. 13 : Exemple de comportement aérien, la révérence	119
Photo. 14 : <i>Le ride</i>	120
Photo. 15 : La récompense	121
Photo. 16 : Footstand	122

BIBLIOGRAPHIE

AARLUK.(Pages consultées le 25 Mai 2001).[en ligne]. Adresse URL :
<http://www.aarluk.com/>

ALLEN, S.

Behavioral control : how to establish it and to maintain it.
Proceedings of the International Marine Animal Trainers Association Conference.
October 1987.
1987. 147-152.

AUSTIN MC DEVITT, C.

Random reinforcement of spontaneous behavior.
Proceedings of the International Marine Animal Trainers Association Conference.
Honolulu, Hawaii, October 1982.
1982. 85-87.

BAIRD, R., STACEY, P.J.

Variation in saddle patch pigmentation in populations of killer whales (*Orcinus orca*) from
British Columbia, Alaska, Washington State.
Can. J. Zool., 1998, **66**, 2582-2585.

BARRETT-LENNARD, L.G., SMITH, T.G., ELLIS, G.M.

A cetacean biopsy system using lightweight pneumatic darts and its effects on the behavior of
killer whales.
Marine Mammal Science, January 1996, **12**, 1, 14-27.

BIGG, M.A., DALHEIM, M.E., FORD, K.B. et al.

Report of the workshop on identity, structure and vital rates of killer whales populations.
Rep. Int. Whal. Comm., 1982, **32**, 617-631.

BIGG, M.A., ELLIS, G.E., FORD, J.K.B. et al.

Killer whales : a study of their identification, genealogy and natural history in British
Columbia and Washington State. 1^{ère} édition. Namaino, BC : Phantom Press and Publishers
Inc., 1987. 79 p.

BIGG, M.A., OLESIUK, P.F., ELLIS, G.M. et al.

Social organization and genealogy of resident killer whales (*Orcinus orca*) in the coastal
waters of British Columbia and Washington State.
Rep. Int. Whal. Comm., 1990, 383-405.

BLOCH, D., LOCKYER, C.

Killer Whales (*Orcinus orca*) in Faroese waters.
Rit. Fiskideildar, 1998, **11**, 55-64.

BOUDON, S.

Les orques (*Orcinus orca*), leur vie sociale et leurs relations avec les autres espèces.
Th : Med.Vet. : Lyon : 1995-95-LYO. 133 p.

BRASSEUR, I.

L'entraînement médical chez les mammifères marins en captivité.

Mémoire : Diplôme d'Etudes Approfondies : Université Catholique de Louvain : 1997. 57 p.

CHARFAUROS, V.

Trainers are keepers, too.

Proceedings of the 18th International Marine Animal Trainers Association Conference.

Chicago, Illinois, November 1990.

Baltimore (Maryland) : De Vilbiss Printers, 1993. 298-299.

CHUN, N., PUGH, K., THOMAS, J. et al.

Training a false killer whale for an underwater audiogram.

Proceedings of the International Marine Animal Trainers Association Conference.

Vancouver, British Columbia, October 1986.

San Diego : Bruce Stephens, 1986. 42-47 .

CLARK, S.T., ODELL, D.K., THAD LACINAK, C.

Aspects of growth in captive killer whales (*Orcinus orca*).

Marine Mammal Science, January 2000, **16**, 1, 110-123.

DAMIEN, M.

Contribution à l'étude de l'orque, *Orcinus orca* (Linné 1758).

Th : Med.Vet. : Toulouse : 1986-86-TOU.

DAWSON, W.W., DEFRAN,R.H., DOHL,T.H. et al.

Cetacean Behavior. 2^{ème} édition. Malabar, Florida : Robert E. Krieger Publishing company, 1998.

DESMOND, T.

Surrogate training with a pregnant *Orcinus orca*.

Proceedings of the International Marine Animal Trainers Association conference.

Orlando, Florida, October, 1985.

David Merritt, 1985. 1-6.

DUFFIELD, D.A., MILLER, K.W.

Demographic features of killer whale in oceanaria in the United States and Canada, 1965-1987.

Journal of the Marine Research Institute, 1988, **11**.

ERB, L.S., NATHANSON, D., CANTY, L.

Development of the dolphin research center's « Dolphin-Child » therapy program.

Proceedings of the 18th International Marine Animal Trainers Association Conference.

Chicago, Illinois, November 1990.

Baltimore (Maryland) : De Vilbiss Printers , 1993. 165-177.

FLOREZ-GONZALEZ, L., CAPELLA, J.J., HOWARDS, C.

Attack of killer whales (*Orcinus orca*) on Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on a South American Pacific breeding ground.

Marine Mammal Science , 1994, **10**, 2,

FORCE, D.L., ROBERTS, D.

Two approaches toward the education of guests at marine zoological parks.
Proceedings of the 18th International Marine Animal Trainers Association Conference.
Chicago, Illinois, November 1990.
Baltimore (Maryland) : De Vilbiss Printers , 1993. 140-142.

FURMAN COLLEGE.(site consulté le 22 Mars 2001). Site de la bibliothèque de Furman
College, [en ligne]. Adresse URL : <http://www.furman.edu/>

GOLDBLATT, A.

Behavioral needs of captive marine mammals.
Aquatic mammals, 1993, **19**, 3, 149-157.

GREENWOOD, A.G., TAYLOR, D.C.

Captive killer whales in Europe.
Aquatic mammals, 1985, **1**, 10-12.

GUERRERO, D.

Random and interrupted reinforcement.
Proceedings of the International Marine Animal Trainers Association Conference.
Apple Valley, Minnesota, October 1983.
46-59.

GUINET, C.

Comportement de chasse des orques (*Orcinus orca*) autour des îles Crozet.
Can. J. Zool., 1992, **70**, 1656-1667.

GUINET, C.

L'orque (*Orcinus orca*) autour de l'archipel Crozet, comparaison avec d'autres localités.
Rev. Ecol (Terre et Vie), 1991, **46** , 321-337.

GUINET, C.

Quand l'orque attaque.
L'univers du vivant, 1989, **28**, 72-75.

GUINET, C.

Intentional stranding apprenticeship and social play in killer whale (*Orcinus orca*).
Can. J.Zool., 1991, **69**, 2712-2716.

GUINET, C.

Socio-écologie des orques (*Orcinus orca*) de l'archipel Crozet : une approche comparative.
Th : Doct. : Ecoéthologie : Aix-Marseille 2 : 1991, 91 AIX 11078. 246 p.

GUINET, C., BOUVIER, J.

Development of intentional stranding hunting techniques in killer whale (*Orcinus orca*)
calves at Crozet Archipelago.
Can.J. Zool., 1995, **73**, 27-33.

HANGGI, E., JEFFRIES, M., GISINER, R. et al.

Facilitation of learning through imprinting in a captive sea lion pup.
Proceedings of the International Marine Animal Trainers Association Conference.
Vancouver, British Columbia, October 1986.
San Diego : Bruce Stephens, 1986. 16-19.

HEIMLICH-BORAN, S., HEIMLICH-BORAN, J.
Killer Whales. 1^{ère} édition. North America : Voyageur Press, 1994. 72 p.

HEIMLICH-BORAN, J.R.
Behavioral ecology of killer whales (*Orcinus orca*) in the Pacific Northwest.
Can.J.Zool., 1998, **66**, 565-578.

HEWLETT, S.
Killer Whale habitat, a new approach to Cetacean exhibits.
Proceedings of the International Marine Animal Trainers Association Conference.
Vancouver, British Columbia, October 1986.
San Diego : Bruce Stephens, 1986. 11-13.

HOYT, E.
Orca, the whale called killer. 1^{ère} édition. Londres : Robert Hale, 1990.

JEFFERSON, T.A., STACEY, P.J., BAIRD, R.W.
A review of killer whale interactions with marine mammals : predation to coexistence.
Mammal Rev. , 1991, **21**, 4, 151-180.

JOSEPH, B.
Marine mammals in zoological environments : current threats, goals and opportunities.
Proceedings of the 18th International Marine Animal Trainers Association Conference.
Chicago, Illinois, November 1990.
Baltimore (Maryland) : De Vilbiss Printers , 1993. 254-265.

KASTELEIN, R.A., MOSTERD, J.
Improving parental care of a female bottlenosed dolphin (*Tursiops truncatus*) by training.
Aquatic Mammals, 1995, **21**, 3, 165-169.

KELLER, K.V.
Training Atlantic Bottlenose dolphins for artificial insemination
Proceedings of the International Marine Animal Trainers Association Conference.
Vancouver, British Columbia, October 1986.
San Diego : Bruce Stephens, 1986. 22-24.

KRAMES, B.
The conditioning of various animal husbandry behaviors with killer whales.
Proceedings of the International Marine Animal Trainers Association Conference.
Long Beach, California, October 1984.
51-55.

KRAMES, B.
Education through shallow water interaction.
Proceedings of the 18th International Marine Animal Trainers Association Conference.

Chicago, Illinois, November 1990.

Baltimore (Maryland) : De Vilbiss Printers , 1993. 163-164.

LEATHERWOOD, S., CALDWELL, D.K., WINN, H.
Whales, Dolphins and Porpoises of the western North Atlantic.
NMFS Circ., 1976, 84-87.

LOPEZ, J.C., LOPEZ, D.
Killer Whales (*Orcinus orca*) of Patagonia and their behavior of intentional stranding while hunting near shore.
J. Mamm., 1985, **66**, 1, 181-183.

MARINO, L., STOWE, J.
Lateralized behavior in a captive beluga whale (*Delphinapterus leucas*).
Aquatic Mammals, 1997, **23**, 2, 101-103.

MASSEY UNIVERSITY.(page consultée le 04 Mars 2001). Site de la bibliothèque de l'Université Massey Nouvelle Zélande, [en ligne]. Adresse URL : <http://www.massey.ac.nz/>

MESSINGER et al.
Getting into the field: how to get a job as a trainer.
Soundings, 1997, **22**, 2.

MIKHALEV, Y.A., IVASHIN, M.V., SAVUSIN, V.P. et al.
The distribution of killer whales in the southern hemisphere.
Rep. Int. Whal. Comm., 1981, **31**, 551-566.

MORTON, A.B.
A quantitative comparison of the behaviour of resident and transient forms of the killer whale off the Central British Columbia coast.
Rep. Int. Whal. Comm. Special issues 12, 1990, 245-248.

NADALIN, K.
Etude comparative des processus d'acquisition chez la jeune orque (*Orcinus orca*) et le jeune dauphin (*Tursiops truncatus*).
Rapport de stage : Maîtrise: Psychologie Expérimentale : Université de Nice Sophia Antipolis :1995. 55 p.

NAKAHARA, F., TAKEMURA, A.
A survey on the behavior of captive Odontocetes in Japan.
Aquatic Mammals, 1997, **23**, 3, 135-143.

OLESIUK, P.F., BIGG, M.A., ELLIS, G.M.
Life history and population dynamics of resident killer whales (*Orcinus orca*) in the coastal waters of British Columbia and Washington State.
Rep.Int. Whal. Comm. Special issues, **12**, 209-243.

PONCELET, E.
Biologie des orques. 1^{ère} édition. France. 52 p.

- SAMUELS, A., SPRADLIN, T.R.
Quantitative behavioral study of bottlenose dolphins in swim-with-dolphin programs in the United States.
Marine Mammal Science, October 1995, **11**, 4, 520-544.
- SAULITIS, E., MATKIN, C., BARRETT-LENNARD, L. et al.
Foraging strategies of sympatric killer whale (*Orcinus orca*) populations in Prince William Sound, Alaska.
Marine Mammal Science, January 2000, **16**, 1, 94-109.
- SCHREIB, S. SITH, T.D., BURROWS, A.
Erection training with a sexually aggressive dolphin from a vulnerable species : goals, concerns and methods.
Proceedings of the 18th International Marine Animal Trainers Association Conference.
Chicago, Illinois, November 1990.
Baltimore (Maryland) : De Vilbiss Printers, 1993. 165-177.
- SEA WORLD.(page consultée le 15 Juillet 2000). Site du parc Sea World,[en ligne].Adresse URL : <http://www.seaworld.com/>
- SHINDER, D.
Separation and removal of marine mammals for medical examination.
Proceedings of the International Marine Animal Trainers Association Conference.
Apple Valley, Minnesota, October 1983.
1983. 93-102.
- SILBER, G.K., NEWCOMER, M.W., PEREZ-CORTEZ, H.M.
Killer whales (*Orcinus orca*) attack and kill a Bryde's whale (*Balaenoptera edeni*).
Can. J. Zool., 1990, **68**, 1603-1606.
- SKAAR, D.
Stretcher training for handling whales and dolphins.
Proceedings of the International Marine Animal Trainers Association Conference.
October 1987.
1987. 133-134.
- SULLIVAN, T.
The conditioning of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, for collection of saliva.
Proceedings of the 18th International Marine Animal Trainers Association Conference.
Chicago, Illinois, November 1990.
Baltimore (Maryland) : De Vilbiss Printers , 1993. 20-23.
- SYLVESTRE, J.P.
Guide des dauphins et des marsouins. 1^{ère} édition. France : Delachaux et Niestlé, 1989. 160 p.
- SZYMANSKI, M.D., SUPIN, A.Y., BAIN, D.E. et al.
Killer whale (*Orcinus orca*) auditory evoked potentials to rhythmic clicks.
Marine Mammal Science, October 1998, **14**, 4, 676-691.
- THAD LACINAK, C., MC HUGH, M.

Visual object discrimination in killer whales, *Orcinus orca*.
Proceedings of the 18th International Marine Animal Trainers Association Conference.
Chicago, Illinois, November 1990.
Baltimore (Maryland) : De Vilbiss Printers , 1993. 85-87.

TRUPO, R., BLASKO, D.E.
Animal separation as a trained behavior.
Proceedings of the International Marine Animal Trainers Association Conference.
Orlando, Florida, October, 1985.
David Merritt, 1985. 64-68.

TURNER, T.N., TOMPKINS, C.
Aggression : exploring the causes and possible reduction techniques.
Soundings, 1990, **15**, 2.

VAN DER TOORN, J.
The importance of variable reinforcement training for dolphin husbandry.
Proceedings of the International Marine Animal Trainers Association Conference.
October 1987.
1987. 133-134.

WILLIAMS, A.J., DYER, B.M., RANDALL, R.M. et al.
Killer whales, *Orcinus orca* and seabirds : « play », predation and association.
Marine Ornithology, 1990, **18**, 37-41.

WRIGHT, C., KELSEY, E.
After the « show » : new developments in the training and interpretation of killer whales at
the Vancouver Aquarium.
Proceedings of the 18th International Marine Animal Trainers Association Conference.
Chicago, Illinois, November 1990.
Baltimore (Maryland) : De Vilbiss Printers , 1993. 150-156.

WURTZ, M.
Baleines et dauphins de la Méditerranée
Musée Océanographique de Monaco.

Toulouse, 2002

NOM : SARRAN

PRENOM : Delphine

TITRE : L'apprentissage chez les orques (*Orcinus orca*) en captivité.

RESUME :

Les orques (*Orcinus orca*) sont les plus grands des Delphinidés, super-prédateurs vivant dans presque tous les océans du globe. Longtemps considérées comme des terreur sous-marines au même titre que les requins, les premières orques captives développèrent des relations privilégiées avec l'homme et en particulier avec leur soigneur. Elles suscitèrent l'intérêt du public, et cet intérêt va grandissant de nos jours. Ambassadrices de leurs sœurs libres, elles se retrouvent aujourd'hui au centre de nombreux débats visant à une connaissance approfondie de leur espèce et du milieu marin.

Après quelques rappels de phylogénèse et de taxonomie, les particularités physiques et biologiques de l'orque sont présentées.

Nous décrivons ensuite les deux modes principaux d'apprentissage animal : l'apprentissage associatif classique (Pavlov), où l'animal associe stimulus et réponse de nature involontaire et incontrôlable, et l'apprentissage associatif instrumental, le seul appliqué aujourd'hui chez les orques captives. Dans ce second mode d'apprentissage, encore appelé conditionnement opérant, la réponse est augmentée ou diminuée par les événements qui la suivent.

D'un naturel joueur, curieux, non craintif et intelligent, les orques se prêtent volontiers en captivité aux exercices d'apprentissage. Ceux-ci en pallient les inconvénients en répondant aux besoins comportementaux et d'exercice physique des orques. Ils permettent en outre de faciliter la manipulation des animaux à des fins médicales ou de recherche, tout en privilégiant le plaisir du spectacle. Les soigneurs, auteurs de cet apprentissage, assurent jour après jour le maintien des acquisitions.

Dans l'exemple d'un parc marin, le Marineland d'Antibes, les soigneurs ont réalisé le projet qui leur tenait à cœur : rejoindre leurs amies noires et blanches dans le bassin.

MOTS-CLES :

Cétacé – Orque – Social – Super prédateur – Captivité – Apprentissage – Conditionnement opérant – Renforcement – Motivation – Comportement

LAST NAME : SARRAN

FIRST NAME : Delphine

ENGLISH TITLE : Training killer whales (*Orcinus orca*) in captivity.

ABSTRACT :

Killer whale (*Orcinus orca*) is the largest member of the dolphin family. Seen more often in cooler waters, he is one of the most wide-ranging mammals on earth, though distribution is patchy. Once known as underwater terrors, like sharks, first captive orcas developed strong relations with man, specially with their trainer. They aroused public interest ; it is still going on today. Ambassadors of their wild counterparts, captive killer whales cause several debates, leading to thorough knowledge of the specie and marine environment.

The first part presents killer whale biology and history.

In the second part we describe the main two types of associative learning. The first one is Classical Conditioning (Pavlov) : a stimulus makes a reflexive or involuntary response to occur. The second one is Operant Conditioning, the only one applied to killer whales in captivity : the response's consequence changes the probability of whether the response is likely or unlikely to occur again.

Naturally playful, curious, sociable and intelligent, killer whales willingly participate to training sessions. These exercises compensate disadvantages of captivity : they carry out behavioural and physical needs of captive orcas. In addition, they ease animals handling (for medical or research purpose) and allow to put on spectacular performances. Trainers, as teachers, guarantee and maintain the apprenticeship daily.

At Marineland Antibes (France) trainers made their dream come true: they now meet their black and white friends in the water for "water work" sessions.

KEY WORDS :

Cetacean – Killer Whale – Social – Captivity – Learning – Training – Operant conditioning – Reinforcement – Motivation – Behavior.