

# ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

Année 2006 - Thèse n° 33

## LA COMMUNICATION ANIMALE : APPRENTISSAGE ET TELEPATHIE ?

### THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I  
(Médecine - Pharmacie)  
et soutenue publiquement le 7 Juin 2006  
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

*Aurélie FORESTIER*  
Née le 3 Mars 1982  
à Colmar (Haut-Rhin)



**DEPARTEMENT ET CORPS ENSEIGNANT DE L'ENVL**  
**Directeur : Stéphane MARTINOT**

Mise à jour : 05/04/2006

	PR EX	PR 1	PR 2	MC	Contractuel, Associé, IPAC et ISPV	AERC	Chargés de consultations et d'enseignement
<b>DEPARTEMENT SANTE PUBLIQUE VETERINAIRE</b>							
Microbiologie, Immunologie, Pathologie Générale	Y. RICHARD		A. KODJO	V. GUERIN-FAUBLEE D. GREZEL			
Pathologie infectieuse			A. LACHERETZ M. ARTOIS	J. VIALARD			
Parasitologie et Maladies Parasitaires	MC. CHAUVE	G. BOURDOISEAU		MP. CALLAIT CARDINAL L. ZENNER			
Qualité et Sécurité des Aliments		G. CHANTEGRELET	P. DEMONT C. VEROZY	A. GONTHIER S. COLARDELLE			
Législation et Jurisprudence			A. LACHERETZ				
Bio-Mathématiques				P. SABATIER ML. DELIGNETTE K. CHALVET-MONFRAY			
<b>DEPARTEMENT ANIMAUX DE COMPAGNIE</b>							
Anatomie		E. CHATELAIN	T. ROGER	S. SAWAYA			K. BENREDOUANE
Chirurgie et Anesthésiologie		JP. GENEVOIS	D. FAU E.VIGUIER D. REMY		G. CHANOIT (MCC) S. JUNOT (MCC) K. PORTIER (MCC) C. DECOSNE-JUNOT (MCC)	C.CAROZZO	N. GAY C. POUZOT
Anatomie-pathologique/Dermatologie-Cancérologie		JP. MAGNOL	C. FLEURY	T. MARCHAL	C. BOULOCHER (MCC)		
Hématologie		C. FOURNEL			D. WATRELOT-VIRIEUX (MCC) P. BELLI (MCA) D. PIN (MCA)		L. POUDEROUX
Médecine interne		JL. CADORE		L. CHABANNE F. PONCE	M. HUGONNARD (MCC)		I. BUBLLOT C. ESCRIOU
Imagerie Médicale					J. SONET (MCC)		E. SEGARD
<b>DEPARTEMENT PRODUCTIONS ANIMALES</b>							
Zootchnie, Ethologie et Economie Rurale		M. FRANCK		L. MOUNIER			
Nutrition et Alimentation				D. GRANCHER L. ALVES DE OLIVEIRA G. EGRON			
Biologie et Pathologie de Reproduction		F. BADINAND	M. RACHAIL-BRETIN	S. BUFF P. GUERIN	A. C. LEFRANC		
Pathologie Animaux de Production		P. BEZILLE	T. ALOGNINOJWA	R. FRIKHA M.A. ARCANGIOLI D. LE GRAND			G. LESOBRE P. DEBARNOT D. LAURENT
<b>DEPARTEMENT SCIENCES BIOLOGIQUES</b>							
Physiologie/Thérapeutique				J.J. THIEBAULT J.M. BONNET-GARIN			
Biophysique/Biochimie		E. BENOIT F. GARNIER					
Génétique et Biologie moléculaire		G. KECK	F. GRAIN	V. LAMBERT			
Pharmacie/Toxicologie Législation du Médicament			P. JAUSSAUD P. BERNY	T. BURONFOSSE			
Langues					C. FARMER R. SULLIVAN		
<b>DEPARTEMENT HIPPIQUE</b>							
Pathologie équine		JL. CADORE		A. LEBLOND	M. GLANGL		E. MOREAU
Clinique équine		O. LEPAGE		A. BENAMOU-SMITH			
Expertise nécropsique			C. FLEURY				

***A Monsieur le Professeur Jean-François MORNEX,***  
*Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon,*  
*Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse,*  
*Hommages respectueux.*

***A Monsieur le Professeur Yves RICHARD,***  
*Professeur à L'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon,*  
*Qui a pris en charge l'ensemble de ce travail.*  
*Pour nous avoir enrichi de son expérience,*  
*Pour sa patience et sa disponibilité,*  
*Nous lui exprimons notre profond respect et nos plus sincères remerciements.*

***A Monsieur le Professeur Jean-Luc CADORE,***  
*Professeur à L'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon,*  
*Qui nous a fait l'honneur d'accepter de participer à notre jury de thèse.*  
*Pour son humanité et son grand sens de la pédagogie,*  
*Nous lui exprimons toute notre gratitude.*

*A mes chers Parents,  
Vous qui m'avez consacré tant d'amour, de temps, de sacrifices,  
Qui m'avez offert votre soutien, votre confiance,  
Qui avez su me guider, me pardonner,  
Et qui compterez toujours autant pour moi.*

*A Elise,  
Ma petite sœur.  
A ta folie contagieuse,  
A nos différences, à nos secrets.*

*A toute ma Famille.*

*A la famille Martin,  
A votre accueil, à votre sourire,  
A votre bienveillance.*

*A l'ensemble des « Jacky »,  
A tous les petits coups de pouce, à votre patience,  
Aux bons moments à venir.*

*A mes Ami(e)s.*

*A Olivier,  
Mon confident, mon amour.  
A ton soutien, à ton énergie communicative, à ta tendresse,  
A nos rêves, à nos craintes,  
A cette vie qui commence.*

# Table des Matières

Table des Illustrations.....	16
Glossaire.....	17
Introduction.....	21
<b>Première Partie: La Complexité de la Communication Animale .....</b>	<b>23</b>
I. <i>Caractères et rôles d'un signal de communication.....</i>	24
A.    Etablir le contact .....	24
B.    Amener le récepteur à la coopération.....	24
C.    Favoriser la coopération fonctionnelle.....	24
II. <i>Première modalité : la communication acoustique.....</i>	25
A.    Production, propagation et réception des signaux sonores .....	25
1.    La production des signaux sonores.....	25
2.    La réception des signaux acoustiques.....	29
3.    La propagation des signaux sonores.....	31
B.    Le son : un signal de communication.....	32
1.    Le son possède les caractères et les rôles d'un signal de communication .....	32
2.    Signal acoustique et communication animale.....	32
III. <i>Seconde modalité : la communication chimique.....</i>	34
A.    Production et perception des phéromones.....	34
1.    La production des phéromones.....	34
2.    La perception des phéromones .....	35
B.    La communication olfactive dans les relations intraspécifiques.....	39
1.    Emission des phéromones et comportements d'émission.....	39
2.    Les comportements déclenchés par la perception d'odeurs.....	40
C.    La communication olfactive dans les relations interspécifiques.....	43
1.    Communication olfactive et prédation.....	43
2.    Communication olfactive et parasitisme animal.....	43
IV. <i>Troisième modalité : la communication visuelle.....</i>	45
A.    Insectes et communication visuelle : exemple de la danse des abeilles.....	45
1.    Les informations données par la danse .....	46
2.    Utilité de la danse .....	46
B.    Oiseaux et communication visuelle .....	47
1.    Communication visuelle et conflits .....	47
2.    Communication visuelle et parade amoureuse .....	47
C.    Mammifères et communication visuelle .....	48
1.    Les postures corporelles .....	48
2.    Les expressions de la face.....	51
V. <i>Quatrième modalité : la communication tactile.....</i>	55
A.    La communication tactile indirecte : la communication par vibrations .....	55
1.    Chez les invertébrés .....	55
2.    Chez les vertébrés.....	55

B.	La communication tactile directe.....	56
1.	Les signaux antennaires des abeilles .....	56
2.	La communication tactile directe des mammifères .....	56
VI.	<i>Les autres modes de communication animale</i> .....	58
A.	Emission et réception du signal électrique.....	58
B.	Signal électrique et informations sur l'identité de l'individu.....	58
C.	Signal électrique et interventions dans le comportement.....	59
D.	Le « langage électrogène ».....	59
<b>Seconde Partie: La Communication Animale : un Apprentissage.....</b>		<b>63</b>
I.	<i>Apprentissage de la communication lors des interactions entre la mère et le jeune</i> .....	64
A.	Période prénatale et facilitation de la communication .....	64
B.	La période néonatale : le développement des sens (exemple du chien).....	64
C.	Apprendre à identifier pour mieux communiquer.....	65
1.	L'empreinte chez les oiseaux.....	65
2.	La socialisation chez les mammifères .....	66
3.	La reconnaissance mère-jeune .....	68
D.	Observer pour apprendre à communiquer.....	68
1.	Apprendre à communiquer visuellement.....	69
2.	Vocalisations et apprentissage de la communication.....	69
II.	<i>Apprentissage de la communication au sein de la société animale</i> .....	70
A.	Influence de l'âge sur l'apprentissage de la communication .....	70
B.	Apprentissage de la communication acoustique au sein de la société .....	71
1.	Apprentissage du chant chez les oiseaux.....	71
2.	Evolution de la communication acoustique chez les mammifères .....	71
3.	Importance de l'apprentissage de la communication acoustique pour la vie sociale.....	73
C.	L'apprentissage de la communication visuelle au sein de la société .....	75
1.	Apprentissage de la communication visuelle par le jeu chez les mammifères .....	75
2.	Importance de l'apprentissage de la communication visuelle pour la vie sociale .....	76
D.	Elaboration d'un répertoire d'odeurs .....	78
1.	Apprentissage des odeurs chez les insectes .....	78
2.	Apprentissage du marquage odorant chez les mammifères .....	79
III.	<i>Un exemple d'apprentissage interspécifique de la communication : la relation homme-animal</i> .....	83
A.	Etablissement de la relation entre l'homme et l'animal.....	83
1.	La socialisation interspécifique .....	83
2.	Facteurs influençant l'attachement d'un animal à l'homme.....	84
B.	Se faire comprendre de l'animal : le dressage.....	85
1.	Le dressage : une acquisition d'un vaste répertoire sensoriel.....	85
2.	Le dressage : faire passer un message .....	87
C.	Les rituels : une communication subtile.....	88
1.	Mise en place des rituels.....	88
2.	Origine et rôle des rituels.....	89
<b>Troisième Partie: Télépathie : Mythe ou Réalité ?.....</b>		<b>91</b>
I.	<i>L'animal pense-t-il ?</i> .....	92
A.	Le support de la pensée .....	92
1.	La formation de la pensée par le cerveau .....	92
2.	Une mémorisation nécessaire à la pensée.....	98
B.	Peut-on dire que l'animal pense ? .....	104
1.	La pensée dépend-elle de la parole ? .....	105
2.	La pensée chez les animaux.....	105

II. Une intelligence animale.....	109
A. Caractères généraux des actes intelligents .....	109
1. Actes instinctifs .....	109
2. Actes intelligents .....	110
B. Mise en évidence d'une intelligence animale .....	111
1. Les tests élaborés par Köhler .....	111
2. Autres tests .....	112
3. Les limites de ces tests.....	112
C. Les formes d'intelligence animale .....	113
1. L'apprentissage.....	113
2. Les outils.....	115
3. La conscience.....	117
4. La mémoire.....	119
5. La logique est-elle le propre de l'homme ? .....	120
D. Notion d'intelligence collective .....	120
1. L'intelligence collective dans les colonies d'insectes .....	120
2. L'intelligence collective chez les mammifères.....	121
III. La télépathie : une hypothèse envisageable ?.....	123
A. Expériences : communication extrasensorielle entre un être vivant et un ordinateur .....	123
1. Communication homme-ordinateur.....	123
2. Communication animal-ordinateur .....	123
B. Communication extrasensorielle entre deux êtres vivants .....	124
1. Des observations.....	124
2. Expériences « scientifiques » portant sur la télépathie .....	125
C. La télépathie : un débat .....	133
1. Les limites des expériences en parapsychologie.....	133
2. Des expériences contestées.....	135
D. La télépathie : un tabou pour la communauté scientifique.....	135
<b>Conclusion.....</b>	<b>137</b>
<b>Références Bibliographiques.....</b>	<b>139</b>



# Table des Illustrations

Figure 1 : <i>Appareil stridulatoire d'une fourmi. D'après Leroy [95]</i> .....	27
Figure 2 : <i>Appareil de stridulation d'un criquet. D'après Leroy [95]</i> .....	28
Figure 3 : <i>Ensemble des cavités où circule l'air lors des vocalisations de la grenouille. D'après Leroy [95]</i> .....	29
Figure 4 : <i>Les antennes des Insectes. D'après Leroy [96]</i> .....	35
Figure 5 : <i>Coupe sagittale de la tête osseuse d'un chien. D'après Vadurel et Cogny [159]</i> .....	36
Figure 6 : <i>Système olfactif accessoire du chien. D'après Pageat [27]</i> .....	37
Figure 7 : <i>Mangouste marquant la base d'un tronc d'arbre. D'après Leroy [96]</i> .....	40
Figure 8 : <i>La danse des abeilles. D'après Chauvin [34]</i> .....	45
Figure 9 : <i>Les postures corporelles du chat. D'après Houpt [4]</i> .....	50
Figure 10 : <i>Les postures corporelles du chien. D'après Houpt [4]</i> .....	51
Figure 11 : <i>Les expressions faciales du chat. D'après Houpt [4]</i> .....	52
Figure 12 : <i>Les expressions faciales des Canidés. D'après Beaver [13]</i> .....	53
Figure 13 : <i>Les postures de jeu des chatons. D'après Wright et Walters [175]</i> .....	76
Figure 14 : <i>Posture de marquage urinaire du chat. D'après Beaver [14]</i> .....	80
Figure 15 : <i>Frottements de la joue, du dos et de la queue chez un chat. D'après Wright et Walters [175]</i> .....	80
Figure 16 : <i>Le neurone. D'après Dudel et al. [55]</i> .....	93
Figure 17 : <i>Le cerveau. D'après Fischbach [63]</i> .....	93
Figure 18 : <i>La circulation de l'information entre les neurones. D'après Fischbach [63]</i>	95
Figure 19 : <i>L'hippocampe. D'après Kandel et Hawkins [87]</i> .....	98
Figure 20 : <i>Mécanisme de la facilitation. D'après Kandel et Hawkins [87]</i> .....	101
Figure 21 : <i>La potentialisation à long terme. D'après Kandel et Hawkins [87]</i> .....	102
Figure 22 : <i>Les représentations explicite (a) et procédurale (b) chez les rats. D'après McFarland [103]</i> .....	106
Figure 23 : <i>Usage d'une pierre par la loutre de mer. D'après Vauclair [164]</i> .....	116
Figure 24 : <i>Usage d'outils chez les Primates. D'après Vauclair [164]</i> .....	117
Figure 25 : <i>Les cartes de Zener. D'après J.B. Rhine [84]</i> .....	126
Figure 26 : <i>Enregistrement de deux stress caractéristiques par le photoplétysmographe. D'après Thouvenin [156]</i> .....	132

# Glossaire

% : pour cent

° : degré

**A.M.P.** : Adénosine Mono Phosphate.

**anthropomorphisme**: attribution plus ou moins volontaire de caractères ou de raisonnements humains aux animaux.

**appendice** : expansion ventro-latérale articulée des arthropodes (exemples : pattes, antennes, pièces buccales...).

**apprentissage** : modifications durables du comportement d'un sujet grâce à des expériences répétées.

**A.R.N.** : Acide RiboNucléique.

**A.T.P.** : Adénosine Tri Phosphate.

**attachement** : sentiment d'affection, de sympathie, ou de vif intérêt qui lie fortement deux êtres vivants.

**axe hypothalamo-hypophysaire** : voies efférentes de l'hypothalamus (région du cerveau) qui l'unissent à l'hypophyse.

**axone** : long prolongement unique émergeant du corps cellulaire du neurone.

**bradycardie** : ralentissement du rythme cardiaque.

**cartilage cricoïde** : cartilage du larynx en forme d'anneau.

**cartilage thyroïde** : cartilage du larynx situé au-dessus du cartilage cricoïde.

**castré(e)** : dont on a ôté les testicules ou les ovaires.

**chimiorécepteur** : structure anatomique sensible à une excitation chimique ou à une modification de la composition chimique du milieu.

**choane** : chez les vertébrés tétrapodes, orifice qui fait communiquer le sac olfactif avec la cavité buccale.

**cloaque** : région postérieure du tube digestif des vertébrés, s'ouvrant à l'extérieur par l'orifice cloacal, et recevant l'intestin postérieur, les voies urinaires et génitales.

**C.N.R.S.** : Centre National de la Recherche Scientifique.

**congénère** : animal qui est de la même espèce qu'un autre.

**cuticule** : partie externe et durcie de l'épithélium cutané ou muqueux de nombreux groupes d'animaux.

**cyclothymie** : anomalie ou constitution psychique qui fait alterner les périodes d'excitation et de dépression.

**cyphose** : courbure à convexité dorsale de la colonne vertébrale.

**cytoplasme** : constituant fondamental de la cellule renfermant tous les organites cellulaires plus différenciés que lui.

**dendrite** : prolongement protoplasmique issu du corps cellulaire du neurone.

**D.H.E.A.S.** : DéHydroEpiAndrostérolone Sulfate.

**dialecte** : vocalisations d'une population d'animaux qui diffèrent de celles des individus d'une autre population de la même espèce.

**ectoparasite** : parasite vivant à la surface du corps de son hôte.

**électrorécepteur** : organe sensoriel spécialisé dans la réception des champs électriques et présent chez certains poissons.

**élytre** : aile antérieure, en partie cornée, des insectes.

**empathie** : faculté de s'identifier à quelqu'un, de ressentir ce qu'il ressent.

**épicuticule** : couche la plus superficielle de la cuticule.

**épiderme** : nom donné aux assises cellulaires superficielles de la peau.

- épithélium** : tissu composé de cellules formant un revêtement externe (épiderme) ou interne (muqueuse), ou constituant des glandes.
- espace intermandibulaire** : chez les arthropodes, espace situé entre les mandibules (pièces buccales paires).
- espace intersynaptique** : espace entre la terminaison de l'axone du neurone présynaptique et le corps cellulaire du neurone post-synaptique.
- exercice** : activité permettant de développer les capacités d'un individu dans un domaine.
- exocytose** : ouverture à l'extérieur de la cellule de vésicules cytoplasmiques et élimination de substances variées.
- extéroceptif** : se dit d'un stimulus concernant l'extérieur de l'organisme.
- feed-back** : action en retour.
- F.S.H.** : Follicle Stimulating Hormone, hormone folliculo-simulante.
- glomérule rénal** : organe de filtration de forme pelotonnée, globuleuse, et situé dans le rein.
- gravide** : se dit d'une femelle gestante.
- histologique** : qui relève d'une partie de l'anatomie qui étudie la formation, l'évolution et la composition des tissus des êtres vivants.
- hôte** : être vivant qui héberge un parasite.
- hypophyse** : organe glandulaire et nerveux, situé sous la face ventrale du cerveau et jouant un rôle prédominant dans de nombreux phénomènes physiologiques.
- inné** : qui existe dès la naissance.
- interspécifique** : qui se produit entre plusieurs espèces
- intraspécifique** : qui se produit exclusivement au sein d'une même espèce.
- isoélectrique** : de norme électrique égale.
- jabot** : dilatation de l'œsophage des oiseaux où la nourriture est entreposée.
- jeune** : animal qui n'est pas sexuellement mature.
- km<sup>2</sup>** : kilomètre carré
- lordose** : courbure à convexité ventrale de la colonne vertébrale.
- manteau** : chez les mollusques, repli de peau qui recouvre la masse viscérale et dont la face externe sécrète la coquille.
- mécanorécepteur** : structure nerveuse différenciée assurant la transduction entre des modifications mécaniques du corps (mouvement de poil, pression...).
- microtubule** : structure tubulaire participant au squelette cellulaire et intervenant dans la déformation des cellules.
- microvillosité** : petite projection effilée en doigt de gant de la surface cellulaire des épithéliums.
- mydriase** : dilatation de la pupille.
- myélinisation** : formation d'une gaine de myéline autour de l'axone de certaines cellules nerveuses.
- naïf** : par inexpérience ou par nature.
- neurone** : cellule différenciée appartenant au système nerveux, comprenant un corps cellulaire et des prolongements (axone et dendrites) et qui constitue l'unité fonctionnelle du système nerveux.
- oestrus** : ensemble des phénomènes physiologiques et comportementaux qui accompagnent l'ovulation chez les femelles mammifères.
- pars stridens** : chez les insectes, alignement de lamelles formant une râpe.
- période d'anoestrus** : période en dehors de l'oestrus.
- plan sagittal** : plan de symétrie du corps d'un animal.
- plectre ou plectrum ou chanterelle** : point coriace et bombé situé sur la face externe de l'élytre.
- piloérection** : érection des poils.

**polymérisation** : formation de chaînes macromoléculaires à partir d'entités plus légères.

**propolis** : matière résineuse ou gommeuse dont se servent les abeilles à l'intérieur de leur ruche pour combler les fissures, fixer les rayons...

**proboscis** : équivalent de la langue chez l'abeille.

**répertoire** : ensemble des ressources d'un langage dont on peut faire usage dans un domaine particulier.

**sevrage** : cessation de l'alimentation lactée chez le jeune.

**soie** : appendice épidermique des arthropodes, semblable à un poil et ayant souvent un rôle sensoriel.

**stigmate trachéen** : orifice respiratoire des insectes.

**substrat** : ce qui sert d'infrastructure à quelque chose, ce sur quoi s'exerce une action.

**tégument** : ensemble des tissus d'origine ectodermique qui recouvrent le corps des animaux.

**transillumination** : fait d'éclairer à travers un corps.

**trophallaxie** : échange de nourriture entre certains insectes d'une même espèce.

**vasoconstriction** : diminution du calibre d'un vaisseau par contraction de ses fibres musculaires.

**vasodilatation** : augmentation du calibre d'un vaisseau par relâchement de ses fibres musculaires.



# Introduction

Qu'ils chantent ou miaulent, qu'ils dévoilent leurs couleurs ou remuent la queue, qu'ils se frôlent de leurs antennes ou se mordillent mutuellement les babines, les animaux interagissent entre eux. Ils cherchent par leurs sens à transmettre un message, à communiquer. Il nous suffit de nous aventurer dans la nature et de prêter l'oreille pour s'apercevoir que la communication est une activité majeure des animaux ; entendre les stridulations des criquets, les sifflements des marmottes, le brame du cerf ou les chants des oiseaux, n'est pas rare. En matière de communication, les animaux ne sont pas égaux à la naissance ; alors que le criquet sait instinctivement réaliser des stridulations, l'oiseau semble incapable de chanter correctement dès sa naissance : certaines espèces doivent donc apprendre à communiquer.

Une question se pose dès lors qu'est abordé le thème de la communication animale : la communication animale se limiterait-elle à une utilisation des sens, perfectionnée pour certaines espèces par un apprentissage ? Il n'est pas rare que certains propriétaires évoquent un comportement particulier de leurs animaux, l'hypothèse de l'existence d'un mode de communication qui ne ferait pas intervenir les sens usuels (communication extrasensorielle), telle que la télépathie, a été évoquée et peut paraître séduisante.

Aux Etats-Unis, certaines personnes prétendent pouvoir entrer en relation télépathiquement avec des animaux. Si la télépathie n'est plus un mythe mais une réalité, il serait dommage de négliger un tel atout dans le cadre de notre métier. Mais avant d'envisager la possibilité d'une communication extrasensorielle, le vétérinaire doit d'abord apprendre à décrypter les modes de communication animale connus à ce jour.

Dans une première partie, nous avons répertorié les différents moyens dont disposent les animaux pour communiquer. Nous nous sommes attachés dans un premier temps à définir les signaux de communication, puis nous avons étudié chacune des diverses formes de communication animale connues de nos jours, en précisant leur rôle et leur importance pour les espèces animales les plus démonstratives.

Dans une seconde partie, nous nous sommes intéressés à l'acquisition, par les animaux, de la capacité d'utiliser les signaux de communication, et plus précisément à l'apprentissage de ces signaux. Nous avons étudié en premier lieu le rôle joué par les parents lors de cet apprentissage, ainsi que l'importance de la présence des congénères. Puis nous avons présenté la possibilité de l'instauration d'une communication entre deux individus d'espèce différente, à travers l'exemple de la relation homme-animal.

Dans une dernière partie, nous avons étudié l'hypothèse d'une communication ne faisant intervenir aucun des sens usuels, la télépathie. Après nous être interrogés sur la réalité de la pensée et de l'intelligence animales, nous avons présenté les divers travaux réalisés jusqu'à nos jours pour mettre en évidence l'existence éventuelle de la communication extrasensorielle.



# Première Partie

## LA COMPLEXITE DE LA COMMUNICATION ANIMALE

Lorsque l'on aborde le sujet de la communication animale, on pense en premier lieu à la communication que nous, êtres humains, maîtrisons le mieux, c'est-à-dire la communication sonore. Chacun a à l'esprit l'abolement du *chien* ou le miaulement du *chat*. Certains évoquent également les grognements du *chien* ou les sifflements du *canari*. L'esprit humain est focalisé sur la communication acoustique puisqu'il s'agit de celle que l'homme utilise le plus. Pourtant nous utilisons d'autres moyens de communication que le langage, nous nous exprimons avec l'ensemble de notre corps et de nos sens.

L'animal, lui non plus, n'utilise pas uniquement le mode acoustique pour communiquer. Ce mode de communication est même qualifié de mineur dans certaines espèces. Les animaux mettent à profit tous leurs sens (l'ouïe, la vue, le toucher, l'odorat, le goût, le sens électrique, voire le sens électromagnétique) pour émettre des signaux et ainsi communiquer. Suivant les espèces, certains moyens de communication sont privilégiés par rapport à d'autres. Avant de pouvoir aborder les différents modes de communication animale, il faut tout d'abord définir ce qu'est un signal de communication.



# I. CARACTERES ET ROLES D'UN SIGNAL DE COMMUNICATION

Si l'on schématise la communication, on peut dire que le signal de communication émis par un individu A est destiné à un individu B. Le signal émis par A incite B à collaborer avec lui au déroulement d'une fonction biologique qui nécessite la participation de B ainsi que de A. Le signal émis doit donc permettre d'établir le contact, et d'amener l'individu récepteur à coopérer positivement ou négativement : il s'agit de la coopération fonctionnelle décrite par Y. Leroy [95].

## A. Etablir le contact

Pour qu'un signal puisse permettre l'établissement d'une relation entre deux individus, il doit répondre à plusieurs critères.

Le signal doit être perceptible. Il doit être clair, simple à recevoir et facilement différenciable des autres signaux susceptibles d'être captés par un animal.

Le signal doit être sélectif, c'est-à-dire n'avoir de valeur inductrice que pour le récepteur adéquat. Il induit une relation privilégiée entre l'émetteur et le récepteur.

Le signal doit correspondre aux potentialités physiologiques (stables ou périodiques) du récepteur. L'activité émettrice est synchronisée avec l'état de sensibilité au signal du récepteur (distance, état physiologique...). En effet, la sensibilité du récepteur au signal n'est pas constante, elle apparaît lorsque l'animal est physiologiquement préparé à l'accomplissement de la relation fonctionnelle. Le signal n'est donc perçu que s'il apparaît à un moment favorable pour le récepteur [95].

## B. Amener le récepteur à la coopération

Pour que deux individus soient en mesure de coopérer, il est nécessaire qu'ils se trouvent à une distance convenable et qu'ils soient prêts à agir ensemble. Ces conditions étant rarement réunies, le signal doit pouvoir permettre aux individus de se retrouver et/ou d'amener le récepteur à l'état physiologique nécessaire à la coopération.

Le signal peut agir comme un guide. Il déclenche le comportement de réponse du récepteur. Certains signaux, par exemple, déclenchent un comportement d'approche, permettant ainsi à deux individus de se contacter.

Le signal peut ne pas déclencher de réaction comportementale chez le récepteur mais agir sur son état physiologique, comme déclencher par exemple une réaction endocrinienne. Certains signaux émis participent, par exemple, à la maturation sexuelle du récepteur [95].

## C. Favoriser la coopération fonctionnelle

Le signal agit comme un stimulus permettant le déclenchement d'un comportement. Ceci se produit après que le récepteur ait été amené à la coopération. Dans ce cas, les individus se situent donc à la distance adéquate et leurs états physiologiques sont adaptés à la situation [95].

Un signal de communication répond donc à des critères précis. Nous allons à présent étudier les différents signaux et modes de communication animaux, ainsi que leur importance.

## II. PREMIERE MODALITE : LA COMMUNICATION ACOUSTIQUE

La communication acoustique est une communication faisant intervenir le sens de l'ouïe. Le signal de communication est le son. Mais tous les sons ne sont pas signaux de communication, ainsi un animal émet des bruits physiologiques (digestion...) ou des bruits de déplacements qui ne sont pas des signaux de communication. La notion d'émission volontaire de sons dans le but de faire passer un message paraît donc fondamentale pour qualifier la communication acoustique.

Le son, qui est constitué d'ondes sonores, se définit à travers trois données qui sont la fréquence (nombre de vibrations par unité de temps, qui exprime la hauteur du son), l'amplitude (ampleur de chaque vibration, qui confère au son une intensité) et la durée. Certains animaux utilisent également les ultrasons ou les infrasons, qui se définissent selon les mêmes critères. Les émissions sonores, infrasonores et ultrasonores animales dévolues à la communication présentent presque toujours un haut degré de structuration, dû aux diverses composantes du son, mais surtout à la fréquence et au rythme. Les animaux sont très sensibles au rythme employé, deux rythmes différents ne transmettent pas le même message [95, 101].

### A. Production, propagation et réception des signaux sonores

La production, la propagation et la réception des signaux sonores nécessitent une participation du milieu dans lequel vit l'animal et donc d'être adaptées à ce dernier.

#### 1. La production des signaux sonores

La production de sons (mais aussi d'ultrasons et d'infrasons) par les animaux est remarquable par l'extrême diversité des moyens mis en œuvre. Quels que soient les objets ou organes en cause, le son peut être produit de diverses manières (percussion, frottement, vibration) et excite un support ou un volume d'air.

##### 1.1. Production de signaux sonores sans appareil spécialisé

###### 1.1.1. Utilisation d'éléments du milieu extérieur

Certains signaux sonores peuvent être produits par la mise en jeu d'éléments du milieu extérieur, ils résultent alors de la percussion d'un substrat par une partie mobile de l'animal, ou de l'agitation transmise aux éléments du milieu [5, 69, 95, 113].

Divers substrats peuvent être frappés de manière efficace pour la production de signaux sonores. L'*agouti* (*Myoprocta acouchy*), un petit rongeur, tape le sol à l'aide de ses membres antérieurs pendant la parade de cour. Le *castor* (*Castor fiber*) frappe la surface de l'eau avec sa queue pour avvertir d'un danger. Les *pigeons* frappent violemment l'air de leurs

ailes, produisant ainsi un claquement qui avertit les congénères d'un danger. Certaines *araignées mâles* tambourinent les feuilles mortes pour appeler les femelles. Le mâle et la femelle *pic américain* (*Campephilus principalis*) percutent le même arbre, validant ainsi le choix du site de nidification [5, 95].

L'animal peut également obtenir un son en agitant des éléments du milieu. Certains *singes* secouent énergiquement des branches pour manifester leur mécontentement et menacer leurs adversaires [95].

### 1.1.2. Utilisation de diverses parties du corps non spécialisées de l'animal

Trois types de sons sont ainsi émis, il s'agit des bruits amortis, des bruits entretenus et des bruits produits par expulsion d'air [5, 95, 113].

Les bruits amortis sont des sons brefs résultant de claquements, chocs, raclages ou grincements d'une partie du corps de l'animal. Les claquements sont obtenus par affrontement brusque et intense de deux parties du corps (symétriques ou différentes). Les *oiseaux* claquent du bec pour menacer, tandis que les *singes* claquent la langue. Les entrechoquements sont produits par des chocs multiples, plus ou moins simultanés entre plumes, écailles, piquants... Le *serpent à sonnette* menace son adversaire en entrechoquant les écailles de sa queue. Le raclage est effectué par un oiseau, le *tardorne* (*Tadorna tadorna*) lors de la parade sexuelle en passant son bec sur la base des plumes de l'aile. Les grincements de dents sont observés chez les *poissons* et les *rongeurs*, mais également chez certains *singes* dans le but de menacer [95, 113].

Les bruits entretenus sont des sons résultant de la vibration d'organes mous, le plus souvent mince et de grande surface. Ils sont très développés chez les insectes. La danse frétilante des *abeilles* (*Apis mellifera*), permettant aux butineuses d'avertir leurs congénères des emplacements de sources de nourriture, est accompagnée de bruissements dus aux oscillations rapides de l'abdomen. Certains *poissons* émettent un son, lorsqu'ils sont capturés, en faisant vibrer leurs nageoires pectorales. Les frémissements des plumes de la queue du *paon* produisent un bruit exploité lors du comportement sexuel [95].

Les bruits créés par expulsion d'air sont émis, le plus souvent, par l'orifice buccal, mais ils peuvent également l'être par les stigmates trachéens, les orifices branchiaux, les narines ou le cloaque. Certains *serpents* expulsent de l'air par le cloaque pour intimider leur adversaire. Le *ragondin* (*Myocastor coypus*) souffle et le chat crache en guise de menace [5, 95].

## 1.2. Production de signaux sonores par un appareil différencié

Il existe divers types d'appareils spécialisés dans la production de sons chez les animaux. Certains, de par les vibrations qu'ils réalisent, émettent des sons sans les amplifier, tandis que d'autres émettent des sons qu'ils amplifient par l'intermédiaire de résonateurs.

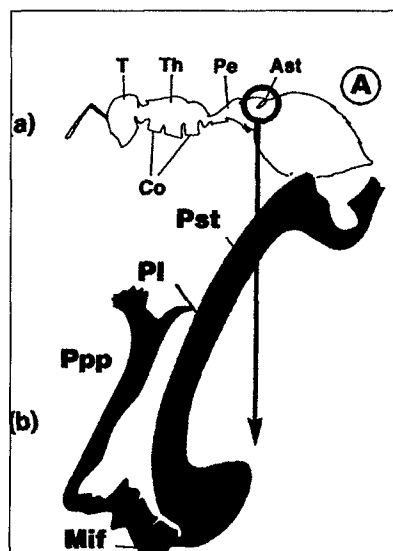
### 1.2.1. Production de signaux acoustiques par des appareils spécialisés dépourvus de résonateurs

Dans le cas de ces appareils, le son est produit par frottement d'un plectre sur une surface couverte d'aspérités. Ce frottement peut être réalisé dans un seul sens, produisant un son unique, ou dans les deux sens (aller-retour), produisant deux sons différents. Les possibilités de variations étant limitées dans ce cas, le message émis n'est donc pas contenu dans le type de son produit mais dans le rythme employé par l'animal [69, 95].

Chez les arthropodes (*Figure 1*), le plectrum, qui porte des dents, frotte contre la « pars stridens » dont la cuticule vibre en fonction du frottement des dents successives, ce qui produit le son.

Chez les vertébrés, ce type de production de son est rare. Il existe chez certaines *tortues aquatiques mâles* qui frottent, à l'approche des femelles, des râpes cornées situées médialement sur leurs pattes postérieures.

Figure 1 : Appareil stridulatoire d'une fourmi. D'après Leroy [95].



- a) situation de l'appareil  
 b) coupe sagittale : plectrum (Pl) frottant contre la pars stridens (Pst) (Co : coxae, Mif : membrane intersegmentaire flexible, Pe : Pétiole, Ppp : paroi postérieure, T : tête, Th : Thorax)

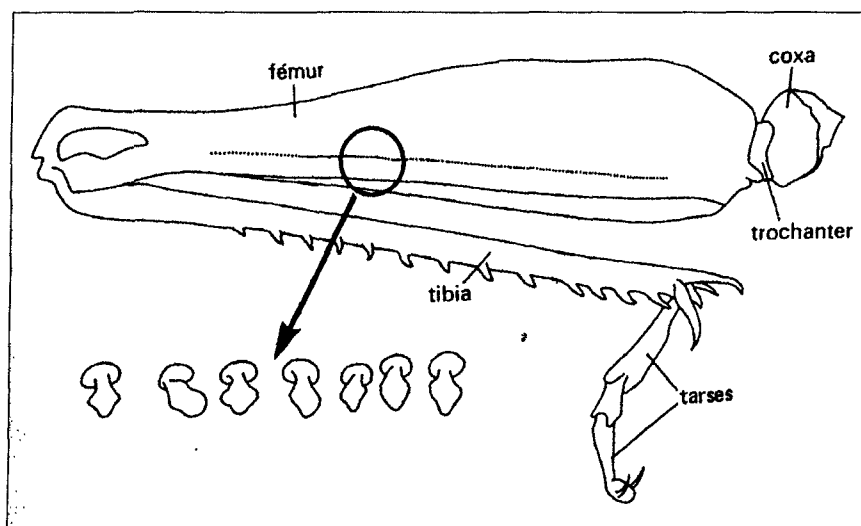
## 1.2.2. Production de signaux acoustiques par des appareils spécialisés munis d'un résonateur

Dans le cas de ces appareils, les vibrations émises sont amplifiées, voire agrémentées de nouvelles fréquences.

### 1.2.2.1. Cas des sons ne résultant d'aucun mouvement d'air

Les insectes orthoptères réalisent la stridulation. Chez le *criquet* (*Schistocerca gregaria*), les sons résultent du frottement du fémur métathoracique contre l'élytre. Le fémur porte une rangée de pustules différenciées qui jouent le rôle d'amplificateur du son en favorisant l'entrée en vibration de l'élytre. (Figure 2)

Figure 2 : Appareil de stridulation d'un criquet. D'après Leroy [95].



Les *cigales* (*Tibicen plebejus*) effectuent la cymbalisation grâce à des organes spécialisés, les cymbales. L'amplification du son est due à la conformation de l'abdomen des cigales, qui constitue une large chambre vide et close.

Les poissons réalisent le tambourinage. La mise en vibration des parois de la vessie natatoire est provoquée par des chocs dus aux rayons des nageoires. Ces vibrations produisent des sons, amplifiés par la vessie natatoire elle-même [95].

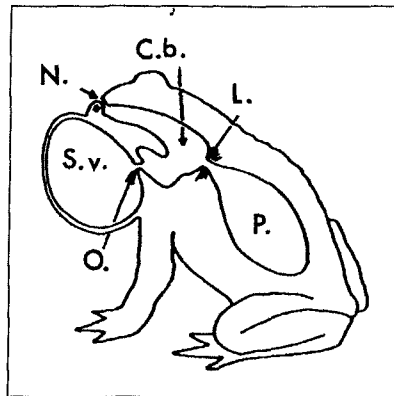
### 1.2.2.2. Cas des sons produits par un souffle d'air

La production de sons à partir d'un souffle d'air est principalement observée chez les vertébrés du fait de la différenciation du larynx. L'air en mouvement peut être expulsé ou réverbéré dans le milieu ambiant [69, 95].

La réverbération membranaire des sons vocaux est observée chez les batraciens anoures (Figure 3). Les vocalisations sont produites bouche fermée et les sons se propagent dans l'air ambiant par l'intermédiaire de membranes vibrantes. L'air provenant des poumons fait vibrer des cordes vocales puis passe, à travers les choanes, dans la gorge dilatable. La

peau élastique de la gorge se détend, formant ainsi les sacs vocaux, puis reprend sa position initiale, provoquant par ce fait le retour de l'air dans les poumons. Les sacs vocaux ont fonction de résonateurs et réverbèrent, dans le milieu ambiant, les sons produits par la vibration des cordes vocales [95, 113].

**Figure 3 : Ensemble des cavités où circule l'air lors des vocalisations de la grenouille.  
D'après Leroy [95].**



C.b. : cavité buccale, L. : larynx, N. : narines, O. : orifice, P. : poumon, S.v. : sac vocal

Pour d'autres espèces, l'air en mouvement n'est pas réverbéré mais expulsé. Les structures vibratoires sont les cordes vocales (ou des ébauches de celles-ci pour les reptiles et quelques amphibiens). Chez les oiseaux, l'appareil vocal est le syrinx, dont le nombre de cordes vocales varie en fonction de l'espèce. Les oiseaux peuvent émettre plusieurs sons à la fois et comptent chacun plusieurs cavités de résonance [11, 95, 111].

En ce qui concerne les mammifères, la production et la modulation des sons n'apparaissent que chez les animaux possédant un cartilage thyroïde, ce dernier permettant un mouvement avec le cartilage cricoïde [95].

Il est intéressant de noter que plus l'appareil émetteur est de petite taille, plus les sons émis sont aigus [95].

## 2. La réception des signaux acoustiques

Les organes de réception du son présentent une aussi grande diversité que ceux d'émission.

### 2.1. Les différents récepteurs acoustiques

Les récepteurs acoustiques ne captent pas tous de la même manière les signaux sonores. Il existe les récepteurs de mouvement des particules, les récepteurs de pression sonore et les récepteurs de gradient de pression [95, 113].

Les mouvements des particules marquent le déplacement de l'onde sonore. Les récepteurs sensibles à ces mouvements se présentent chez les insectes sous la forme d'un cil

mobile situé dans la cuticule (la peau). Ces récepteurs sont également présents sur la ligne latérale des poissons.

Un exemple de récepteur de pression sonore est l'oreille humaine. Dans le cas de l'oreille humaine, le son n'atteint la membrane mobile, qu'est le tympan, que par sa face antérieure, la face postérieure de la membrane étant protégée des sons par la tête.

Les récepteurs de gradient de pression comprennent deux tympanes. Ces derniers ne subissent pas la même pression sonore. C'est la différence de pression qui est prise en compte par le système nerveux de l'animal. Ce type de récepteurs est observé chez les insectes orthoptères.

Il existe également des récepteurs mixtes pouvant fonctionner comme récepteurs de mouvement de particules ou comme récepteurs de pression sonore.

Autant les récepteurs de mouvement de particules et de gradient de pression permettent de connaître la direction d'où provient le signal acoustique, autant les récepteurs de pression sonore ne le permettent pas.

Le signal sonore est capté par des cellules sensorielles spécifiques. Le message est ensuite transmis par voie nerveuse au système nerveux central qui l'analyse alors. Cette analyse permet notamment la localisation de la source émettrice.

## ***2.2. Réception du signal acoustique et localisation de la source émettrice***

Les récepteurs auditifs sont placés symétriquement par rapport au plan sagittal de l'animal. Cette disposition permet de localiser l'origine son perçu. Chez l'animal, la réponse à une stimulation acoustique se traduit par une orientation du corps soit en direction de la source acoustique, soit dans le sens opposé pour fuir. C'est en fait un décalage de perception (temps, intensité...) entre les deux récepteurs qui permet la localisation de la source sonore [95].

Les signaux sonores révèlent la présence de l'émetteur et permettent également de le localiser dans l'espace.

La communication acoustique est fréquemment utilisée pour communiquer à distance. Une fois le message sonore émis, il doit donc pouvoir se propager dans le milieu pour être perçu par l'individu récepteur. Une plus ou moins bonne propagation du son dépend des moyens mis en œuvre par l'individu émetteur, mais également de l'environnement dans lequel le signal acoustique diffuse.

### 3. La propagation des signaux sonores

#### 3.1. Des comportements animaux adaptés à la propagation du son

Les sons, pour atteindre le maximum de leur performance, doivent être émis dans des conditions optimales. Il faut donc à l'animal placer son corps le plus favorablement, à l'endroit où la diffusion du son est la meilleure [95, 113].

Les animaux adoptent un comportement d'émission. Chez les insectes, la diffusion du son est souvent orientée dans des directions privilégiées ; le mâle va se positionner de telle sorte que la femelle puisse entendre les vibrations qu'il émet. Certains oiseaux, lors du chant, tournent fréquemment la tête de façon à ce que les sons soient émis dans toutes les directions. Chez le *ragondin* (*Myocastor coypus*), les sons destinés aux individus proches (de faible intensité) sont émis gueule fermée, tandis que les cris d'appel (de forte intensité) sont émis gueule ouverte, la bouche ouverte ayant fonction de parabole directive [5, 95].

Chaque espèce choisit un lieu bien défini pour émettre des signaux sonores. Les oiseaux aux vocalisations d'intensité moyenne chantent dans un milieu dégagé, tandis que ceux aux vocalisations puissantes chantent relativement cachés. Certaines espèces aménagent même leur poste d'émission pour amplifier l'intensité de leurs sons.

D'autres espèces n'émettent des sons qu'à certaines heures de la journée. Un batracien, le *coqui* (*Eleutherodactylus*), ne chante que du coucher du soleil à minuit [95, 113].

#### 3.2. Des signaux acoustiques adaptés à l'environnement de l'animal [40, 95, 113]

La structure d'un signal acoustique dépend de la distance qu'il est destiné à parcourir. Le signal dit de contact est de très faible intensité et est perçu à une faible distance. Il est observé lors des parades sexuelles. Un signal sonore destiné à une grande portée comporte des sons longs, intenses, pas trop aigus et émis de manière régulière.

Les signaux acoustiques sont également adaptés à l'espace de vie de l'animal. Un oiseau vivant en sous-bois émet un chant bien plus grave que celui d'un oiseau vivant dans un milieu plus ouvert. Les sons de hautes fréquences sont plus facilement absorbés par la végétation que les sons de basse fréquence ; la sélection naturelle a donc privilégié la survie, en sous-bois, des oiseaux possédant des chants graves.

Les signaux sonores favorisent la cohésion entre les congénères d'une même espèce. Ils permettent, grâce à l'appel, de limiter la dispersion. Les espèces dont les individus vivent éloignés les uns des autres possèdent des signaux d'appel de haute intensité, tandis que les espèces dont les membres vivent proches les uns des autres, utilisent majoritairement des sons de faible portée.

La production, la réception et la propagation des sons peuvent s'effectuer de manières très diverses, adaptées à l'environnement de l'animal. Ces techniques sont spécifiques, c'est-à-dire propres à chaque espèce. Elles aboutissent à la création de répertoires de signaux sonores [95]. Ces répertoires comprennent tous les signaux émis par l'animal et donc propres à son espèce, mais également tous les signaux acoustiques perçus par l'animal, qui sont émis par les individus rencontrés. Les signaux sonores peuvent donc permettre à un individu de relationner au sein de son espèce (communication intraspécifique) mais également avec des espèces différentes de la sienne (communication interspécifique).



## B. Le son : un signal de communication

Pour étudier la communication acoustique, il faut analyser le système médiateur : le signal acoustique. En quoi ce signal véhicule-t-il un message ?

### 1. Le son possède les caractères et les rôles d'un signal de communication

#### 1.1. Etablir le contact

Comme décrit précédemment, un signal de communication, pour permettre l'établissement d'un contact, doit être perceptible et sélectif. Dans le cadre de la communication acoustique, dire qu'un son doit être perceptible revient à dire qu'il doit être audible et distinguable des sons ambiants. Les sons émis par les animaux dans le cadre d'une communication sont très diversifiés, ce qui leur permet d'être différenciés du bruit de fond.

Le signal est également sélectif. Ainsi le coassement du *crapaud* (*Bufo bufo*) mâle est destiné aux femelles et n'attire que les femelles *crapaud* [95, 113].

#### 1.2. Amener le récepteur à la coopération

Le son peut agir comme un guide. Le miaulement d'une *chatte* en chaleur provoque chez les mâles un comportement d'approche ; tant que le signal est émis, les mâles approchent, ils se servent du signal comme d'un guide pour retrouver la femelle.

Le son peut agir sur l'état physiologique du récepteur en déclenchant, chez certaines espèces, la maturation sexuelle des femelles. C'est notamment le cas de certaines espèces de batraciens et d'insectes [95, 119].

#### 1.3. Favoriser la coopération fonctionnelle

Le son peut parfois agir comme un stimulus permettant le déclenchement d'un comportement et favoriser ainsi la coopération fonctionnelle. Chez certaines *grenouilles*, un coassement particulier de la femelle déclenche chez le mâle l'acte d'accouplement [95, 119].

## 2. Signal acoustique et communication animale

### 2.1. Le rôle polarisateur du signal acoustique

Dans la communication acoustique animale, on distingue deux types de signaux sonores : les signaux qui tendent à rapprocher les individus et les signaux qui tendent à les éloigner [5, 40, 95].

Les signaux qui tendent à rapprocher les individus centrent la relation autour de l'émetteur. Ils permettent de situer l'individu émetteur dans l'espace et rassemblent les membres d'une même espèce, favorisent la cohésion du groupe. Ils correspondent aux appels sexuels, aux cris de contact, aux demandes de jeu...

Les signaux tendant à éloigner les individus permettent également de situer l'individu émetteur dans l'espace. Ils sont utilisés lors des relations de rivalité ou pour avertir d'un danger.

Un signal peut parfois permettre à la fois le rapprochement de certains individus et l'écartement d'autres. Ainsi, dans certaines espèces animales, les appels sexuels des mâles attirent les femelles et entraînent l'éloignement des autres mâles.

Les signaux acoustiques jouent donc un rôle important dans les relations sociales au sein d'une même espèce.

## 2.2. Signal acoustique et relations animales

En étant déclencheur de comportement, le signal acoustique intervient dans les relations sociales animales [5, 72, 95, 111, 113, 119].

Ce signal est essentiel dans le comportement reproducteur de certaines espèces. Les espèces dont les membres vivent éloignés les uns des autres peuvent utiliser la communication acoustique pour favoriser la rencontre du partenaire sexuel. Cette communication acoustique peut également participer au choix du partenaire sexuel, comme pour certains oiseaux chez qui la femelle choisit le chant mâle qui lui convient le mieux.

Ce signal permet la cohésion des animaux vivant en groupes grâce au signal d'appel ou aux signaux acoustiques d'apaisement.

La survie de l'espèce est assurée par le comportement reproducteur, mais également par le comportement de fuite des proies, pouvant être initié par des signaux acoustiques.

La communication acoustique peut également être observée entre deux animaux d'espèce différente. Ceci s'observe notamment lors des relations de conflits. Un *chat* en conflit avec un *chien* le menace en grognant et en crachant. Un *chat* peut également chercher à apaiser un homme en ronronnant près de lui.

La communication acoustique est très diversifiée au sein du règne animal. Elle peut être produite de différentes manières, avec ou sans organes spécialisés. Elle est présente dans tous les groupes animaux et est très spécifique. La création de répertoires acoustiques spécifiques permet aux animaux de communiquer avec les individus de leur espèce sans ambiguïté. Ceci peut être renforcé par l'existence d'un « dialecte » au sein d'un groupe animal [167]. La communication acoustique, qui peut être une communication à distance ou de proximité, participe, en permettant l'établissement de relations sociales, à la pérennité des espèces animales et à la cohésion des groupes animaux.

### III. SECONDE MODALITE : LA COMMUNICATION CHIMIQUE

La communication chimique est la communication par les odeurs et fait intervenir, par conséquent, le sens de l'odorat (au sens large). Cette communication s'effectue par l'intermédiaire de substances appelées phéromones. Une phéromone est un produit chimique, ou un ensemble de produits chimiques, qui est sécrété par un individu à l'extérieur du corps, transporté à distance et qui, lorsqu'il est capté par un autre individu de la même espèce, agit sur l'organisme de ce dernier et déclenche chez lui une ou plusieurs réactions spécifiques [96]. Une phéromone est donc une substance olfactive intervenant comme signal de communication.

#### A. Production et perception des phéromones

##### 1. La production des phéromones

On entend par production à la fois la sécrétion et l'excrétion des phéromones.

##### *1.1. Origine et lieux de production des phéromones*

Les phéromones peuvent être présentes dans les sécrétions de glandes spécialisées ou dans les déchets organiques (urine, fécès) des animaux émetteurs [96, 117, 157].

Les glandes spécialisées sont des glandes tégumentaires. Chez les mammifères, il s'agit des glandes sudoripares, des glandes sébacées et des glandes séreuses, spécifiques aux mammifères. Ces glandes spécialisées sont localisées en des endroits bien particuliers qui sont propres à chaque espèce. Ainsi le *chat* présente ces glandes à la commissure labiale, sous le menton, dans les espaces interdigités, à la base de la queue... La *punaise (Coreus marginatus)* présente ces glandes sous son abdomen.

Les phéromones évacuées par l'intermédiaire des fécès seraient produites dans l'intestin.

Les précurseurs des phéromones présentes dans l'urine seraient filtrés au niveau du glomérule rénal. Une hydrolyse de ces composés permettrait d'obtenir les phéromones définitives.

##### *1.2. Les facteurs influençant la production des phéromones*

Au sein d'une espèce, tous les individus n'émettent pas les mêmes phéromones au même moment. Il existe des facteurs intrinsèques et extrinsèques à l'individu qui influence fortement l'excrétion de substances odorantes [96, 157].

Ainsi, le statut hormonal de l'individu joue un rôle majeur dans la production des phéromones. L'activité sécrétoire des glandes spécialisées peut dépendre du cycle sexuel. Une *chienne* castrée, par exemple, n'attire pas les *chiens mâles*, alors qu'une *chienne* en chaleur semble très attractive pour ces derniers. Les hormones ovariennes exercent une action sur l'activité sécrétoire de ces glandes et favorisent l'émission de leurs produits de sécrétion.

Les variations saisonnières influencent également l'excrétion des phéromones. Lors de la saison de reproduction, les phéromones permettant le déclenchement des comportements de reproduction sont émises de manière accrue.

## 2. La perception des phéromones

La perception des phéromones nécessite des structures permettant à l'animal de capter les phéromones, ce sont les chimiorécepteurs.

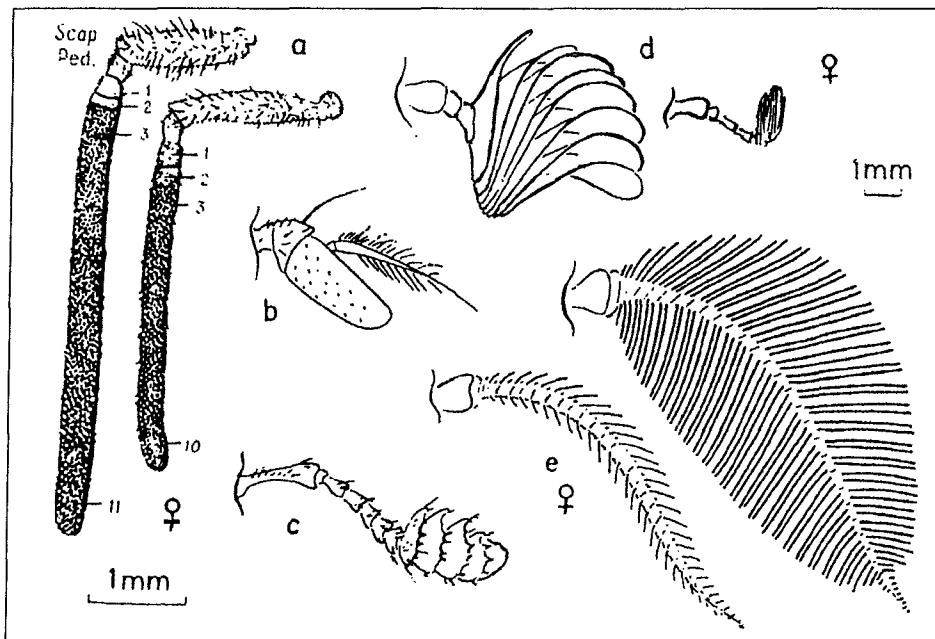
### 2.1. Chimiorécepteurs et chimioréception

#### 2.1.1. La chimioréception chez les invertébrés

Chez les invertébrés, il existe une très grande variété de chimiorécepteurs. Chez les mollusques gastéropodes, les chimiorécepteurs sont localisés dans le manteau. Chez les céphalopodes, ils sont situés sur les tentacules. Chez les crustacés, des chimiorécepteurs sont présents sur les pattes, les antennes, les pinces et les soies. Chez les insectes, ces détecteurs se trouvent sur les antennes et les pattes (*Figure 4*). Chez les araignées, il existe des chimiorécepteurs sur chaque appendice.

Ces chimiorécepteurs sont des cellules sensorielles, appelées sensilles, qui captent les phéromones. Lorsque les phéromones se fixent sur la sensille, cela engendre la naissance d'un message nerveux qui est analysé par le système nerveux central. L'*abeille*, par exemple, est capable de distinguer quarante-trois huiles étherées différentes [96].

Figure 4 : Les antennes des Insectes. D'après Leroy [96].



a : Abeille, b : Mouche, c : Coléoptère, d : Scarabée, e : Papillon

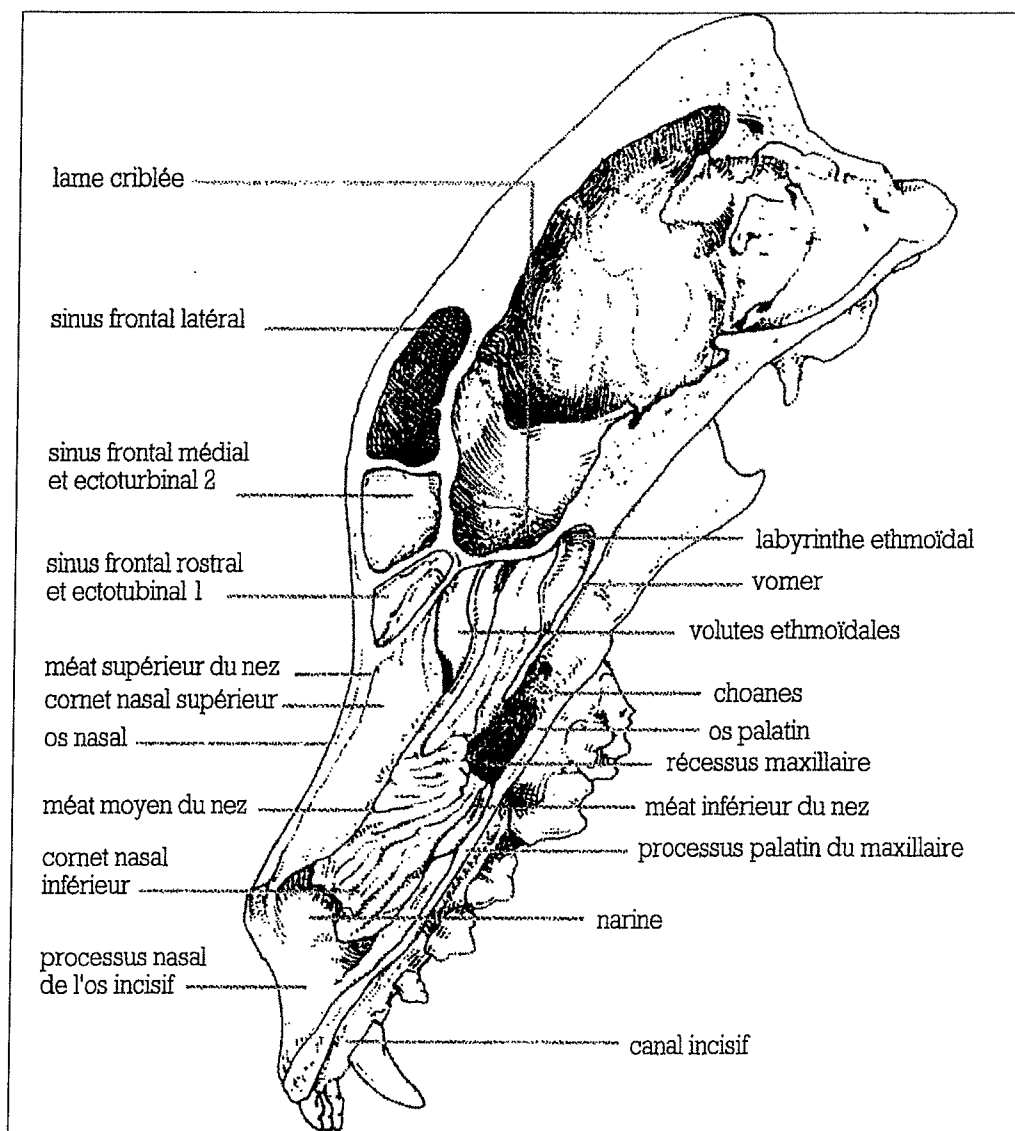
### 2.1.2. L'odorat des vertébrés

La chimioréception au niveau de l'épithélium olfactif correspond au sens de l'odorat au sens strict [96, 117, 157, 159].

L'organe récepteur principal de l'olfaction est constitué, chez les mammifères, par la muqueuse olfactive qui tapisse la région dorsale postérieure des fosses nasales (*Figure 5*). Elle s'étend sur une large surface du fait qu'elle repose sur les structures en circonvolutions. Les fosses nasales communiquent avec l'extérieur par les narines.

La muqueuse olfactive comprend de très nombreux neurorécepteurs olfactifs. Ces cellules nerveuses comportent des cils olfactifs, et ce sont ces cils qui sont responsables de la captation des phéromones. La fixation des phéromones sur ces cils de la cellule nerveuse engendre la naissance d'un message nerveux qui est analysé par le système nerveux central.

**Figure 5 : Coupe sagittale de la tête osseuse d'un chien. D'après Vadurel et Cogny [159].**

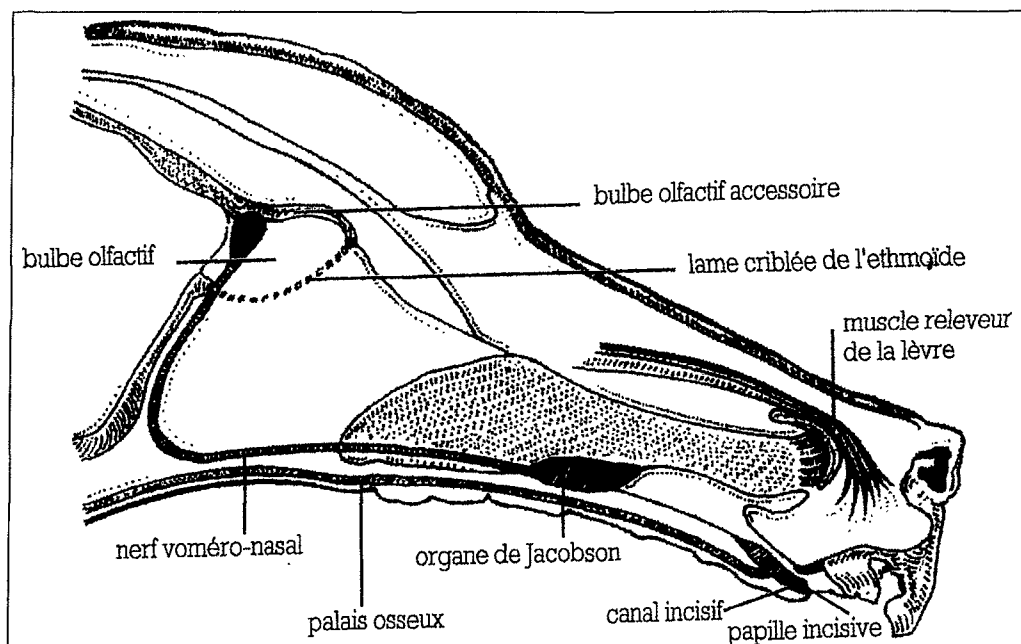


### 2.1.3. Le sens voméronasal

L'organe olfactif accessoire des vertébrés comprend l'organe voméronasal (Figure 6), ou organe de Jacobson [96, 117, 146, 157, 159]. Il est plus ou moins développé selon les espèces. Cet organe est tapissé par une muqueuse histologiquement analogue à celle de l'épithélium olfactif. La différence concerne les neurorécepteurs olfactifs qui ne comportent pas de cils mais des microvillosités.

La principale fonction de l'organe voméronasal serait de détecter les odeurs sexuelles. Ceci fait intervenir une mimique particulière, effectuée par les mâles principalement, et provoquée par le reniflement (ou le léchage) de l'urine ou de l'appareil génital d'une femelle ; cette attitude est appelée flehmen [96, 117, 146, 157, 159].

Figure 6 : Système olfactif accessoire du chien. D'après Pageat [27].



La mise en contact des molécules odorantes avec les récepteurs est impérative pour qu'il y ait communication. Les sources émettrices de ces molécules peuvent être éloignée du récepteur, il importe donc que les molécules odorantes parviennent aux chimiorécepteurs.

## 2.2. Les dispositifs et mécanismes favorisant la mise en contact des molécules odorantes avec les chimiorécepteurs

La majorité des vertébrés possède une paire de narines externes par lesquelles pénètre l'eau ou l'air véhiculant les substances odorantes. Chez les vertébrés aériens, les odeurs arrivent aux récepteurs par la respiration. Les narines sont alors adaptées à faire passer des

courants d'air chaud et humide sur l'épithélium olfactif. Chez les mammifères, elles possèdent également des dispositifs de reniflement.

Il existe des mécanismes de mise en contact des molécules odorantes avec les chimiorécepteurs. Dans la chimioréception de contact, les molécules chimiques sont amenées activement par l'animal à proximité des chimiorécepteurs (pour les invertébrés) ou de l'organe voméronasal (pour les vertébrés). Ainsi, l'insecte tâte un congénère avec ses antennes, le *serpent* tâte sa partenaire avec la langue, l'*urodèle* aspire de l'eau, le mammifère hume une bouffée d'air, renifle... [96, 159]

Malgré les mécanismes employés par les animaux pour favoriser la perception des phéromones, certains facteurs peuvent nuire à cette perception.

### 2.3. Les facteurs influençant la perception des phéromones

Plusieurs facteurs peuvent influencer la perception des phéromones [96, 157, 159].

L'état de réceptivité dépend de facteurs physiologiques tels que l'état hormonal, ce dernier étant fonction du sexe, de l'âge, des conditions dans lesquelles se trouve l'animal (stress, peur...), ou encore de l'état de vigilance.

Les conditions climatiques peuvent rendre la communication olfactive plus délicate. En effet, certaines phéromones sont des substances volatiles. Leur dispersion et leur rémanence dans l'atmosphère dépendent de facteurs climatiques tels que la pression de vapeur d'eau, la température, les mouvements de l'air. Le vent, bien qu'augmentant la diffusion des phéromones, assèche la muqueuse olfactive et rend la perception des molécules odorante plus difficile. Une pluie fine ou le brouillard intensifient les odeurs, tandis que de fortes précipitations entraînent leur disparition. Chez les animaux aquatiques, les courants marins peuvent favoriser ou non la communication olfactive selon qu'ils ramènent ou éloignent les molécules chimiques.

La quantité de phéromones jouerait également un rôle dans la perception olfactive. Il semblerait qu'il faille une quantité minimale de phéromones dans le milieu pour que celles-ci soient perçues par l'animal.

La perception des molécules odorantes, que sont les phéromones, est donc réalisée grâce à des cellules sensorielles spécialisées. Ces cellules transmettent l'information sous forme de message nerveux au système nerveux central qui l'analyse. Des mécanismes permettent de favoriser la mise en contact des phéromones avec ces cellules sensorielles, ils sont d'autant plus importants qu'une quantité minimum de phéromones est nécessaire pour être perçues par l'animal. La perception de certaines phéromones est à l'origine du déclenchement de nombreux comportements animaux. Ces phéromones sont donc primordiales dans les relations entre animaux d'une même espèce, appelées relations intraspécifiques.

## B. La communication olfactive dans les relations intraspécifiques

### 1. Emission des phéromones et comportements d'émission

#### 1.1. La communication olfactive dans l'espace et dans le temps

La communication olfactive n'est pas seulement une communication à distance, elle est aussi une communication à proximité. En effet, on observe l'existence de deux catégories de substances (contenant les phéromones) suivant qu'elles diffusent dans le milieu (volatiles ou solubles) ou non (solides ou liquides). En fonction de la catégorie de la substance, le champ d'action de celle-ci est vaste ou limité au lieu où elle se trouve [96, 117].

Dans le cas des substances volatiles ou solubles, la durée d'action est brève, tandis qu'elle est longue pour les substances solides ou liquides.

Les substances volatiles ou solubles sont émises par projection dans le milieu, alors que les substances qui ne diffusent pas dans le milieu sont extériorisées à la surface du tégument ou sont déposées en un lieu donné. On peut ainsi distinguer le cas où l'individu est et reste le support de la signalisation chimique, et le cas où c'est le substrat inerte qui assume cette fonction. La communication olfactive peut donc opérer en différé. L'individu émetteur peut être ailleurs et néanmoins une communication chimique continue à s'exercer à son profit, en un lieu déterminé, pour une durée variable, parfois assez longue. La communication chimique apporte ainsi à l'animal la possibilité d'établir des relations interindividuelles en se libérant des contraintes de présence.

#### 1.2. Divers modes d'émission

Les animaux disposent de différents moyens pour émettre les phéromones. Dans certains cas, il existe des mécanismes particuliers d'extériorisation des substances et des comportements spéciaux liés à ces émissions, dans d'autres cas les substances sont libérées comme à l'insu de l'émetteur [96, 157].

La libération de substances par des glandes spécifiques donne souvent lieu à des comportements particuliers. Certains *papillons*, par exemple, effectuent une évagination de leurs glandes sécrétrices de phéromones sexuelles, ce qui favorise la volatilisation des phéromones. Par contre, la volatilisation de la sueur des mammifères se fait à leur insu. On distingue ainsi la communication olfactive active de la communication olfactive passive.

Un comportement particulier d'émission des odeurs est le marquage. Le marquage est l'action de déposer volontairement une substance odorante en guise de signal. Il peut être réalisé sur des supports inertes, sur des supports vivants, ou se manifester par une libération d'odeurs dans l'air. Ainsi, le *loup* (*Canis lupus*) marque son territoire en déposant en des endroits stratégiques, des petits jets d'urine ou des fécès. Le *lapin* (*Cuniculus*) dominant marque toutes les femelles de son groupe à l'aide de ses glandes mentonnières. La *jument* (*Equus*) en chaleur émet fréquemment de petits jets d'urine pour signaler qu'elle est en oestrus. Le marquage joue un rôle dans la relation intraspécifique des animaux, il a un rôle social important.



**Figure 7 : Mangouste marquant la base d'un tronc d'arbre. D'après Leroy [96].**



## 2. Les comportements déclenchés par la perception d'odeurs

Comme décrit précédemment, les phéromones, en fonction de leur nature et de leur mode d'émission, peuvent avoir une action immédiate ou une action différée.

### 2.1. Les effets des phéromones à action immédiate

La communication olfactive prend une place importante dans les relations sexuelles, parentales et sociales.

#### 2.1.1. Phéromones et attraction sexuelle

Les phéromones jouent un grand rôle dans l'attraction sexuelle du mâle par la femelle et de la femelle par le mâle. Elles sont en général spécifiques, c'est-à-dire qu'elles sont uniques pour chaque espèce [96, 117, 143, 148].

Les modalités d'appel chimique par la femelle sont diverses et mettent en jeu des substances ayant des propriétés différentes (volatiles, solubles, perdurables...). Chez la plupart des *araignées*, les mâles s'orientent vers les femelles grâce à une phéromone sexuelle qui les attire. Chez le *poisson rouge* (*Carassius auratus auratus*), des sécrétions de l'ovaire d'une femelle gravide attirent les mâles. Chez la *vipère* (*Vipera Aspic*), c'est une sécrétion glandulaire cloacale de la femelle qui attire les mâles. Chez le *chien*, l'urine d'une chienne en chaleur est longuement reniflée par les mâles, ce qui n'est pas le cas de l'urine d'une chienne en anestrus.

Les modalités d'appel sexuel des mâles sont tout aussi diverses que celles des femelles. Chez certains *myriapodes*, les phéromones sexuelles sont déposées sur le fils d'une

toile tissée par le mâle. Chez le rat, les sécrétions de la glande prépucciale attirent les femelles et repoussent les mâles. Chez l'*élan (Alcea)*, le mâle creuse une fosse de rut dans laquelle il urine et se roule fréquemment ; les femelles en chaleur sont attirées par cette fosse qui porte l'odeur du mâle.

Chez les insectes, il existe également une substance chimique, appelée aphrodisiaque, sécrétée par le mâle ou la femelle, et préparant le partenaire à l'accouplement, ceci après la formation du couple.

A l'inverse, chez certaines espèces, existent des phéromones inhibitrices d'accouplement. Ces phéromones sont produites par le mâle ou la femelle une fois que cette dernière est fécondée. Chez la *mouche drosophile (Drosophila melanogaster)*, c'est le mâle qui produit cette molécule odorante qui empêche toute autre fécondation. Chez le *serpent jarretière à flancs rouges*, la femelle qui vient d'être fécondée, non seulement n'est plus courtisée par aucun mâle, mais pousse les mâles à s'écarter d'elle.

### 2.1.2. Phéromones et comportement parental

Chez les insectes, l'existence d'un comportement parental va de pair avec l'élaboration d'un abri où se développe la progéniture. Chez l'*abeille*, le plan de construction des alvéoles varie en fonction de la présence ou de l'absence de phéromones royales dans la ruche. Si la reine est en bon état physiologique, elle produit beaucoup de phéromones et les alvéoles construites sont hexagonales pour accueillir les larves des futures ouvrières. Si la reine vieillit ou meurt, la production de phéromones est réduite et les alvéoles construites sont cylindriques pour accueillir les larves de futures reines. Chez les *fourmis (Formica)*, les soins aux larves sont entretenus par la sécrétion d'une phéromone par la larve, indiquant son état de larve [96].

Chez certains poissons, une substance chimique issue des jeunes déclenche et entretient le comportement parental, ce dernier consistant à couvrir en bouche la progéniture. Cette phéromone inhibe le comportement de capture et oriente la femelle vers les jeunes [96].

Chez les mammifères, les phéromones interviennent dans l'attraction de la mère par le jeune après la mise bas et provoquent le léchage du jeune. Ces phéromones sont contenues dans les annexes fœtales. Mais les mères doivent apprendre l'odeur du jeune pour pouvoir le reconnaître. Celle-ci favorise l'exclusivité de l'attachement de la mère à son jeune. Le comportement maternel est maintenu par la production d'un signal chimique par le jeune. Les phéromones interviennent également lors de la tétée, elles permettent au jeune d'être guidé vers la mamelle [96, 143].

### 2.1.3. Phéromones et comportements sociaux

Les comportements induits par les substances d'alarme sont bien connus chez les insectes. La phéromone d'alarme produit une fuite parmi les fourmis ou les incite à combattre. Chez les *abeilles*, cette phéromone attire les ouvrières sur le lieu où l'une d'entre elle a déjà piqué. Chez le *chien*, la libération des glandes anales lors de peur intense a un effet répulsif pour ses congénères [96, 117, 157].

Les individus d'un même groupe se reconnaissent entre eux par l'odeur. Cette odeur peut provenir de l'abri (ruche, fourmilière...), de la résultante de l'odeur des membres composant le groupe, ou de l'odeur d'un seul individu (le dominant) [96, 157].

Certains mammifères communiquent leur agressivité olfactivement. En urinant ou lors de la piloérection, ils libèrent des phéromones d'agressivité menant soit à un affrontement avec le congénère, soit à la soumission de celui-ci [96, 157].

Les insectes, certains reptiles et les mammifères utilisent la communication olfactive pour définir les limites de leur territoire. Ce marquage est intimement lié à la structure sociale.

Dans certaines espèces, seul le dominant a le droit de réaliser le marquage. L'odeur diffusée est en général celle du groupe et provoque la fuite d'un individu étranger s'aventurant dans les limites du territoire [96, 157].

## 2.2. Les effets des phéromones à action retardée

L'effet primaire des phéromones à action retardée est perceptible à long terme. Il y a un temps de latence entre la perception de la phéromone et l'observation de l'effet qu'elle déclenche [96, 143, 157].

En 1955, Van Den Lee et Boot observent une incidence plus élevée de cycles sexuels longs chez les *souris* (*Mus musculus*) femelles vivant en groupe, en l'absence de *souris mâle*, plutôt que chez les femelles logées individuellement. Cet allongement des cycles sexuels chez les femelles groupées est appelé effet Lee-Boot. La substance responsable de cet effet serait contenue dans l'urine des femelles et serait captée par l'organe voméronasal. La phéromone responsable agirait en inhibant les décharges d'une hormone sécrétée par l'hypophyse et intervenant dans les cycles sexuels, la FSH.

Whitten montre que l'introduction d'une *souris mâle* dans un lot de femelles groupées provoque l'apparition d'une forte proportion d'oestrus parmi celles-ci, et une synchronisation des cycles sexuels. Cet effet est appelé effet Whitten. Une phéromone mâle permettrait d'agir sur l'axe hypothalamo-hypophysaire des femelles et d'induire l'oestrus.

Il est possible, chez les *souris*, qu'un nouveau mâle puisse bloquer la gestation d'une femelle s'étant récemment accouplée avec un autre mâle et isolée de ce dernier. Il s'agit de l'effet Bruce. La phéromone responsable de ce phénomène est contenue dans l'urine du mâle.

L'effet Coolidge est un phénomène de réactivation du comportement sexuel du mâle. Après s'être accouplé avec une femelle, la *souris mâle* s'arrête avant d'être sexuellement épuisée ; il acceptera par contre de s'accoupler avec une nouvelle femelle.

L'inhibition du comportement reproducteur des individus subordonnés par les dominants est un phénomène répandu dans le monde animal. Elle est liée à la production de phéromones par les dominants. Chez le *singe écureuil* (*Saimiri sciureus*), c'est le mâle dominant qui produit ces hormones inhibitrices.

Les phéromones à effet primaire agissent ainsi sur la physiologie hormonale des individus récepteurs. Cette propriété les différencie des phéromones à effet déclencheur, qui influencent, quant à elles, le comportement.

Toutes les relations envisagées jusqu'à présent concernent les activités intraspécifiques, mais la communication olfactive intervient également dans les échanges entre espèces différentes.

## C. La communication olfactive dans les relations interspécifiques

Comme décrit précédemment, tout animal possède une physiologie odorante qui lui permet d'être reconnu parmi les individus de son groupe. Si cette odeur est perçue par les membres de son espèce, elle peut l'être également par des animaux appartenant à une espèce différente. Ce phénomène intervient dans les relations de prédation, mais également dans le parasitisme.

### 1. Communication olfactive et prédation

La prédation est un procédé de procuration d'aliments carnés. Le comportement prédateur se déroule à l'insu de la proie. L'initiative provient du prédateur uniquement et la proie subit ; mais cette dernière peut tenter d'esquiver ou de se défendre [96].

Il existe, dans le règne animal, de nombreux exemples de prédateurs s'orientant chimiquement vers leurs proies. Le *crabe* (*Cancer magister*), dès lors qu'il perçoit l'odeur d'une proie, agite ses antennes, ce qui lui permet de mieux capter l'odeur et de s'orienter vers l'endroit d'où elle vient. Chez les poissons, les prédateurs s'orientent suivant un gradient de concentration en phéromones de leurs proies ; à proximité, pour une concentration donnée, les phéromones déclenchent l'attaque. Chez les insectes, l'odorat est souvent utilisé en complément de la vision lors de la prédation ; à distance c'est la vision qui intervient, à proximité c'est la chimioréception qui déclenche la capture. Chez la *grenouille*, l'odeur des insectes déclenche l'extension de la langue permettant la capture. Le *serpent* suit la trace odorante laissée par une proie lors de son passage pour remonter jusqu'à elle. Certains oiseaux ne pêchent que guidés par leur odorat. Le *putois* (*Mustela nigripes*) ne détecte ses proies qu'à leur odeur [96].

Une des composantes du comportement de protection des proies est la détection aussi précoce que possible de la venue de l'ennemi. Le repérage olfactif de l'ennemi permet souvent une détection du prédateur à grande distance. La détection de phéromones de stress ou de danger émises par les autres membres du groupe, mène à la fuite et peut être un autre moyen pour la proie d'échapper à l'ennemi. Un troisième moyen de protection des proies est d'émettre ou de s'imprégner d'une odeur répulsive. Ainsi, les glandes odoriférantes de *serpent* repoussent certains de leurs prédateurs [96, 174].

### 2. Communication olfactive et parasitisme animal

Le parasite vit aux dépens d'une espèce-hôte qui, à plus ou moins long terme, pâtit de la présence de ce dernier. La rencontre du partenaire est souvent due à l'hôte qui s'infeste activement en avalant de l'eau ou en dévorant des proies ; mais parfois, le parasite utilise des indices chimiques pour trouver son hôte [96].

Les *moules d'eau douce* (*Margaritifera margaritifera*) produisent des substances spécifiques qui attirent diverses espèces de l'ectoparasite Unionicola. La *lamproie* (*Petromyzon marinus*) vit aux dépens d'un poisson-hôte qu'elle repère à l'odeur et sur lequel elle se fixe. La *tique* (*Ixodes ricinus*) repère son hôte par l'odeur de l'acide butyrique qui émane des glandes sébacées des mammifères. La femelle de l'hyménoptère *Rhyssa persuasoria* perçoit, à travers une couche de bois épaisse de quelques centimètres, l'odeur des

larves de *Sirex gigas* dans lesquelles elle dépose ses œufs. Les *chauves-souris vampires* (*Desmodus rotundus*) détectent à des taux très bas l'acide butyrique de la sueur des mammifères qu'elles retrouvent ainsi la nuit et dont elles aspirent le sang [96].

La communication olfactive est omniprésente dans le règne animal. Elle peut être volontaire (marquage...) ou involontaire (sueur...). Elle permet aux animaux de s'identifier (espèce, sexe, âge, prédateur, proie...) et ainsi d'interagir. Ce mode de communication participe, tout comme la communication acoustique, à la pérennité des espèces en intervenant lors de la réalisation des fonctions de nutrition et de reproduction, mais également en favorisant les relations sociales au sein des groupes animaux.

## IV. TROISIEME MODALITE : LA COMMUNICATION VISUELLE

La communication visuelle désigne toute communication perçue par l'œil. Elle agit, pour la majorité des signaux visuels, sur une courte distance, c'est-à-dire dans les limites de la vision de l'animal, et en un temps court. Elle permet de donner des informations subtiles sur la motivation et le statut émotionnel.

Il existe deux types de signaux visuels : les signaux visuels directs et les signaux visuels indirects. Les signaux visuels directs sont émis en présence d'un récepteur, à proximité, ils sont nombreux et complexes. Les signaux indirects sont émis en présence ou en absence de récepteur et persistent au cours du temps ; ce sont par exemple les griffades effectuées par le chat, qui marquent le lieu de couchage de l'animal, ou les signaux d'occupation territoriale, tels les traces d'urine ou de fécès qui accompagnent la communication olfactive.

Nous retiendrons les exemples de quelques espèces parmi les plus démonstratives, que sont les abeilles, les oiseaux et, pour les mammifères, les carnivores avec les canidés et les félins.

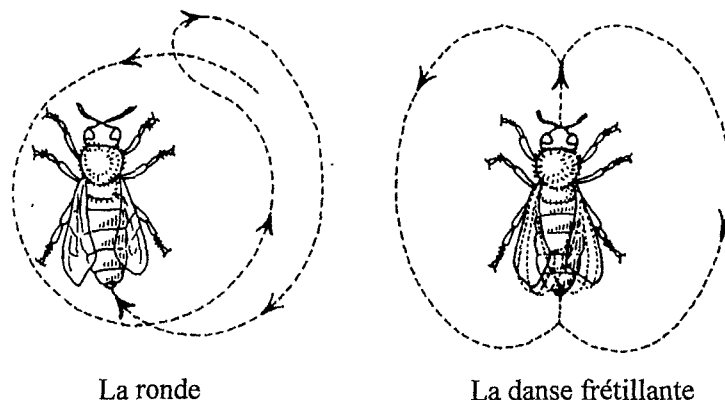
### A. Insectes et communication visuelle : exemple de la danse des abeilles

En 1965, Karl Von Frisch [34, 168] observe que si une *abeille butineuse* découvre une source de nourriture, les autres *abeilles* se dirigent en masse vers cette source. Il y a donc eu échange d'information entre les *abeilles*, c'est-à-dire communication. Selon Karl Von Frisch, cette communication est réalisée grâce à la danse effectuée par l'*abeille exploratrice*. Il décrit deux sortes de danse : la ronde et la danse frétilante (*Figure 8*).

Au cours de la ronde, l'*abeille* qui entre dans la ruche se met à trotter sur un rayon en cercles étroits et en alternant fréquemment le sens de sa rotation. Durant la danse frétilante, l'*abeille* décrit un huit : une ligne droite suivie d'un demi-cercle, à nouveau la même ligne droite, puis un autre demi-cercle mais en sens inverse du précédent. Pendant la ligne droite, l'*abeille* effectue des oscillations de l'abdomen, d'où le nom de « trajet frétilant ».

Les informations concernant la source de nourriture découverte seraient contenue dans ces danses.

Figure 8 : La danse des abeilles. D'après Chauvin [34].



## 1. Les informations données par la danse

### 1.1. Indication de la distance

La ronde est utilisée pour indiquer un site de nourriture situé à moins de cent mètres de distance. Au-delà de cette distance, les *abeilles* empruntent la danse frétilante. Le rythme d'exécution de la danse diminue à mesure qu'augmente la distance.

Karl Von Frisch [34, 168] observe qu'à la suite d'un vol contre le vent pour aller vers la récolte, les *abeilles exploratrices* dansent plus lentement et donc indiquent, à leur retour à la ruche, une distance plus grande que celle qu'elles auraient annoncée si le temps avaient été plus calme. De même, si le vent les pousse, elles indiquent une distance plus courte.

En réalité ce n'est pas tant la distance qui est indiquée par l'*abeille exploratrice* mais plutôt la durée du vol et l'effort qu'il nécessite pour atteindre le site, voire la dépense énergétique qu'il entraîne.

### 1.2. Indication de la direction

La danse frétilante indique également la direction à suivre pour atteindre la source de nourriture. Cette direction est indiquée de deux façons différentes suivant que l'*abeille* se trouve sur une surface horizontale au soleil (planche d'envol) ou sur une surface verticale à l'obscurité (dans la ruche).

Sur une surface horizontale, l'angle que forme le trajet frétilant avec les rayons du soleil est identique à celui formé par la direction du butin avec les rayons du soleil.

Sur une surface verticale, les *abeilles* reproduisent par rapport à la verticale l'angle formé par la direction du butin avec les rayons du soleil. Elles utilisent alors un code connu de toutes. Si le parcours rectiligne de la danse est orienté vers le haut, le butin se trouve dans la direction du soleil. Si, à l'inverse, le parcours rectiligne est orienté vers le bas, le butin est dans la direction opposée. Un angle de 60° effectué par l'*abeille exploratrice* vers la gauche et vers le haut (toujours par rapport à la verticale) mène les *abeilles* à se diriger vers une récolte située à 60° à gauche du soleil.

Karl Von Frisch [34, 168] constate que si l'accès à un site de nourriture nécessite un détour, l'*abeille* rentrant à la ruche indique d'une part la direction ruche-but en ligne droite, et d'autre part la distance détour compris. Il remarque également que si le rayon de la ruche est incliné, l'axe repère n'est plus la verticale, mais celui de la plus forte pente du rayon.

Si une *abeille* rentre à la ruche et y reste plusieurs heures à l'obscurité sans danser, quand elle commence sa danse, elle indique la direction du butin par rapport à la place du soleil au moment où elle danse. Elle change donc l'angle de l'axe de sa danse, par rapport à la verticale, de la valeur exacte représentant la modification intervenue sur l'angle formé par le but et la position du soleil pendant tout le temps passé dans la ruche sans danser. Les *abeilles* ont la notion du temps.

Il semblerait également que les *abeilles* suivent plusieurs danses avant de s'envoler et qu'elles feraient la moyenne des informations ainsi recueillies. Moins une *abeille* serait expérimentée, plus elle aurait besoin de suivre de danses [34, 168].

## 2. Utilité de la danse

La danse sert à indiquer un but pouvant être un site de nourriture, un site d'eau, un lieu de récolte de propolis (pour l'entretien de la ruche), ou un lieu d'implantation possible pour un essaim en formation. Plus le lieu découvert est attractif, plus les danses pour ce lieu sont énergiques. Les *abeilles* ayant toujours tendance à s'agglutiner autour de la danseuse la plus

excitée, elles sont incitées à partir vers le lieu qui semble le plus adapté aux *abeilles* exploratrices [34, 168].

Le moyen de communication que constitue la danse participe à la survie de la colonie. Il permet à la société d'*abeilles* d'aller chercher ce dont elle a besoin en un minimum de temps et en limitant les dépenses énergétiques.

## B. Oiseaux et communication visuelle

Chez les oiseaux, la communication visuelle est fréquemment employée. Elle est basée sur l'utilisation de gestes et de postures particulières. Ces gestes et postures peuvent être compris de n'importe quelle espèce d'oiseau. Ce mode de communication semble très expressif et varié.

### 1. Communication visuelle et conflits

Lorsqu'un oiseau veut affirmer ses droits sur un territoire à l'approche d'un nouvel arrivant, il se dresse de toute sa hauteur et déploie ses ailes. Ainsi, il apparaît plus grand et plus volumineux et donne à l'intrus une image de lui impressionnante. Il s'agit pour l'oiseau se sentant menacé d'intimider son adversaire. Il peut également ouvrir le bec de façon agressive. L'intrus sait, au vu des gestes de l'individu qu'il a en face de lui, qu'il est menacé et peut être agressé à tout moment s'il ne s'éloigne pas.

Dans la plupart des cas, si l'intrus est un oiseau (quelque soit son espèce), le propriétaire initial est reconnu. L'adversaire cherche alors à l'apaiser pour éviter le conflit. Ce dernier exécute alors des gestes d'apaisement, en tournant la tête ou en faisant demi-tour dans une attitude soumise. L'attitude de soumission se traduit par un enfouissement du bec dans le jabot ou une tenue verticale du bec fermé. Par cette attitude, il exprime clairement son intention de ne pas attaquer [53].

### 2. Communication visuelle et parade amoureuse

A l'approche de la saison de l'accouplement, les habitudes des oiseaux, leur apparence extérieure et leur comportement changent. Les mâles tentent de séduire les femelles. La cour qu'ils effectuent, cette stimulation sensorielle, est appelée parade nuptiale. Lors de cette parade nuptiale, les oiseaux se parent d'une multitude de couleurs, de formes, et esquissent des mouvements variés [53].

Les mâles revêtent parfois un resplendissant plumage, qu'ils exhibent afin d'impressionner les femelles. C'est le cas par exemple des *tisserins* (*Ploceus cucullatus*) mâles, dont le plumage habituel est terne, mais qui comporte des couleurs splendides lors de la période de reproduction. Chez de très nombreuses espèces, le plumage joue un rôle important pour la parade nuptiale, même lorsque ce dernier ne se colore pas. Le mâle ébouriffe ses plumes, déploie ses ailes ou au contraire, les laisse pendre. Les *huppés* (*Upupa epops*) mâles, par exemple, dressent les plumes de leur tête. Chez le *sterne arctique* (*Sterna*



*paradisea*), une attitude du mâle les ailes tombantes devant une femelle est une demande d'union.

Les mâles se livrent également à des danses qui sont exercées soit directement devant l'élue, soit à une certaine distance. Ces danses servent à mettre en valeur le mâle et communiquent à la femelle l'attraction qu'a le mâle pour elle. Le *frégate* (*Fregata magnificens*) mâle, à l'approche d'une femelle, rejette la tête en arrière pour montrer son jabot rouge gonflé d'air, fait claquer son bec, déploie ses ailes, balance son corps d'un côté et de l'autre, et se secoue avec frénésie. Le mâle de la *caille peintre de Chine* (*Estrilda erythronotos*) décrit des cercles autour de la femelle convoitée à petits pas sautillants ; il laisse pendre très bas son aile, se penche vers l'extérieur pour exhiber son abdomen. La parade amoureuse peut également comprendre, chez certaines espèces, des acrobaties exécutées en plein vol, toujours dans le but de séduire les femelles.

Parfois, les oiseaux offrent des présents à leur femelle pour lui communiquer qu'elle est l'élue. Ainsi, l'offrande d'une brindille tenue dans le bec du partenaire indique clairement l'intention de commencer la construction du nid.

Tous les signes décrits précédemment sont les signes les plus évidents de communication visuelle chez les oiseaux. Ces signes sont complétés par des gestes nombreux et nuancés qui expriment l'affection, l'aversion, la bonne volonté, l'humilité, l'intention de départ, le consentement... Ces gestes peuvent parfois être propres à certains individus ou à certains couples d'oiseaux.

## C. Mammifères et communication visuelle

Dans les systèmes de communication rapprochée, la vue joue un rôle important chez les mammifères. Face à un congénère, un individu communique immédiatement son état d'esprit grâce à son attitude corporelle. Cela permet à l'individu rencontré d'adapter plus vite son comportement aux circonstances. Cette communication visuelle peut être réalisée par les postures du corps entier, mais les mammifères accordent également une grande importance au positionnement de la tête et aux mimiques faciales.

Nous étudierons la communication visuelle de deux groupes de carnivores que sont les canidés et les félidés.

### 1. Les postures corporelles

#### 1.1. Les postures corporelles des félidés

La position du corps des félins renseigne précisément sur l'état psychologique et les sentiments de ces derniers vis-à-vis de leur interlocuteur. Le *chat* est un bon exemple de communication visuelle féline [14, 46, 79, 110].

##### 1.1.1. Lors des relations amicales

Lorsque le *chat* rencontre un individu amical, il manifeste son intention de non agression. Ainsi, il se tient debout sur la pointe des doigts, et toutes les lignes de son corps

tendent vers le haut. Ainsi, la ligne du dos est incurvée en cyphose, on dit que l'animal fait le « gros dos », et le poil reste couché. La tête est dressée et la queue est droite et tenue verticale.

La position de la queue est un facteur important de la communication visuelle féline. Lors des relations amicales, le poil de la queue n'est jamais hérissé. En fonction de sa position, la queue indique la détente, une approche amicale, une invitation au jeu, une approche d'une proie, l'excitation...

Dans le cadre de relations amicales, un *chat* se permet de s'asseoir ou de se coucher en rond, positions ne permettant pas une fuite rapide. Il manifeste ainsi sa confiance. Il peut également procéder à sa toilette, signalant ainsi son état de calme, de sûreté de soi et d'absence d'agressivité.

La *chatte* en oestrus utilise la communication posturale. La *chatte* prend la position d'accouplement. Cette posture se caractérise par un aplatissement global du corps sur le sol. La ligne du dos est incurvée en position de lordose, l'arrière-train est relevé et la *chatte* présente un mouvement de piétinement des pattes postérieures. La queue est déviée sur le côté, dégageant ainsi la région génitale. Cette posture d'invite signifie que la *chatte* est prête pour l'accouplement, et que le mâle peut s'approcher et la saillir sans risquer de réaction agressive.

### 1.1.2. Lors des conflits

Les *chats* évitent au maximum les conflits. Chaque individu dispose d'un éventail très riche d'attitudes destinées à intimider l'adversaire ou à lui faire connaître ses dispositions.

La posture des *chats* en conflit est toujours un mélange de menace et de crainte, de désir d'attaque et de fuite, de menace agressive et de recul. Il n'existe ni attitude de soumission totale, ni de dominance absolue, et la position de l'animal est alors la résultante des différentes tendances.

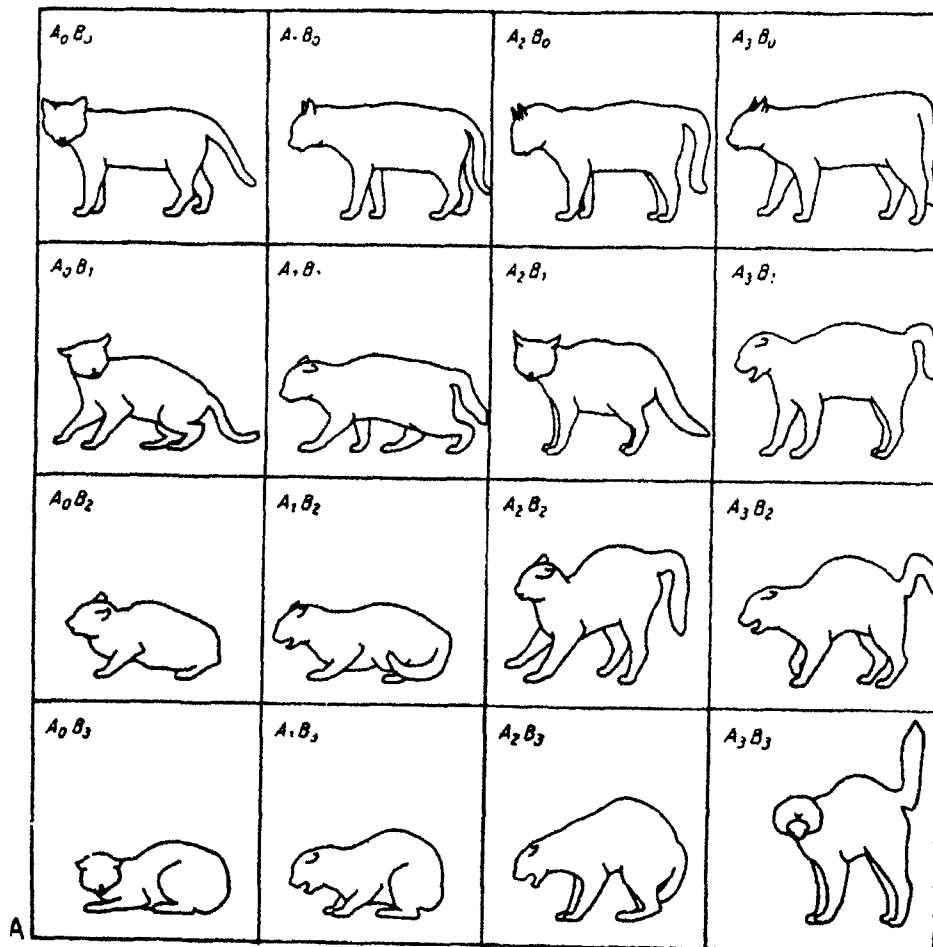
Face à un autre *chat*, l'agressivité est signalée par une raideur du corps et des pattes. L'animal se tient très droit, se grandit. La tête est tenue vers l'avant, face au rival. Les corps des adversaires sont placés de biais l'un par rapport à l'autre. La piloérection de la queue est modérée. La queue peut adopter diverses positions en fonction du degré d'agressivité de l'animal. Les déplacements sont toujours lents, le plus souvent de biais et dirigés vers l'adversaire.

Face à un individu d'une autre espèce, la réaction vise à impressionner l'adversaire. Le chat cherche à paraître plus gros qu'il n'est en se plaçant de profil, le dos arqué, la queue dressée et le poil complètement hérissé. L'animal manifeste ainsi un mélange de peur et d'agressivité.

A l'opposé, un *chat* qui se trouve en position de défense s'accroupit sur le sol. Tout son corps tire vers le bas, la tête et la queue sont tenues très près du corps et le poil est fortement hérissé. L'animal manifeste ainsi sa peur. Il se tient prêt à reculer et donne des coups de patte dans la direction de l'agresseur. Si l'agresseur approche, le *chat* se met sur le côté ou sur le dos, prêt à frapper, et montrant ainsi ses pattes comme des armes pour se défendre.

Le plus souvent, il y a un mélange de sentiments dans les postures prises par les deux protagonistes, ce qui se traduit par une large gamme de postures, allant de la plus modérée à la plus agressive.

Figure 9 : Les postures corporelles du chat. D'après Houpt [4].



## 1.2. Les postures corporelles des canidés

Chez les canidés, les postures corporelles jouent un rôle primordial dans la communication, leur communication étant principalement basée sur la communication visuelle. Il existe, dans ces espèces, une hiérarchie très établie et c'est dans les postures corporelles qu'ils adoptent que le dominant s'affirme et que le dominé reconnaît la supériorité de ce dernier [47, 73, 116].

Un animal dominant présente un corps rigide, bien d'aplomb sur les membres. Il tient son dos droit, et une piloérection est notable le long du dos et sur le garrot. Ces signaux montrent une assurance de l'animal, il se grandit, s'affirme.

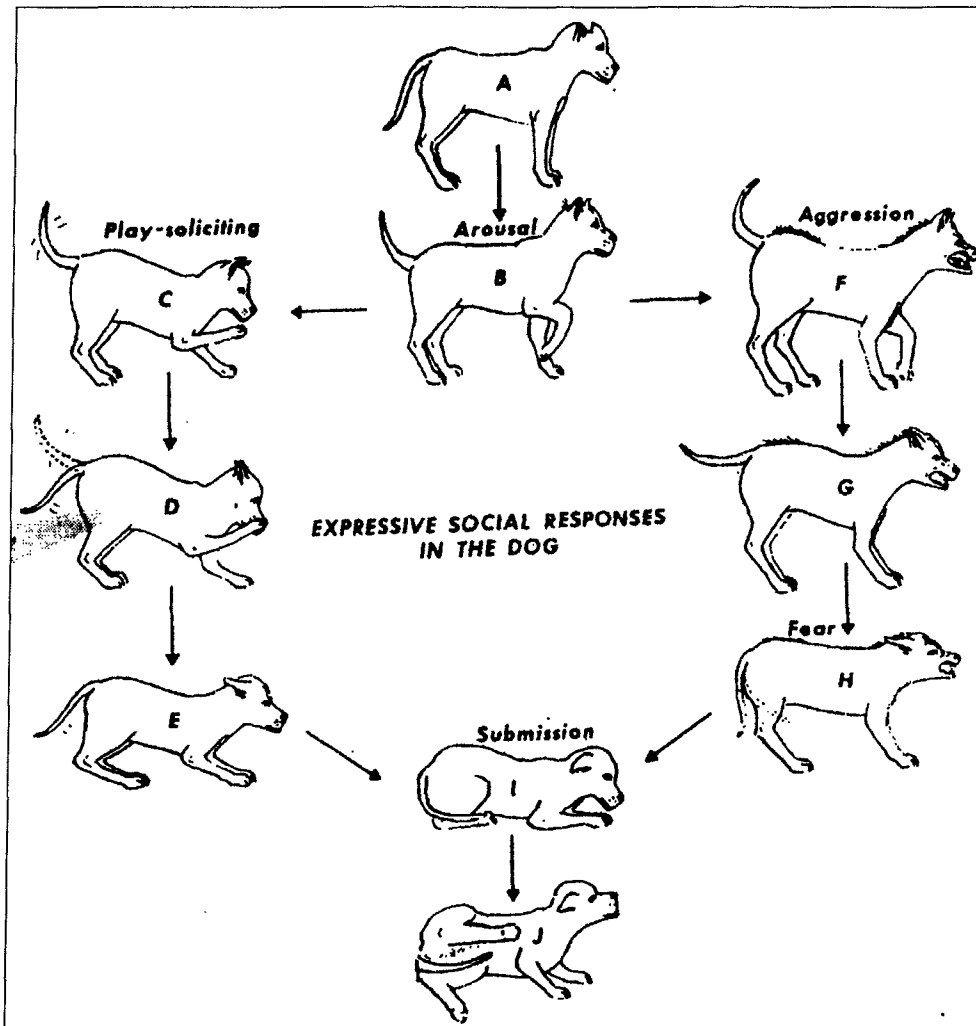
Un animal soumis a tendance, au contraire, à se faire le plus petit possible. Il rentre sa tête dans son cou, se tapit sur le sol, rampe... L'ensemble du corps est recroquevillé. Si le dominé est agressé, il peut se placer en décubitus latéral, signe de soumission totale. Tous ces signes traduisent une crainte et une reconnaissance de la supériorité de l'adversaire.

La queue est très utilisée par les canidés dans la communication visuelle. Elle traduit les émotions de l'animal par sa position, son mouvement et sa vitesse. Lorsqu'elle est placée en dessous de l'horizontale, la queue signe la soumission de l'animal. Lorsqu'elle est placée entre les pattes, elle traduit une soumission totale, une peur ou une incertitude. Au contraire, une queue tenue verticalement ou au dessus de l'horizontale traduit la confiance.

Les mouvements de la queue traduisent l'excitation de l'animal. Plus la fréquence et l'amplitude des mouvements sont grands plus l'animal est excité. Un très faible mouvement de

queue peut également traduire une soumission accompagnée de crainte ; ceci s'observe lors de manifestations de soumission face à un individu dominant.

Figure 10 : Les postures corporelles du chien. D'après Houpt [4].



Toutes ces attitudes corporelles, que ce soit chez les félinés, les canidés ou tout autre espèce de mammifères, sont accompagnées de mimiques et d'expressions faciales.

## 2. Les expressions de la face

Chez les mammifères, la communication visuelle fait intervenir les expressions faciales de façon importante. Les individus y sont très sensibles.

### 2.1. Les expressions de la face du chat

Le chat utilise constamment ses yeux et ses oreilles pour communiquer visuellement. Il existe un code que tous les chats comprennent [14, 46, 110].

### 2.1.1. Le « langage » des yeux

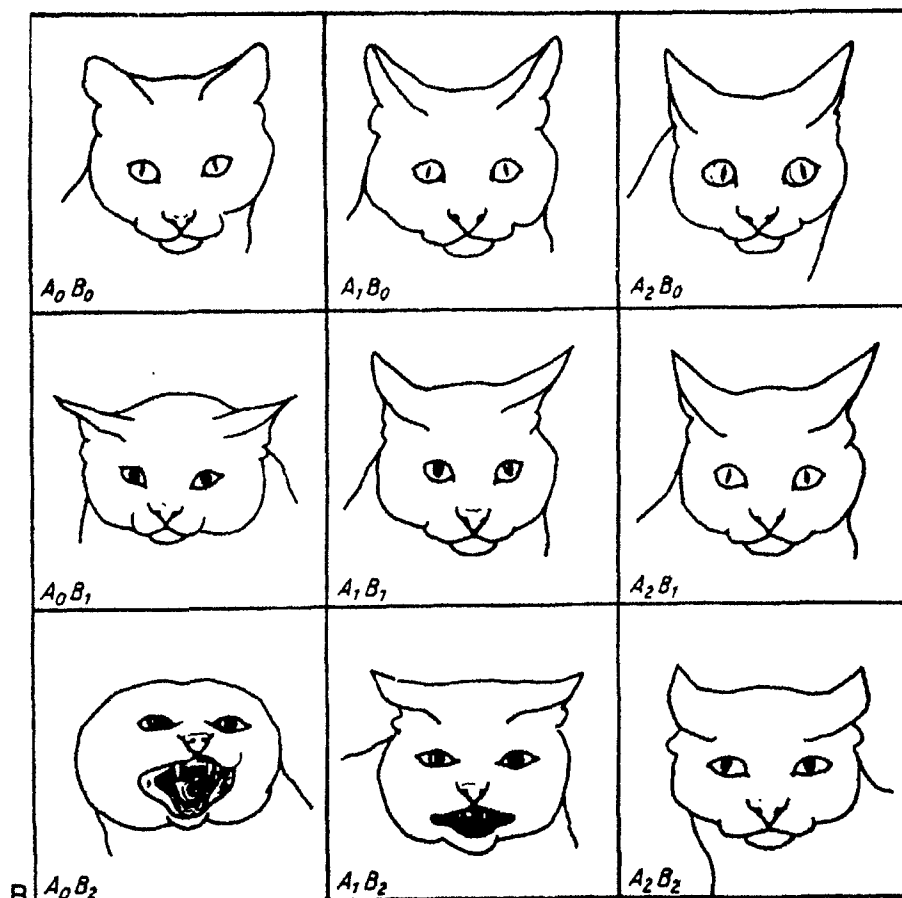
Les yeux sont des indicateurs de l'état émotionnel du *chat*. L'œil peut adopter diverses significations en fonction de l'ouverture des paupières et de la pupille, et de la fixité du regard. Plus l'œil est ouvert, le regard fixe et la pupille étroite, plus l'animal est prêt à attaquer. Un *chat* qui joue, présente également une fixité du regard et des yeux grands ouverts, mais sa pupille est dilatée. L'œil peut se rétrécir, se fermer à moitié, toujours avec un regard fixe. Cela indique la crainte. Lorsque l'animal ne ressent que la crainte, les pupilles sont en mydriase (grand ouvertes).

De la même manière que pour les attitudes corporelles, l'ouverture des paupières et de la pupille est fonction de la force relative de la crainte et de l'agressivité.

### 2.1.2. Le langage des oreilles

En position de détente, les oreilles sont dressées, leur ouverture est dirigée vers l'avant et légèrement vers l'extérieur. L'inquiétude ou la nervosité se traduisent par des crispations brusques et des changements de direction rapides des oreilles. L'agressivité se manifeste par un pivotement des oreilles vers l'arrière, montrant à l'individu agressé la partie postérieure, couverte de poils, des oreilles. Certains *chats* possèdent une marque sur cette face de l'oreille, qui donne à leur adversaire l'impression qu'ils possèdent quatre yeux. Sous l'effet de la crainte, le *chat* plie ses oreilles, les rabat en arrière et les plaque contre la tête. Il manifeste ainsi sa peur.

Figure 11 : Les expressions faciales du chat. D'après Houpt [4].



## 2.2. Les expressions faciales des canidés

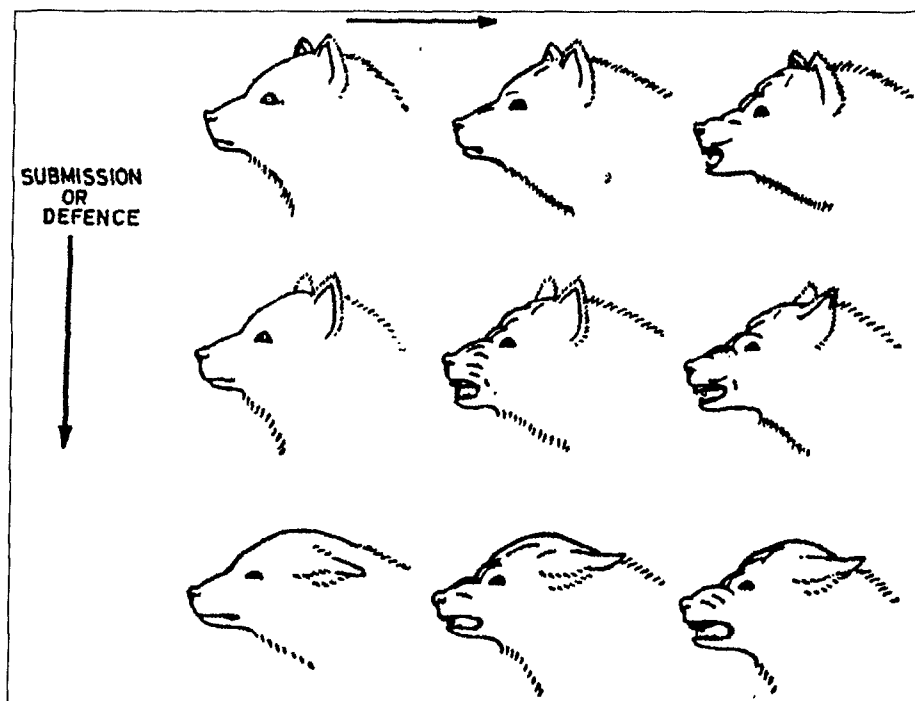
Les expressions faciales des canidés font intervenir, tout comme chez le *chat*, les yeux et les oreilles, mais également la gueule. La hiérarchie est traduite, comme décrit précédemment, par les postures corporelles et aussi par les expressions de la face [47, 73, 116].

En effet, un *chien* dominant présente une tête dressée, un regard dirigé vers le congénère (tête ou croupe), les oreilles droites et immobiles. Il montre ainsi qu'il est sûr de lui. Un individu menaçant d'attaquer présente une tête en avant avec un regard fixe dirigé vers son adversaire, la pupille est dilatée, les sourcils sont relevés, les oreilles sont couchées en arrière, la lèvre supérieure est retroussée découvrant les dents. Entre la manifestation de la domination et la menace d'attaque imminente existe une large gamme d'expressions faciales, qui dépendent des nuances que l'animal veut communiquer.

Lorsque le *chien* se sent agressé, il peut faire face et se monter menaçant à son tour, ou décider d'apaiser son congénère en se soumettant. Il présente alors un regard fuyant et couche ses oreilles, traduisant ainsi sa crainte et sa soumission.

La position des oreilles indique le statut émotionnel de l'animal. Ainsi des oreilles en avant sont une marque de confiance, cette dernière pouvant être amicale ou agressive. Plus le *chien* devient craintif ou menaçant, plus les oreilles sont rabattues vers l'arrière et aplaties sur le crâne.

Figure 12 : Les expressions faciales des Canidés. D'après Beaver [13].



Les attitudes corporelles et les expressions faciales ne sont pas dissociées dans les comportements animaux, elles sont toujours combinées et cohérentes entre elles.

Ainsi la communication visuelle est principalement une communication de proximité. Elle est très fréquemment employée par les espèces animales ayant des relations sociales, chez lesquelles elle participe à la cohésion du groupe. Cette communication est donc plus utilisée par les insectes, les oiseaux et les mammifères, du fait de leurs relations sociales, que par les autres groupes animaux. Comme décrit précédemment, elle est spécifique ; cependant, chez les vertébrés, un schéma commun existe selon la classe animale (poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux, mammifères) si bien que les signes d'agressivité manifestés par un animal peuvent être compris par tous les animaux de la même classe que la sienne, sans pour autant qu'ils soient de la même espèce que lui.

## V. QUATRIEME MODALITE : LA COMMUNICATION TACTILE

La communication tactile est la communication faisant intervenir le sens du toucher. Elle peut se manifester par un contact direct entre deux individus ou un contact indirect (vibrations).

### A. La communication tactile indirecte : la communication par vibrations

Comme décrit précédemment, certains animaux produisent des sons par vibration, ces sons leur permettant de communiquer. Mais d'autres animaux perçoivent, grâce à leur sens tactile des vibrations non sonores.

#### 1. Chez les invertébrés

La *punaise verte* (*Nezara viridula*) guide son partenaire sexuel par vibration. Elle contracte rythmiquement les muscles de son abdomen et de ces pattes, créant ainsi des vibrations qui se propagent le long du végétal sur lequel elle est perchée. Elle signale ainsi sa position. Le mâle s'oriente en suivant les vibrations du végétal. A chaque embranchement de la plante, il pose ses pattes et ses antennes sur les tiges pour localiser la source des vibrations [64].

L'*araignée* possède sous les pattes de nombreux détecteurs de vibrations, les mécanorécepteurs. Grâce à eux, elle capte les vibrations de sa toile. Deux *araignées* peuvent communiquer entre elles par ce moyen. Ceci est employé lors d'une intrusion sur une toile ou lors des rencontres amoureuses. Lors de l'arrivée d'une intruse, la propriétaire de la toile émet, en tirant les fils de sa toile, des signaux vibratoires auxquels l'étrangère répond par des signaux de même nature. Les messages de menace augmentent en intensité jusqu'à provoquer la fuite d'une des deux *araignées*.

Lorsqu'une *araignée* mâle arrive sur la toile d'une femelle, elle émet des signaux vibratoires pour être reconnu soit en tirant sur les fils de la toile, soit en faisant vibrer son abdomen. La femelle identifie alors l'intrus comme étant un mâle, elle peut alors rester immobile (ce qui est encourageant pour le mâle) ou répondre par des signaux vibratoires encourageants ou dissuasifs. Les signaux vibratoires utilisés lors des rencontres amoureuses sont très diversifiés [71, 89].

#### 2. Chez les vertébrés

L'*éléphant* (*Loxodonta africana*) perçoit les vibrations du sol. Au travers de son pied, doté de cellules sensorielles réceptives aux vibrations, il peut capter les messages émis par ses congénères jusqu'à une trentaine de kilomètres à la ronde. Selon O'Connell-Rodwell [64], le « langage sismique » serait aussi subtil et varié que le langage sonore. L'*éléphant* peut ainsi savoir si un autre troupeau d'éléphants approche et quel est son état sentimental (colère, peur, stress...). Ainsi les éléphants peuvent éviter les conflits ou repérer à distance un partenaire sexuel.

Les *petits rongeurs* et les *lagomorphes* utilisent les vibrations du sol comme système d'alerte. Ils frappent sèchement et répétitivement le sol avec leurs membres postérieurs, ce qui alerte les autres membres du groupe et provoque la fuite de ces derniers [64].



## B. La communication tactile directe

### 1. Les signaux antennaires des abeilles

Les antennes des *abeilles* jouent un rôle considérable dans la communication au sein de la ruche. En effet, l'amputation des deux antennes prive les *abeilles* de leur comportement normal. Free [67] a montré que les antennes fournissent un stimulus nécessaire à l'établissement de la trophallaxie, c'est-à-dire à l'échange de nourriture entre *abeilles* : une *abeille* sans antennes n'est plus capable de solliciter de la nourriture alors qu'elle peut encore en offrir.

La trophallaxie se déroule en deux phases : la phase de demande et d'acceptation, puis la phase de rupture. Lors de la première phase, l'espace intermandibulaire de la donneuse est rythmiquement balayé par l'une des antennes de la solliciteuse. Lorsque la première antenne quitte le contact de l'espace intermandibulaire, l'autre antenne est placée sur ou sous les mandibules de la donneuse. La pression des antennes est forte au début et à la fin du contact, et n'est qu'effleurement entre-temps. La donneuse réagit en faisant entrer en contact son antenne gauche avec le proboscis de la solliciteuse. L'antenne droite de la solliciteuse passe sous la mandibule de la donneuse, ce mouvement se déclenche régulièrement jusqu'au stade annonçant la rupture du contact.

Lors de la phase de rupture, la donneuse recourbe ses deux antennes et les amène sur le proboscis de la solliciteuse puis sur la tête de celle-ci. La solliciteuse essaie alors de repousser les antennes de la donneuse. Ces mouvements augmentent en intensité jusqu'à la rupture du contact. Au cours de cette phase s'ébauche un dialogue de plus en plus marqué. Lorsque la donneuse fait connaître, par ses mouvements antennaires, qu'elle désire la rupture de la trophallaxie, la receveuse peut lui demander, par un changement de ses mouvements antennaires, de prolonger celle-ci. La donneuse accélère et accentue alors ses mouvements jusqu'à ce que la solliciteuse accepte la rupture du contact.

Tout se passe comme si la trophallaxie était un moyen permanent de renforcer les relations interindividuelles [34, 67, 100, 108].

### 2. La communication tactile directe des mammifères

#### 2.1. Exemple d'une communication tactile directe : la communication tactile des canidés

Les canidés, tels le *loup* et le *chien*, ont de nombreux contacts corporels entre eux, notamment par l'intermédiaire de leur truffe. Les contacts réciproques sont très utilisés lors des salutations. Certains individus se reposent en contact étroit, serré les uns contre les autres. Ils présentent également des comportements de soins réciproques de la fourrure : grignotages avec les incisives, léchage de certaines parties du corps... Ces comportements sont des marques de proximité des animaux.

Chez les *loups*, les animaux en couple ont des marques de tendresse réciproques tels des léchages ou le placement du nez dans la gueule de l'autre. Les zones de léchages privilégiées sont les commissures des lèvres, le nez et la face. Ces comportements traduisent un attachement particulier des partenaires.

Lors des démonstrations hiérarchiques, l'animal dominant enserme le nez du subordonné dans sa gueule sans le mordre. Il réalise également de brèves poussées du dominé avec le nez ainsi que des léchages. Par ce fait, le dominant affirme sa position sans violence. La communication tactile est également fréquente dans les querelles agonistes ; pour

s'imposer, le dominant pousse l'adversaire, lui grimpe dessus, pose la tête ou une patte sur le dos de son adversaire en signe d'imposition...

La communication tactile joue donc un grand rôle dans l'établissement des liens entre les membres d'une meute et dans la cohésion du groupe [47, 66, 73].

## **2.2. Autre exemple d'une communication tactile directe : la communication tactile des félinés**

### **2.2.1. Lors des contacts physiques mère-jeune**

Lors des contacts entre la mère et ses petits s'établit une communication tactile réciproque. Lors du « purring », ou pétrissage, le *chaton* en train de téter réalise un mouvement de va-et-vient avec ses pattes avant, exerçant ainsi une pression intermittente d'un côté puis de l'autre de la mamelle en cadence régulière. Ce comportement apaise la mère, il s'agit d'un signal lui annonçant que tout va bien.

Lorsque le *chaton* agace sa mère, cette dernière le réprimande par un coup de patte sur le nez. Elle signe ainsi sa désapprobation. Ce geste est fréquemment observé lors du sevrage, lorsque la mère refuse la tétée [14, 46, 97].

### **2.2.2. Lors des contacts physiques entre adultes**

Le *chat* adulte ne se laisse approcher jusqu'au contact physique que par les intimes. Lorsque deux *chats* sont assez intimes pour tolérer, voire même rechercher les contacts physiques entre eux, ils empruntent les mêmes schémas comportementaux que les compagnons de portée ensemble : dormir ensemble, se toiletter mutuellement, se frotter l'un contre l'autre en ronronnant, saluer nez-à-nez... Il est rare qu'un *chat* se frotte contre un autre en ronronnant, en dehors de la période juvénile. Ceci signifie un acte de soumission volontaire, une attitude délibérément pacifiste [14, 46, 97].

Tous les mammifères réalisent une communication tactile avec leurs congénères, par exemple, le *ragondin* [5] possède également une communication tactile avec les membres de son groupe. Cette communication permet de marquer le statut de chacun au sein du groupe et les relations privilégiées entre deux individus. La communication tactile directe des mammifères s'opère donc entre individus intimes et permet de maintenir la cohésion du groupe.

## VI. LES AUTRES MODES DE COMMUNICATION ANIMALE

D'autres modes de communication sont moins connus, il s'agit de la communication électrique, utilisée par certains poissons et la communication électromagnétique.

La communication électromagnétique n'est pas encore prouvée actuellement. Il a été montré que l'électromagnétisme était utilisé par certaines espèces animales pour se diriger, mais sa fonction dans la communication animale n'a pas encore été démontrée. Nous n'étudierons donc que la communication électrique.

La communication électrique existe au sein du groupe des poissons. Tous les poissons ne possèdent pas ce type de communication. Ainsi les requins sont incapables d'émettre ou de comprendre des signaux électriques. Chez les poissons dits électrosensitifs les signaux électriques émis contiendraient un message.

### A. Emission et réception du signal électrique

Il existe chez les poissons électrosensitifs, des organes permettant d'émettre un courant électrique dans l'espace conducteur environnant, l'eau. Selon Babuchin [8], ces organes proviennent de la modification de certains muscles. Ils sont constitués d'un ensemble de prismes juxtaposés, ces prismes sont des empilements de cellules orientées, les électroplaques. Ce sont ces électroplaques qui, suite à une stimulation nerveuse, engendrent une décharge d'environ un dixième de volt par électroplaque, pendant une durée de l'ordre de la milliseconde [68, 71]. Plus les organes sont développés, plus la décharge électrique transmise est forte.

En 1982, Bullock [24] met en évidence deux classes d'électrorécepteurs : les organes ampullaires et les organes tubéreux. Ces organes, situés à la base de l'épiderme des poissons électrosensitifs et comprenant de nombreuses cellules sensorielles, permettent la réception du signal électrique qui est ensuite analysé par le système nerveux central.

En étudiant le comportement de poissons à faible décharge électrique, de nombreux auteurs ont émis l'hypothèse de l'existence d'un codage d'information basé sur la répétitivité variable d'un signal électrique (codage binaire). Moller rapporte que la décharge électrique des mormyres permet de transmettre deux types d'informations : une information sur l'identité de l'individu émetteur, et une information comportementale [107].

### B. Signal électrique et informations sur l'identité de l'individu

Les caractéristiques physiques des décharges (forme de la décharge, amplitude, durée) permettent de distinguer l'espèce à laquelle appartient le poisson émetteur. Les expériences de Moller [106] montrent que les signaux électriques attirent les poissons de la même espèce que celle de l'émetteur. La décharge électrique serait une signature de l'espèce et les récepteurs seraient spécifiques des décharges électriques de l'espèce. La reconnaissance des individus d'une même espèce est particulièrement importante pendant la saison de reproduction.

Au sein de certaines espèces, la fréquence et la forme de l'onde de décharge sont différentes suivant que l'émetteur est un jeune ou un adulte. La décharge des adultes est attractive pour le jeune et participe à la cohésion du groupe [82].

Pour certaines espèces, lorsque les poissons atteignent leur maturité sexuelle, la forme ou la fréquence de la décharge peut varier. Les fréquences des mâles divergent de celles des femelles en reproduction au fur et à mesure que leur taille augmente. Cette caractéristique pourrait permettre de réduire les distances entre mâles et femelles, en maîtrisant la tendance agressive du partenaire, en éveillant l'attirance sexuelle et en synchronisant le frai [82].

## C. Signal électrique et interventions dans le comportement

Chez les poissons électrosensitifs, le sens électrique jouerait un rôle dans la formation et la cohésion du banc.

Le signal électrique est également employé pour la mise en place du rang hiérarchique. Il est utilisé lors des combats et lors de l'expression de la dominance. Chaque position comportementale s'accompagne d'une modulation précise de la décharge [16].

Il existe dans certaines espèces des variations de la décharge électrique au cours de la période de reproduction dans les deux sexes. Lorsqu'une femelle passe à proximité d'un mâle, ce dernier émet des variations de fréquence de décharge. La femelle prête à l'appariement émet, en réponse, des petites modulations dans sa fréquence de décharge. Les émissions du mâle correspondent à une véritable parade nuptiale, elles ont pour but d'attirer la femelle [82].

## D. Le « langage électrogène »

Chez *Gnathonemus petersii* ont été étudiés les mécanismes de l'électrocommunication. Le poisson peut utiliser plusieurs réponses qui constituent le répertoire de l'espèce. Les réponses électrogènes du poisson à un signal électrique sont traduites par leur latence, c'est-à-dire leur temps d'apparition par rapport au temps d'apparition probable d'une réponse sans stimulation.

Les réponses de précession sont des réponses avancées par rapport à la période normale. Ces réponses sont utilisées lors d'un affrontement entre deux individus et comme moyen de signalisation en présence d'un intrus.

Les réponses de suspension sont des réponses différées par rapport à la période normale. Elles interviennent dans la reconnaissance spécifique.

Des réponses composites, ou multiples, existent également. Elles résultent de réponses combinées. Elles permettent une meilleure reconnaissance de l'individu, une perturbation du système sensoriel d'un adversaire, une signalisation efficace... Les poissons maîtrisant le mieux les réponses composites sont les dominants [134].

Une maîtrise de la communication électrogène permet donc au poisson électrosensitif de se placer en position de dominant, lors des combats ou des rencontres avec les inconnus. Elle joue donc un rôle important dans les relations sociales de ces poissons, en permettant la mise en place d'une hiérarchie, mais également en permettant la reconnaissance des individus et la cohésion du banc, et en intervenant dans le comportement de reproduction de l'espèce.

## Si nous résumons...

<p>Communication acoustique</p>	<p><u>Production du son:</u>                  - Avec le substrat                   - Avec des régions non spécialisées du corps                   - Avec un appareil spécialisé</p> <p><u>Réception du son :</u>                  Récepteurs acoustiques</p> <p><u>Propagation du son :</u></p>	<p>Sol (agouti), eau (castor), air (pigeon), arbre (pic américain)...                  Bec (oiseaux), langue (singe), écailles (serpent), abdomen (abeille), cloaque (serpent)...                  Larynx (mammifère), syrinx (oiseau), stridulation (criquet), tambourinage (poisson)...</p> <p>Mouvements de particules, pression, gradient de pression</p> <p>Orientation (insecte), mouvements de tête (oiseaux), moments et lieux de chant (coqui)...</p>
<p>Communication chimique</p>	<p><u>Production des phéromones :</u></p> <p><u>Réception des phéromones :</u>                  Chimiorécepteurs</p> <p><u>Emission des phéromones :</u>                  - Passive                  - Active</p>	<p>Glandes (chat, punaise), urine, fèces</p> <p>Sensilles (invertébrés), odorat (vertébrés), sens voméro-nasal (vertébrés)</p> <p>Glandes sudoripares (mammifères)...                  Evagination glandes (papillon), marquage (mammifères)...</p>
<p>Communication visuelle</p>	<p><u>Postures corporelles :</u></p> <p><u>Expressions faciales :</u></p>	<p>Position du dos, position des poils, port de tête, port de queue, démarche...</p> <p>Position des oreilles, ouverture des paupières, diamètre de la pupille, fixité du regard...</p>
<p>Communication tactile</p>	<p><u>Indirecte (vibrations) :</u></p> <p><u>Directe (contact) :</u></p>	<p>Végétal (punaise verte), soies (araignée), sol (éléphant, rongeurs, lagomorphes)...</p> <p>Antennes (abeilles), truffe, fourrure, lèvres, pattes (carnivores)...</p>
<p>Communication électrique</p>	<p><u>Production :</u>                  électroplaques</p> <p><u>Réception :</u>                  électrorécepteurs</p>	<p>Poissons électrosensitifs</p>

Les modes de communication chez les animaux sont très variés. Certains moyens pour relationner sont plus fréquemment employés que d'autres dans l'ensemble du règne animal. La communication électrique est peu employée parmi l'ensemble des espèces, tandis que la communication olfactive est une des communications les plus répandues. Chaque espèce présente un mode préférentiel pour relationner. Ainsi, certaines espèces utilisent majoritairement la communication acoustique, tandis que d'autres utilisent majoritairement la communication visuelle. En fonction de la communication employée, chaque espèce s'est adaptée et a développé des méthodes particulières pour relationner. Des organes spécifiques de communication sont apparus au cours de la phylogenèse et les individus ont développé des comportements favorisant la communication.

Quelle est l'utilité de la communication animale ? Pourquoi les animaux émettent-ils des signaux de communication ? Une réponse pourrait être que les signaux de communication animaux sont employés pour la réalisation de fonctions vitales. Ainsi, ils sont utilisés au cours de la fonction de nutrition, afin d'indiquer aux congénères l'emplacement d'une source de nourriture ou lors de la prédation. Ils sont également utilisés au cours de la fonction de reproduction ; lors de la recherche du partenaire, ou pour déclencher le comportement reproducteur de ce dernier. Mais cette réponse serait incomplète sans préciser que les signaux de communication prennent toute leur importance au sein des espèces qui possèdent une vie sociale. Ils participent à l'établissement de la hiérarchie, à la fuite d'un groupe animal lors d'un danger imminent, au rassemblement des membres d'un groupe... et donc à la cohésion des groupes animaux. Par conséquent, sans signaux de communication, la pérennité des espèces serait compromise.

Nous allons, dans la partie suivante, étudier comment les animaux acquièrent la capacité d'utiliser ces signaux de communication, ce qui nécessite dans certains cas un apprentissage.



## Seconde Partie

# LA COMMUNICATION ANIMALE : UN APPRENTISSAGE

Certains modes de communication sont innés, c'est-à-dire qu'ils dépendent de l'information génétique de l'individu. D'autres sont acquis et nécessitent obligatoirement un apprentissage.

Cet enseignement peut être donné par la mère (pour les mammifères ou les oiseaux) ou les congénères. Mais il peut également être dispensé par un individu d'une autre espèce, lors des relations entre un homme et son animal de compagnie, par exemple, en particulier lors du dressage.



# I. APPRENTISSAGE DE LA COMMUNICATION LORS DES INTERACTIONS ENTRE LA MÈRE ET LE JEUNE

Cette forme d'apprentissage ne peut être envisagée que dans les espèces au sein desquelles la mère participe à l'éducation du jeune, c'est-à-dire dans les espèces appartenant au groupe des mammifères ou des oiseaux.

## A. Période prénatale et facilitation de la communication

Selon Joël Dehasse [45], la première période d'influence sur le futur comportement d'un mammifère, se passe avant la naissance, dans l'utérus de la mère. Il s'agirait d'une activation ortho ou parasympathique du fœtus par médiation maternelle. Des tests mettent ce phénomène en évidence chez les *Rongeurs*. Une mère stressée engendrerait des petits émotifs et peu performants. Une mère caressée produirait une portée plus docile et plus performante [45, 125, 130]. D'après Dehasse, la tolérance au contact, et donc la facilité à communiquer, serait supérieure chez les *chiots* nés d'une mère caressée que chez les *chiots* nés d'une mère non caressée [45].

Il semblerait que le fœtus réagisse aux manipulations des cornes utérines (ceci a été mis en évidence par Pageat au moyen d'une sonde échographique) [130]. Ce phénomène est appelé effet « caresse » (« gentling » ou « petting »), il activerait, selon Fox, le système parasympathique, facilitant digestion, relaxation, attachement fonctionnel et social, et donc la communication [45].

## B. La période néonatale : le développement des sens (exemple du chien) [17, 95, 162]

Chez le *chiot*, les sens sont encore immatures à la naissance. Seul le sens tactile est bien développé dès la naissance. Le sens olfactif, lui, est absent, il se développe pendant la première semaine de vie du *chiot*, avec l'achèvement de la myélinisation des nerfs olfactifs. Le *chiot* est aveugle pendant pratiquement toute la période néonatale (10 jours). Les paupières sont soudées, le nerf optique et la rétine sont immatures. Il est également sourd à la naissance, la mère n'émet alors aucun son pour communiquer avec ses petits. Plusieurs sons sont émis par le nouveau-né, ceux-ci varient en tonalité et en durée. A 3 jours, ils sont plus caractéristiques de l'espèce. La mère paraît insensible aux appels des nouveau-nés pendant la mise-bas.

Pendant la période néonatale, le *chiot* est incapable communiquer avec sa mère (il en est de même pour tous les carnivores), aucun de ses sens n'est développé. Ceux-ci se développeront durant toute la période néonatale, c'est-à-dire pendant une durée de 14 jours. Une fois les sens développés, le *chiot* peut réaliser des interactions avec son environnement et donc avec sa mère. A partir de ce moment-là, un apprentissage est nécessaire pour que la mère et le jeune puissent communiquer.

En revanche, chez les *ongulés*, tous les sens du jeune sont développés dès la naissance. Le jeune est capable de commencer à apprendre à communiquer dès la naissance.

## C. Apprendre à identifier pour mieux communiquer

Durant la phase d'identification, le jeune s'identifie à son espèce. Si aucun représentant de son espèce, notamment la mère, n'est présent, le jeune s'identifie à toute autre espèce présente. Par exemple, si un *chiot* n'est qu'en présence de *chats*, il va s'identifier à l'espèce féline. L'apprentissage de la communication dépend de façon majeure de cette phase, dont la durée est variable selon les espèces [45, 162].

### 1. L'empreinte chez les oiseaux

On regroupe sous le terme d'empreinte tous les phénomènes d'attachement chez les oiseaux qui s'expriment ensuite dans le développement de préférences filiales et sexuelles. L'empreinte filiale est celle qui attache le jeune à la mère (ou à tout autre individu) et réciproquement [28].

#### 1.1. L'empreinte filiale

L'empreinte filiale est définie comme le processus de développement par lequel le comportement social d'un jeune animal se restreint à un objet particulier ou à une classe d'objets. Chez les oiseaux, elle se traduit, peu après l'éclosion, par un comportement d'approche et de suivi de l'objet le plus visible de l'environnement proche. Dans la nature, ce sont évidemment les parents ou les frères et sœurs qui deviennent objets d'attachement, mais, expérimentalement, le même comportement peut être développé avec des substituts très artificiels. L'approche est habituellement suivie d'une recherche et du maintien d'un contact ou d'une proximité physique avec l'objet d'attachement, accompagnés de signes manifestes d'apaisement et de réduction du stress.

Les caractéristiques originellement considérées par Lorenz [28] en 1935 pour ce processus sont au nombre de trois :

- il s'agit d'un apprentissage sans renforcement conventionnel évident (récompense)
- il se produit durant une période critique limitée dans le temps
- il est irréversible (ce caractère est aujourd'hui contesté)

Dans le phénomène d'attachement interviennent les sens. En effet, il existe des préférences naïves pour certaines couleurs, par exemple pour le rouge par rapport au jaune, pour certaines tailles et formes d'objets. Il existe aussi une prédisposition pour la réponse auditive au chant ou au cri spécifique de l'espèce [28].

#### 1.2. L'apprentissage de l'empreinte

L'apprentissage de l'objet d'empreinte a souvent été considéré comme étant d'un type particulier, parce qu'il se produit rapidement, qu'il répond à une prédisposition et surtout qu'il ne semble être associé à aucun renforcement conventionnel identifiable (une récompense). Dans la nature, les parents et les congénères peuvent apporter le renforcement à un stimulus inconditionnel qui serait l'approche (la chaleur, par exemple). L'acquisition de l'empreinte se ferait alors sur le modèle d'un conditionnement opérant, donc d'un apprentissage associatif (« si je m'approche de cette forme, j'obtiendrai la chaleur »). Le renforcement peut être donné

par tout ce que peuvent apporter les congénères : meilleure sécurité, chaleur, réduction du stress...

Mais toute une série d'études suggère au contraire qu'il s'agirait d'un apprentissage perceptif ou apprentissage par exposition. L'animal se familiarise avec les objets présents dans son univers, même s'ils ne sont associés à aucune récompense. Il formerait alors une représentation de l'objet familier. Une correspondance de cette image avec ce qui est perçu induirait l'approche, et une non-correspondance l'évitement. Un certain nombre de travaux suggère que lors de l'apprentissage d'un objet d'empreinte, les oiseaux fixeraient certains traits qui orienteraient leurs préférences ensuite vers d'autres objets. Par exemple, l'apprentissage d'un cylindre bleu favorisera ensuite une préférence pour une boule bleue par rapport à une boule jaune. Bateson, en 1990, suggère que l'apprentissage conduit à l'établissement d'un système de reconnaissance. Il permet la construction d'une représentation par combinaison de caractéristiques élémentaires analysées par des détecteurs de traits périphériques (couleur, forme, contrastes, sons...). Il est alors possible pour l'animal de transposer certains traits pour répondre éventuellement à des objets n'ayant que quelques caractéristiques en commun avec l'objet appris, et également possible d'en actualiser éventuellement la représentation [28].

Ce phénomène d'empreinte est d'une importance capitale. Il est nécessaire aux interactions sociales en créant chez l'individu une préférence pour relationner avec les individus de son espèce. Ce phénomène, acquis par apprentissage, est donc la base de la communication intraspécifique (entre animaux de la même espèce). La mère y joue un rôle non négligeable puisque c'est elle qui, dans la majorité des cas, représente l'objet d'empreinte.

## 2. La socialisation chez les mammifères

Selon Vastrade [163], la socialisation est définie comme le processus par lequel l'individu réalise l'apprentissage et le développement de ses relations sociales. Le jeune apprend avec quels individus il va avoir des relations sociales et par quels moyens il peut communiquer. Cette socialisation peut être intraspécifique lorsqu'elle intervient entre animaux de la même espèce, ou interspécifique quand elle a lieu entre individus d'espèces différentes. C'est un phénomène qui comprend celui de l'empreinte, décrit précédemment chez les oiseaux [65, 120, 158].

Les principales caractéristiques de la socialisation sont les suivantes [163] :

- Elle se produit pendant une période particulière bien précise, que l'on appelle période sensible. Il y a, à ce moment-là, une disposition particulièrement favorable pour l'apprentissage du comportement social.
- Cette période a la même durée et se situe à un même moment pour tous les individus d'une même espèce.
- Il s'agit d'un apprentissage très stable, qui s'oublie difficilement. Il est quasi irréversible.
- Les caractères mémorisés sont supraindividuels. Ils permettent d'identifier une espèce et non pas un individu particulier.
- Cet apprentissage n'est en rien modifié par des récompenses ou par des punitions.
- La socialisation oriente les préférences sexuelles de l'individu, en principe vers les individus de sa propre espèce, si la socialisation intraspécifique est correcte.

## 2.1. Une reconnaissance des espèces à visée relationnelle

La socialisation chez les mammifères comprend deux phases : la phase d'attraction et la phase d'aversion [163].

Lors de la phase d'attraction, le jeune est attiré vers tous les êtres qui l'entourent, quelle qu'en soit l'espèce, tant qu'ils sont en mouvement. Ce sont en premier la mère et les compagnons de nichée, auxquels il s'identifie. Il est ensuite attiré par les autres espèces présentes (y compris l'homme). Le jeune apprend et mémorise les caractères supraindividuels, ou caractères spécifiques, des êtres auxquels il s'attache. Ces caractères supraindividuels sont les éléments qui caractérisent une espèce, qui permettent de la distinguer d'une autre espèce. On dit que le jeune « généralise ». Toutes les espèces rencontrées pendant cette période font partie des espèces à ne pas craindre, avec lesquelles le jeune peut interagir [121, 133, 158, 163].

Avec l'âge, le phénomène d'attraction diminue (vers 5 semaines pour le *chiot* par exemple) et laisse place à la phase d'aversion. La phase d'aversion est le mécanisme inverse. Le jeune commence à craindre les espèces inconnues. Il réagit avec peur et fuite. Il n'est capable ni d'attachement, ni de communication avec elles [133, 163].

Ces deux phases de la socialisation sont mises expérimentalement en évidence en 1995 par Nicole Ver, G. Vaysse et A. Bouhouche, dans une étude sur la socialisation chez le *chaton Persan* [165]. Les auteurs montrent que des *chatons* ayant subi une socialisation exclusive à la mère manifestent un stress important au contact de l'homme. Des *chatons* ayant reçu une socialisation exclusive à l'homme (la mère étant décédée lors de la mise bas), ou une double socialisation à la mère et à l'homme, manifestent des signes de bien-être au contact de l'homme.

## 2.2. Débuts d'apprentissage de la communication

En même temps qu'il reconnaît les espèces, le jeune apprend à communiquer et à utiliser son répertoire comportemental de la manière la plus efficace possible. Le répertoire vocal s'élargit, les postures commencent à apparaître [17, 158, 162, 163].

La mère intervient dans l'apprentissage de la communication à cette étape du développement du jeune. Ceci est bien observé chez les *ongulés*. A ce stade, comme décrit précédemment, le jeune est attiré par sa mère, d'autant plus si celle-ci est en mouvement. La mère effectue en plus des mimiques qui incitent le jeune à la suivre : elle bouge la queue, bouge sa tête, effectue des contacts naso-nasaux, marche devant lui en maintenant toujours une certaine distance, le contact étant alors maintenu par des vocalisations ou par des claquements de sabots sur le sol. Le jeune commence à apprendre les signaux de communication [94].

Il arrive parfois que la mère s'éloigne trop vite pour que le jeune la suive, ou que le jeune soit attiré par une autre forme en mouvement, et que le couple soit de ce fait séparé. Si ce couple fait partie d'un vaste troupeau, la recherche sans communication entre les deux protagonistes s'avère longue et difficile. Le jeune doit donc apprendre à communiquer avec sa mère pour se reconnaître mutuellement et ainsi se retrouver.

### 3. La reconnaissance mère-jeune

#### 3.1. La reconnaissance du jeune par sa mère

Morgan, Bondy, Arnold et Lindsay [109] montrent, chez la *brebis*, que l'odorat est le facteur sensoriel fondamental dans la reconnaissance du jeune par sa mère. L'odeur d'un *agneau* inconnu engendre un rejet de ce dernier par la *brebis*. Ce phénomène de rejet est également observé dans d'autres espèces. Ce moyen de communication est inné et ne nécessite aucun apprentissage.

Alexander [3] étudie les rôles de la vue et de l'ouïe dans la reconnaissance mutuelle entre l'*agneau* et sa mère. En ce qui concerne la vue, il montre que la *brebis* utilise des caractères morphologiques, notamment la couleur de la robe, pour reconnaître son *agneau*. En ce qui concerne l'ouïe, il semblerait que la spécificité de la voix de l'*agneau* ait un grand rôle à jouer dans la reconnaissance mère-jeune. La voix spécifique de l'*agneau* servirait à la communication à distance. L'*agneau* apprendrait à se servir de sa voix pour signaler sa position à sa mère.

Des études sur les *hirondelles* prouvent que lorsque les jeunes apprennent à voler, les parents reconnaissent leur progéniture à leur voix et volent vers elle. Ce phénomène permettrait aux jeunes d'apprendre à communiquer ainsi leur position [2, 122].

Cette reconnaissance nécessaire est parfois étroite et aboutit au rejet du jeune inconnu, cependant elle peut, selon les espèces, être plus large et permettre l'adoption d'un jeune par une autre mère. Ce phénomène est utilisé par les éleveurs lorsqu'une *vache* met au monde des jumeaux, ils font adopter un des jumeaux par une *vache* dont le veau est mort.

#### 3.2. La reconnaissance de la mère par le jeune

Shillito [142] étudie l'espèce ovine. Il met essentiellement l'accent sur le rôle de la vue et de l'ouïe dans la reconnaissance de la mère par l'*agneau*. Il semblerait qu'il faille que l'*agneau* voie sa mère bêler, la posture adoptée lors du bêlement aiderait l'*agneau* à reconnaître sa mère. Selon lui, l'odorat n'interviendrait pas.

Alexander [3] considère que l'ouïe joue un rôle prédominant dans la reconnaissance de la *brebis* par l'*agneau*. La spécificité des bêlements de la *brebis* serait un facteur fondamental. La *brebis* appellerait le jeune, provoquant ainsi une réponse de sa part permettant de le localiser. Le jeune apprend ainsi la communication acoustique.

## D. Observer pour apprendre à communiquer

Les animaux apprennent beaucoup en observant les êtres auxquels ils se sont attachés, notamment la mère. Ainsi la présence d'un deuxième *chien* qui aboie souvent apprend au premier à aboyer également fréquemment, par mimétisme. Le cas d'un *chaton* ayant subi une socialisation exclusive au *chien* peut être un exemple extrême d'apprentissage par observation. Un *chaton* orphelin, élevé exclusivement par un *chien* mâle, a appris à lever la patte sur les arbres pour uriner, à la façon de son compagnon [14, 121].

## 1. Apprendre à communiquer visuellement

### 1.1. Par le jeu avec la mère

Même si les *jeunes carnivores* jouent plus fréquemment entre eux, ils jouent également avec leur mère. Mère et jeune se chassent réciproquement, luttent, se mordillent. Ainsi, les *chiots* attrapent fréquemment les oreilles, les babines, le cou, la queue et les membres de leur mère.

Le jeu est l'occasion d'apprendre les postures de communication, nécessaires au comportement social. Le rituel d'invitation au jeu s'installe lentement. Le rituel de fin de jeu se met en place rapidement, avec flexion d'un membre antérieur sur le partenaire, ou présentation du train postérieur, ou encore léchage de la face en position assise, précurseur du rituel d'apaisement chez l'adulte. Avec la mère, est également apprise la position de soumission. Pour manifester son désaccord, la mère s'immobilise, grogne, montre les dents, avant de saisir le jeune par la peau du cou pour le secouer. Ainsi, elle forme le jeune aux attitudes de menace et d'attaque, et lui apprend également à se soumettre afin d'éviter le conflit [125, 162].

### 1.2. Par la nourriture

En explorant de son museau les babines de sa mère, le *jeune canidé* réalise une demande de régurgitation [121]. Cet acte est non seulement un acte de communication avec la mère, mais également l'apprentissage d'un signe de soumission qu'effectue un canidé adulte vis-à-vis d'un canidé adulte dominant.

## 2. Vocalisations et apprentissage de la communication

La mère émet des sons, appelés vocalisations, que le jeune répète parfois en réponse ou par mimétisme. Ces vocalisations peuvent être émises dans diverses circonstances. Ainsi, la mère émet des appels pour reconnaître son petit au milieu des autres, comme décrit précédemment. Elle peut également en émettre pour le retrouver s'il s'est trop éloigné ou dissimulé ; ceci est bien observé chez les espèces de type caché, tels les *chevreuils* (*Capreolus capreolus*), dont le jeune se dissimule dans les fourrés en attendant le retour de la mère, celle-ci l'appelle alors pour le retrouver [94]. Les vocalisations peuvent également être effectuées par la mère pour initialiser la tétée.

Chaque vocalisation est différente. Le jeune apprend à décoder les différentes intonations, à différencier et déchiffrer les sons produits par la mère.

Tout ce qu'acquiert le jeune par observation et au contact de la mère sont des moyens de communiquer au sein de la société : comprendre et se faire comprendre des membres de la l'espèce à laquelle on appartient. La mère enseigne au jeune la communication visuelle par le jeu, ou par les postures adoptées pour accepter ou refuser la tétée, pour les mammifères. Elle enseigne la communication auditive par diverses vocalisations. La mère joue donc un rôle primordial dans l'apprentissage de la communication par le jeune. Mais cet apprentissage ne suffit pas pour que le jeune puisse communiquer convenablement au sein de la société ; la mère lui a enseigné les bases de la communication, il lui faut maintenant compléter le « vocabulaire » acquis afin de pouvoir relationner avec tous les individus de son espèce.

## II. APPRENTISSAGE DE LA COMMUNICATION AU SEIN DE LA SOCIÉTÉ ANIMALE

C'est au contact des individus de son espèce que le jeune enrichit son « vocabulaire ». Au cours des expériences vécues auprès de ses congénères, il élargit son répertoire relationnel.

### A. Influence de l'âge sur l'apprentissage de la communication

Les interactions entre les individus d'une même espèce diffèrent en fonction de l'âge. Une étude menée en 1985 par P. Le Neindre montre l'influence de l'âge sur les relations du *jeune bovin* avec les autres membres du troupeau [29]. Cette étude comprend les interactions du jeune avec la mère, les autres *vaches* du troupeau et les autres *veaux*. Pour les relations entre la mère et le jeune, Le Neindre remarque une diminution des léchages lorsque l'âge des *veaux* augmente. En ce qui concerne les interactions avec les autres *vaches* du troupeau, il observe que les *veaux* âgés de moins de deux mois ont peu de relations avec les autres *vaches* que leur mère, mais que lorsqu'ils sont plus âgés, les fréquences de tous les types d'interactions sont importantes. Pour les relations entre *veaux*, l'auteur estime que le nombre d'interactions entre *veaux* augmente considérablement avec l'âge des *veaux*. Lorsque les *veaux* sont plus âgés, leurs activités se synchronisent de plus en plus avec celles des *vaches*, leur indépendance spatiale diminue et leur groupe a tendance à se fondre avec celui des mères.

Une étude similaire est effectuée en 1989 par Masayuki Nakamichi [112] sur des singes du genre *Macaca fuscata*. Nakamichi observe qu'au cours de la première année de vie des jeunes, les relations entre la mère et le jeune diminuent considérablement, puis plus progressivement durant les trois années suivantes. Les jeunes tendent progressivement à se rapprocher des autres membres du groupe. En 1975, Owen [36] observe que les interactions entre jeunes, manifestées par le jeu, n'augmentent pas de façon linéaire avec l'âge, mais par pics. Ainsi, les interactions les plus importantes sont notées à l'âge de 27 semaines, puis de 39 semaines, puis de 51 semaines. L'âge est donc un facteur non négligeable dans les variations de fréquence des interactions entre les animaux d'un même groupe.

En conclusion, l'âge joue un rôle dans la facilité d'apprentissage. En effet, il existe, dans la vie d'un individu, des périodes dites « sensibles » durant lesquelles l'individu apprend plus facilement. L'âge juvénile, en favorisant les rencontres du jeune avec les individus de son espèce, et par conséquent en augmentant les expériences vécues par le jeune, et en facilitant à certaines périodes l'apprentissage, peut donc être considéré comme un facteur déterminant dans la rapidité de l'apprentissage de la communication. Ainsi, Peter Marler a découvert que certains oiseaux, qu'il a qualifié de « age-limited learners », ne pouvaient plus apprendre de chant au-delà d'un certain âge [37].

## B. Apprentissage de la communication acoustique au sein de la société

### 1. Apprentissage du chant chez les oiseaux

Marler et Tamura, en 1964, étudient le *bruant à couronne blanche américain* (*Zonotrichia leucophrys*). Si les jeunes mâles sont capturés immédiatement après la naissance puis élevés seuls, dans des pièces insonores, quelle que soit la région d'où ils viennent, ils produisent des versions très semblables et très simplifiées du chant normal. Tout se passe comme s'il existait, pour l'espèce, une vocalisation de base résultant principalement d'un héritage génétique. Par la suite, chaque individu doit apprendre le dialecte local en écoutant les oiseaux adultes du voisinage et en modifiant progressivement le chant inné en fonction de cette expérience [28, 37]. Ces travaux sont confirmés par les études sur le *pinson* (*Fringilla coelebs*) de Thorpe et Nottebohm [114, 155].

En 1985, Petrinovitch montre que les jeunes *bruants à couronne blanche américains* choisissent, sans préférence particulière, d'imiter soit leur père, soit leur voisin, ou bien ils émettent un chant intermédiaire entre les deux qui persiste dans la population au fil des générations [28].

En 1964, Marler et Tamura montrent que le processus d'apprentissage intervient généralement pendant les trois premiers mois de la vie, c'est-à-dire avant que l'oiseau ait jamais vocalisé. Par contre, après quatre mois, les oiseaux ne sont plus réceptifs et leurs vocalisations ultérieures ne sont plus affectées par leur expérience auditive. Ce phénomène est confirmé en 1965 par Konoshi. Ce dernier montre également que l'oiseau doit être capable de s'entendre lui-même pour chanter le signal hérité. L'oiseau compare ce qu'il émet avec le signal mémorisé [28, 37].

En 1983, Marler décrit le développement du chant, en le fondant sur une structure vocale qualifiée d'innée, parce qu'elle est commune à tous les individus de l'espèce, à laquelle se surajoutent des variations résultant d'un apprentissage par imitation des congénères les plus proches (dialecte local), puis d'une invention par chaque individu qui le distingue des ses voisins, et enfin d'une improvisation qui caractérise chaque émission instantanée particulière d'un même sujet [28, 37].

L'interaction sociale est donc capitale dans l'apprentissage du chant chez les oiseaux. C'est également elle qui détermine la durée et la nature de l'apprentissage du chant [37].

### 2. Evolution de la communication acoustique chez les mammifères

#### 2.1. Exemple du chien

Chez le *chien*, deux types de sons sont utilisés pour la communication acoustique : les sons vocaux et les sons non vocaux. Les sons non vocaux, ou sons mécaniques du *chien*, sont le claquement des dents et le halètement. Les sons vocaux de base sont le gémissement, le cri aigu, le grognement, le miaulement, le jappement, l'aboïement, le grondement, le hurlement et le toussotement. En plus de ces sons de base, il existe des sons mixtes, constitués par plusieurs sons de base qui soit se succèdent, soit se superposent. Ce mixage permet d'exprimer des nuances [73, 118].



Le *chiot*, dès la naissance, émet quatre sons de base : le gémissement, le cri aigu, le grognement et le miaulement. Lors de la première semaine apparaît le jappement qui serait le résultat de l'évolution du gémissement. A partir de dix jours, il aboie. L'aboiement proviendrait du jappement. A l'âge de trois semaines, on entend les premiers grondements. Les premiers sons mixtes sont élaborés par succession, à l'âge de dix jours, tandis que ceux formés par superposition apparaissent à deux ou trois semaines.

Le sens de l'audition devient fonctionnel chez le *chiot* entre 14 et 18 jours ; il émet cependant des sons dès la naissance, sons qu'il n'est donc pas en mesure d'entendre. Pendant cette période de surdité, d'autres sons de base apparaissent et se développent. Ce comportement est donc inné. Si, expérimentalement, on élève un *chiot seul* dès la naissance, on observe qu'à partir de quatre semaines, il utilise moins fréquemment la communication auditive et qu'il n'élargit pas le champ d'utilisation de certains sons (gémissements, aboiements). L'apprentissage au sein des congénères est donc indispensable au *chiot* pour élargir son répertoire de communication acoustique [73, 118].

La communication acoustique canine est apprise par imitation d'un congénère. En effet, la présence d'un deuxième *chien* qui aboie souvent apprend au premier à aboyer également fréquemment, par mimétisme [121].

## 2.2. Exemple du chat

Les *chats* utilisent trois moyens de communication acoustique : les murmures, les voyelles et les sons de fortes intensité. Bien que les *chatons* puissent reconnaître les voix familières dès l'âge de 4 semaines, ils ne maîtrisent pas la communication acoustique féline avant 9 semaines.

A la naissance, le *chaton* possède deux modèles oraux. Le premier est une sorte de grognement intermédiaire entre le gémissement et le murmure. Ce modèle vocal disparaît avec la maturité. Le second entre dans la catégorie des modèles à voyelles, mais réduit à son strict minimum, ce qui donne un simple [i !] caractérisé par sa stridence et son intensité. Ce petit cri reste pendant deux à trois semaines la seule vraie manifestation vocale du *chaton*.

A partir de deux jours apparaît le ronronnement, audible pendant les tétées. Ce ronronnement est produit par la mère ou les autres *chats*, et est imité par le chaton.

Le murmure de reconnaissance apparaît vers trois semaines.

Par la suite, le modèle à voyelles évolue et devient de plus en plus conforme au modèle de base. Toutefois, ces modèles se limitent au cri de détresse et à la prière, et ni la demande, ni la plainte, ni l'étonnement ne font partie du répertoire du chaton de trois mois, ces derniers étant acquis après 79 jours d'âge.

Parmi les modèles à forte intensité, le grondement menaçant apparaît dès que le *chaton* est capable d'emporter un morceau de nourriture solide, et le crachement s'entend à partir de la cinquième semaine.

Tous ces moyens de communication acoustiques sont acquis par imitation des autres membres de la société. Le *chaton* observe et reproduit le comportement des ses aînés. Il ne peut apprendre la modulation des intonations notamment, sans un modèle adulte qu'il puisse imiter [14, 105].

Bien que dans certaines espèces la communication acoustique soit enseignée par la société, cet enseignement n'est pas une généralité. Par exemple, en ce qui concerne le *cheval*, les vocalisations des adultes existent chez le poulain, dès les jours qui suivent sa naissance, et ne connaissent pas d'évolution au cours du développement [169].

### 3. Importance de l'apprentissage de la communication acoustique pour la vie sociale

La communication acoustique joue plusieurs rôles dans la cohésion de la société et sa perpétuation.

#### 3.1. Etablir un territoire

Chez les oiseaux, l'établissement du territoire est le plus souvent réalisé par le mâle. En chantant, le mâle affirme sa présence, et cela d'autant mieux qu'il se poste très souvent en des emplacements haut perchés. Ainsi, le chanteur affirme son identité, son état sexuel, son degré d'agressivité, sa localisation et les limites de son territoire. Ce territoire peut atteindre jusqu'à 100 km<sup>2</sup> pour des grands rapaces comme l'aigle fauve [11, 37, 95]. Il est donc nécessaire à l'oiseau de maîtriser le « vocabulaire » du chant et ses nuances afin de décrire correctement et de façon compréhensible les frontières de sa propriété, et limiter ainsi les conflits avec les congénères susceptibles de l'envahir. Un oiseau qui n'a pas appris à chanter, est constamment agressé.

Chez les loups, le hurlement est utilisé pour marquer le territoire en localisant les autres meutes alentours, ce qui permet de minimiser les contacts entre elles et par conséquent les conflits [151].

#### 3.2. Attirer un partenaire sexuel

Les animaux utilisent beaucoup la communication acoustique pour attirer un partenaire sexuel. Par exemple, les stridulations réalisées par les insectes mâles attirent les femelles, le brame du cerf (*Cervus elaphus*) a pour vocation d'attirer une biche, les miaulements des chattes en chaleur attirent les mâles des alentours...

Selon Cachpole, le chant des oiseaux permet aux femelles de choisir leur mâle. Plus le répertoire d'un mâle est varié, plus vite il serait apparié. L'apprentissage d'un vaste répertoire est donc capital chez les oiseaux pour se reproduire et ainsi permettre la perpétuation de l'espèce [26, 37, 95].

#### 3.3. Maintenir la cohésion du couple

Chez certains oiseaux existe le duo. Il s'agit de l'instauration entre partenaires mâle et femelle d'un couple d'une émission à deux voix. Les éléments caractéristiques chantés par chaque sexe peuvent être exécutés en alternance, de manière synchrone ou chevauchante. Le rôle essentiel du duo est d'assurer le maintien de la cohésion du couple. Chaque individu apprend la partition de son partenaire, l'articulation de son chant au sien. Le seul partenaire « officiel » du couple est celui qui participe correctement au duo en respectant les intervalles de temps [95].

#### 3.4. Un facteur d'apaisement

Chez certains oiseaux, le duo est facteur d'apaisement chez les partenaires sexuels. Il apparaît souvent après une perturbation, comme l'expression d'une mutuelle assurance de présence et de cohésion [95].

Chez le chat, le ronronnement est utilisé pour se tranquilliser soi-même, mais également pour apaiser ses congénères.

Les relations des macaques de Tonkéan (*Macaca tonkeana*) comprennent de multiples vocalisations et claquements de lèvres sonores qui leur permettent d'apaiser leurs congénères

et de négocier au mieux les conflits d'intérêt. Ce comportement permet d'entretenir une paix sociale [154].

### **3.5. Prévenir d'un danger**

Chez les *bovins*, le mugissement fort est répété cinq à dix fois, la bouche largement ouverte ; il est émis lors de l'approche d'un rival ou d'un étranger. Le mugissement aigu et long est un cri de détresse qui provoque l'alarme de tout le troupeau [1, 133].

Chez certains singes, comme le *Magot* (*Macaca sylvanus*), le cri d'alarme est utilisé pour prévenir d'un danger imminent, les animaux qui l'entendent se dissimulent immédiatement [6].

### **3.6. Permettre le rassemblement**

Chez les *loups*, le hurlement est entre autre utilisé pour appeler un individu ou un groupe d'individus isolés. Il est observé que les loups hurlent plus fréquemment durant la période de l'année où les jeunes deviennent pubères et commencent à se disperser [73, 151].

Chez les *bovins*, le mugissement grave et puissant est employé pour rassembler le troupeau [133].

Les *éléphants*, notamment les femelles meneuses, utilisent les infrasons pour réunir le groupe avant de partir vers une nouvelle région.

Un animal qui n'a pas appris la communication acoustique au sein de son groupe, est incapable de comprendre correctement les signaux acoustiques émis par ce dernier. Il est alors constamment en conflit avec ses congénères et présente des difficultés pour se reproduire.

La communication acoustique joue un rôle primordial dans la cohésion et la pérennité des sociétés animales. Pour certains mammifères et oiseaux, bien qu'une partie du « vocabulaire acoustique » soit inné, la communication acoustique nécessite, pour posséder un « vocabulaire » complet, un apprentissage basé sur le mimétisme et la répétition des membres de la société à laquelle l'individu appartient. L'individu enrichit ainsi son répertoire acoustique, apprend les dialectes et les intonations spécifiques à sa société. Mais la communication acoustique n'est pas la seule à nécessiter un apprentissage, la communication visuelle s'apprend également.

## C. L'apprentissage de la communication visuelle au sein de la société

Certains modes de communication visuelle ne résultent pas d'un apprentissage mais sont des phénomènes innés. Ainsi, la danse des *abeilles* semblerait innée. Les *abeilles* avertissent leurs congénères de la direction, de la distance et de l'abondance d'une source de nourriture. Selon K. Weiss [34], le schéma de la danse, le « vocabulaire » du langage dansé, est inné et son application l'est aussi. Il s'agirait d'un processus automatique, mais pouvant être amélioré par l'exercice.

### 1. Apprentissage de la communication visuelle par le jeu chez les mammifères

Chez les mammifères, les signaux visuels se fondent sur les postures corporelles, l'expression faciale (pour certaines espèces seulement) et l'activité gestuelle. Ces signaux sont appris par le jeune grâce au jeu avec ses congénères [73].

Le terme de jeu s'applique à toutes les activités animales apparemment dépourvues de toute utilité ou de fonction, entreprises pour leur seul plaisir semble-t-il. Le jeu est un comportement à la fois très sérieux et très ancré dans le réel pour le jeune animal. Il occupe la majeure partie du temps du jeune.

Les jeunes commencent à jouer dès que leurs sens sont développés. Le jeu évolue avec l'âge de l'animal, avec la précision des gestes. Il se déroule suivant un schéma précis comprenant plusieurs séquences, démarrant toujours par une initiation au jeu (« ce qui suit est jeu »), suivie d'une séquence ludique et se terminant par une demande d'arrêt. Il est toujours amical [9, 59, 83].

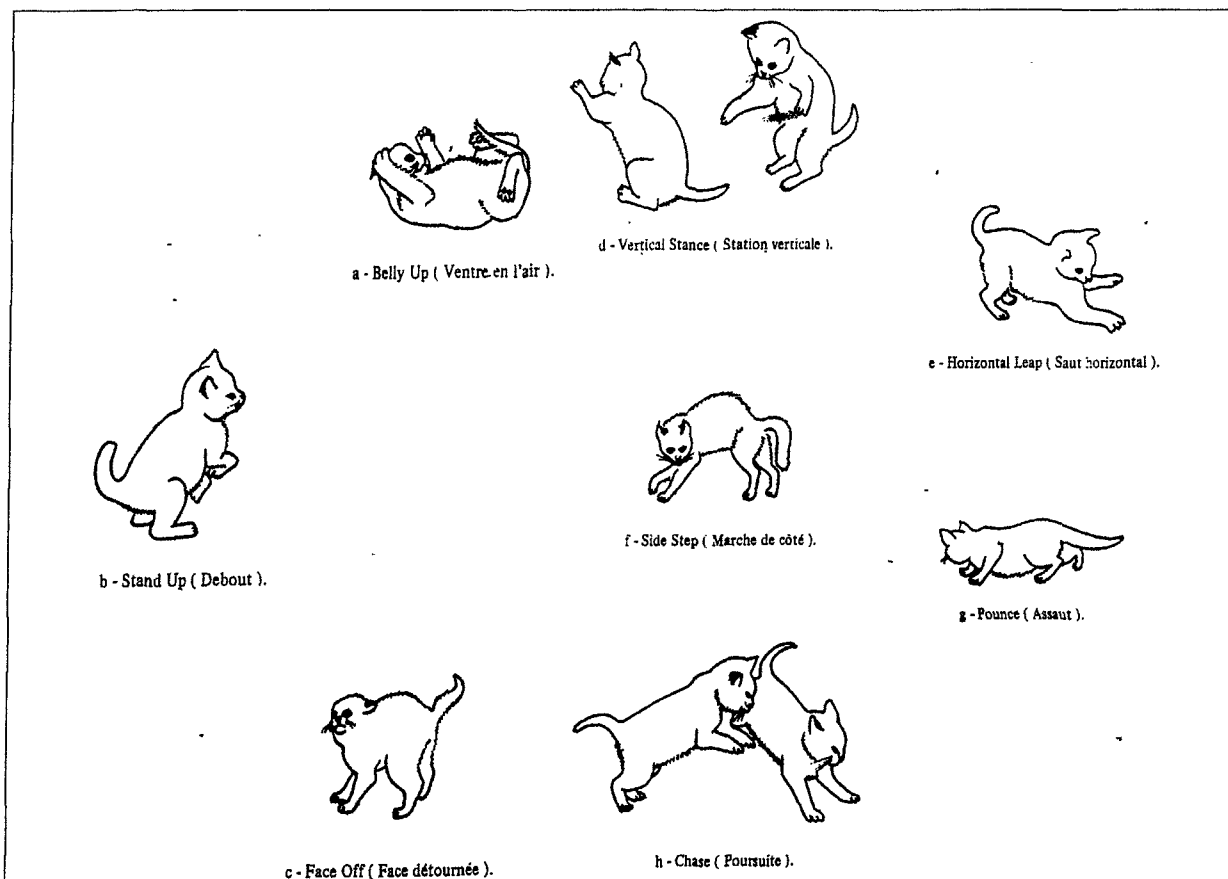
Le jeu implique l'interaction de plusieurs jeunes. C'est au cours de ces interactions que le jeune acquiert ses aptitudes communicatives. Le jeu a ainsi un rôle primordial dans l'apprentissage de la communication chez les mammifères. Il fait partie des expériences indispensables au développement harmonieux du comportement social. Il permet une augmentation de la flexibilité du répertoire comportemental et une augmentation de la subtilité des réponses sociales [14, 83].

A travers le jeu, le jeune apprend et teste les attitudes corporelles caractéristiques de l'adulte. Au cours du premier mois, il met au point et teste une série de mouvements et de postures à partir des réactions de ses congénères. Par la suite, il ébauche certaines postures comme les attitudes de dominance ou de soumission, notamment au cours des jeux de combat. Le jeu permet ainsi d'apprendre le comportement agoniste. Dans le comportement agoniste, on observe quatre attitudes de base : la dominance, la menace défensive, la soumission active et la soumission passive. Le comportement agoniste correspond à l'ensemble des comportements empruntés pour résoudre un conflit entre individus de même espèce, à savoir l'apaisement, l'évitement, la menace et l'agression en dernier recours. Le jeune teste et répète les attitudes agonistes au cours des combats ludiques. Les mouvements sont toutefois nettement exagérés [14, 83, 118].

A l'approche de la puberté, le comportement sexuel prépubère se développe. Ce dernier et le jeu agissent de paire comme expérience sociale essentielle pour les schémas comportementaux de l'accouplement à l'époque de la maturité, ces schémas comportementaux nécessitant des réactions sociales complexes et une réciprocité de

communication. Par exemple, lors du jeu, les *chiots* s'enlacent avec des mouvements du bassin, ils se couchent sur le dos en position soumise et urinent [83, 118].

Figure 13 : Les postures de jeu des chatons. D'après Wright et Walters [175].



## 2. Importance de l'apprentissage de la communication visuelle pour la vie sociale

### 2.1. Etablissement de la hiérarchie sociale

La communication visuelle est utilisée pour l'établissement de la hiérarchie sociale, c'est-à-dire l'établissement de rapports dominant/dominé. Un animal dominant est un animal qui bénéficie généralement d'une priorité d'accès à une ressource particulière (nourriture, partenaire sexuel, lieu de repas...). Chaque individu connaît sa position par rapport à chacun des autres. Il existe des signaux et des postures de dominance, et des signaux et des postures de soumission dans chaque espèce.

Chez le *chien* et le *loup*, un individu dominant présente pour s'affirmer un regard orienté fixant le dominé, des oreilles dressées dirigées vers le dominé, une lèvre supérieure retroussée, des dents extériorisées, une tête portée haut, une queue portée horizontalement ou dressée, un ensemble du corps tendu, une piloérection au niveau du dos, il place sa tête ou un antérieur au-dessus du cou du dominé... Un individu dominé présente un regard fuyant, des oreilles couchées en arrière, une commissure des lèvres tirée en arrière, une tête portée basse, une position couchée sur le côté avec un postérieur levé, une miction de soumission... [73]

Chez les *ongulés*, l'individu dominant agresse le dominé. Chez le *cheval*, par exemple, il mord ou poursuit ceux qu'il domine. Chez les *bovins*, il repousse, menace, tape ou poursuit les dominés. Le subordonné ne dirige ni coups ni menaces vers le dominant et est le seul à fuir (détournement de la tête, évitement, tête basse, course pour échapper à l'agresseur...), souvent spontanément. Les menaces et morsures maintiennent une certaine distance interindividuelle [1, 21, 58, 132, 133].

L'apprentissage de la communication visuelle au sein de la société est nécessaire au jeune afin de pouvoir trouver sa place dans cette société et adopter les bonnes postures pour éviter les conflits.

## 2.2. Comportement agoniste/anti-agoniste

Le comportement agoniste est celui qui permet de résoudre un conflit avec un autre animal. Il concourt à stabiliser la hiérarchie. Comme décrit précédemment, ce comportement peut prendre diverses formes : le combat, la menace, la soumission, le retrait et l'apaisement. Quatre attitudes de base peuvent apparaître lors du comportement agoniste : la dominance, la menace défensive, la soumission active et la soumission passive [14, 48, 73]. Tous ces comportements sont appris par les mammifères lors du jeu.

Chez les *bovidés*, une fois les rapports dominants/dominés établis, il y a très peu de changements qui s'opèrent. Les rapports établis sont très stables. L'apprentissage de la communication visuelle, en permettant l'établissement de ses rapports, participe à la cohésion du groupe [20, 133].

Il existe également des attitudes anti-agonistes. Par exemple, lorsqu'un *chat* en approche un autre amicalement, il tient sa queue levée en signe de non agression. Le *chaton* apprend à effectuer ce signal dès qu'il approche un *chat* adulte. Ainsi, il évite les conflits. [99] Les postures d'incitation au jeu sont également des attitudes anti-agonistes. Chez le *macaque de Tonkéoan* existe un comportement pacificateur dans lequel intervient la communication visuelle (ouverture de la bouche avec découverture ou non des dents, rétraction du scalp...). Ce comportement est exercé, lors d'un conflit entre deux individus, par un individu étranger au conflit, et vise à faire cesser le différent [154].

L'apprentissage de la communication visuelle permet donc au jeune de trouver sa place dans la société, de limiter les situations de conflit et participe ainsi au maintien de la cohésion au sein de la société.

## 2.3. Comportement sexuel

Chez les animaux, le comportement sexuel emprunte de façon majeure la communication visuelle.

Le mâle, pour séduire la femelle, cherche à communiquer visuellement avec elle. Chez les oiseaux, une parade nuptiale est réalisée. Le mâle danse autour de la femelle en déployant

ses ailes ou les plumes de sa queue. Chez les bovidés, le taureau montre à la femelle son meilleur profil, la queue est droite [1].

Une fois séduite, la femelle montre qu'elle accepte le mâle en faisant preuve de soumission. Il s'agit d'un indice visuel important pour l'initiation de l'accouplement.

Chez les mammifères, ce comportement sexuel est initié par le jeu. Les jeunes reproduisent les schémas des adultes.

Tout comme la communication acoustique, la communication visuelle joue un rôle primordial dans la cohésion de la société, en permettant de limiter au maximum les situations de conflit, et dans la perpétuation de celle-ci, en participant au comportement de reproduction. Pour certains animaux comme les oiseaux et les mammifères, la maîtrise de ce mode de communication nécessite un apprentissage, par mimétisme des autres membres de la société, et un entraînement. Les réactions de ses congénères révèlent au jeune s'il répète convenablement ou non les postures des adultes, et si ce n'est pas le cas, le jeune apprend à les corriger. En même temps qu'il s'entraîne à la communication visuelle, il apprend la communication tactile en se positionnant par rapport à un partenaire (patte posée sur le dos du partenaire, tête posée sur son cou...). Il existe donc, chez les oiseaux et les mammifères, un répertoire acoustique et un répertoire visuel nécessitant un apprentissage pour être efficaces ; on peut alors supposer l'existence d'un répertoire acquis d'odeurs.

## D. Elaboration d'un répertoire d'odeurs

### 1. Apprentissage des odeurs chez les insectes

D. Pfenning [122] s'est intéressé aux signaux des guêpes *Polistes fuscatus*. Pour cette espèce, la reconnaissance du lien de parenté est cruciale car les guêpiers sont fréquemment visités par d'autres guêpes. Certains visiteurs sont des individus apparentés dont le nid a été détruit par des prédateurs, d'autres sont des intrus venant voler les œufs pour nourrir les larves de leur colonie. Les guêpes doivent pouvoir distinguer les deux types de visiteurs pour laisser entrer les guêpes orphelines, qui sont des aides, et rejeter les guêpes ennemies. Cette distinction peut être effectuée à l'aide de molécules chimiques odorantes portées par l'épicuticule (la « peau ») de l'insecte. Cette odeur est spécifique du nid dont est issue la guêpe. Ainsi la guêpe peut différencier une guêpe apparentée d'une guêpe étrangère.

Plusieurs expériences ont été menées sur la reconnaissance des guêpes. Si des guêpes sont enlevées de leur nid et isolées de leur colonie, elles ne font progressivement plus aucune distinction entre parents et individus non apparentés. Si des guêpes sont enlevées de leur nid avec toute leur colonie, elles traitent toutes les guêpes rencontrées comme leurs parents. Si des guêpes sont introduites dans un guêpier autre que le leur, elles apprennent à considérer les

individus issus de ce dernier comme des parents. La *guêpe* apprend donc son odeur, mais également à la différencier des odeurs des autres insectes ; et ce n'est qu'en présence de leur propre nid que les insectes apprennent le signal chimique qui distingue leurs parents des étrangers [122].

Les colonies de *guêpes* comprennent uniquement des vraies sœurs, tandis que les colonies d'*abeilles* comprennent des sœurs vraies et des demi-sœurs. Il est observé que les *abeilles* reconnaissent tous les membres de leur ruche, mais différencient leurs vraies sœurs de leurs demi-sœurs (et leurs demi-sœurs entre elles). Les *abeilles* comparent leur odeur à celle de l'individu rencontré. Même isolée, une *abeille* mémorise sa propre odeur et favorise ses sœurs, qui ont la même odeur, par rapport à ses demi-sœurs de même mère, qui ont un bagage génétique et une odeur légèrement différents. On ignore encore comment cet apprentissage est réalisé au sein de la colonie [122].

## 2. Apprentissage du marquage odorant chez les mammifères

Le marquage odorant est le dépôt volontaire de substances odorantes par un animal dans son environnement en guise de signal.

Le marquage odorant est effectué, chez les mammifères, grâce à des molécules se trouvant dans les sécrétions corporelles que sont l'urine, la salive, les fécès et les sécrétions produites par des glandes spécialisées de la peau.

Deux types d'odeurs sont ainsi produites : les odeurs d'identification et les odeurs d'émotions. Les odeurs d'identification sont les odeurs produites par le processus métabolique normal et sont stables pendant une longue période. Ces odeurs sont spécifiques du sexe, de l'espèce, de l'âge, de la colonie et de l'individu. Les odeurs d'émotions sont des odeurs produites ou libérées dans des circonstances particulières comme le stress, le passage d'une position de dominant à celle de soumis... et sont éphémères.

### 2.1. Les méthodes de marquage odorant

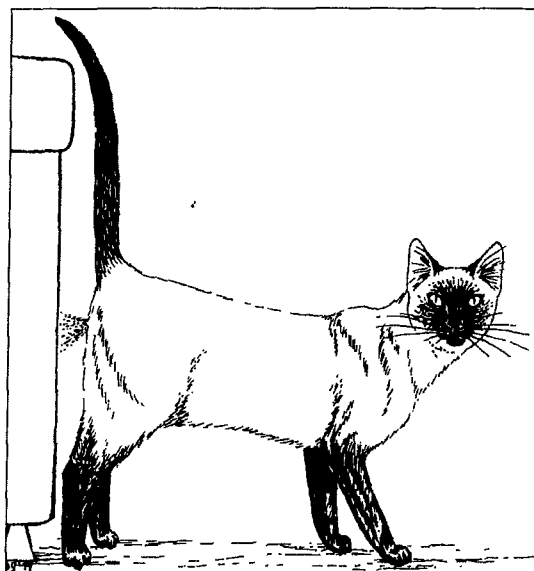
#### 2.1.1. Marquage grâce à l'urine et aux excréments

L'urine est couramment utilisée pour le marquage odorant. Ce mode de marquage est plus fréquemment utilisé par les mâles. Il peut être effectué de diverses manières selon les espèces. Ainsi, le *chien mâle* lève la patte postérieure sur l'objet sur lequel il va uriner. Le *chat* réalise des jets d'urine alors qu'il se tient debout, la queue maintenue à la verticale (Figure 14).

Les fécès, lorsque ceux-ci ne sont pas recouverts par l'animal sont des modes de marquage odorants. Ils sont placés à des endroits stratégiques pour l'animal. Ce marquage est très employé par les *loups* et les *chevaux* [14, 78, 118].



Figure 14 : Posture de marquage urinaire du chat. D'après Beaver [14].

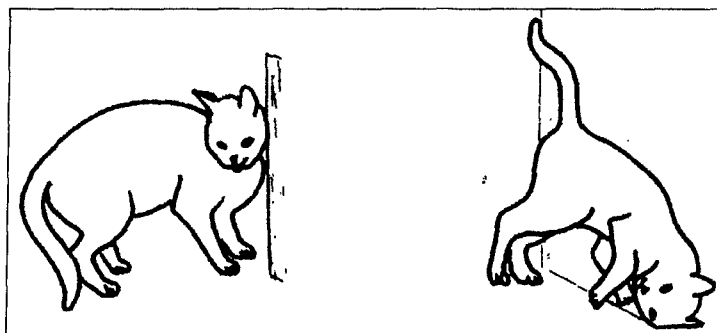


### 2.1.2. Marquage grâce aux sécrétions produites par des glandes spécifiques

Il est souvent observé que les animaux frottent des zones spécifiques de leur corps sur des objets de leur environnement. Il s'agit là d'une action de marquage odorant par les sécrétions produites par des glandes cutanées spécifiques.

Le *chat*, par exemple, possède des glandes sébacées autour de la bouche, sur le menton, dans les canaux auriculaires, dans la région périnéale et à la base de la queue. Il se frotte sur l'objet de la commissure des lèvres vers la commissure latérale de l'œil. Lors de cet acte, le *chat* peut déposer en plus un peu de salive. Si l'objet est situé en hauteur, le *chat* peut s'y frotter avec la partie dorsale de sa tête en se tenant debout sur ses membres postérieurs. Les objets situés bas sont marqués par frottement du menton vers la région laryngée. Les objets verticaux sont préférentiellement marqués par frottement du dos et de la queue (*Figure 15*).

Figure 15 : Frottements de la joue, du dos et de la queue chez un chat. D'après Wright et Walters [175].



La *chèvre* possède des glandes sébacées localisées dans le coin interne de l'œil et à la base des cornes sur le front. Elle effectue son marquage odorant en frottant ces zones précises de façon bien définie contre les objets.

Les glandes des sacs anaux produisent également des substances odorantes qui sont libérées lors d'un stress important.

Les animaux réalisent parfois un grattage du sol par leurs membres postérieurs. Par ce moyen, ils déposent, par l'intermédiaire des glandes sébacées situées sous les coussinets des pattes, des indices odorants. Le *chat* réalise également un marquage spécifique qui est le griffage. Il griffe un objet (le plus souvent un morceau de bois) avec chacune de ses pattes antérieures alternativement, arrachant ainsi de fines pièces de l'objet. Lors de ce marquage visuel, il dépose en plus un indice odorant [14, 29, 48, 78].

Les schémas de marquage odorant (posture, méthode...) sont identiques au sein d'une même espèce animale. Un jeune, à la naissance, ne réalise aucun marquage, les schémas de marquages sont appris par l'observation et le mimétisme des individus de la société. Ceci est d'autant plus vrai si l'on reprend l'exemple du *chaton* orphelin qui a appris à uriner à la façon de son compagnon canin. En même temps qu'il apprend à marquer, le jeune apprend à mémoriser son odeur et à reconnaître celle des autres membres de son groupe. Ainsi, il peut distinguer les individus de son groupe entre eux, mais également détecter l'odeur d'un individu étranger. Il se crée un répertoire d'odeurs.

## ***2.2. Importance de l'apprentissage du marquage pour la vie sociale***

### **2.2.1. Pouvoir identifier et être identifié**

Lorsque l'animal réalise le marquage, il laisse une trace que d'autres animaux peuvent identifier. Ainsi, l'animal flairant l'odeur déposée peut savoir si l'animal marqueur est de la même espèce que lui, s'il est du même groupe que lui, quel est son âge, quel est son sexe, quel est son état de santé... Il sait alors si l'animal marqueur est une menace ou non pour le groupe, et s'il y a lieu de donner l'alerte [78, 96].

### **2.2.2. Marquage et organisation territoriale**

Le marquage est abondamment employé pour délimiter un territoire. Ainsi, beaucoup d'espèces, telles l'*antilope* ou le *loup*, ont des emplacements de défécation spécifiques dans leur territoire (notamment les parcours les plus fréquentés et les sites de jonction), qu'elles marquent fréquemment avec de nouveaux fécès ou de l'urine. Un individu étranger s'aventurant dans les limites de ce territoire sait qu'il s'expose à une agression.

Les animaux peuvent savoir approximativement, en flairant les marquages déposés aux frontières de leur territoire, quand un voisin est passé par là pour la dernière fois. Un marquage non réitéré depuis longtemps peut signifier que le territoire voisin est disponible et peut être occupé par un autre animal [78, 96, 118].

### **2.2.3. Marquage et comportement sexuel**

Le marquage peut avoir un rôle dans le comportement sexuel. On observe d'ailleurs une augmentation de la fréquence des marquages lors des périodes de reproduction. Ainsi,

une *chatte* en chaleur a tendance à uriner sur les objets verticaux. Les molécules contenues dans son urine signalent qu'elle est en oestrus et prête à être fécondée. A l'inverse, la *femelle guépard* (*Acinonix jubatus*) gestante urine à l'approche d'un mâle, lui signalant ainsi qu'il doit passer son chemin puisqu'elle n'est pas disposée à s'accoupler.

Chez la *chèvre*, durant la saison de reproduction, il arrive que le mâle dominant urine sur sa fourrure en de multiples endroits. Ceci permettrait aux autres mâles du troupeau de savoir s'il est ou non en bonne santé, et donc de se risquer ou non à le défier [78, 96, 118].

#### 2.2.4. Les marques de familiarisation

Les marques de familiarisation sont également appelées marques d'identification. Ce sont des marques phéromonales apaisantes déposées par frottement des glandes sébacées. Ces marques sont adressées aux congénères avec lesquels l'animal interagit familièrement. L'objet marqué devient un objet tranquillisant, il est socialisé et devient apaisant pour le groupe. Le *chat* effectue très fréquemment ce type de marquage.

Le marquage mutuel réciproque, ou allomarquage, au sein d'un groupe, a une valeur de signal de maintenance de la cohésion du groupe [48, 78, 96].

Si l'animal n'a pas appris le marquage au sein de son espèce, il est incapable de repérer et de comprendre les indices déposés. Il s'expose donc à des agressions multiples.

Tout comme les communications visuelle, tactile et acoustique, la communication olfactive joue un grand rôle dans la cohésion et la perpétuation d'un groupe animal. Elle permet aux individus de se reconnaître entre eux, de s'apaiser, de signaler un étranger pouvant nuire à la cohésion du groupe. Là encore, la maîtrise de ce moyen de communication nécessite, chez les mammifères, un apprentissage par observation et imitation des individus membres de la société.

Le jeune possède à présent tout le « vocabulaire » auditif, visuel, olfactif et tactile nécessaire pour comprendre les membres de son espèce et se faire comprendre d'eux. Mais, comme décrit précédemment, chaque espèce possède ses propres répertoires de communication ; la communication entre espèces différentes est donc compromise. Pourtant, il est possible pour un propriétaire d'animal domestique, c'est-à-dire un être humain, de se faire comprendre par son chien ; l'équitation n'existerait pas sans la réalité d'un code commun entre l'homme et le cheval. La communication interspécifique existe donc, et nécessite elle aussi un apprentissage.

### III. UN EXEMPLE D'APPRENTISSAGE INTERSPECIFIQUE DE LA COMMUNICATION : LA RELATION HOMME-ANIMAL

La communication interspécifique entre un homme et un animal utilise les mêmes sens que la communication entre deux animaux de même espèce : l'odorat, la vue, l'ouïe, le toucher. La difficulté de la communication interspécifique réside dans le fait que deux espèces différentes n'utilisent pas les sens de façon équivalente. Ainsi, le chien utilise majoritairement les communications visuelle et olfactive, tandis que l'homme utilise majoritairement la communication acoustique. Le dauphin utilise des ultrasons qui ne sont pas perceptibles par l'homme. La communication olfactive est très peu présente dans l'espèce humaine, et les signaux olfactifs émis par un animal ne sont pas compréhensibles pour l'homme et inversement (hormis les signaux olfactifs de stress qui peuvent engendrer un stress chez tout autre animal). La communication entre un homme et un animal emprunte donc majoritairement les sens de la vue, du toucher et de l'ouïe [15].

L'établissement d'une communication interspécifique nécessite une confiance réciproque entre les deux protagonistes. Comme décrit précédemment, un animal qui n'a pas été socialisé jeune à l'espèce humaine la fuit spontanément et ne cherche donc aucunement à relationner avec elle. L'homme peut gagner la confiance d'un animal par l'observation, la voix, le jeu, le nourrissage, le soin qu'il prodigue à l'animal [39, 131]. Les « chuchoteurs », dresseurs américains de chevaux, insistent sur l'importance de la confiance pour l'établissement d'une relation interspécifique. Selon eux, il faut encourager l'animal et sentir les choses pour lui.

#### A. Etablissement de la relation entre l'homme et l'animal

##### 1. La socialisation interspécifique

Comme décrit précédemment, la socialisation permet au jeune d'apprendre avec quels êtres vivants il peut communiquer. Cette socialisation du jeune se produit lors d'une « période sensible » qui facilite la formation de l'attachement social. Cet attachement social peut être dirigé vers des individus de la même espèce (la socialisation est dite intraspécifique) et/ou des individus d'une espèce différente (la socialisation est dite interspécifique), si ceux-ci sont présents lors de la période sensible. Les travaux de Ver, Vaysse et Bouhouche [165] sur la double empreinte filiale chez le *chaton persan* confirment la possibilité de l'apparition simultanée d'un attachement intraspécifique et d'un attachement interspécifique.

La période sensible permet la facilitation de l'attachement social mais n'est en aucun cas indispensable à la mise en place de cette relation. Ainsi, il est possible pour un animal d'effectuer une socialisation secondaire, en dehors de la période sensible, avec une espèce différente, telle l'homme. La différence est que les relations entre les protagonistes mettent plus de temps à s'établir [73, 158].

## 2. Facteurs influençant l'attachement d'un animal à l'homme

### 2.1. Pendant la période sensible

Lorsque l'homme est présent au cours de la période sensible du jeune animal, plusieurs facteurs peuvent influencer l'attachement de ce dernier à l'espèce humaine. Ainsi, il semblerait que la manipulation du jeune par l'homme pendant de très courtes périodes de temps favoriserait l'attachement du jeune pour l'espèce humaine. A l'inverse, une manipulation trop longue et un nombre de manipulateurs trop important limiteraient l'attachement.

La présence de la mère peut avoir des effets positifs ou des effets négatifs sur l'attachement interspécifique du jeune. Selon Rheingold et Eckermann, une mère socialisée à l'homme peut faciliter, par son calme, l'attachement du jeune à l'espèce humaine. Au contraire, une mère timide ou non habituée à l'homme, peut transmettre son stress à sa progéniture et ainsi limiter l'attachement.

Selon K. Geering, le fait de nourrir le jeune animal favoriserait l'établissement d'une relation interspécifique, mais ne serait pas suffisante pour la maintenir. D'autres interactions seraient nécessaires pour que la relation devienne un attachement stable [19, 88, 158].

### 2.2. En dehors de la période sensible

La confiance de l'animal, même s'il a été sociabilisé à l'homme alors qu'il était jeune, n'est pas définitivement acquise ; elle peut être renforcée ou disparaître en fonction des expériences vécues par l'animal au contact de l'homme. Les expériences positives renforcent l'attachement, mais si l'animal vit des expériences négatives au contact de l'homme, il peut devenir méfiant et craintif, et la communication devenir difficile voire impossible.

En dehors de la période sensible, l'homme peut gagner la confiance d'un animal non sociabilisé à l'espèce humaine par le nourrissage, le jeu, l'observation et le soin qu'il prodigue à l'animal. L'attachement se met en place progressivement, mais s'instaure plus lentement que lors de la période sensible. Turner montre, en 1995, qu'un *chat* socialisé à l'homme n'a besoin que de peu d'expériences positives avec une personne étrangère pour manifester un comportement positif envers cette personne, mais d'un nombre significatif d'expériences négatives pour réagir négativement et fuir la relation. Il montre également qu'un *chat* non socialisé à l'homme nécessite de très nombreuses expériences positives avec l'homme pour lui accorder sa confiance, tandis qu'il réagit fortement (et négativement) à la moindre expérience négative. Le *chat* socialisé généralise donc rapidement les expériences positives, alors que le *chat* non socialisé doit apprendre à faire confiance et ne généralise pas ses expériences positives. Obtenir la confiance d'un animal non socialisé à l'homme est donc possible mais demande du temps, et la moindre expérience négative la remet immédiatement en question [158].

Obtenir la confiance de l'animal est une étape plus ou moins aisée mais indispensable à la relation entre un homme et un animal. Il s'agit de la première étape de l'apprentissage de la communication interspécifique. Une fois en confiance, l'animal cherche à relationner en employant les méthodes de communication de son espèce. Certains de ces moyens de communication, tels que la communication visuelle, peuvent être compris par l'homme dans leur globalité, mais il se peut que l'homme n'en saisisse pas toutes les nuances. Pour se faire comprendre de l'animal, l'homme utilise également les moyens de communication qu'il a appris au sein de son espèce ; la communication acoustique est la plus utilisée, mais les communications visuelle et tactile interviennent également. Le dressage est l'enseignement dispensé par l'homme lui permettant de se faire comprendre de l'animal.

## B. Se faire comprendre de l'animal : le dressage

Dans le dressage, l'homme cherche à obtenir, de la part de l'animal, un certain comportement en réponse à un signal donné. Pour y parvenir, il a recours à un apprentissage associatif particulier, appelé apprentissage opérant. Cet apprentissage obéit à une loi énoncée par Thorndike [27], affirmant que lorsqu'une situation déclenche plusieurs réponses, celles qui s'accompagnent (ou sont rapidement suivies) d'un état satisfaisant pour l'animal seront plus fortement reliées à cette situation ; de sorte que si cette dernière se représente, ces réponses auront vraisemblablement plus de chance de se reproduire et inversement. Ceci signifie que le dresseur soumet l'animal à diverses stimulations, afin de déclencher chez lui une réponse. Il y donne alors une suite, qui peut être favorable (renforcement) ou non (punition) pour l'animal et lui fait donc comprendre respectivement son approbation et son insatisfaction. Le renforcement a des conséquences agréables pour l'animal et augmente dès lors la probabilité d'apparition du comportement sélectionné. Il consiste le plus souvent à donner à l'animal une récompense, c'est-à-dire un renforçateur positif. La punition, à l'opposé, a un effet déplaisant sur l'animal et conduit donc à la disparition de la réponse. Ainsi, au gré des répétitions, il façonne les actions de l'animal et parvient alors, après plusieurs approximations successives, au résultat final escompté.

### 1. Le dressage : une acquisition d'un vaste répertoire sensoriel

#### 1.1. Dressage et communication acoustique

Lors du dressage, l'homme utilise un langage, avec des mots appartenant au langage parlé humain, et un paralangage, avec des signaux vocaux à la frontière des sons et des bruits inarticulés mais intentionnellement structurés (cris, grognements, onomatopées, sifflements...). A ces « langages » s'ajoute la manière de dire, telle que la hauteur et l'intensité du son, le timbre, la musicalité, le rythme, la durée... Il est intéressant de noter que l'homme utilise des modes différents de communication acoustique en fonction de l'espèce animale à laquelle il s'adresse [38, 46, 47].

Selon certains auteurs, le mot ne serait pour l'animal qu'un signal sonore parmi d'autres car il n'aurait pas accès au monde symbolique (ceci semble réfuté dans le cas de certains *singes*). L'apprentissage a pour but de donner à certains mots une signification précise leur permettant d'acquérir une valeur de déclencheur : il y a instrumentalisation. Un

mot est associé à une situation. Par exemple, le mot « assis » est associé au fait de s'asseoir. Ceci implique l'utilisation de mots simples, comportant peu de syllabes, qui sont alors plus facilement mémorisables tels « assis », « couché », « galop »... L'animal ne comprend qu'un nombre limité de mots et ne comprend pas les phrases (ceci est également réfuté dans le cas de certains *singes*) [39, 46, 47, 77, 176].

L'animal est très sensible aux intonations et au rythme (notamment aux pauses et aux silences) employés par l'homme. Il est capable de déceler les émotions de l'être humain. Il paraît donc difficile de tromper l'animal sur ses intentions. Lors du dressage, l'homme emploie trois types d'intonations, l'une claire et précise pour les ordres, l'autre chaleureuse pour la récompense, et la troisième sèche et cassante pour la punition [46, 129].

### 1.2. Dressage et communication tactile

L'homme communique d'une manière directe par les contacts physiques. De la punition (contact à connotation négative) aux caresses (contacts à connotation positive), l'étendue des rapports physiques entre l'homme et l'animal est grande.

Il existe différentes caresses, ayant toute une signification particulière. Ainsi, la caresse, la bourrade ou le tapotement des flancs auraient une signification d'amitié teintée de subordination. La caresse du crâne, de la nuque ou du cou marquerait une autorité douce de la part du dominant. La caresse sous le cou serait gratifiante et le signe d'une affection totale. La caresse utilisée dépend de la taille de l'animal, en effet, l'homme n'effectue ni tapotement des flancs ni bourrade sur un animal de petite taille. La signification peut varier en fonction de l'intensité du contact et également de la taille de l'animal (une caresse sur la tête d'un *oiseau* n'a pas la même signification que sur la tête d'un grand *chien*) [124].

Certains humains enlacent leur animal de compagnie. Il ne s'agit pas d'un mode de communication, mais d'un phénomène d'apaisement personnel couramment employé par les primates [47].

L'homme peut promener certains animaux à l'aide d'une laisse. Par l'intermédiaire de cette laisse, il peut communiquer avec lui. Il demande l'arrêt en tirant légèrement et sanctionne en tirant sèchement. Un principe identique est observé en équitation avec l'usage des rênes et du mors. Le cavalier peut diriger le *cheval* par l'intermédiaire des rênes reliées au mors se trouvant dans sa bouche. Il demande l'arrêt en penchant ses épaules en arrière, ce qui tire sur les rênes, et par conséquent sur le mors qui exerce alors une pression sur la commissure des lèvres du *cheval* lui signifiant de s'arrêter.

Selon T. Dorrance [51], en équitation, la position du cavalier sur le *cheval* a également une importance cruciale pour la communication entre les deux partenaires. Le *cheval* a un sens du toucher très développé. Le simple basculement du poids du corps du cavalier suffit parfois à faire partir un cheval au galop ou à l'arrêter. Selon Dorrance, l'équilibre du cavalier, appelé assiette, devrait être le moyen privilégié pour communiquer avec le *cheval* monté, afin de minimiser au maximum l'usage des mains (des rênes). Une mauvaise assiette romprait toute communication.

### 1.3. Dressage et communication visuelle

Les animaux se révèlent très sensibles à la verticalité du corps. Le fait de se tenir debout et parfaitement droit traduit souvent de l'assurance et de l'autorité. L'action de se pencher sur un animal peut être assimilée à une agression, alors que le basculement du tronc en arrière ou l'accroupissement correspondraient plutôt à des signaux d'apaisement.

Le visage joue un rôle important dans la communication visuelle. L'animal observe beaucoup les expressions du visage et les interprète. Un regard fixe, par exemple, constitue pour l'animal un défi, voire une menace. Un froncement de sourcils peut traduire de

l'insatisfaction, un sourire peut exprimer du contentement. L'animal apprend à décoder ces signaux.

Les mouvements des bras sont loin d'être anodins. En effet, présenter la paume de la main à un animal est perçu comme une demande amicale de contact, tandis que lever un bras sur un animal est interprété comme une agression par ce dernier.

Il existe, lorsqu'on parle de communication visuelle entre un homme et un animal, la notion de ressenti indirect. La communication entre l'animal et l'homme se fait sans l'intermédiaire d'un lien physique. L'opérateur utilise alors le regard, le placement de son corps par rapport à celui de l'animal, ou des mouvements de bras. Ceci permet d'établir une communication en douceur, très employée dans le milieu équestre [52, 101, 129].

Les trois sens que sont la vue, l'ouïe et le toucher (et à moindre mesure l'odorat) peuvent permettre à l'homme de relationner avec l'animal. Cependant, cette communication nécessite d'être apprise par l'animal. Afin que l'animal puisse comprendre ce que désire l'homme, ce dernier doit savoir faire passer le message.

## 2. Le dressage : faire passer un message

### 2.1. Les caractéristiques indispensables du message

Le message émis par l'homme se compose de plusieurs signaux émis conjointement par les différents canaux d'expression de l'homme, c'est-à-dire en utilisant la communication visuelle, acoustique et tactile. Pour être compréhensible, le message doit être lisible, pertinent et accepté par les deux intervenants [33, 77, 101].

Le message doit être lisible. En effet, l'animal reçoit en permanence un ensemble de stimuli divers et variés qui constituent un bruit de fond. Le message émis doit pouvoir être différencié de ce bruit ambiant. Pour cela, il doit avoir une valeur particulière qui est acquise lors de l'apprentissage. Ainsi, comme décrit précédemment, le mot, qui n'est au départ qu'un indice sonore parmi tant d'autres, peut prendre une valeur particulière grâce au processus d'instrumentalisation. Il devient déclencheur de l'action car associé à cette action de manière constante (le mot « assis » est constamment associé au fait de s'asseoir). Par conséquent, la concordance entre les divers moyens de communication est indispensable. Guyot, en 1985, réalise une expérience entre un maître et son *chien* mettant en évidence l'importance de cette congruence. En effet, il montre que s'il n'y a pas concordance entre le signal verbal émis et les différentes productions non verbales, l'animal répond aux signaux non verbaux, ou ne répond pas du tout. C'est donc l'ensemble des productions verbales et non verbales qui rend le message compréhensible par l'animal.

Le signal doit être pertinent. Il doit être porté par un contexte favorable et facile à relier à l'action qu'il doit déclencher. Plus il acquiert de signification propre, de pertinence, plus il peut se dégager du contexte. Cette signification lui est apportée par l'apprentissage grâce à l'établissement de feed-backs propres à l'animal. Le message doit donc être précis et invariant.

Mais si lisible et pertinent soit-il, le message ne peut être compris que s'il est accepté par les deux intervenants de l'acte de communication. Il doit être porté par une relation unissant l'homme et l'animal et nécessitant l'investissement de chacun.



## 2.2. La motivation

La motivation des deux protagonistes est indispensable lors du dressage. La motivation de l'animal est entretenue par les récompenses, c'est le renforcement positif. Il doit y avoir récompense de manière immédiate, si l'homme obtient de la part de l'animal le bon comportement. Ces récompenses peuvent être diverses et varient en fonction de l'espèce animale [10, 27, 78, 115].

Le premier type de récompense peut être « l'amour de l'homme ». L'animal est récompensé parce que l'homme s'occupe de lui. Cette récompense peut exister lorsqu'il y a un lien d'attachement très fort entre l'homme et l'animal, l'animal est très à l'écoute du comportement de l'homme.

Il existe des récompenses plus évidentes, telles les caresses, les encouragements vocaux et gestuels, les friandises, les démonstrations de joie... Ces récompenses diffèrent selon l'espèce. Par exemple, on peut donner une balle à un *chien* pour le récompenser, un *cheval* y sera beaucoup moins sensible.

En entretenant la motivation par l'intermédiaire de récompenses, l'homme aide à l'apprentissage de l'animal et au maintien de la relation.

Par le dressage, l'homme enseigne à l'animal un code. Ce code doit être clair, sans aucune ambiguïté et son apprentissage motivant pour l'animal grâce à des récompenses distribuées à bon escient. A force de répétitions, l'homme se fait ainsi comprendre de l'animal. Cependant, il existe un code plus subtil qui peut s'instaurer entre un homme et un animal, celui-ci se traduit par les rituels.

## C. Les rituels : une communication subtile

La ritualisation d'un comportement est sa transformation, son changement de signification, au service d'une fonction de communication (Mac Farland, 1981). Il s'agit, selon Dehasse, d'un non signal qui est devenu un signal, d'une séance comportementale qui prend une valeur de communication [47, 120]. Au sein des groupes animaux et humains existent divers rituels (rituel d'apaisement, de soumission, de menace...), mais des rituels peuvent également se créer entre un animal et un humain, chaque couple possédant ses propres rituels.

### 1. Mise en place des rituels

La mise en place d'un rituel se déroule lorsque le comportement d'un individu, avantageusement compris par un autre individu, se transforme par répétition, fixation, simplification en un signal précis, attractif, significatif et qui ne peut pas prêter à confusion [47, 120].

La séquence comportementale de base est modifiée en durée, en rythme, en intensité et en motivation. Elle possède un stimulus appétitif propre, c'est-à-dire qu'elle répond à un

besoin spécifique. La séquence du rituel possède une intensité propre (exagérée, dite intensité typique). La séquence comportementale est simplifiée et se limite à des mouvements incomplets de la séquence originale. Cette séquence persiste jusqu'à ce que le récepteur réagisse.

Un exemple de rituel peut être observé entre un *chien* et son propriétaire. Afin d'apaiser ses congénères, le *chiot* se met sur le dos en signe de soumission. Forcer un *chiot* dans cette position est une contrainte et, suivant son tempérament, est suivi d'une agressivité (irritative ou par peur), d'une réaction d'acceptation ou encore d'inhibition avec miction. Mais si on caresse le *chien* dans cette position, on crée un nouveau rituel : le décubitus dorsal devient le nouveau stimulus appétitif qui déclenche un don de caresse de la part du propriétaire. Le rituel prend alors valeur de dominance [47, 120].

## 2. Origine et rôle des rituels

Comme décrit précédemment, les comportements ritualisés naissent souvent de mouvements intentionnels figés en un stéréotype qui augmente la clarté du message. Par exemple, les comportements de menace sont figés par superposition de mouvements intentionnels de fuite et de combat. Le comportement d'accueil d'un *chien* par léchage ou mordillement, qu'il effectue face à un homme, dérive d'un comportement de toilette et d'un comportement de demande de nourriture que l'on retrouve chez le jeune.

D'un mouvement d'intention à une posture stéréotypée, le rituel permet, de part l'exagération des mouvements qu'il comprend, de diminuer l'ambiguïté des situations. Le rituel rassure et apaise les partenaires qui le construisent puis l'utilisent.

Les rituels établis entre un homme et un animal résultent d'un apprentissage de la part de l'animal et de l'homme. Ce sont des séquences comportementales individualisables, répétitives et facilement identifiables [47, 120].

Il existe également d'autres formes de communication entre l'homme et l'animal. Ainsi, l'occupation de l'espace-temps est une forme de communication : le dominant occupe les lieux les plus élevés, contrôle les passages, a priorité sur la prise de nourriture, le dominé est spectateur alors que le dominant est exhibitionniste. Suivant que l'animal réalise ou non ces actions, il est dominant ou soumis à l'homme.

Parfois, la communication interspécifique « façonne » le récepteur, c'est ce qu'on appelle la communication façonnante. Cela signifie qu'un individu peut assimiler des éléments étrangers à son espèce. C'est, par exemple, le cas des *chiens* qui « rient » en imitant l'homme, par un froncement facial sans retournement des babines. Il existe également un façonnement émotionnel. Le rire, par exemple, émotion joyeuse et contagieuse, plonge souvent le *chien* dans une excitation plaisante.

La communication entre un homme et un animal est le fruit d'un apprentissage réalisé par les deux protagonistes et basé sur une confiance mutuelle. Chacun des partenaires apprend une partie des modes de communication de l'autre, et chacun enseigne à l'autre. Le dressage permet à l'homme de se faire comprendre de l'animal afin de se faire obéir, il le place en position de dominant. Les rituels sont des comportements instaurés entre les deux partenaires, ils sont propres à chaque couple et révélateurs d'un fort attachement réciproque ainsi que d'une complicité.

Même si dans de nombreuses espèces animales la communication semble être un phénomène inné, ce n'est pas le cas de toutes les espèces animales. En effet, les mammifères, les oiseaux et même certains insectes ont besoin d'un apprentissage pour pouvoir relationner. Cet apprentissage est en partie dispensé par les parents. Avec les parents, les jeunes découvrent à quelle espèce ils appartiennent, avec quelles autres espèces ils peuvent relationner, quels sont les canaux de communication et apprennent les bases de la communication animale. Cet apprentissage doit être suivi pour le jeune d'une étude attentive de la communication animale au sein de son espèce. En observant et reproduisant les comportements de ses aînés, il apprend à relationner avec eux, à connaître son statut au sein du groupe, à limiter les altercations avec ses congénères. Un jeune qui n'a pas eu de modèle de comportement deviendra un adulte incapable de relationner avec les autres individus de son espèce et fréquemment attaqué par ces derniers. C'est grâce à l'enseignement dispensé par ses parents et par les membres de son espèce que le jeune apprend à communiquer, à participer à la cohésion de son groupe et à sa survie. Cet apprentissage est facilité et plus rapide lors des périodes sensibles de la vie du jeune, mais il peut également se produire en dehors de ces périodes.

L'animal peut relationner avec des individus d'une autre espèce. Cette relation est facilitée si l'animal a connu cette autre espèce lorsqu'il était jeune. Cette relation interspécifique est basée sur la confiance mutuelle et nécessite un apprentissage réciproque afin que les deux protagonistes puissent se comprendre. Les deux partenaires utilisent un code commun pouvant être initié par un seul des deux individus ou par les deux, ce qui peut mener à la création de rituels compréhensibles des deux partenaires uniquement et sans ambiguïté pour eux, marqueurs de leur complicité et de leur attachement.

Toutes les formes de communication décrites, qu'elles soient innées ou acquises, font intervenir les sens. Serait-il possible qu'un type de communication ne fasse intervenir aucun des sens usuels ?

## Troisième Partie

# TELEPATHIE : MYTHE OU REALITE ?

Selon le dictionnaire encyclopédique Larousse [104], la télépathie est définie comme une « transmission de pensée d'une personne à une autre sans communication par les voies sensorielles connues ». Une autre définition de la télépathie est donnée en ces termes : « transmission extrasensorielle de pensées à grande distance entre deux ou plusieurs sujets » [92]. La seconde définition mentionne une communication entre plusieurs « sujets », la télépathie ne serait donc pas réduite à une communication entre êtres humains mais correspondrait à une communication entre êtres vivants. Selon cette hypothèse, une communication de type télépathique peut être envisagée entre êtres humains, mais également entre animaux, ou entre des êtres humains et des animaux.

Le terme « pensée » est constamment employé pour qualifier la télépathie. La pensée est elle-même définie comme une « activité de l'esprit » [104], c'est-à-dire une « activité psychique rationnelle, par concepts, visant la connaissance » [104] ; et l'esprit est décrit comme le « principe de la pensée ; activité intellectuelle, intelligence » [104]. La télépathie nécessite donc que les individus communicants soient capables de former des idées et soient intelligents.

De ces remarques nous pouvons déduire que pour pouvoir envisager l'hypothèse d'un animal communicant par télépathie, il est nécessaire que ce dernier réponde à deux critères : être capable de penser et faire preuve d'intelligence. Cette partie soulève donc trois questions auxquelles nous allons tenter de répondre : l'animal pense-t-il ? Un animal peut-il être qualifié d'intelligent ? Et dans le cas où les réponses à ces interrogations s'avèreraient positives, la télépathie animale est-elle une hypothèse raisonnablement envisageable ?

# I. L'ANIMAL PENSE-T-IL ?

## A. Le support de la pensée

Depuis toujours l'homme s'est intéressé au support de la pensée. Descartes, il y a trois siècles, décrivait l'esprit comme une entité extracorporelle qui s'exprime par l'intermédiaire de la glande pinéale, ou hypophyse. Actuellement, nous admettons que la pensée est, non pas une substance ou une vague entité, mais un ensemble de processus mentaux. L'hypothèse est qu'il existe une corrélation entre les phénomènes mentaux et l'activité de certains groupes de cellules cérébrales [63].

### 1. La formation de la pensée par le cerveau

#### 1.1. Cerveau et neurones

Le cerveau comprend deux gros hémisphères d'apparence symétrique qui flanquent le noyau central, lequel se prolonge par la moelle épinière. La couche la plus superficielle de ces hémisphères plissés, le cortex, mesure deux millimètres d'épaisseur et est riche en cellules. Ce cortex est anatomiquement et fonctionnellement subdivisé en zones sensorielles, en zones de commande du mouvement et en zones où se déroulent des phénomènes associatifs. Certains neurologues pensent que les synthèses de la vie mentale s'établissent aux interfaces entre les entrées et les sorties des informations. Ceci est peut-être vrai pour la réflexion consciente, mais on ne peut pas en dire autant des désirs, des humeurs, des formes inconscientes de l'apprentissage... qui sont également des pensées. C'est l'activité collective de toutes les régions du cerveau qui engendre la pensée.

Cajal [63, 99] a découvert, aux alentours de 1890, que le cerveau n'est pas un réseau continu mais un ensemble d'unités distinctes, les neurones (*Figure 16*). Le cerveau comprend environ cent milliards de neurones. Le scientifique a également observé que ces neurones reçoivent des informations par des extensions très ramifiées de leur corps cellulaire, les dendrites, et envoient l'information par de longs prolongements nommés axones. Chaque neurone possède un unique axone. La longueur de l'axone est variable : les cellules munies d'axones courts envoient leurs informations aux cellules voisines et les cellules munies des axones les plus longs se projettent vers d'autres régions cérébrales. Les neurones diffèrent entre eux par leur structure, leur constitution moléculaire et par leur type de connexion. Malgré cette diversité, on peut procéder à des regroupements fonctionnels : un groupe comprend plus de cent mille cellules qui s'insèrent pour la plupart dans des circuits locaux, tous spécialisés dans une tâche spécifique (*Figure 17*) ; ainsi on peut distinguer le cortex visuel, le cortex somatosensoriel, le cortex moteur, etc. [63, 76, 93]

Figure 16 : Le neurone. D'après Dudel et al.[55].

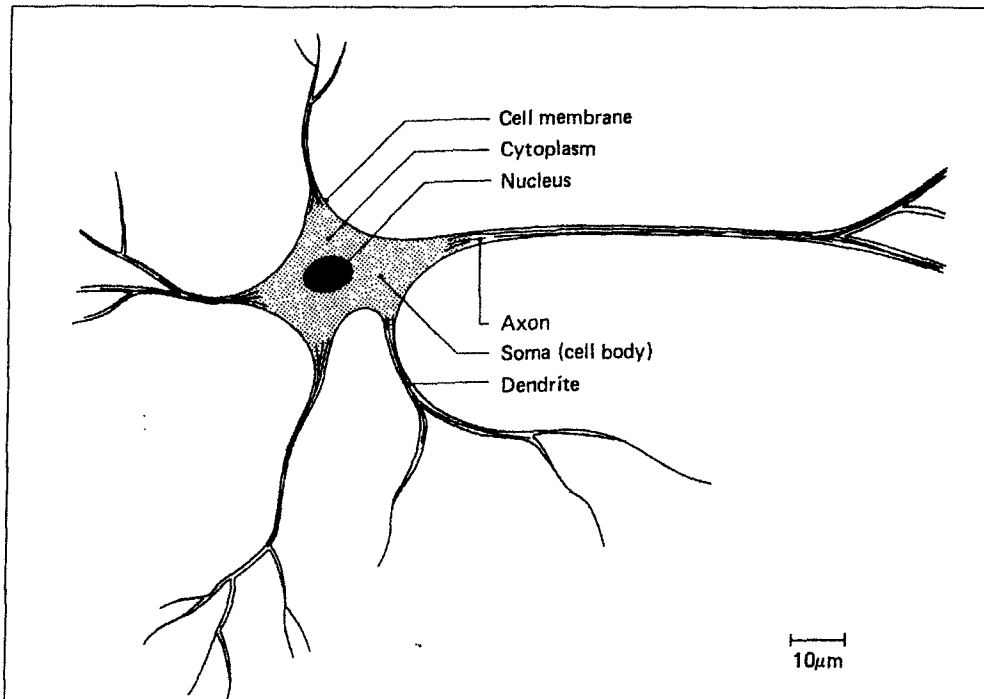
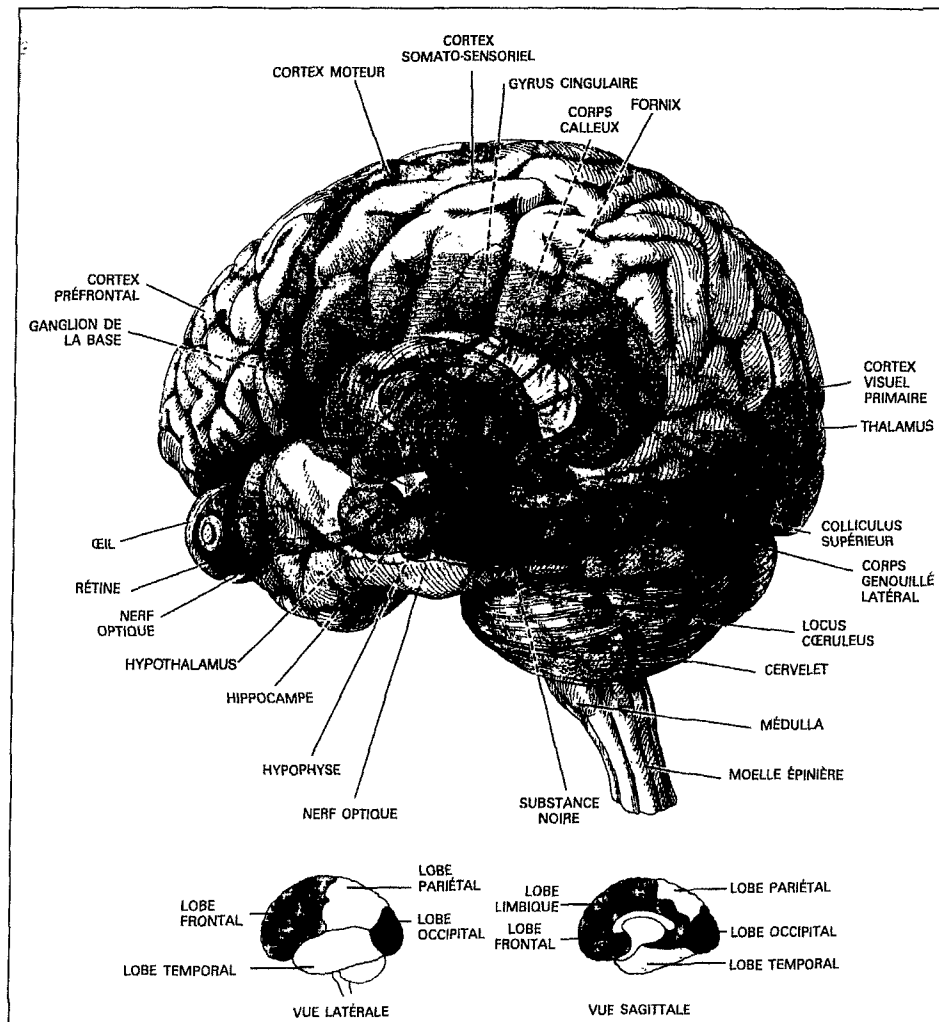


Figure 17 : Le cerveau. D'après Fischbach [63].



## 1.2. La circulation de l'information [63]

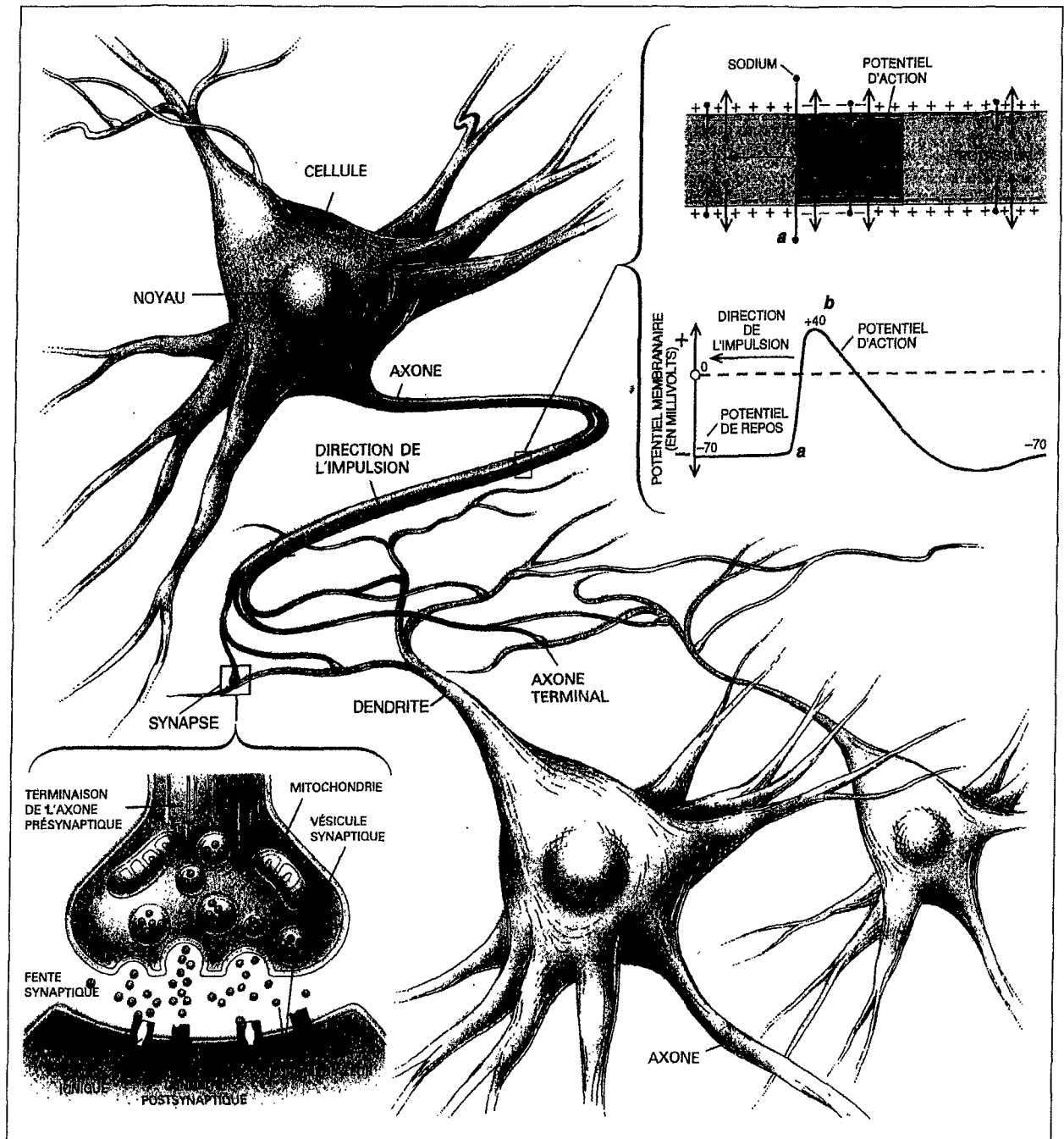
Les neurones communiquent entre eux. Un neurone qui vient d'être stimulé transmet des signaux à d'autres neurones sous forme d'impulsions électriques, les potentiels d'action. Ces potentiels d'action se propagent à intensité et amplitude constantes le long de l'axone unique de la cellule. Ils sont ensuite convertis en signaux chimiques au niveau des synapses, points de communication entre neurones. Le neurone qui émet le signal est appelé neurone présynaptique et celui qui reçoit le signal est nommé neurone postsynaptique (*Figure 18*).

Lorsqu'un neurone est au repos, sa membrane externe maintient un potentiel électrique de -70 mV (le cytoplasme est chargé négativement par rapport à l'extérieur de la cellule). Le maintien de ce potentiel est permis par des pompes membranaires Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>. Ces pompes favorisent la sortie d'ions potassium (K<sup>+</sup>) hors de la cellule plus rapidement qu'elles ne laissent entrer les ions sodium (Na<sup>+</sup>). La stimulation électrique facilite l'entrée du sodium dans la cellule. Ces ions s'accumulent dans la cellule et lorsque le seuil critique est atteint, le potentiel membranaire s'inverse momentanément puis revient en quelques millisecondes à son état de base : un potentiel d'action est engendré. Ce phénomène se propage de façon unidirectionnelle et avec une intensité et une amplitude constantes tout le long de l'axone. Lorsque l'influx nerveux atteint la terminaison de l'axone, l'entrée d'ions calcium dans cette terminaison permet l'exocytose de messagers chimiques, les neuromédiateurs. On dénombre actuellement plus d'une cinquantaine de neuromédiateurs différents. Ces neuromédiateurs, encore appelés neurotransmetteurs, sont libérés dans l'espace intersynaptique et se fixent à des récepteurs spécifiques présents sur la membrane cellulaire du neurone postsynaptique. Cette fixation permet l'ouverture des canaux ioniques, ce qui engendre la naissance d'un potentiel postsynaptique et, si l'intensité de ce dernier dépasse une valeur seuil, d'un potentiel d'action au sein du neurone postsynaptique. Le potentiel d'action se propage alors le long de l'axone du neurone postsynaptique jusqu'à une nouvelle synapse (*Figure 18*).

Tous les neurones ne sont pas identiques et n'exercent pas la même fonction. Certains neurones sont dits excitateurs et l'information qu'ils transmettent sera excitatrice pour le neurone postsynaptique : au sein du neurone postsynaptique naîtra un potentiel postsynaptique excitateur (PPSE). D'autres neurones sont dits inhibiteurs et l'information véhiculée sera inhibitrice pour le neurone postsynaptique : au sein du neurone postsynaptique naîtra un potentiel postsynaptique inhibiteur (PPSI). Un même neurone peut recevoir des informations de plusieurs neurones en même temps, c'est la somme des PPSE et des PPSI qui détermine l'état du neurone postsynaptique :

- si  $\sum \text{PPSE} > \sum \text{PPSI}$ , et que la valeur seuil pour engendrer un potentiel d'action est dépassée, alors un potentiel d'action postsynaptique est créé.
- si  $\sum \text{PPSE} < \sum \text{PPSI}$ , ou que si  $\sum \text{PPSE} > \sum \text{PPSI}$  mais que la valeur de la somme est inférieure à celle du seuil pour engendrer un potentiel d'action, alors aucun potentiel d'action postsynaptique ne naît.

Figure 18 : La circulation de l'information entre les neurones. D'après Fischbach [63].





### **1.3. La plasticité cérébrale**

Il existe des différences de structure, de fonction et de constitution moléculaire des neurones, mais cette diversité n'est pas suffisante pour expliquer la pensée ; on doit également prendre en compte la plasticité, c'est-à-dire la capacité des synapses et des circuits neuronaux à évoluer en fonction de leur activité [63, 99].

Les potentiels d'action ne coderaient pas seulement l'information, leurs répercussions métaboliques modifieraient les circuits qui les ont transmis. Ainsi, la probabilité d'activation d'un récepteur post-synaptique peut être modulée (plus ou moins grande quantité de neuromédiateurs libérés) et, à plus long terme, des variations d'activité peuvent modifier le nombre de récepteurs fonctionnels [63].

L'activité modifierait également le nombre de synapses voire leur localisation : les branches des arborescences dendritiques se remodelent en permanence et les axones bourgeonnent et émettent de nouvelles terminaisons. Le cas le plus classique de plasticité axonale se rapporte aux colonnes de dominance oculaire (D. Hubel et T. Wiesel, 1960 [35]). En enregistrant avec des électrodes l'activité neuronale dans les aires du cortex visuel d'un chat, on constate que les neurones corticaux répondent préférentiellement à la stimulation lumineuse d'un seul œil. En plongeant l'électrode plus profondément dans le cortex, on constate que la préférence des neurones sous-jacents est identique. En revanche, quand on déplace l'électrode latéralement, on remarque que les neurones « préfèrent » l'autre œil, puis à nouveau le premier œil, puis le second, et ainsi de suite. Le cortex visuel est subdivisé en petites unités de neurones stimulées par le même œil, nommées colonnes de dominance oculaire. Si on maintient close la paupière d'un chat entre trois à six semaines d'âge, les enregistrements réalisés dans le cortex visuel à l'âge adulte montrent une forte augmentation du nombre de neurones qui répondent à l'œil resté ouvert, au détriment des neurones répondant à la stimulation de l'œil clos. Toutefois, la fermeture de la paupière n'a pas de conséquence sur le système visuel quand elle intervient en-dehors de cet intervalle de temps, c'est la notion de période critique. D. Hebb [63, 99] a démontré, en 1949, qu'au cours de l'apprentissage, de nouveaux ensembles neuronaux se forment, hypothèse suffisamment vérifiée par la suite pour acquérir force de loi.

### **1.4. Hiérarchisation et spécialisation [42, 63, 144]**

Les systèmes sensoriels sont hiérarchisés, c'est-à-dire que les neurones réagissent à des niveaux d'abstraction croissante représentés par des stimuli complexes à mesure qu'augmente la distance (mesurée en nombre de synapses) à partir des capteurs sensoriels ; ils se spécialisent. Par exemple, les neurones du cortex visuel primaire réagissent à des lignes plutôt qu'à des points. S. Zeki a découvert que l'information ne se propage pas selon un trajet unique, mais que les différentes caractéristiques d'une même perception sont traitées en parallèle selon plusieurs trajets. A partir de cette hypothèse, M. Konishi a montré que la localisation d'une source sonore par la chouette dépend de différences de phase et d'amplitude entre les oreilles. Les différences de phase renseignent sur la localisation tandis que les différences d'amplitude indiquent la hauteur de la source du signal. Ces signaux de phase et d'amplitude sont traités selon des circuits différents, avec trois relais synaptiques précisément localisés dans le cerveau. Une autre hypothèse, proposée C. von der Malsburg et confortée par W. Singer, incite à penser que des décharges rythmiques et synchronisées (appelées oscillations gamma) ont pour rôle de lier les activités des diverses aires assurant

l'analyse d'un même objet et qu'elles constituent le corrélât neuronal de la perception consciente ou de l'attention.

M. Konishi a identifié les premiers neurones du cerveau de la chouette ne réagissant qu'à une combinaison des différences de phase et d'amplitude entre les oreilles et non à un seul de ces paramètres. Ces neurones déclenchent un programme moteur provoquant l'orientation de la tête de la chouette vers la source sonore. Dans le système visuel du singe, des neurones, appelés « cellules du visage », réagissent au visage et à aucun autre stimulus visuel, ces cellules permettent donc la reconnaissance des visages ou du moins des traits majeurs.

### ***1.5. Orchestration de la pensée par le cerveau à partir de l'exemple de la vision***

Les spécialistes reconnaissent que la vision résulte d'une activité cérébrale complexe, nécessaire pour interpréter les informations visuelles ambiguës. Ainsi, le cerveau crée certainement une représentation symbolique de l'environnement visuel, en traitant les divers aspects de l'environnement visuel dans les différentes zones du cerveau [42, 76].

La fonction du néocortex semble prédominante. L'information visuelle issue de la rétine atteint le néocortex qui agit alors de deux manières. Tout d'abord, par l'intermédiaire d'un câblage grossier, il utilise l'expérience visuelle et les autres expériences pour créer des catégories (« classes de formes »). Le remaniement des circuits neuronaux résulte de l'observation répétée d'objets de nouvelles catégories ; il opère de petites modifications des connexions neuronales qui résultent de chaque observation. La seconde action du néocortex est de répondre très vite aux signaux lui parvenant. A cet effet, il utilise les catégories apprises et essaie de trouver la combinaison de neurones actifs qui, à partir de l'expérience passée, a le plus de chance de représenter les objets signifiants et les événements du monde visuel à cet instant donné. La formation de telles associations de neurones actifs peut être modulée par des commandes issues d'autres parties du cerveau.

Ce qui constitue la pensée est le siège de perpétuels changements ; les associations, très rapides, se déroulent à différents niveaux et interagissent pour former des groupements d'associations. Elles ne durent qu'une fraction de seconde. Les neurones sont lents individuellement, le cerveau utilise alors simultanément et en parallèle un grand nombre de neurones actifs, et hiérarchise les fonctions [42, 93]. On suppose actuellement que certains des neurones du néocortex recherchent les meilleures associations, tandis que d'autres expriment le résultat de ces calculs, c'est-à-dire ce que nous percevons [42].

L'orchestration de la pensée par le cerveau nécessite d'utiliser des expériences passées. Cette notion « d'utiliser une expérience passée » implique d'avoir retenu cette expérience, de l'avoir enregistrée et de savoir la retrouver, sinon le cerveau pour ne pourrait pas s'en servir. L'orchestration de la pensée souligne donc l'importance de la mémoire et du phénomène de mémorisation.

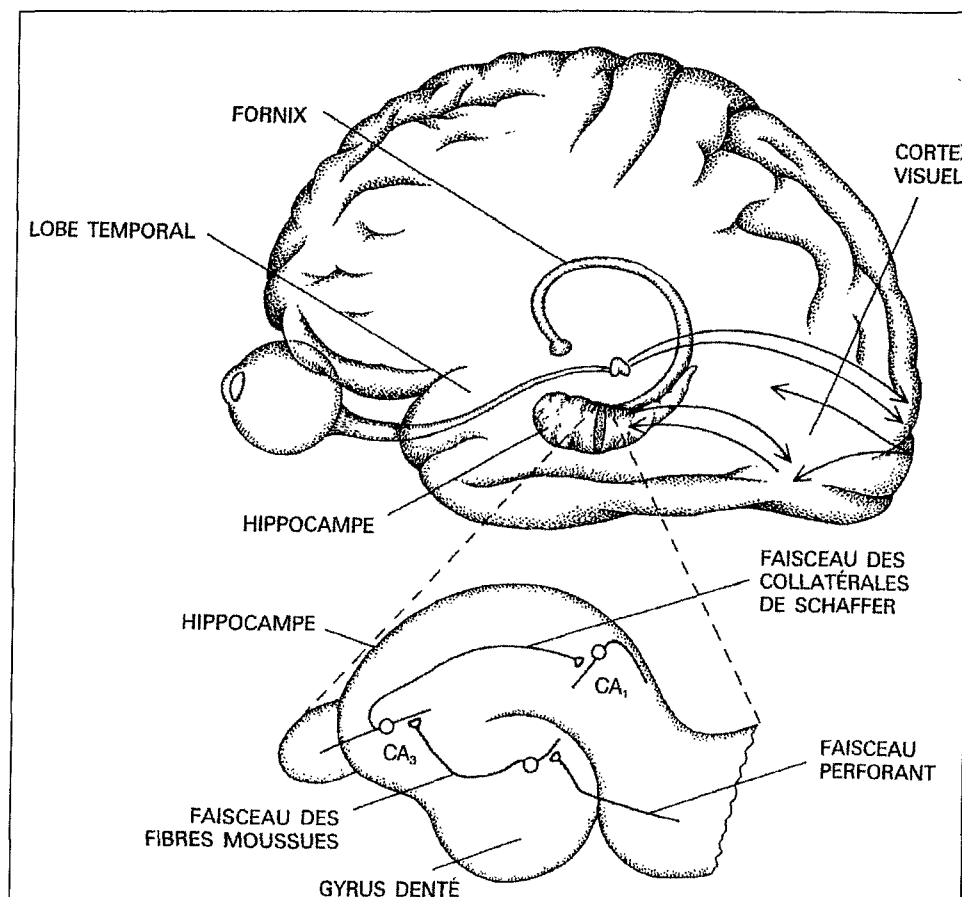
## 2. Une mémorisation nécessaire à la pensée

La mémoire peut être classée en fonction de sa durée. Ainsi, la mémoire à très court terme dure 150 à 200 millisecondes. Cette mémoire est également appelée mémoire instantanée et permet le traitement instantané de données nécessaires à la vie de relation. Elle est suivie de la mémoire à court terme qui dure de quelques minutes à quelques heures, puis de la mémoire à long terme qui est intégrée au reste des mémoires d'un individu puis remaniée en fonction de son vécu et de ses expériences à venir [22].

### 2.1. Les centres de la mémoire

Les centres de la mémoire sont essentiellement situés dans le tronc cérébral, l'hippocampe, le système limbique, le thalamus, le cortex cérébral et le cervelet (Changeux, 1992) [22, 74]. L'hippocampe (Figure 19) est la partie du cerveau qui stocke les souvenirs durant plusieurs semaines, avant de les transférer progressivement à des régions spécialisées du cortex cérébral pour une mémorisation durable [87].

Figure 19 : L'hippocampe. D'après Kandel et Hawkins [87].



## 2.2. La neuropharmacologie de la mémoire

### 2.2.1. Les neuromédiateurs

La mémoire repose sur des interactions entre neurones. Ces neurones communiquent entre eux par l'intermédiaire de nombreux neuromédiateurs dont la sérotonine, l'acétylcholine et les catécholamines.

La sérotonine diminue les capacités d'apprentissage chez l'animal (sans doute en diminuant sa vigilance, Marquet, 1987), cependant il semblerait qu'elle ait un rôle dans une des étapes de la mémorisation : la facilitation [22].

L'acétylcholine est toujours retrouvée aux lieux de la mémorisation, il semblerait que ce médiateur soit le neuromédiateur privilégié de la mémoire [22].

P. Goldman Rakic a montré que le cortex préfrontal, stimulé par les neurones dopaminergiques, permet une rétention de l'information dans la mémoire de travail jusqu'à l'obtention d'une réponse. La dopamine libérée n'est pas, en réalité, un neuromédiateur véhiculant une information d'une aire cérébrale à une autre, mais un neuromodulateur qui exacerbe le rôle fonctionnel de chaque zone cérébrale et crée, en fonction des différents degrés de libération, une hiérarchie entre les structures innervées. Les neurones à dopamine permettent aux informations de rester activées dans le cortex préfrontal : les informations sont alors analysées, classées, comparées avec celles que le sujet a mémorisées et celles que fournit l'environnement. Ces informations sont ensuite mises en mémoire. La dopamine, indispensable au maintien de l'activation du cortex préfrontal, autorise le traitement conscient (cognitif) des informations. Quand on l'empêche d'agir, l'activation est trop brève et l'information est mal traitée [74, 150].

La noradrénaline est également un neuromodulateur, sans doute le premier mis à contribution pour la prise en charge du traitement des événements extérieurs. Il existe une interaction entre dopamine et noradrénaline. En effet, la transmission noradrénergique corticale via les récepteurs alpha 1b-adrénergiques permet l'activation dopaminergique sous-corticale, c'est-à-dire favorise une hiérarchisation entre le cortex et les aires sous-corticales en faveur de ces dernières, si bien que la mémoire de travail (située dans le cortex préfrontal) est interrompue. C'est par exemple ce qui se passe lors d'un stress : la libération de noradrénaline liée au stress (événement extérieur nouveau) fait passer le mode de traitement de l'information du mode lent, cognitif, au mode rapide, analogique. La mémoire d'une perception formée selon un mode rapide (analogique) entraîne, lors de la réapparition de la même perception dans l'environnement, un traitement selon le même mode [150].

### 2.2.2. Les neurostéroïdes

Les neurostéroïdes sont des stéroïdes synthétisés par des neurones et des cellules gliales dans les systèmes nerveux central et périphérique. Ces stéroïdes agissent localement, leurs rôles sont très variés et encore mal connus. Ainsi, les neurostéroïdes modulent l'activité de certains récepteurs de neurotransmetteurs, ils favorisent la plasticité cérébrale en augmentant la vitesse de polymérisation de la tubuline et donc de la formation des microtubules, et ont également des effets neurotrophiques ou neuroprotecteurs. Des chercheurs ont montré que la DHEA S favorise la potentialisation à long terme, mécanisme synaptique mis en jeu dans la mémoire [12].

### 2.2.3. Les phosphorylations

Les phosphorylations ont un rôle fondamental dans la mémorisation. Ainsi, elles permettent de stabiliser les récepteurs, stabiliser les canaux ioniques, d'augmenter la libération des neuromédiateurs, d'activer les enzymes de synthèse, et ont une action sur la plasticité synaptique [22, 87].

## 2.3. Mécanisme neurocellulaire de la mémoire

### 2.3.1. La facilitation présynaptique [22, 87]

La facilitation présynaptique est une augmentation de la quantité de neuromédiateurs libérés dans l'espace intersynaptique, processus permettant à un réflexe de s'établir d'autant plus facilement que les excitations provocatrices de ce réflexe ont été répétées plus fréquemment. C'est ce qui se produirait notamment lors du conditionnement.

#### Mécanisme de la facilitation (Figure 20)

Dans les neurones sensoriels, les potentiels d'action sont à l'origine d'une pénétration d'ions calcium ( $Ca^{2+}$ ) dans la cellule au niveau présynaptique (Abrams, Kandel, Schwartz, 1982). Dans la cellule, les ions calcium se lient à la calmoduline, une protéine responsable de l'amplification de l'activation de l'adénylate cyclase, cette dernière catalysant la synthèse de l'AMP cyclique (AMPC) à partir d'ATP. Une protéine kinase est alors activée par l'AMPC, cette activation a deux conséquences :

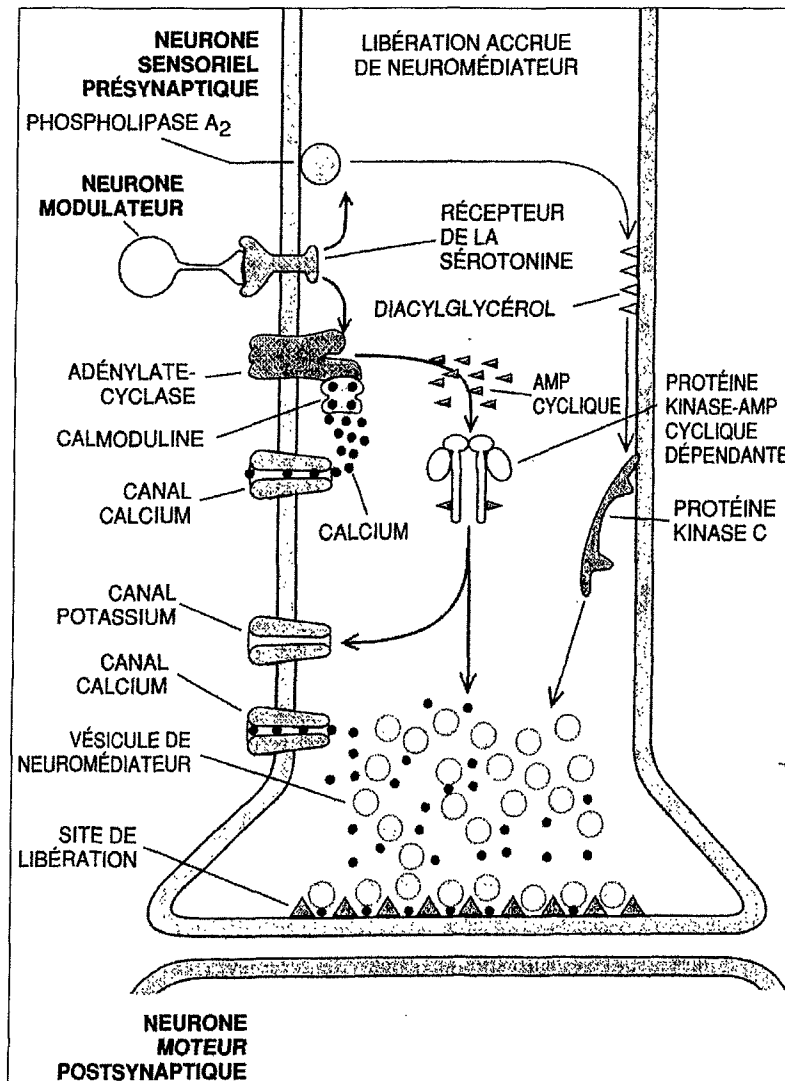
- La protéine kinase activée catalyse la phosphorylation des protéines qui forment les canaux potassium de la membrane cellulaire. La sortie d'ions potassium de la cellule est alors diminuée, ce qui ralentit la repolarisation de la membrane et prolonge la durée du potentiel d'action, permettant ainsi le maintien de l'ouverture des canaux calciques et donc une entrée massive d'ions calcium dans la cellule. Dans la terminaison présynaptique, cette entrée accrue d'ions calcium favorise la libération d'une quantité importante de neuromédiateurs.
- La protéine kinase activée favorise la mobilisation des vésicules contenant les neuromédiateurs vers les sites membranaires d'exocytose (libération).

Un neuromédiateur libéré par des neurones modulateurs, la sérotonine, joue un rôle primordial dans la facilitation. La sérotonine se lie à un récepteur membranaire spécifique, la protéine G, activant l'adénylate cyclase, d'où la formation d'AMPC, activateur de la protéine kinase. La fixation de la sérotonine sur son récepteur serait le facteur déclenchant du transfert des vésicules vers les sites membranaires d'exocytose, cette voie serait indépendante des ions calcium. La sérotonine permet également, toujours en se fixant sur son récepteur, l'activation de la protéine kinase C qui interviendrait dans l'induction des transferts de vésicules.

Selon certains auteurs, le récepteur dendritique le plus proche de la terminaison axonale pourrait recevoir quelques neurotransmetteurs malgré leur destruction dans le milieu extracellulaire, du fait de la grande quantité de neuromédiateurs libérée, et permettrait la dépolarisation dendritique. Dans le neurone postsynaptique, un système similaire à celui décrit précédemment permet la formation d'AMPC activant une protéine kinase responsable de la phosphorylation de la microtubul-associated-protein 2 (MAP2). La MAP2 phosphorylée ne permet plus à l'ensemble microtubules/filaments de rester fixe, la dendrite est alors souple.

Une nouvelle synapse peut se former. Lorsque la MAP2 perd ses groupes phosphates, il y a consolidation du réseau neuronal.

Figure 20 : Mécanisme de la facilitation. D'après Kandel et Hawkins [87].



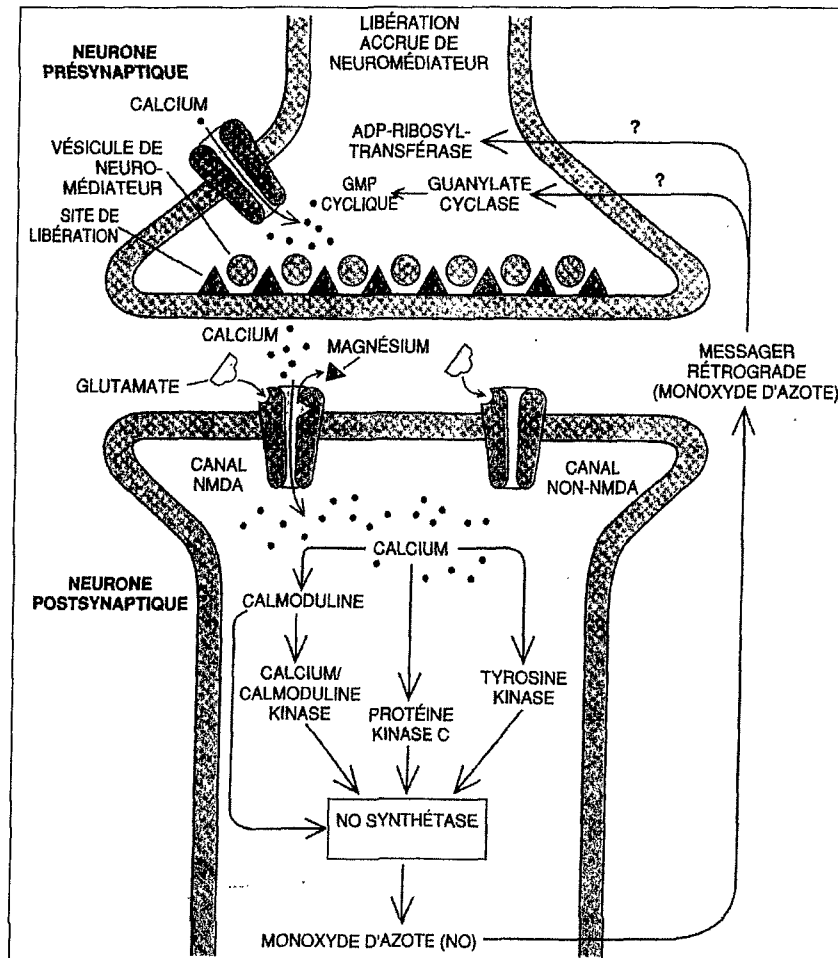
### 2.3.2. La potentialisation à long terme [22, 87, 99]

La potentialisation à long terme (*Figure 21*) est une augmentation durable (plusieurs jours à plusieurs semaines) de la transmission synaptique après l'activation répétée de la voie afférente.

La potentialisation à long terme résulte de la fixation du glutamate, acide aminé principal neuromédiateur présent dans l'hippocampe, sur ses récepteurs à la surface des cellules cibles, les récepteurs de type acide N-méthyl-D-aspartique (NMDA). La fixation du glutamate sur le récepteur NMDA, simultanée avec la dépolarisation de la cellule postsynaptique, provoque l'ouverture des canaux NMDA et l'entrée des ions calcium dans la cellule. Le calcium permet l'activation de trois protéines kinases différentes, assurant la potentialisation à long terme.

Le maintien de cette potentialisation requiert une augmentation de la libération du glutamate par le neurone présynaptique. La cellule postsynaptique semble libérer un messageur rétrograde qui diffuse jusqu'à la cellule présynaptique. Ce messageur, qui pourrait être le monoxyde d'azote, augmenterait la libération du neurotransmetteur, le glutamate, par la cellule présynaptique.

Figure 21 : La potentialisation à long terme. D'après Kandel et Hawkins [87].



### 2.3.3. La mémorisation à long terme

La mémorisation s'effectue en plusieurs étapes. D'abord l'information est stockée dans une mémoire à court terme (quelques minutes à quelques heures), qui met en jeu des variations de la force des synapses (notion de potentialisation à long terme). Puis la mémorisation à long terme (plusieurs semaines à plusieurs mois) se fait grâce à des mécanismes tout à fait différents : expression de nouvelles protéines du fait de l'activation de nouveaux gènes et établissement de nouvelles synapses [74].

#### 2.3.3.1. Une nouvelle structure des synapses [49, 70]

Actuellement, il est admis que, selon le nombre de récepteurs membranaires postsynaptiques, la transmission des informations entre les neurones pré et postsynaptiques

est facilitée (nombre de récepteurs élevé) ou peu efficace (faible nombre de récepteurs). Ces récepteurs sont des protéines continuellement recyclées. Si la vitesse de dégradation des récepteurs est inférieure à la vitesse de production, les récepteurs membranaires s'accumulent. Etant donné qu'ils sont plus nombreux, ils vont fixer plus de neurotransmetteurs et le signal alors créé sera plus intense pour une même quantité de neuromédiateurs : la transmission de l'information est plus efficace. Ce mécanisme participerait à la création de réseaux d'activation préférentielle, façon de stocker de l'information.

La structure des synapses est modifiée par l'augmentation (ou la diminution) de la quantité des récepteurs membranaires postsynaptiques, mais elle varie également grâce à la synthèse de nouvelles protéines. Certaines sont synthétisées dans le corps cellulaire et acheminées dans les dendrites, tandis que d'autres sont synthétisées directement sur le lieu de leur utilisation (les dendrites) et participent au renforcement de la communication entre deux neurones. Les protéines synthétisées dans les dendrites marquent le lieu où une activation électrique intense a pris cours.

### **2.3.3.2. Activation de nouveaux gènes [70]**

Si de nouvelles protéines sont synthétisées, il faut envisager des modifications de l'expression génique, envisager l'expression de nouveaux gènes. Des ARN messagers ont été observés dans les dendrites, leur traduction est à l'origine de nouvelles protéines.

### **2.3.3.3. Etablissement de nouvelles synapses : le réseau de neurones**

Le remaniement mnésique est une phase de plasticité neuronale suivie d'une réorganisation consolidante pouvant orienter le neurone dans une nouvelle direction si la configuration électrostatique avoisinante est modifiée. Ce remaniement aboutit à la consolidation ou, plus rarement, à la perte d'une donnée [22].

Le neurone est considéré comme une unité du circuit n'ayant pas en lui-même un contenu, *seul le circuit (ou réseau) est responsable de l'information*. Lorsqu'on présente un stimulus (une image) au réseau, ce dernier évolue : l'état adopté par chaque neurone est calculé en fonction de celui de ses voisins qui lui sont connectés jusqu'à ce que le réseau se stabilise dans une configuration particulière, un état stable appelé attracteur. Cet attracteur est la forme sous laquelle le réseau « perçoit » le stimulus. La configuration particulière du réseau correspondant à une image est retrouvée de manière dynamique à chaque fois que le réseau y est confronté [127].

Le mécanisme de remaniement a lieu après l'intégration de données déjà connues : il y a reconsolidation d'un réseau ancien (R1). Si des données nouvelles sont associées aux anciennes, il se crée un nouveau réseau (R2) comprenant ces données. Il se produit alors une *reconsolidation du réseau ancien (R1)*, une consolidation du réseau formé par les nouvelles données (R2) et une consolidation de l'information initiale R1 par l'association des deux réseaux. Il faut faire une distinction entre consolidation du réseau et consolidation de l'information. En effet, le réseau, même consolidé, peut toujours être remanié, tandis que l'information, contenue dans plusieurs réseaux associés les uns aux autres est plus résistante à l'oubli [22].



### 2.3.4. La réactivation

La réactivation du souvenir ne semble pas nécessiter que l'ensemble du complexe de stimuli présents au moment de l'acquisition soit présent à nouveau : cette réactivation peut être provoquée par des fragments de la situation d'apprentissage (Gisquet, Verrier, Dekeyne, Alexinsky, 1989). Tout se déroule comme si le circuit neuronal s'activait à chaque appel spécifique, installant ainsi des connexions [22].

Une hypothèse, proposée par Gordon [22] en 1983, envisage que la réactivation soit l'occasion d'un retraitement des informations en mémoire. Afin d'évaluer cette hypothèse, des tests d'alternance différée sont effectués. Les tests d'alternance différée évaluent la capacité d'un individu à réagir à une situation en se fondant sur des représentations internes déjà mémorisées plutôt que sur des informations présentes.

Un bref stimulus visuel est présenté à un animal ; puis, après quelques secondes, l'animal est invité à désigner l'endroit où le stimulus avait été présenté. La mémoire de travail, et donc la réactivation, interviennent lors de ce test puisque l'animal doit se souvenir du point où le stimulus a été présenté ; l'exactitude de la réponse dépend non pas des stimuli externes mais de la représentation interne de ce que le sujet a vu auparavant (réactivation). La réponse correcte peut différer d'un essai à l'autre, selon le type d'information présentée à l'animal. L'exactitude des réponses de l'animal aux tests d'alternance différée est due à la mémorisation plutôt qu'à un traitement des informations sensorielles, mais elle impose une mise à jour continue des informations pertinentes [74, 99]. L'évolution du souvenir, lorsqu'il est réactivé, semble donc dépendre des informations présentes au moment de la réactivation, qui pourraient être représentées en mémoire comme un élément du souvenir initial [22].

Nous pourrions dire que, d'un point de vue scientifique, l'animal cérébré possède toutes les structures lui permettant de penser. Ceci est appuyé par le fait que les expériences permettant de décrire les phénomènes exposés ont été réalisées sur des animaux. Mais dire d'un animal qu'il possède le support pouvant lui permettre de penser signifie-t-il qu'il pense ?

## B. Peut-on dire que l'animal pense ?

L'homme a longtemps considéré l'animal comme un automate dépourvu de sensations ; Descartes utilisait le terme « animal-machine » pour illustrer cette idée. Malebranche écrivait : « Les animaux mangent sans satisfaction, crient sans souffrance, se reproduisent sans le savoir, ne souhaitent rien, ne craignent rien. » [62] Actuellement, s'il est acquis que les animaux souffrent ou éprouvent du plaisir, le débat concernant leur aptitude à penser demeure encore ouvert.

Les philosophes actuels considèrent que la pensée adopte plusieurs dimensions. Tout d'abord, elle peut être considérée comme une succession de calculs amenant à un raisonnement, à la gestion d'une information complexe. Mais la pensée a une seconde dimension : elle fournit une représentation interne du monde extérieur, et c'est dans ce rapport au monde extérieur, lequel englobe l'organisme pensant lui-même, que la pensée est vraie ou fautive, adaptée ou non. Cette dimension de la pensée consiste dans le fait qu'elle porte sur son

intentionnalité (Dennett, 1978) [73]. La représentation est définie par Gallistel comme la correspondance fonctionnelle entre des aspects de l'environnement et des processus dans le système nerveux permettant à l'animal de s'adapter à ces aspects de l'environnement [164].

Les deux dimensions (intentionnelle et opératoire) sont étroitement solidaires. En effet, pour résoudre un problème, il faut pouvoir construire « l'espace du problème », c'est-à-dire former une représentation de la réalité pertinente pour la solution ; il faut également pouvoir décomposer le problème dans ses divers sous-problèmes, les garder en mémoire, activer les règles dans l'ordre adéquat, etc. [73, 164]

## 1. La pensée dépend-elle de la parole ?

La représentation interne du monde extérieur est adaptée à la réalité en combinant les symboles. Le langage parlé possède un pouvoir de représentation très puissant en permettant de combiner des symboles de manière systématique et productive : les mots assemblés forment des phrases plus ou moins longues et les structures linguistiques peuvent faire varier le sens d'une phrase en fonction de leur utilisation. Le langage parlé permet aussi d'exprimer des concepts et d'en fixer durablement la représentation en mémoire, concepts nécessaires pour la représentation du monde puisque grâce à eux nous classons nos perceptions, nous organisons nos plans, nous théorisons [73, 170].

Cependant, selon Joëlle Proust, directrice de recherche au CNRS, le langage parlé ne serait pas une condition nécessaire de la pensée. Un premier argument serait qu'on ne peut pas exclure la présence d'un langage intérieur en l'absence de communication orale. En effet, les personnes sourdes et muettes ne parlent pas mais sont capables de penser.

Une autre raison serait que la pensée se manifeste également dans des supports non symboliques. Ainsi, la vue, l'ouïe, l'odorat ou la proprioception constituent autant de substrats représentationnels pouvant donner lieu à un apprentissage : ce sont des territoires de pensées possibles, sans pour autant être directement verbalisables [62, 73, 170].

## 2. La pensée chez les animaux

Comme étudié précédemment, les animaux sont capables d'apprentissage, c'est-à-dire d'extraire de l'information et d'adapter leurs réactions en fonction de ces informations ; ils font preuve ainsi de la première dimension de la pensée, la pensée opérationnelle.

La seconde dimension de la pensée nécessite la capacité de l'individu de reconnaître la vérité et la fausseté des représentations qu'il se fait du monde, et éventuellement de les corriger. L'individu doit être capable de faire la distinction entre ce qu'il pense et ce sur quoi il pense (l'arbre auquel il pense existe même lorsqu'il n'y pense pas). Un dispositif semble permettre cette distinction, la recalibration, permettant au cerveau de comparer les informations apportées par les différents sens, de détecter les incohérences et de restaurer la cohérence. Selon certains philosophes, ce dispositif permettrait à l'animal de se représenter intérieurement le monde de manière stable [73].

### 2.1. La représentation par les sens

Les sens permettent à l'individu de se créer une représentation spatiale du monde. Ils définissent des espaces : espace visuel, espace auditif, espace tactile, espace olfactif... [57] En effet, il est par exemple tout à fait possible de retrouver ses clés dans son sac juste en utilisant

le sens tactile, ou encore de reconnaître une fleur uniquement par le parfum qu'elle libère. La *chauve-souris* utilise un système d'écholocalisation pour repérer ses proies qu'elle distingue nettement des objets environnants.

Lorsque l'on parle de représentation spatiale grâce aux sens, le sens semblant le plus évident pour ce faire est la vision. Un individu peut se représenter la symétrie verticale, ou se représenter une figure comme un carré, sans disposer des concepts de symétrie ni de figure carrée. Le même phénomène est observé lors de la perception d'un son. Prenons l'exemple d'une quarte jouée au piano ; l'intervalle sonore est perçu même si l'individu est incapable de le conceptualiser. Il en est de même pour l'animal, il ne se représente pas la figure comme un carré ou le son comme une quarte, il ne réalise pas une représentation conceptuelle mais une représentation que P. Engel qualifie de préconceptuelle, qui lui permet de faire des discriminations dans son champ visuel ou auditif [57, 170].

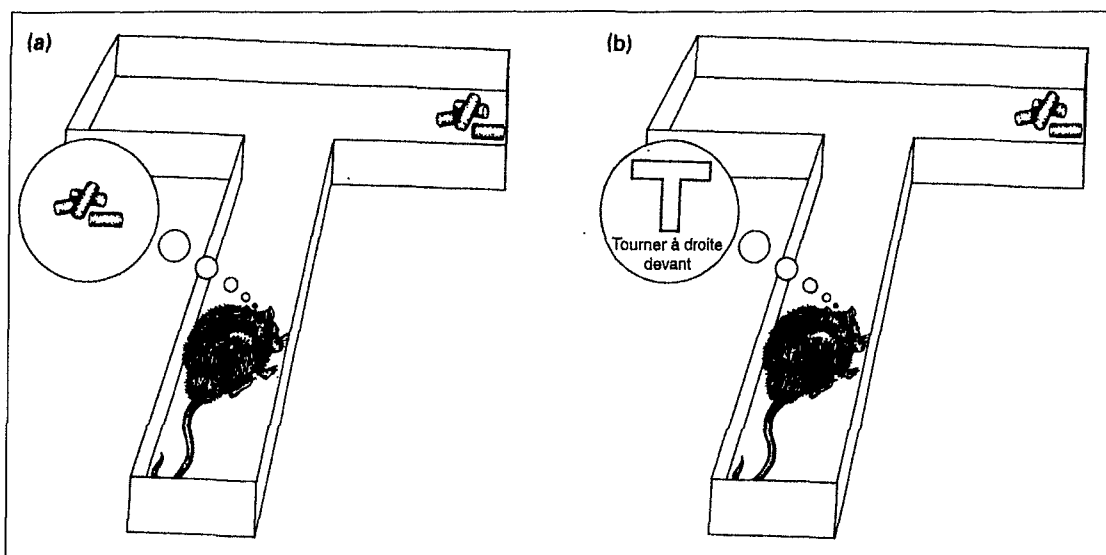
Cependant, selon J. C. Filloux [62], l'animal perçoit mais il ne sait pas qu'il perçoit, puisqu'il n'a pas conscience d'être un moi-qui-perçoit.

## 2.2. La cognition [103]

D. McFarland [103] définit la cognition comme la manipulation de représentations explicites qui sont des représentations de faits, et l'oppose à la représentation procédurale.

Afin d'appréhender ces deux concepts, prenons l'exemple du système rat-labyrinthe-nourriture (*Figure 22*). Dans le cas d'une représentation explicite, on considère que le rat se déplace avec l'image mentale d'un but (la nourriture), tandis que dans le cas de la représentation procédurale, le rat suit une simple règle d'apprentissage (il sait comment faire dans le labyrinthe, mais n'a pas de but précis).

Figure 22 : Les représentations explicite (a) et procédurale (b) chez les rats. D'après McFarland [103].



Une expérimentation de Holland en 1977 a permis de préciser le type de représentation rencontré chez le rat. Holland soumet des *rats* à deux types d'association : son-nourriture et nourriture-maladie. Dans le premier cas, il associe un son avec la distribution de boulettes dans un récipient. Il note que les *rats* se rapprochent du récipient dès l'émission du son. Dans un second temps, les animaux sont soumis à une relation nourriture-maladie. Les *rats* refusent de s'alimenter. Lorsque le son est exprimé, les *rats* s'éloignent, même en absence de nourriture. Cette expérience montre que les animaux ont été capables d'intégrer les informations apprises à des moments différents. Ces résultats sont en faveur d'une représentation explicite et donc d'une cognition.

### 2.3. La communication, une évidence de pensée ?

G. Woodruff et D. Premack [103, 164] ont étudié en 1979 la capacité du *chimpanzé* à communiquer volontairement dans une situation où il pouvait coopérer ou rivaliser avec un être humain pour obtenir de la nourriture.

#### 2.3.1. Protocole de l'expérience

En présence du *chimpanzé*, de la nourriture est cachée dans un récipient, parmi deux identiques. Les récipients sont placés dans une pièce où l'animal ne peut pas se rendre (séparation par un grillage), les récipients restant visibles. Le *chimpanzé* a la possibilité de transmettre à un partenaire humain (qui ignore dans quel récipient se trouve la nourriture) l'information de la localisation du récipient contenant la nourriture.

Le *chimpanzé* est confronté à deux types de partenaires. L'un est amical et coopératif et, lorsqu'il trouve la nourriture dont la localisation lui a été fournie par le *chimpanzé*, il la partage avec ce dernier. L'autre partenaire est en revanche en compétition avec le *singe* car, lorsqu'il trouve la nourriture, il la garde pour lui.

#### 2.3.2. Résultats

Dès le début de l'expérience, le partenaire amical est en mesure de décoder le comportement du *chimpanzé* pour faire un choix correct : le *singe* se rend près du grillage, passe un pied ou une main à travers celui-ci et regarde alternativement le partenaire et le récipient intéressant; ces gestes ont une fonction de pointage.

Le partenaire en compétition avec le *singe* reçoit au début de l'expérience les mêmes informations que le partenaire amical, mais après quelques essais, le message que lui fait parvenir l'animal devient moins lisible. Le pointage disparaît du répertoire de l'animal et les performances du partenaire deviennent comparables à une recherche au hasard.

Pour compléter cette expérience, les chercheurs ont inversé les rôles : le partenaire humain transmet des informations au *chimpanzé* (le partenaire amical indique toujours le bon récipient, le compétiteur indique toujours le mauvais). Les *chimpanzés* sont en mesure de distinguer les situations où l'information est correcte de celles où elle est trompeuse (le *chimpanzé* ne retourne pas le récipient indiqué par le compétiteur mais l'autre, où il pense que se trouve réellement la nourriture).

### 2.3.3. Interprétation des résultats

Dans un système de coopération, les échanges sont réciproques et complets. Dans un système de compétition, l'animal se montre capable de modifier son comportement communicatif en refusant de fournir l'information et vice-versa. Cette expérience montre que le *chimpanzé* a été capable de manifester ses intentions en fonction du contexte. Il s'agit d'une manifestation de la pensée [103, 164].

Au bilan, on peut considérer que l'animal possède une pensée opérationnelle lui permettant, par une représentation explicite, d'évaluer le contexte dans lequel il se trouve, ce qui le conduit à adapter ses actions.

Le terme « pensée » demeure un terme assez flou, de multiples définitions peuvent être proposées pour le qualifier. Celles-ci peuvent être scientifiques, pratiques ou philosophiques. En ce qui concerne l'animal, n'y a-t-il pas amalgame entre pensée et intelligence ? Suivant cette hypothèse, démontrer que l'animal est capable d'intelligence confirmerait le fait qu'il soit capable de penser.

## II. UNE INTELLIGENCE ANIMALE

Si un animal et un homme peuvent tous deux faire preuve d'intelligence, peut-on dire qu'ils manifestent la même intelligence et qu'il n'existe alors qu'une forme d'intelligence ? En fait, il est admis qu'il y aurait deux formes d'intelligence : l'intelligence conceptuelle et logique de l'homme, et l'intelligence pratique manifestée par l'homme et les animaux.

Pendant longtemps, les philosophes et les psychologues n'ont connu d'autre forme d'intelligence que l'intelligence conceptuelle et logique de l'homme, s'exerçant grâce au langage. Cette intelligence peut être définie comme une application et une adaptation de notions abstraites et générales aux choses et aux événements : l'homme adulte, en présence d'une situation qui lui pose un problème, fait appel à son pouvoir conceptuel, à ses principes, aux méthodes qu'il a apprises et met tout cela en œuvre dans des raisonnements.

Puisque l'intelligence conceptuelle et logique était la seule connue, les philosophes et les psychologues pensaient que les animaux n'avaient d'autre activité mentale que l'activité instinctive. Mais depuis le début du XX<sup>ème</sup> siècle, l'intelligence pratique est envisagée. Elle concerne l'homme (jeune ou adulte) et certains animaux. Elle n'est pas caractérisée comme l'intelligence conceptuelle et logique par une adaptation de notions abstraites à des faits, mais par une adaptation intelligente des mouvements et des actions aux formes des objets et aux événements extérieurs. Cette intelligence pratique, dite également sensori-motrice, ne concerne que le concret [62, 166].

### A. Caractères généraux des actes intelligents

On oppose les actes intelligents aux actes instinctifs.

#### 1. Actes instinctifs

##### 1.1. *Réflexes, tropismes et « sensibilité différentielle »*

La définition la plus communément admise de l'instinct est celle d'une activité préformée et automatique chez l'animal, qui se manifeste en réponse à certaines excitations de son milieu ; activité qui dépend par conséquent de dispositions natives et spécifiques chez cet animal et qui n'est le résultat d'aucun dressage ou apprentissage préalable (inné). Les comportements qui répondent à cette définition sont les réflexes, les tropismes et les réactions de la « sensibilité différentielle » [166].

L'acte réflexe est un phénomène automatique inconscient, qui échappe totalement à la volonté et qui se traduit, au niveau d'un centre nerveux, par la transformation d'une excitation sensitive centripète en une réponse motrice centrifuge. Cette réponse est stéréotypée et prédéterminée [153]. Le traitement de l'information au niveau médullaire est le mode de traitement le plus court et le plus rapide de l'information sensorielle.

Le tropisme définit, d'après Loeb (1889) [62, 166], des réactions d'orientation et de locomotion produites par l'action d'agents physiques. De telles réactions sont des réponses motrices de l'animal entier, réponses mécaniques. Ces tropismes sont dits positifs s'ils dirigent l'animal vers la source stimulante, et négatifs s'ils l'en éloignent. Nous pouvons citer

à titre d'exemple le phototropisme, attraction de l'animal par des sources lumineuses, observé notamment chez de nombreux insectes.

Les réactions de la « sensibilité différentielle » sont dues à des changements plus ou moins brusques des conditions du milieu. Elles sont adaptatives. Telles sont les réactions aux changements de température dans le milieu : piloérection, recherche d'un abri...

## 1.2. Comportements instinctifs élaborés [62, 166]

La conduite instinctive dépend de facteurs internes et externes. Les facteurs internes, ou « motivationnels », consistent en stimuli sensoriels internes, en phénomènes endocriniens et en « facteurs nerveux intrinsèques centraux ». Les stimuli externes ne jouent qu'en fonction de ces données internes, ils ont donc comme action de sensibiliser l'animal à l'égard des stimulations extérieures, de mobiliser certaines réponses et de produire une certaine fonction de persévérance. Ainsi les répulsions et les impulsions (ou besoins) sont également des actes instinctifs. Nous pouvons citer comme exemples la faim ou le besoin sexuel; dans ces cas, les réactions dépendent plus de la force du besoin que de l'intensité de l'excitation sensorielle.

Les tendances spécifiques (ou « instincts-tendances ») sont le résultat du rapport qui s'établit naturellement, dans la perception, entre la tendance et l'objet capable de la satisfaire. Par exemple, on observera fréquemment un *chien* préférant dormir sur une couverture moelleuse qu'à même le sol. Il ne cherchera pas la couverture s'il ne la voit pas, mais si elle est présente (notion de perception), il préférera s'étendre dessus que sur le sol nu.

La dernière classe d'actes instinctifs est les « instincts-savoir-faire ». Ils se présentent comme des déroulements d'actes, parfois très compliqués, toujours très spéciaux, qui ont lieu immuablement dans le même ordre, la production de l'un semblant déclencher celle de l'autre ; ils se manifestent chez tous les individus d'une même espèce, à certaines périodes de leur vie, et réalisent des fins que ces animaux semblent ignorer. Ainsi les alvéoles des ruches des *abeilles* ont des formes régulières, les *scarabées sacrés* (*Scarabaeus sacer*) réalisent des « boules de bouse de vache » de forme et de consistance toujours similaire (dure à l'extérieure, molle à l'intérieur), etc.

L'instinct est donc une activité innée, spécifique, immuable, spéciale et aveugle.

## 2. Actes intelligents

Ce qui différencie le plus généralement les actes intelligents des actes entièrement dictés par les instincts, c'est la précision de leur adaptation aux conditions changeantes du milieu, aux situations inaccoutumées, aux exigences nouvelles : l'individu invente une conduite nouvelle pour une situation nouvelle [76, 166].

Afin d'étudier les comportements intelligents des animaux, il est classique de les placer dans des situations nouvelles pour eux. Donnons l'exemple d'une *poule* affamée placée dans une enceinte en grillage, ouverte d'un côté, au travers duquel elle aperçoit un tas de grains. La *poule* fait des va-et-vient continuels dans l'enceinte du grillage jusqu'à ce que, par

hasard, elle trouve l'ouverture et fasse le tour du grillage. Ce comportement ne peut pas être qualifié d'intelligent. Par contre, si un *chien* (ou un *rat*) affamé est placé dans une situation analogue, il contourne immédiatement le grillage pour se diriger vers la nourriture. Il comprend donc la situation dans laquelle il se trouve en saisissant des relations spatiales entre sa position, celle de la nourriture et la forme du grillage interposé ; il invente une solution en envisageant des mouvements susceptibles de la mettre en possession de la nourriture qu'il convoite et vérifie que sa solution est bonne en accomplissant l'acte.

Un autre exemple est fourni par l'expérience réalisée par W. Köhler [103]. Le scientifique fournit à un *chimpanzé* deux tiges de bambou dont aucune n'est assez longue pour atteindre un fruit placé en-dehors de la cage. Cependant, ces deux tiges peuvent s'emboîter pour former une tige plus longue. Après de nombreuses tentatives manquées pour atteindre le fruit avec une des deux tiges trop courtes, le *chimpanzé* abandonne, joue avec les deux tiges et, par hasard, les réunit en mettant le bout étroit de l'une dans le bout creux de l'autre. Il utilise immédiatement ce nouvel outil pour capter le fruit. Köhler interprète ceci comme un exemple de comportement intelligent dû à l'insight (la découverte soudaine de la solution d'un problème).

Selon Köhler [62, 166], la soudaineté de la découverte de la solution au problème et la généralisation de la solution caractérisent l'intelligence des singes supérieurs. L'animal intelligent trouve d'un coup la solution, le plus souvent après divers tâtonnements, mais ces essais ne sont pas faits au hasard, ils sont, au contraire, dirigés et corrigés les uns par les autres en fonction des erreurs réalisées. Un examen de la situation est effectué par l'animal et la solution une fois découverte pourra être employée dans des cas similaires.

## B. Mise en évidence d'une intelligence animale

L'observation des animaux montre qu'il existe différents degrés d'intelligence au sein du règne animal. Ainsi les *castors* construisent des digues et des buttes dans des cours d'eau en utilisant des branches qu'ils coupent avec leurs dents et dont ils ajustent la longueur, ils adaptent également leurs digues à la nature du cours d'eau sur lequel il s'établissent et si nécessaire construisent des systèmes d'écluses pour alimenter leur bassin et maintenir un niveau d'eau constant. Le *renard* (*Vulpes*) parvient à reconnaître et à éviter les pièges même si ces derniers sont dissimulés, voire à dévorer l'appât sans que le piège soit déclenché. Mais l'observation ne peut pas seule dégager les caractères essentiels de l'intelligence animale.

Afin de mettre en évidence une intelligence chez les animaux, divers tests ou problèmes convenablement choisis, sont proposés. Ces tests permettent d'évaluer l'intelligence d'un animal et de classer les animaux en fonction de leur niveau d'intelligence. Köhler [62, 166] a élaboré, pour étudier les niveaux et les caractéristiques de l'intelligence des animaux, quatre types de problèmes classés par ordre de difficulté croissante.

### 1. Les tests élaborés par Köhler

#### 1.1. Les problèmes de détour

Le principe est de disposer un obstacle entre la nourriture et l'animal, de manière à ce que celui-ci soit obligé de faire un détour pour parvenir à la nourriture (détour de locomotion).



Une autre possibilité de ce test est d'attacher l'appât, inaccessible directement pour l'animal, à une ficelle qu'il puisse tirer à lui (détour de préhension).

### **1.2. Les problèmes d'éloignement des obstacles**

Ce sont les problèmes inverses des précédents, qui consistent pour l'animal à écarter un obstacle empêchant d'atteindre la nourriture.

### **1.3. Les problèmes d'utilisation d'instruments**

De la nourriture est placée hors de portée de l'animal mais des objets (bâtons, planches, caisses...) pouvant servir d'instruments pour attirer la nourriture sont laissés à disposition.

Les problèmes d'utilisation d'instruments peuvent être combinés avec des problèmes de détour, ce sont les problèmes de détour avec instrument. Une caisse ouverte par le haut et par un côté, sorte de tiroir contenant l'appât, est placée devant la cage. Un bâton est laissé à la disposition de l'animal. Ce dernier, pour s'emparer de l'appât, doit d'abord le repousser pour le faire sortir de la caisse et ensuite le ramener à lui en le faisant prendre une direction vers la droite ou vers la gauche.

### **1.4. Les problèmes de préparation d'instruments**

L'animal est obligé de préparer lui-même ses instruments car aucun des objets laissés à sa disposition n'est apte à l'usage demandé. Ces épreuves consistent à entasser des caisses pour construire un échafaudage d'une hauteur suffisante, vider une caisse des pierres qu'elle contient pour pouvoir la transporter sous l'appât suspendu trop haut, enfiler des bambous l'un dans l'autre pour obtenir une tige de longueur convenable...

## **2. Autres tests [102]**

### **2.1. Test des ficelles : Hartlow et Settlage, 1934**

Dans ce test, l'animal doit choisir parmi plusieurs ficelles celle à laquelle est attaché un objet. La difficulté varie suivant que les ficelles sont parallèles ou se croisent de diverses manières.

### **2.2. Test des labyrinthes**

Les rats et les singes se montrent particulièrement habiles lors de ce genre d'exercices.

### **2.3. Tests de discrimination d'objets**

Il s'agit de problèmes d'inversion, problèmes de détection de la différence, problèmes d'inférence transitive (ordonner des objets par taille croissante ou décroissante)... Ces tests sont réalisés en parallèle chez de jeunes humains (six ans environ) et chez des Primates.

## **3. Les limites de ces tests [102]**

Différents pièges sont à éviter lors de l'élaboration et de la réalisation de ces tests d'intelligence. Le premier obstacle est l'anthropomorphisme, qui pourrait aboutir à une surévaluation des capacités réelles d'un animal.

Le second écueil consiste à passer à côté du trait d'intelligence recherché faute d'un test adapté.

La complexité des expériences auxquelles sont soumis les animaux et le système de récompense alimentaire en cas de bonne réponse, n'induisent-ils pas une forme d'intelligence artificielle et expérimentale ?

## C. Les formes d'intelligence animale

### 1. L'apprentissage

Thorndike étudie l'acquisition des solutions d'une grande variété de problèmes mécaniques dans des situations contrôlables et reproductibles, et met ainsi en évidence différents niveaux de capacité, classées selon leur degré de complexité croissante. Thorpe [30] regroupe certains de ces niveaux de capacité et réduit les mécanismes à l'origine de ces différentes capacités au nombre de cinq : l'habituation, le conditionnement, l'apprentissage par essais et erreurs, l'apprentissage latent, et la compréhension soudaine, ou apprentissage perceptif.

#### 1.1. Les cinq mécanismes d'apprentissage

##### 1.1.1. L'habituation [30, 91, 99, 103]

L'habituation est considérée comme la forme la plus simple de l'apprentissage. Elle est définie comme une diminution relativement permanente d'une réponse instinctive ou innée à la suite de la présentation répétée d'un stimulus, non suivie de renforcement, le renforcement étant soit une récompense soit une punition. Il s'agit d'un processus naturel grâce auquel un animal apprend à ignorer un stimulus.

Pour illustrer le phénomène d'habituation, prenons l'exemple d'un animal dont les propriétaires logent près d'une voie de chemin de fer. Le bruit engendré par le passage du train entraîne initialement une réaction de crainte chez l'animal, mais l'animal s'habitue peu à peu jusqu'à ce qu'il ne réagisse plus du tout au stimulus.

##### 1.1.2. Le conditionnement

Le conditionnement est défini comme l'association d'un comportement ou d'une activité physiologique avec un stimulus de l'environnement qui initialement était neutre, c'est-à-dire sans signification [30, 103].

Pavlov a étudié le conditionnement chez le *chien*. Le *chien* salive à la vue de la nourriture. Si une sonnerie précède systématiquement le repas, rapidement le *chien* se met à saliver en entendant la sonnerie : il a fait l'association entre la sonnerie et le repas et émet alors l'activité physiologique adéquate pour le repas, la salivation [30, 99, 103].

Il existe deux types de conditionnement. Le conditionnement classique (dit pavlovien) correspond aux situations de connexion entre un stimulus et un événement biologique significatif. L'autre catégorie de conditionnement, le conditionnement instrumental, caractérise les associations entre un comportement de l'animal et un événement en découlant ; c'est le cas par exemple, de l'appui sur un levier provoquant la distribution d'une récompense [30, 91, 99, 103].

### 1.1.3. L'apprentissage par essais et erreurs

Thorpe [30] donne la définition de l'apprentissage par essais et erreurs suivante : « développement d'une association faisant suite au renforcement intervenu au cours du comportement d'appétence, entre un stimulus ou une condition de stimulation et une action motrice indépendante ». Ce type d'apprentissage est expérimenté avec les labyrinthes, les discriminations entre les formes...

### 1.1.4. L'apprentissage latent

Des *rats* sont placés dans un labyrinthe sans recevoir de récompense à la fin du parcours, le nombre d'erreurs qu'ils commettent diminue moins rapidement que celui des *rats* récompensés. Si on distribue une récompense en fin de parcours aux *rats* initialement non récompensés, leurs performances s'améliorent très rapidement jusqu'à atteindre un niveau identique à ceux des animaux récompensés depuis le début du test. Les *rats* non récompensés avaient donc dû apprendre mais leur apprentissage ne s'est manifesté qu'une fois activé par la récompense, on parle d'apprentissage latent [30].

### 1.1.5. L'apprentissage par compréhension soudaine

Cet apprentissage s'oppose à l'apprentissage par essais et erreurs. Dans le cas de l'apprentissage par compréhension soudaine, l'individu a une perception directe et intuitive de la situation, ce qui lui permet de parvenir à la bonne solution sans passer par les étapes de consolidation progressive des associations entre stimuli et réponses [30, 103, 166]. Dans ce cadre s'inscrit l'expérience de Köhler.

## 1.2. L'apprentissage, révélateur de l'intelligence animale : exemple de l'apprentissage d'un « langage » à un singe

D. Premack (1976) [102, 123, 164] a appris à une femelle *chimpanzé*, nommée Sarah, « à lire et à écrire » en lui faisant manipuler sur un tableau magnétique de petits objets en matière plastique munis d'un aimant et représentant des mots. Les formes ne ressemblaient pas du tout aux choses auxquelles elles faisaient référence. Par exemple, un carré jaune représentait le mot « rouge ».

Dans un premier temps, Sarah a appris à choisir les trois pièces de plastique correspondant à trois qualificatifs qui s'appliquaient à une pomme placée devant elle : « rouge », « rond » et « muni d'une queue ».

Dans un second temps, elle a appris à associer non plus l'objet, mais le mot « pomme » symbolisé par une pièce de couleur bleue et de forme triangulaire, différente des pièces représentant « rouge », « rond » et « munie d'une queue ».

Dans un troisième temps, la présentation de la pièce de couleur bleue et de forme triangulaire a conduit Sarah à fournir une description correcte de la pomme en sélectionnant les trois symboles correspondant à « rouge », « rond » et « muni d'une queue ».

Cette performance témoigne de la capacité de l'anthropoïde à se représenter les propriétés physiques d'un objet, à partir d'un signal non seulement arbitraire, mais surtout présentant des caractéristiques physiques contradictoires. Le *chimpanzé* a donc été capable d'associer un substitut arbitraire à un objet et, en plus, d'associer deux substituts entre eux.

## 2. Les outils

### 2.1. La définition de l'outil

Une définition de l'outil est proposée par B. Beck [164] en 1980. Pour pouvoir être qualifié d'outil, un objet doit être doté, par les actions qui sont exercées sur lui, de trois caractéristiques majeures :

- L'objet doit être détaché de son substrat et se trouver à l'extérieur du corps de celui qui l'utilise.
- L'utilisateur doit tenir ou porter l'objet-outil au moment de l'utiliser ou juste avant et doit l'orienter correctement par rapport au but.
- La mise en œuvre d'un outil doit comporter un changement dans la forme, dans la position ou dans la condition d'un autre organisme ou de l'utilisateur lui-même.

La manufacture de l'outil est conçue comme toute modification d'un objet par un utilisateur (ou un congénère) pour en faire un outil plus efficace.

### 2.2. Quelques cas d'usage d'outils

Des cas d'usage d'outil sont observés chez les Vertébrés mais également chez les Invertébrés.

#### 2.2.1. Usage d'outil chez les Invertébrés : exemple de la guêpe solitaire

Les *guêpes solitaires d'Amérique du Nord* ont été étudiées par G. et E. Peckham (1898) [164]. Les femelles de cette espèce créent des terriers tubulaires qu'elles remplissent de proies capturées et destinées à nourrir les larves. Les proies sont recouvertes de terre et de cailloux. Après avoir déposé un œuf et fermé définitivement le terrier, la femelle saisit une pierre entre ses mandibules et, grâce à elle, tasse la terre ; ainsi l'entrée du terrier est correctement obstruée.

#### 2.2.2. Usage d'outil chez les Vertébrés

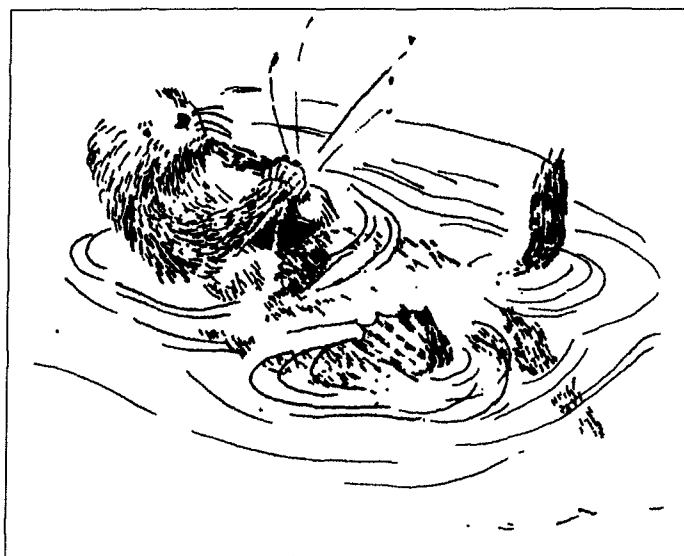
##### 2.2.2.1. Usage d'outil chez les Oiseaux : exemple du pinson pic des Galápagos

Le *pinson des Galápagos*, étudié dès 1919 par E. Gifford [102, 164], utilise des brindilles ou des épines de cactus de 10 à 20 centimètres de longueur pour explorer les orifices des arbres et en déloger les insectes qui y nichent. L'oiseau empale l'insecte avec la brindille qu'il tient dans son bec puis retire l'ensemble du trou, ou bien il fait bouger la brindille dans l'orifice, provoquant ainsi la sortie de l'insecte. Une fois l'insecte extériorisé, le *pinson* maintient la brindille entre ses pattes et dévore sa proie.

### 2.2.2.2. Usage d'outil chez les Mammifères : exemple de la loutre de mer

La loutre de mer (*Enhydra lutris*), étudiée par K. Hall et G. B. Schaller (1964) [164], se nourrit de moules et de coquillages. Pour les ouvrir, elle utilise des pierres qu'elle ramasse au fond de l'eau et remonte à la surface. La loutre se retourne sur le dos, place la pierre sur son poitrail et frappe à plusieurs reprises le mollusque pour le briser (Figure 23).

Figure 23 : Usage d'une pierre par la loutre de mer. D'après Vauclair [164].



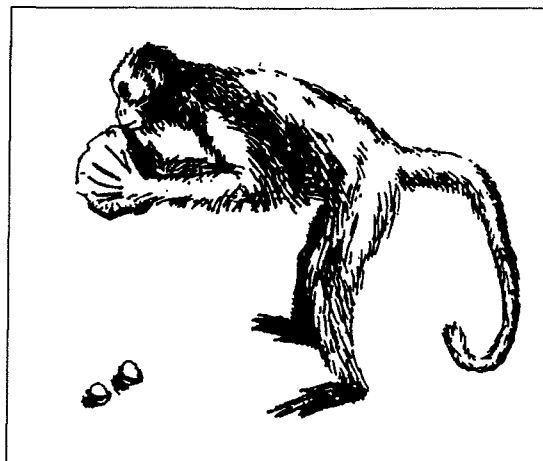
### 2.2.2.3. Usage d'outils chez les Mammifères : exemple des primates

Les cas d'usage d'outils chez les *primates* sont très nombreux. Ils ont été décrits chez dix-sept espèces différentes. La variété des contextes dans lesquels l'usage d'outils a été observé permet de distinguer les primates des autres animaux.

Les *chimpanzés* font preuve d'une grande dextérité dans le maniement de l'outil. Ainsi, le *chimpanzé* introduit fréquemment des objets lors de séquences d'intimidation entre mâles : il secoue violemment des racines, des branches ou tout autre objet disponible. Il jette également des bâtons ou des pierres sur les intrus (autres singes, prédateurs, scientifiques...).

Les *chimpanzés* utilisent couramment des objets pour se procurer de la nourriture (Figure 24) : pour rechercher des termites, le singe prépare un bâton jusqu'à ce qu'il soit lisse et de diamètre assez fin pour pouvoir être introduit dans la termitière et être retiré avec des termites accrochés à ce dernier [18, 102, 164]. Les noix sont cassées à l'aide de pierres : une pierre plate est placée sous la noix en guise « d'enclume », et une autre pierre sert de « marteau » pour frapper la noix. La grande résistance des noix oblige les *chimpanzés* à choisir les pierres les plus dures et à les transporter jusqu'aux pieds des arbres qui portent les noix. Ces *singes* choisissent leurs pierres de façon à ce que le trajet soit le plus court possible. Le *chimpanzé* est donc capable de mesurer des distances et de les comparer entre elles [164] [18].

Figure 24 : Usage d'outils chez les Primates. D'après Vauclair [164].



### 2.2.3. Les fonctions des outils chez l'animal

B. B. Beck (1980) [164] constate que les *primates* utilisent beaucoup plus fréquemment les outils que les autres espèces animales. Il dégage quatre fonctions de l'outil :

- prolonger la distance de préhension ou de saisie d'un objet
- amplifier la force mécanique appliquée à l'environnement (cassage des noix, des coquilles...)
- incorporation d'objets dans les contextes sociaux (le plus souvent pour renforcer une manifestation agressive)
- contrôler l'accès à des fluides (utilisation de feuilles pour récupérer de l'eau)

Seuls les *primates* utilisent les quatre fonctions de l'outil.

La plupart des usages d'outils fait appel à des représentations. Ces représentations sont spatiales et temporelles puisque la réalisation de l'objectif à atteindre est souvent différée dans le temps et que le but peut être invisible au début de la séquence comportementale.

## 3. La conscience

La conscience est définie comme « sentiment, intuition plus ou moins précise que l'être humain a de ses états et de ses actes », ou bien encore « connaissance immédiate de la réalité du monde extérieur ». R. Ferrando [60] estime qu'il est erroné d'estimer que ceci ne s'applique qu'à l'homme. Le psychologue canadien D. Hebb a introduit plusieurs critères d'un comportement conscient : un degré croissant d'autonomie vis-à-vis des stimuli et des situations extérieures, rendant de moins en moins prévisibles ses initiatives comportementales et impliquant de plus en plus d'opérations entrant dans le cadre des processus de « mise en attente » (l'animal stocke des informations dont il se servira plus tard) ; le fait que l'animal s'intéresse à un nombre croissant d'objets ; l'existence d'actes intentionnels, qui évoque non seulement un comportement intelligent mais également une attitude d'anticipation [25].

### 3.1. La conscience du monde extérieur

Le phénomène des tremblements de terre pressenti par les animaux est un exemple de conscience du monde extérieur de la part de l'animal. En effet, lors du tsunami de 2004 en Asie, nombreux sont les témoins ayant décrit la fuite des poissons vers le large bien avant

l'arrivée de la vague géante sur la plage. On pense qu'ils sentent les vibrations du mouvement terrestre qui ont lieu avant l'arrivée de la vague [138].

Selon les Guyomarc'h [60], la privation du chant du *coq* au sein d'une batterie retarderait de 10 jours le début de la ponte ; la proximité du mâle a peut-être une action sécurisante.

### 3.2. La conscience de soi

G. G. Gallup (1970) a réalisé des expériences sur la reconnaissance dans le miroir par le *chimpanzé*. Lorsque l'on place un chimpanzé devant un miroir, il se conduit comme s'il était en face d'un congénère en produisant divers signaux sociaux (gestes, vocalisations). Puis, après un certain temps, le *chimpanzé* examine les différentes parties de son corps qui sont inaccessibles à l'examen visuel direct. Si on dessine une tache rouge sur le front d'un chimpanzé ayant une longue expérience du miroir alors qu'il est anesthésié, le *chimpanzé*, une fois éveillé, effectue une intense exploration de la tache devant le miroir. D. R. Griffin interprète ces expériences comme la démonstration que les *chimpanzés* ont une conscience d'eux-mêmes. H. Kummer considère plutôt qu'il s'agit d'une capacité du *chimpanzé* à se représenter son propre corps ou son apparence physique [25, 99, 103, 164].

Il est important de noter que ces expériences ne sont réalisables qu'avec les *chimpanzés* et les *orangs-outans*, il n'y a pas de test adapté à toutes les espèces animales ce qui laisse la question d'une conscience de soi chez les animaux en suspend.

D. Gossin (1995) [75, 149] a également réalisé des expériences avec des miroirs mais les animaux étudiés étaient des *chevaux*. L'animal ne peut voir que l'image du miroir et en aucun cas la réalité. D. Gossin écrit les conclusions suivantes après avoir obtenu 83,4% de réponses exactes sur 200 sollicitations:

- le *cheval* est capable de distinguer si une gaule s'apprête à lui toucher l'oreille gauche ou l'oreille droite en abaissant vivement l'oreille concernée pour éviter l'attouchement. Il reconnaît donc qu'il s'agit de son propre corps, localise dans l'espace réel à la fois une partie de son corps (oreille) et l'objet qui s'en approche, ceci indique un bon niveau d'appréciation spatio-temporelle.

- le *cheval* distingue dans un miroir un petit objet comestible d'un objet de la même taille qui ne l'est pas

- le *cheval* est capable de distinguer si l'on tend l'objet comestible du côté du miroir ou à l'opposé, se détournant du miroir le long duquel il est arrêté pour aller saisir l'objet du côté opposé avec précision ; donc inversant son geste par rapport à l'image visible pour aller vers l'objet réel non visible. Si le miroir est voilé, l'animal ne se détourne pas.

D. Gossin déduit de ces expériences que le cheval possède une conscience de lui-même et du monde qui l'entoure.

### 3.3. La conscience des autres

Il existe chez les animaux une organisation sociale impliquant l'existence d'un sens de la hiérarchie et la conscience de la respecter. Ainsi le chef d'une meute est toujours respecté : dans une meute de *loups*, par exemple, le chef mange en premier, voire vole son repas dans la gueule de ses congénères sans que ces derniers l'en empêchent. Ce respect peut ne plus exister dans le cas où le chef de meute devient tyrannique ; ainsi, dans les laboratoires où les chats vivent en groupe, il a déjà été observé des « révoltes » contre le chef qui tend à exagérer son autorité, ceci pouvant mener le groupe parfois à le tuer [60, 99, 149].

Pageat [60, 103] a étudié les interactions d'états dépressifs entre l'animal de compagnie et ses maîtres. Des études menées sur ces relations nous poussent à admettre que les animaux familiers partagent le plus souvent les émotions de leurs maîtres. Ainsi quarante pour cent des chiens dont les propriétaires sont déprimés le sont également. Nombreux sont les témoignages rapportant que suite au décès de son maître un animal de compagnie (*chien, chat, perroquet...*) s'est laissé mourir de faim et de soif. L'animal a conscience de l'événement et celui-ci modifie profondément son comportement.

L'exemple des *chiens guides* de personnes non-voyantes tend à démontrer l'existence d'une conscience animale renforcée par l'éducation. Plusieurs anecdotes ont été relatées illustrant cette affirmation. « Un *chien* menait un aveugle le long d'une route bordée d'un fossé. Brusquement il se retourne, se jette de toute sa force sur son maître, déboule avec lui dans le fossé et se couche sur lui. L'aveugle complètement ahuri n'était pas encore revenu de sa stupéfaction, qu'il était relevé et entouré de passants émerveillés. Ce qu'ils avaient vu était à peine croyable. Alors que deux voitures allaient se croiser sur la chaussée, une troisième voulu doubler. Malgré un coup de frein désespéré, elle se dirigeait tout droit dans la direction de l'aveugle. La voiture était folle, l'accident était inévitable. Le *chien* a vu ce qui arrivait. Il a, en une fraction de seconde, trouvé la seule solution possible. Il aurait pu fuir. Non, il a pensé d'abord à son maître et comment il pouvait le sauver du danger » [60]. L'animal aurait donc la possibilité de constater, raisonner et agir rapidement. Il aurait conscience de sa responsabilité vis-à-vis de son maître.

Il convient cependant d'éviter les biais de l'anthropomorphisme.

## 4. La mémoire

### 4.1. Une mémoire chez les animaux

Il semble incontestable que les animaux possèdent une mémoire. En effet, sans mémoire, pour chaque individu, le monde devrait être recréé à chaque instant, aucune leçon ne serait retenue et il faudrait sans cesse réapprendre les mêmes choses ; or un *chien* retient les ordres que son maître lui enseigne, un *rat* est capable de retrouver sans hésiter la sortie d'un labyrinthe qu'il a déjà parcouru, il est possible d'apprendre à un *escargot* à ne pas sortir ses cornes, à des *dauphins* à sauter à travers des cerceaux... [75, 90] Il a été constaté qu'un animal traumatisé lors d'un exercice hésitera ou refusera de le réitérer ultérieurement, ceci traduit une mémoire que l'on pourrait appeler affective [75, 81]. Les *oies sauvages* réalisent toujours les mêmes trajets de migration ; les *oies sauvages* les plus jeunes apprennent à mémoriser ces trajets en accompagnant les oies plus âgées lors de leurs voyages, ces animaux se créent ainsi de véritables cartes mentales de trajets [98].

### 4.2. Rappel et reconnaissance

En psychologie, une distinction est proposée pour différencier les modalités de récupération de l'information en mémoire, à savoir l'opposition entre reconnaissance et rappel [164]. Dans l'activité de rappel, il n'y a pas de contact perceptif direct entre le stimulus et le sujet ; ce dernier doit faire un effort de recherche et décider ensuite si l'information retrouvée est bien celle qui était recherchée. Dans le cas de la reconnaissance, les stimuli sont présents au moment où le sujet donne sa réponse ; le sujet doit identifier le stimulus perçu précédemment.



De nombreux de travaux de reconnaissance ont été réalisés sur les animaux : reconnaissance de la voix du maître par son animal de compagnie, reconnaissance de formes, d'odeurs, des lieux... En ce qui concerne les travaux de rappel sur les animaux, nous pouvons citer les travaux de reproduction de configurations visuelles chez le *chimpanzé*, réalisés par J. Vauclair, H. A. Rollins et R. D. Nadler [164]. Les stimuli sont constitués de cellules munies chacune d'un contact électrique, qui s'allument sur un cadre comportant vingt-cinq cellules. L'allumage simultané de deux à cinq cellules sur le cadre définit une configuration. Celle-ci est présentée brièvement puis éteinte. Après un moment, l'animal peut reproduire la configuration en pressant le contact au centre de chaque cellule. Seules les cellules correctement reproduites s'allument alors. Toutes les actions du *chimpanzés* sont enregistrées (réponses exactes, erreurs, ordre des reproductions, temps de réponse entre les différents contacts...). Les *chimpanzés* parviennent à reproduire les configurations avec précision. D'autres études ont permis de montrer que les *chimpanzés* mémorisent la forme elle-même et non des positions fixes (des cellules isolées) puisqu'ils sont capables de représenter cette forme avec une rotation de 45° plus rapidement que la première fois qu'ils l'ont rencontrée.

## 5. La logique est-elle le propre de l'homme ?

Nous avons dit précédemment que la seule intelligence qui existait dans le règne animal est l'intelligence pratique, la capacité d'abstraction étant le propre de l'homme qui possède le langage. Cependant, en 2002, Joël Fagot [98], chercheur au CNRS, déclare que « des animaux partagent avec nous [les hommes] des formes de raisonnement que nous avons décuplées grâce au langage ». Ce chercheur étudie les capacités d'apprentissage et de raisonnement des *primates*. Il a réalisé l'expérience suivante : à l'extérieur de la cage, face au *babouin*, un ordinateur affiche des séries de seize objets (soleil, visage, téléphone...). Les objets sont tantôt tous identiques, tantôt tous différents. Chaque essai se déroule en deux étapes ; l'ordinateur affiche seize objets (identiques ou différents), puis cette série disparaît, et après quelques secondes apparaissent simultanément deux séries, l'une représentant des objets identiques et l'autre des objets différents. Il faut noter que les objets de ces deux nouvelles séries ne sont pas les mêmes que lors de la présentation de la série unique. Le *babouin* doit sélectionner la série qui présente la même caractéristique que celle présentée auparavant (objets identiques ou objets différents). A l'issue de plus de 7000 essais, deux *babouins* sont parvenus à s'acquitter de cette tâche. Ces deux *babouins* ont démontré leur capacité à prendre en compte la relation symbolique qui unit ou différencie les objets, c'est-à-dire leur sens de l'abstraction. On pourrait supposer qu'il s'agit en fait de dressage, mais Joël Fagot soutient que l'expérience n'aurait pas été réussie en l'absence complète de cette aptitude chez le *babouin*.

## D. Notion d'intelligence collective

### 1. L'intelligence collective dans les colonies d'insectes

Les performances collectives des insectes sociaux sont remarquables. Les sociétés de *fourmis*, de *guêpes* ou de *termites* sont capables de bâtir des nids aux structures complexes tout en adaptant ces architectures aux conditions environnementales. Elles sont également en mesure d'améliorer l'efficacité de leurs parties de chasse en recrutant plus ou moins de

participants. Pourtant un seul de ces insectes, isolé, est incapable de bâtir un nid, même petit, à lui seul. J. L. Deneubourg [86, 152], en 1977, découvre que dans les sociétés d'insectes des configurations globales cohérentes, spécifiques de l'espèce, résultent non seulement des communications entre les individus, mais également des interactions entre les insectes et leur environnement.

Une des techniques fréquemment utilisées par les *fourmis* est le recrutement de masse. Lorsqu'un individu découvre une source de nourriture, il informe ses congénères de sa découverte en déposant sur le sol une marque chimique transitoire, des phéromones, alors qu'il retourne vers la colonie. Cette piste est suivie par les autres individus qui déposent également leurs phéromones et renforcent ainsi le message initial, ainsi la collecte de nourriture est optimisée.

Des études ont été réalisées sur la résolution de problèmes par les colonies d'insectes. Les colonies convergent vers une solution adaptée au problème alors que chaque individu ne sait pas résoudre seul le problème, il s'agit d'une « intelligence en essaim » [152] : capacité d'un groupe d'agents dont les règles de comportement sont assez simples (du type « Si... alors... »), fondées sur des informations locales, dispersées dans leur environnement, et qui coordonnent leurs activités afin de réaliser une tâche globale complexe. Les types de problèmes pouvant ainsi être résolus ont tous en commun une forte composante spatiale et des situations où intervient l'aléatoire.

## 2. L'intelligence collective chez les mammifères

Les *singes* sont capables de résoudre des problèmes complexes grâce à des interactions entre les uns et les autres au sein d'une société. Les *singes* échangent les informations perçues et leurs découvertes, ils apprennent les uns des autres en s'imitant ; le *chimpanzé* est même capable de comprendre que l'individu à ses côtés a fait une erreur et ne pas la reproduire [76, 99, 164].

Les *loups* chassent en meute, et toute la meute participe à la chasse. Le plus souvent, les loups cherchent à cerner leur proie en formant un cercle autour d'elle. Chaque *loup* a un poste, mais ce poste peut changer d'une chasse sur l'autre, seul le poste de meneur est conservé au cours des chasses par le même *loup*. Le comportement du meneur, influence celui des autres chasseurs. Le cercle formé par les *loups* se resserre progressivement, de cette façon, la proie ne sait pas par où s'enfuir et se retrouve prise au piège. Cette technique de chasse traduit une réelle intelligence sociale.

En conclusion, l'intelligence animale est un fait reconnu par les scientifiques. Il existe différents degrés d'intelligence en fonction des classes, des familles, des espèces animales, mais les animaux peuvent faire preuve d'intelligence.

Köhler [62, 166] dégage quatre caractères de l'intelligence animale.

1<sup>er</sup> caractère : Chez les animaux, la compréhension de la situation et l'intervention des solutions nouvelles sont essentiellement des procédés intuitifs. Il s'agit d'une réorganisation intuitive du champ de la perception. Ainsi, le *chien* qui résout facilement le problème du détour de locomotion, aperçoit des relations spatiales entre la position, la forme du grillage et l'emplacement de la nourriture, qui sont telles que la solution du problème lui semble évidente.

2<sup>ème</sup> caractère : Afin que l'animal soit capable de résoudre un problème, il faut, le plus souvent, que tous les éléments soient présents dans le champ de perception, qu'ils soient vus ensemble. Ainsi Köhler a observé que si la baguette permettant d'atteindre la nourriture n'était pas visible par le *chimpanzé* en regardant dans la direction de la nourriture (et inversement, que si la nourriture n'était pas visible en regardant dans la direction de la baguette), l'emploi de l'instrument est nettement retardé, voire inexistant. Le *singe* ne pense pas à chercher l'instrument.

3<sup>ème</sup> caractère : Les animaux résolvent d'autant plus facilement les problèmes que leurs activités instinctives ou habituelles les y prédisposent. Les problèmes les plus difficiles sont ceux qui s'opposent à l'instinct. Par exemple, tirer à un appât à soi est plus facile que l'éloigner de soi ; donc si la solution d'un problème consiste à éloigner l'appât pour pouvoir ensuite le ramener vers soi, l'animal peut s'avérer en grande difficulté pour le résoudre.

4<sup>ème</sup> caractère : L'animal utilise d'abord son corps (en particulier ses membres) avant d'utiliser des instruments. Ce n'est le plus souvent qu'après plusieurs essais infructueux faits avec ses membres que l'animal décide de se servir d'un objet pour parvenir à ses fins. L'instrument matériel se substitue plus ou moins rapidement et plus ou moins complètement à l'organe.

La chasse en meute des *loups* est le reflet d'une intelligence sociale, mais comment expliquer que chaque individu sache exactement comment réagir pendant la chasse, où se placer alors que ses partenaires (notamment le meneur) ne sont pas toujours visibles, ni audibles, la chasse se déroulant silencieusement pour assurer l'effet de surprise? Peut-on considérer que cette technique de chasse puisse être aussi parfaitement coordonnée sans nécessiter de communication entre les protagonistes lors de son déroulement, ou doit-on considérer qu'il existe une communication entre les individus que nous n'avons pas encore abordée et qui pourrait être utilisée notamment lors d'une scène de chasse en meute?

### III. LA TELEPATHIE : UNE HYPOTHESE ENVISAGEABLE ?

#### A. Expériences : communication extrasensorielle entre un être vivant et un ordinateur

##### 1. Communication homme-ordinateur

Une équipe de chercheurs de l'université de Tübingen en Allemagne, dirigée par N. Birbaumer [126], a mis au point, en 1999, un procédé afin de restaurer une communication chez des malades aux fonctions cérébrales intactes mais incapables de parler, de bouger, du fait d'une lésion irrémédiable du système nerveux central.

En exerçant un contrôle sur certaines ondes émises par leur cerveau, des personnes paralysées et muettes peuvent, par l'intermédiaire d'électrodes reliant le sommet de leur crâne à un ordinateur, faire apparaître des lettres sur l'écran de l'ordinateur sans toucher au clavier. Ces personnes peuvent ainsi s'exprimer à nouveau et lutter contre le syndrome de l'enfermement.

Les ondes « utiles » que le patient doit apprendre à contrôler sont les ondes lentes ou Slow Cortical Potentials (SCP), émises par le cerveau. Ces ondes ont été découvertes dans les années 70 grâce à l'invention de l'électroencéphalographe mesurant les potentiels électriques présents à la surface du cortex cérébral. Les ondes indiquent le niveau d'excitabilité de l'aire corticale. Elles peuvent être mesurées et enregistrées avec une précision de l'ordre de la milliseconde, en phase avec la vitesse de transmission synaptique. Contrairement aux autres ondes émises par le cerveau, les SCP sont présentes chez tous les individus et ne nécessitent pas une précision très importante lors de la pose des électrodes. Cependant le contrôle des SCP nécessite un délai d'apprentissage.

##### 2. Communication animal-ordinateur

J. Chapin a conduit chez le *rat* des expériences similaires.

Des *rats* sont habitués à obtenir leur eau de boisson en appuyant avec une patte sur un levier. Ce levier actionne un bras robotisé qui verse l'eau. Durant l'apprentissage, l'activité électrique des neurones pilotant l'action « appuyer sur le levier » est enregistrée par des électrodes implantées dans le cerveau des rongeurs et reliées à un ordinateur. Lorsque les *rats* ébauchent le mouvement d'appui sur le levier, le signal neuronal émis est reconnu par l'ordinateur, qui déclenche alors le bras robot.

Puis, en quelques jours, les rats n'ébauchent même plus le mouvement, se contentant de le « penser » pour obtenir leur eau de boisson [126].

Ces expériences de communication extrasensorielles entre des êtres vivants et des ordinateurs montrent que hommes et animaux sont capables de penser et que le cerveau émet des ondes lors de la pensée. Ces ondes émises ne restent pas cantonnées au cerveau mais peuvent être captées à la surface du crâne. Ces ondes peuvent également être dirigées.

Toutes ces découvertes ne sont pas une preuve de l'existence de la télépathie, mais elles permettent de soulever une question : si des ondes sont émises et peuvent être captées à la surface du crâne, ne pouvons-nous pas envisager qu'elles puissent être émises à plus grande distance, moyennant peut-être une canalisation ou une augmentation de la quantité de ces ondes ? Et si ces ondes peuvent être émises à grande distance, ne peut-on pas envisager qu'il existe des « récepteurs » permettant à un individu de récupérer ces ondes et de traiter les informations contenues dans ces dernières ? Ces ondes ne permettraient-elles pas alors à deux êtres vivants de communiquer ?

## B. Communication extrasensorielle entre deux êtres vivants

### 1. Des observations

#### 1.1. Des phénomènes troublants dans les rapports humains

La littérature abonde en exemples de communication extrasensorielle entre êtres humains. Nombreux sont les récits relatant qu'un individu a ressenti la mort de son compagnon, d'un ami ou d'un membre de sa famille, comme si la personne, avant de décéder, envoyait un dernier message à ses proches.

Les faits les plus troublants rapportés concernent les jumeaux. Certains parents relatent avoir observé que, même séparés, les enfants jumeaux réalisent les mêmes choses aux mêmes moments. Un exemple courant rapporté concerne le comportement similaire des deux jumeaux au moment du coucher dans des chambres séparées. Ces derniers commencent par jouer dans leurs lits, puis, au bout d'un temps dont la durée varie d'un jour à l'autre, se déshabillent entièrement tous deux au même moment. L'entourage a fréquemment le sentiment qu'il existe un langage propre aux deux enfants, imperceptible par les autres membres de la famille.

Lorsque les jumeaux grandissent, un autre phénomène étonnant est relaté : l'empathie. En effet, lorsqu'un des jumeaux se trouve affecté par une maladie ou un traumatisme, l'autre jumeau a toutes les chances d'être également atteint, et ce, même lorsque les jumeaux sont séparés et ignorent tout de leurs situations réciproques [54, 128].

Certaines femmes ayant accouché depuis peu relatent savoir lorsque leurs bébés ont besoin d'elles en ressentant une baisse soudaine de leur production de lait. Cette baisse de production coïnciderait avec un besoin réel par l'enfant de sa mère, comme lors d'une chute ou d'un accident ménager. D'autres jeunes mères disent se réveiller la nuit juste avant que leurs bébés les appellent [137].

#### 1.2. Des phénomènes troublants avec les animaux

##### 1.2.1. Les relations homme-animal

Parmi les propriétaires d'animaux de compagnie plus de 40% des propriétaires de *chiens* et 10% des propriétaires de *chats* pensent que leur animal est doté de capacités télépathiques [23, 139, 145]. L'exemple le plus fréquemment cité est la capacité de l'animal à

pressentir que son propriétaire est sur le chemin du retour vers le foyer. La plupart de ces animaux manifesteraient une réaction entre cinq et dix minutes avant le franchissement de la porte par le propriétaire [135, 136, 141]. Ces animaux seraient également capables de détecter que leurs propriétaires vont sortir de la maison avant même qu'ils aient fait un mouvement en ce sens [23, 139, 145].

De même, il semblerait que les *chiens* suivent les humeurs de leurs propriétaires [101]. Ainsi, un propriétaire cyclothymique verrait l'attitude de son *chien* changer au rythme de son propre comportement.

Les enquêtes réalisées par R. Sheldrake [23, 139, 145] montrent, selon l'auteur, qu'un animal est capable de répondre à des ordres pensés en l'absence de tout autre mode de communication. Ces enquêtes montrent également que les propriétaires pensent avoir des relations télépathiques avec leur animal.

### 1.2.2. Les relations entre les animaux

Au sein du règne animal, certains faits restent encore inexplicables. Ainsi, les *loups* sont capables de chasser en meute et de changer de stratégie de chasse à tout moment de façon très coordonnée, comme si chacun savait où il doit se placer selon un plan pré-établi.

Les *poissons se déplaçant en bancs* et les *petits oiseaux volant en groupe* sont capables de changements soudains et coordonnés de direction lors de menace d'un prédateur. Cette coordination parfaite n'a pas encore trouvé d'explication [44].

Dans une île japonaise, quelques *femelles primates* avaient appris à éplucher les patates douces. Cette technique s'est généralisée, non seulement à toute la communauté animale de l'île, mais également à celle des îles avoisinantes. Les auteurs posent la question « comment ? », puisqu'il n'existait aucune possibilité de passage d'île en île, et parlent de « saut quantique », c'est-à-dire évoquent une transmission extrasensorielle [44].

Mais ces récits rapportés, bien que troublants, ne suffisent pas à déterminer si oui ou non la télépathie est l'explication de ces phénomènes. Des expériences sont menées par des centres scientifiques étudiant la parapsychologie, afin de découvrir si la télépathie existe, et si oui, quel en est le mécanisme.

## 2. Expériences « scientifiques » portant sur la télépathie

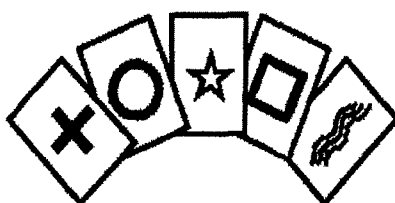
Des laboratoires étudiant la parapsychologie, discipline comprenant entre autres la télépathie, existent dans de nombreux pays en Europe, Amérique du Nord, Amérique du Sud, Océanie et Asie. Actuellement, la recherche dite « psi » est essentiellement expérimentale. Les programmes militaires ont été abandonnés (le projet Stargate a pris fin en 1995), principalement en raison de restrictions budgétaires. En France, les études sont très ponctuelles et les publications sur la parapsychologie scientifique relativement peu fréquentes [32].

## 2.1. Expériences ayant pour but de mettre en évidence une communication extrasensorielle entre êtres humains

### 2.1.1. Utilisation des cartes de Zener [41, 44, 84, 85, 128, 160, 171]

Dès ses débuts, la recherche psychique portant sur la télépathie s'est dotée d'outils tels que les jeux de cartes de Zener ou cartes d'ESP. Il s'agit d'un jeu composé de 25 cartes représentant cinq sortes de figures géométriques simples : un carré, un cercle, une étoile à cinq branches, une croix et trois vagues.

Figure 25 : Les cartes de Zener. D'après J.B. Rhine [84].



#### 2.1.1.1. Protocole expérimental

L'expérience met en jeu deux personnes, l'une l'« émetteur » (ou « agent ») et l'autre, le « récepteur » (ou « percipient »). L'émetteur tire au hasard une carte parmi les vingt-cinq. Il note sur une feuille le symbole figurant sur le recto, puis la regarde attentivement, en essayant de créer une projection mentale du symbole de la carte, comme s'il voulait « l'envoyer » au récepteur. Le percipient ne peut voir ni la carte piochée ni l'émetteur. Il se concentre et note sur la feuille de papier mise à sa disposition le symbole qu'il pense avoir reçu. Émetteur et récepteur ont synchronisé leurs montres au début de l'expérience et une minute est accordée pour chaque essai. L'émetteur replace la carte parmi les vingt-quatre autres et bat l'ensemble du jeu. Le test se poursuit jusqu'au vingt-cinquième tirage. A la fin du test, les feuilles de l'émetteur et du récepteur sont comparées et les succès comptés.

Le hasard seul donne un taux de réussite inférieur ou égal à vingt pour cent, soit approximativement cinq cartes reconnues sur vingt-cinq.

#### 2.1.1.2. Les variantes de l'expérience

Trois variantes de ce test sont réalisées par J. B. Rhine ainsi que par d'autres auteurs :

- Dans la première variante, l'émetteur et le percipient sont en contact visuel uniquement, un panneau cachant le bas du visage et le buste.
- Dans une seconde variante, l'émetteur et le percipient ne sont plus en contact par aucune des cinq modalités sensorielles habituelles. Le percipient dispose d'un modèle des cinq figures sur lequel il peut se concentrer dans un ordre inconnu de l'émetteur.
- Une troisième variante ne permet aucun contact entre l'agent et le percipient par aucune des cinq modalités sensorielles habituelles. Le récepteur ne dispose plus d'aucun modèle des cinq figures du jeu de Zener.

Pour compliquer l'épreuve, les symboles sont uniformément colorés à l'aide de différentes couleurs et le percipient doit découvrir le symbole situé sur la carte piochée par l'émetteur ainsi que sa couleur.

## Conclusion

900 000 tests ont été réalisés dans l'étude de J.B. Rhine [41, 44]. L'analyse statistique des résultats réalisés sur trois ans conduit l'auteur à noter des différences en fonction du couple émetteur-récepteur ; pour certains couples, les résultats obtenus ne peuvent être rapportés au hasard (moyenne de 9,9 cartes découvertes sur 25 au lieu de 5 sur 25 pour le hasard). Il conclue que ces expériences sont en faveur d'une communication télépathique.

### 2.1.2. Utilisation d'images

Dans les années quarante, de nombreux scientifiques étudiant la parapsychologie ne sont pas satisfaits des méthodes employées par J. B. Rhine. Ils considèrent que la procédure répétitive de choix forcé, dans laquelle un sujet parvient à choisir le bon symbole parmi des figures imposées, ne permet pas de comprendre les conditions qui caractérisent la télépathie. Des expériences à réponse libre sont alors inventées et mises en application dans différentes conditions de conscience du récepteur (éveil ou sommeil) [50, 80].

#### 2.1.2.1. Les expériences de R. Warcollier

Dans ces expériences, l'émetteur réalise un dessin, sur un sujet de son propre choix, et « l'envoie mentalement » au percipient ; émetteur et récepteur pouvant être séparés par une grande distance. Le récepteur dessine alors les images qu'il reçoit. Les deux dessins sont comparés à la fin de l'expérience [44, 50].

Selon R. Warcollier [50], des coïncidences probantes sont observées entre les deux dessins. Il remarque que, sans entraînement préalable de la part des protagonistes, 20% de coïncidences étaient observées, et que plus de 50% de coïncidences pouvaient être observées après un entraînement.

R. Warcollier met en évidence des déstructurations et des interprétations des messages par le récepteur. Par exemple, le dessin d'un dromadaire couché se transforme en une forme agenouillée. L'apparence est la même mais l'objet du dessin est modifié.

#### 2.1.2.2. Le « Ganzfeld » [41, 43, 56, 80, 161]

Dans ce protocole, le récepteur est placé dans une pièce isolée acoustiquement. Sa vision et son audition sont bloquées afin de créer un environnement homogène (« Ganzfeld » signifie « champ total »). L'émetteur est placé dans une autre pièce. Un seul stimulus visuel sert de cible pour la transmission. Tandis que l'émetteur se concentre sur la cible, le récepteur décrit oralement et en continu les images qu'il perçoit. En règle générale, l'expérience dure une trentaine de minutes. A la fin de l'expérience, le percipient doit retrouver le stimulus reçu parmi les 4 cibles qui lui sont présentées.

L'analyse des résultats de 42 études publiées de 1974 à 1980 par C. Honorton conduisent l'auteur à conclure que les résultats obtenus pour les tests du « Ganzfeld » ne peuvent être attribués au hasard.

Par ailleurs, en 1986, Honorton améliore le test du Ganzfeld en introduisant le contrôle par un ordinateur du protocole expérimental et en utilisant des clips vidéo comme uniques stimuli (cette variante est nommée « auto-Ganzfeld »). L'ordinateur dispose d'un pool de quatre-vingts stimuli. Il choisit la cible et contrôle ses présentations répétées à l'émetteur durant tout le temps de l'expérience. C'est également lui qui désigne quels seront les stimuli présentés au récepteur à la fin de la période de « Ganzfeld ». Tous les stimuli sont projetés sur



des écrans, le percipient ne peut donc pas deviner quelle est la cible en observant un nombre élevé d'empreintes digitales sur cette dernière. L'expérimentateur découvre en même temps que le percipient quels sont les stimuli choisis par l'ordinateur, il ne peut donc pas influencer le choix du percipient. La procédure est ainsi sécurisée.

100 hommes et 140 femmes participent en tant que récepteurs dans 354 essais. 8 expérimentateurs différents, dont Honorton, conduisent les études. Au bilan, pour 2 expérimentateurs, les résultats obtenus sont proches de ceux qui auraient été obtenus par le hasard. Les résultats des 6 autres expérimentateurs peuvent être considérés comme statistiquement positifs.

Au vu de ces résultats statistiques, de nombreuses études sont menées par la technique de l'« auto-Ganzfeld ». Les scientifiques cherchent notamment à savoir quelles cibles sont les plus facilement transmises (les clips vidéo donneraient de meilleurs scores que les images fixes) et quelles sont les classes sociales ayant le plus d'aptitudes à la télépathie. Une étude menée par Schiltz et Honorton en 1990 avec des étudiants de la faculté d'art Julliard de New York laisse supposer que les artistes auraient des facultés de télépathie très développées. Les musiciens auraient réalisé les meilleurs scores avec 75% de réussite.

Ces expériences semblent apporter des résultats en faveur de la possibilité d'une communication télépathique entre êtres humains mais elles sont inapplicables aux animaux. Des expériences ont donc été réalisées afin de découvrir si les animaux peuvent avoir ou non des capacités télépathiques.

## ***2.2. Expériences ayant pour but de mettre en évidence une communication extrasensorielle mettant en scène des animaux***

Si d'éventuelles capacités parapsychiques ont été évoquées chez l'animal, très peu d'expériences ont été réalisées pour tenter de les mettre en évidence.

### ***2.2.1.1. Une communication extrasensorielle entre un être humain et un animal***

#### ***a. Un chien capable de pressentir le retour de son maître ?***

45% à 52% des propriétaires de chien, selon une enquête réalisée aux Etats-Unis et en Angleterre par Rupert Sheldrake [23, 139, 141, 145], affirment que leur animal sait à l'avance quand un des membres de la famille rentre à la maison. En général, il est relaté que le *chien* se poste devant la porte d'entrée, le portail ou une fenêtre.

Sheldrake, dès 1994, s'est intéressé à ce comportement. Il a retenu plusieurs hypothèses afin d'expliquer ce phénomène :

- 1) le *chien* peut entendre ou sentir l'odeur de son maître alors qu'il approche.
- 2) le *chien* réagit à des horaires routiniers de retour.

- 3) le *chien* réagit à de subtils signaux émis par les autres membres de la famille, ces derniers connaissant l'heure de retour de la personne.
- 4) l'animal se poste régulièrement à la place où il attend son maître, mais les autres membres de la famille n'y prêtent attention qu'à l'approche de l'heure d'arrivée de la personne.
- 5) le *chien* est capable de télépathie.

Afin de confirmer ou d'infirmer ces hypothèses, il faut que le *chien* réagisse au moins dix minutes à l'avance, le propriétaire de l'animal doit rentrer à des heures inhabituelles, les autres membres de la famille ne doivent pas être informés de l'heure de retour de la personne, le comportement du *chien* au cours de la journée doit être filmé et le temps enregistré. Dans ce contexte, Sheldrake réalise cette expérience avec Jaytee, *chien appartenant à P. Smart*.

Lors de ces expériences, lorsque Smart quitte son *chien*, elle le confie soit à ses parents, soit à sa sœur, ou encore elle le laisse seul dans l'appartement. Smart effectue une distance d'au moins 7 km. Elle note où elle va, l'heure à laquelle elle décide de rentrer, la durée du trajet et le moyen de transport qu'elle emprunte (avec sa propre voiture, en taxis, en bus, en bicyclette...). Durant l'absence de Smart, les allées et venues de Jaytee à la fenêtre, lieu où Jaytee attend habituellement sa propriétaire, sont filmées en continu. La caméra est munie d'un film d'une durée de quatre heures et l'heure est enregistrée sur la bande. Smart met en marche la caméra lorsqu'elle part et l'éteint à son retour. La durée de la bande étant de quatre heures, les absences de Smart ne peuvent excéder cette durée.

Les vidéos sont analysées par deux personnes extérieures à l'expérience (méthode dite en aveugle). Ces personnes notent les heures exactes où Jaytee est à la fenêtre et son comportement (aboie après un chat, dort au soleil, regarde par la fenêtre sans raison apparente...). Afin de faire une table de données, deux méthodes sont utilisées. Dans la première méthode, toutes les visites de Jaytee à la fenêtre sont prises en compte. Dans une seconde méthode, les visites semblant n'avoir aucun lien avec le retour de Smart (passage d'un chat à l'extérieur par exemple) sont exclues. Ces tables de données sont également réalisées en aveugle.

**En conclusion, l'ensemble des résultats montre que, quelque soit le lieu, Jaytee est bien plus fréquemment à la fenêtre lorsque P. Smart est sur le chemin du retour.**

Sheldrake reprend chacune des hypothèses proposées afin d'expliquer le comportement de Jaytee et tente de les confirmer ou de les infirmer.

1) entendre un véhicule familier. Jaytee manifeste souvent un comportement d'anticipation lors de la période de pré-retour, alors que Smart n'est pas encore monté dans sa voiture. Il manifeste également ce comportement lorsque Smart est à au moins 7 kilomètres de la maison, il ne peut donc pas entendre le bruit du moteur de la voiture. Il manifeste également un comportement d'anticipation lorsque Smart se déplace dans un autre véhicule que le sien.

2) la routine. Les expériences ont été réalisées à des heures de retour aléatoires à différents moments de la journée. Le comportement de Jaytee ne peut donc pas être relié à une habitude. La fréquence des venues de Jaytee à la fenêtre augmente avec la durée d'absence de sa propriétaire. Les analyses statistiques montrent que les attentes de Jaytee à la fenêtre sont à relier au retour de sa propriétaire et non à la durée de son absence.

3) capter des signaux émis par les autres membres de la famille. Les parents et la sœur de Smart ne sont pas avertis de son heure de retour, ils ne peuvent donc pas « avertir » le *chien*. On peut supposer qu'ils puissent deviner quand rentrera Smart, et que cela puisse suffire à « alerter » Jaytee. Cependant, cela n'explique pas que Jaytee manifeste un comportement d'anticipation alors qu'il est seul.

4) la mémoire sélective des autres membres de la famille. Les enregistrements vidéo permettent d'objectiver toutes les venues de Jaytee à la fenêtre. Ces enregistrements sont analysés avec une méthode dite « en aveugle » par des personnes extérieures à l'expérience. Il n'y a donc pas de rapport sélectif des données.

5) une télépathie possible. Jaytee semble détecter l'intention de sa propriétaire de rentrer à la maison puisqu'aucune des hypothèses précédentes ne l'explique. Peut-être répond-il à ses intentions ou à ses pensées télépathiquement [141, 147].

Afin de confirmer que le comportement d'anticipation observé avec Jaytee n'est pas un cas unique, Sheldrake répète l'étude avec un autre *chien*, **Kane et sa propriétaire, S. Hamlett**. Il réalise 10 expériences. Les analyses statistiques montrent de manière significative que Kane passe plus de temps à la fenêtre lorsque sa propriétaire est sur le chemin du retour. Cependant, une différence est notée en ce qui concerne la réactivité de Jaytee et Kane. Jaytee prend position précocement, avant même que sa propriétaire soit sur le chemin du retour.

Pour Sheldrake, ces deux exemples permettent de mettre en évidence l'hypothèse de l'existence d'une communication télépathique [136].

### b. *Un perroquet télépathe ?*

Durant les années 80, les scientifiques ont admis que les *perroquets* avaient la capacité de mimer des mots appartenant au langage humain, sans pour autant reconnaître que ces animaux soient en mesure d'en comprendre le sens. I. Pepperberg a montré dans les années 90 qu'un *perroquet*, nommé Alex, était capable d'acquérir un vocabulaire de plus de 200 mots tout en comprenant leurs significations.

A. Morgana apprend le langage parlé à son *perroquet Gris du Gabon*, **N'kisi**, par association d'idées. En 2002, ce dernier est capable de formuler plus de 7 000 phrases. Après cinq années de formation, A. Morgana se rend compte que N'kisi formule des phrases correspondant aux pensées ou aux intentions de sa propriétaire. Sheldrake [140] décide de tester les capacités de ce *perroquet* afin de savoir s'il est vraiment doté de capacités télépathiques par le test des cartes de Zener.

Une personne extérieure à l'expérience choisit 167 cartes sur lesquelles figurent des images dont les noms font partie du vocabulaire de N'kisi. 19 mots clés sont retenus pour décrire les images, plusieurs mots clé peuvent parfois correspondre à une même image. Chacune des images est placée dans une enveloppe sellée et numérotée.

Durant l'expérience, N'kisi est laissé dans sa cage, seul dans l'appartement, tandis que sa propriétaire se trouve dans un autre appartement situé à plusieurs étages. Le *perroquet* et sa propriétaire sont tous deux filmés en permanence grâce à deux caméras synchronisées dont l'heure est codée, et les mots prononcés par N'kisi sont enregistrés par un magnétophone.

Au total , 150 images ont été retenues. Pour chaque image, il est accordé 2 minutes pendant lesquelles A. Morgana se concentre afin de transmettre une information à N'kisi. Trois personnes différentes et indépendantes analysent les mots prononcés par le *perroquet*.

Selon Sheldrake [140], l'analyse statistique montre que les résultats positifs ne peuvent rapportés au seul fait du hasard. **Pour Sheldrake cette expérience confirme la possibilité d'une communication télépathique.**

Ces expériences rapportées sont en faveur d'une communication extrasensorielle entre un animal et son propriétaire. Ces expériences font toujours intervenir un être humain en tant que percipient. On peut donc supposer que l'être humain est capable d'envoyer des messages télépathiques et que l'animal est capable de les réceptionner. Cependant ces expériences ne renseignent pas sur les capacités d'un animal à émettre télépathiquement. En effet, aucune expérience n'a été réalisée dans laquelle l'animal serait l'émetteur et l'être humain le percipient ; or pour qu'il puisse y avoir communication télépathique entre deux animaux, il faut qu'un animal émette un message télépathique et que l'autre capte le message émis.

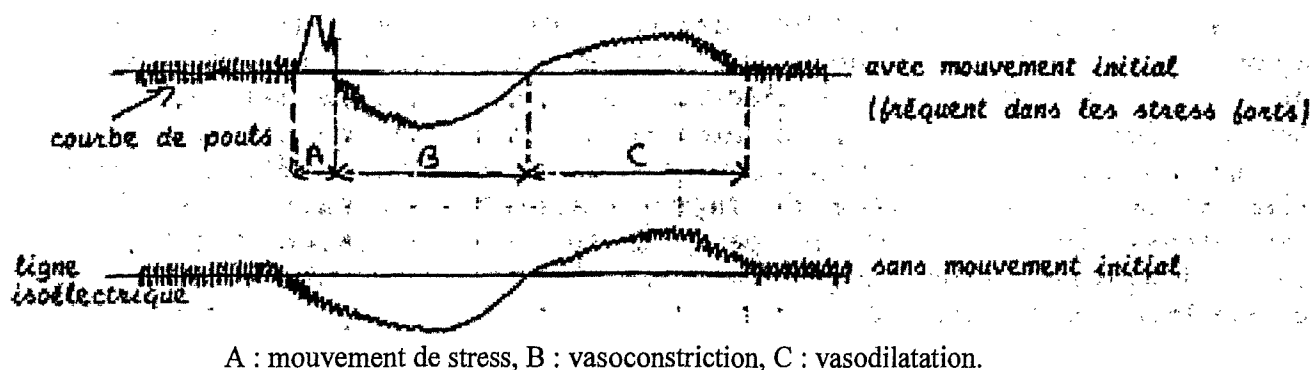
### 2.2.1.2. Une communication extrasensorielle entre deux animaux

Nous pouvons retenir les études réalisées par B. Thouvenin [156] impliquant la transmission télépathique d'un état de stress dans un modèle *lapin*.

Dans un premier temps, l'auteur a défini les marqueurs d'un stress dans l'espèce cunicole en utilisant la méthode de photopléthysmographie. Cette méthode permet d'étudier sur une seule courbe d'enregistrement à la fois la vasomotricité périphérique, le rythme cardiaque, les mouvements et même parfois le rythme respiratoire, tous éléments très importants pour l'étude du stress d'un homme ou d'un animal. Elle est basée sur la corrélation entre les variations d'irrigation sanguine d'un tissu et les variations de son opacité par transillumination, mesurées par cellule photoélectrique. Cette méthode est applicable chez l'homme au doigt et au lobule de l'oreille. Pour le *lapin*, cette méthode est utilisée en plaçant le capteur sur l'oreille rasée de cet animal, ce qui permet un enregistrement souple et non traumatisant, permettant d'éviter une contention trop stricte du *lapin*.

Chez un sujet au repos, le photopléthysmogramme donne une onde de pouls très stable et caractérise avec précision l'irrigation sanguine au niveau de l'oreille et les variations de pression artérielle. En fait, le *lapin*, même dans un lieu calme, est sujet à des émotions d'apparence spontanée se traduisant par des réactions de stress assez fréquentes, les mêmes que celles que l'on peut provoquer avec un stimulus (bruit de sonnette par exemple). Pour mieux analyser le stress du *lapin*, ce dernier est étudié en cage d'isolement sensoriel comportant aussi une cage de Faraday afin d'éliminer les perturbations extérieures. L'avantage des cages est également de pouvoir provoquer un stress par la présence d'une sonnette à pile à l'intérieur de la cage, le bruit de celle-ci constituant un stimulus d'intensité sensiblement constante.

Figure 26 : Enregistrement de deux stress caractéristiques par le photoplétysmographe.  
D'après Thouvenin [156].



Au bilan, chez le *lapin*, les éléments constants repérables d'un stress sont :

- une déflexion vers le bas de la courbe de pouls (partie B de la courbe),
- suivie d'un aplatissement de la courbe du pouls (partie B de la courbe),
- le tout observable dans une réaction d'une durée globale au moins égale à 6 secondes.

Cette durée minimale est théorique, et correspond à la durée en dessous de laquelle il est très difficile de distinguer une réaction de stress des mouvements divers et du "bruit de fond" de la courbe. La durée globale des stress est variable en moyenne de 16 secondes.

L'auteur apprécie quantitativement la force des stress et déduit de cette étude que le stress est d'autant plus fort :

- que sa durée globale est plus longue,
- que la déflexion maximum vers le bas (vasoconstriction) est plus grande,
- que la pente de cette déflexion est plus grande (en millimètres/seconde),
- que le délai d'obtention de la déflexion maximum est plus court,
- que l'aplatissement de la courbe du pouls lu sur la ligne isoélectrique est plus marqué,
- qu'il existe un mouvement initial important (déflexion initiale vers le haut).

Par ailleurs, la réaction démarre de plus en plus lentement après le stimulus lorsque l'on répète celui-ci un grand nombre de fois, avec un délai de réaction qui passe de 1/4 seconde pour les premiers stimuli à plus d'une seconde pour les derniers.

La bradycardie réflexe diminue aussi avec la répétition, mais elle n'est pas observable de façon constante, en particulier dans les stress forts car on ne peut la mesurer de façon précise en cas d'aplatissement important de la courbe de pouls ou d'irrégularité de celle-ci.

En période de stress, un autre stimulus ne donne que rarement une réaction caractéristique, sauf lorsqu'il survient dans la zone de vasodilatation, lorsque la courbe de pouls a refranchi la ligne isoélectrique et récupère une amplitude suffisante. Il y a donc une période d'insensibilité variable avec les stress.

Après quatre ans d'études, Thouvenin conclut, malgré les difficultés d'interprétation et le petit nombre d'animaux, qu'un lien "télépathique" peut exister entre deux *lapins* de la même portée, ayant toujours vécu ensemble, et se traduisant par une correspondance à moins de 5 secondes près de certaines réactions physiologiques caractéristiques du stress.

Selon Thouvenin, l'hypothèse que cette correspondance soit due à des perturbations extérieures communes semble infirmée par le fait que les résultats sont aussi bons dans la

série avec cage d'isolation que dans la série où les *lapins* sont seulement à distance, et surtout que les stress provoqués donnent des résultats encore meilleurs que les stress spontanés.

En conclusion, sans fournir une réponse catégorique, les résultats des études réalisées tant chez l'homme que chez l'animal montrent l'existence d'un phénomène pouvant être qualifié de télépathie. Cette opinion est cependant non partagée et la télépathie reste un sujet de controverses.

## C. La télépathie : un débat

Les adversaires du fait télépathique utilisent comme arguments :

### 1. Les limites des expériences en parapsychologie

#### 1.1. Utilisation des statistiques [31]

La validité des résultats repose le plus souvent sur l'utilisation des statistiques, afin d'éliminer l'hypothèse d'une coïncidence et l'intervention du seul hasard. Cependant, cet outil est appliqué à de petits effectifs, ce qui peut conduire à des difficultés d'interprétation.

#### 1.2. L'effet expérimentateur [41, 128, 171, 172]

L'effet expérimentateur, en psychologie, est défini comme la réponse des sujets aux besoins et aux souhaits de l'expérimentateur, ou aux facteurs de la situation expérimentale, autres que ceux auxquels l'expérimentateur leur a demandé ouvertement de répondre. La condition nécessaire au déclenchement de tels effets est que les sujets estiment que l'expérimentateur et/ou les spectateurs portent sur eux un jugement de valeur, c'est-à-dire une comparaison de leurs performances par rapport à autrui, et dont le mécanisme fondamental est l'implication personnelle (Zajonc, Desportes). En psychologie, l'effet expérimentateur est expliqué par le fait que le sujet est guidé par une perception subtile d'indices (ton de la voix, postures, gestes...) qui sont non intentionnellement fournis par l'expérimentateur. Ces informations sont communiquées par les sens. En parapsychologie, on considère également que l'effet expérimentateur existe, mais dans ce cas les informations peuvent être involontairement communiquées par les sens ou par télépathie.

A partir des années 60, afin de prouver l'existence de cet effet expérimentateur en parapsychologie, plusieurs expériences ont été réalisées, dans lesquelles l'expérimentateur ne cherche pas à influencer le résultat des tests volontairement, et d'autres dans lesquelles l'expérimentateur cherche volontairement à influencer le résultat des tests en essayant d'utiliser la télépathie. Toutes ces expériences ont conclu à l'existence d'un effet expérimentateur lors des expériences de parapsychologie. Il est supposé que l'information est transmise involontairement par télépathie. Selon certains auteurs, le rôle de l'expérimentateur doit être pris en compte lors de la publication de résultats d'expériences en parapsychologie.

On peut également considérer que l'expérimentateur n'est pas la seule personne à pouvoir influencer le résultat d'une expérience, d'autres participants au test (l'observateur, l'agent, le contrôleur, le sélectionneur de données...) peuvent tout à fait exercer ce rôle.

### **1.3. L'effet mouton-chèvre [7, 31, 160]**

Dans les années 60, Gertrude Schmeidler, professeur de psychologie à la City University de New York, donne un questionnaire à ses étudiants pour déterminer leur position vis-à-vis des phénomènes psi : elle appelle « moutons » (sheep), ceux qui croient au psi, et « chèvres » (goats) ceux qui n'y croient pas (du moins dans les conditions du test). Après le questionnaire, elle fait passer à ces étudiants un test psi classique avec les cartes de Zenner, dans lequel ils doivent essayer de deviner les cartes-cible les unes après les autres. Puis Schmeidler compare les résultats du test avec les réponses au questionnaire. Conclusion remarquable: le groupe des « moutons » a réussi de manière significative, tandis que dans celui des « chèvres » les résultats s'inscrivent au-dessous de la ligne de base du hasard. La différence dans les résultats entre les « croyants au psi » et les « non-croyants » montre un processus, appelé depuis « effet mouton-chèvre » : que les sujets croient ou non à la télépathie influence les résultats des tests. Il y aurait donc des patterns particuliers dans les scores des sujets qui sont liés à leur état psychologique, à leur motivation ou à leur manque d'intérêt.

Ce phénomène est confirmé par beaucoup d'autres chercheurs. Une méta-analyse par Lawrence montre clairement cet effet : dans 73 expérimentations conduites par 37 investigateurs différents, ceux qui croient au psi obtiennent en moyenne des résultats plus élevés que ceux qui n'y croient pas.

Ces études signifient donc qu'un individu septique a moins de chance de succès lors des tests de télépathie qu'un individu croyant à la télépathie. Des études ultérieures montrent également que l'on peut considérer que la capacité télépathique d'un individu peut varier en fonction de son humeur, de son état d'esprit.

### **1.4. La reproductibilité des expériences et répétabilité des résultats [41, 171]**

Un des critères pour qu'une expérience soit validée de façon scientifique est la répétabilité des résultats. Or, comme nous l'avons précédemment vu, les résultats étant dépendants de l'état d'esprit des sujets, il est difficile d'obtenir exactement les mêmes conditions que lors d'une précédente expérience.

D'après R. A. White, il est faux de penser qu'il est impossible de répéter un état subjectif. Il faudrait trouver un protocole permettant aux sujets de se retrouver toujours dans le même état subjectif. En science physique, si certaines conditions objectives sont respectées, on peut prévoir le résultat qui va en découler. Selon l'auteur, en parapsychologie, on peut également envisager de prévoir les résultats d'une expérience de télépathie si les conditions à respecter sont subjectives.

Une expérience scientifique doit être reproductible. Les méthodes employées en parapsychologie sont correctement décrites et tout à fait reproductibles. Cependant, comme nous l'avons précédemment décrit, un changement d'expérimentateur peut être à l'origine d'un changement de résultat. Ceci est une entrave importante à la validation des expériences de parapsychologie comme scientifiques, il faudrait là encore changer les conditions à remplir, de conditions objectives en conditions subjectives.

## 2. Des expériences contestées

Hyman [80], en 1985, conteste les résultats de Honorton obtenus par le « Ganzfeld ». Wiseman, Smith et Milton [173] contestent l'analyse et les conclusions proposées par R. Sheldrake dans son étude sur le comportement du chien Jaytee, relatif au retour de sa propriétaire.

L'argument majeur des personnes sceptiques est que la nature même de la science est basée sur la preuve et qu'aucune preuve ne soutient l'existence de la télépathie. Selon Wolpert [61, 80], il n'y a pas un seul exemple, dans toute la littérature scientifique, convenablement référencée dans des journaux appropriés, qui n'étaye de façon fiable ce phénomène. Les observations ne seraient que coïncidences.

### D. La télépathie : un tabou pour la communauté scientifique

Selon Sheldrake [61], « il est extraordinaire que les scientifiques qui prétendent être rationnels ou rationalistes deviennent extraordinairement irrationnels lorsqu'il s'agit de télépathie. La confiance en les preuves part aussitôt en fumée. » La télépathie réveillerait de profondes émotions et sa possible existence dérangerait les gens.

Pourquoi est-ce une notion si profondément dérangeante ? D'après Sheldrake, les raisons seraient historiques. Elles remonteraient au siècle des lumières, où la volonté était de faire avancer la science et la raison, et de rejeter la religion et la superstition, la crédulité, le folklore... Ainsi la télépathie aurait été rejetée à cette époque dans la catégorie superstition et, depuis lors, les gens rationnels seraient supposés ne pas y croire. D'après Sheldrake, ceci expliquerait pourquoi nous ne trouvons pas d'articles sérieux au sujet de la télépathie dans les grands journaux : c'est inacceptable pour le discours rationnel. La négation d'un fait n'est pas récente, rappelons-nous Galilée.



La télépathie est une notion dérangement et son existence est controversée au sein même de la communauté scientifique. Elle ne peut que difficilement être mise en évidence en laboratoire. Ceci vient peut-être de la méthode d'étude. En effet, peut-être devrions-nous considérer la télépathie comme une « sensation distante » et non comme une transmission de pensées. Il s'agirait alors d'une transmission de sensations, de besoins, répondant à un événement précis (la mort d'un individu, l'appel d'un petit...). La télépathie concernerait des demandes, des appels silencieux, tels que « j'ai besoin de toi près de moi ». Il y aurait parfois des informations plus détaillées pouvant être transmises, mais la sensation primerait. Ceci permettrait d'expliquer pourquoi la télépathie se produirait plus aisément entre individus partageant un lien affectif fort. Cette théorie expliquerait aussi pourquoi la télépathie serait si difficile à reproduire expérimentalement en laboratoire. La télépathie pourrait alors être considérée comme une aptitude naturelle des communautés d'animaux pour communiquer ensemble. Les sensations seraient échangées ainsi à distance entre les animaux d'une même communauté.

# Conclusion

De par sa grande diversité, la communication animale est un phénomène complexe. Elle met en jeu des structures variées lors de la production, de l'émission et de la réception des signaux de communication, mais fait également intervenir des comportements animaux spécifiques. Si la communication animale peut être divisée en catégories selon le sens utilisé (ouïe, odorat, vue, toucher, sens électrique...), au sein de chaque catégorie, chaque espèce a développé un moyen de communiquer qui lui est propre. Ainsi deux espèces ne produisent pas, n'émettent pas ou ne réceptionnent pas les signaux de communication de manière identique. Plusieurs modes de communication sont fréquemment employés simultanément de façon complémentaire, renforçant ainsi le message transmis. Ce message favorise la mise en place d'une relation fonctionnelle. Il permet l'instauration d'une coopération entre deux individus pour la réalisation de fonctions vitales (nutrition, reproduction...) ou d'activités sociales (regroupement, établissement de la hiérarchie...).

Si certains modes de communication apparaissent instinctivement, d'autres nécessitent un apprentissage. Les parents peuvent participer à cet apprentissage par un enseignement des bases de la communication de l'espèce. Cet enseignement parental doit être complété par le jeune par un apprentissage au sein de son espèce, grâce à une observation et une imitation des congénères. Cependant, aucun animal ne sait instinctivement communiquer avec un membre d'une espèce différente de la sienne. L'éthologie joue un rôle primordial lors de la mise en place d'une relation entre un homme et un animal, le dressage nécessitant une analyse des comportements animaux. Mais cette science seule n'est pas suffisante pour l'instauration d'un échange, l'homme doit écouter l'animal, le comprendre, sentir les choses pour lui, afin que s'installe une confiance mutuelle, que se crée un code commun, propre aux deux protagonistes. Les « chuchoteurs », une nouvelle génération de dresseurs de chevaux, sont certainement les êtres humains qui maîtrisent le mieux cet art, ils semblent communiquer avec les chevaux par l'esprit.

Il n'est pas rare que certains propriétaires évoquent un comportement particulier de leurs animaux que l'on qualifie parfois de télépathie. L'hypothèse de l'existence possible d'une communication extrasensorielle, telle que la télépathie, serait séduisante et mérite d'être analysée. La notion de télépathie implique deux autres notions que sont la pensée et l'intelligence. Ces notions sont délicates à envisager lorsque l'on s'intéresse aux animaux. Cependant, certaines conceptions de la pensée et de l'intelligence peuvent concerner l'animal et nous amener à supposer qu'il puisse être capable de communication extrasensorielle. Diverses expériences seraient en faveur de l'existence de la télépathie humaine et animale, et plusieurs théories sont proposées afin d'expliquer ce phénomène. Mais l'existence de la télépathie demeure un sujet controversé au sein de la communauté scientifique. On peut considérer que la télépathie pourrait être une aptitude naturelle des communautés d'animaux pour échanger à distance des messages dont la nature mériterait d'être précisée. Si ce mode de communication existait, il présenterait un intérêt pour la profession vétérinaire.

Cette étude nous a également montré la richesse des modalités de communication du monde animal, elle suggère l'existence d'une intelligence. On peut considérer que l'animal possède une pensée opérationnelle lui permettant, par une représentation explicite, d'évaluer le contexte dans lequel il se trouve, ce qui le conduit à adapter ses actions. Cet ensemble de données doit nous conduire à nous interroger sur notre comportement dans nos relations homme-animal lors de nos activités professionnelles. Par ailleurs, une réelle réflexion éthique doit être conduite pour les expérimentations animales impliquant en particulier les Primates.

# CONCLUSION

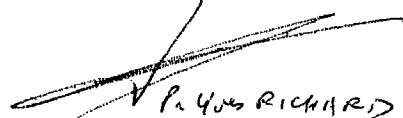
De par sa grande diversité, la communication animale est un phénomène complexe. Elle met en jeu des structures variées lors de la production, de l'émission et de la réception des signaux de communication, mais fait également intervenir des comportements animaux spécifiques. Si la communication animale peut être divisée en catégories selon le sens utilisé (ouïe, odorat, vue, toucher, sens électrique...), au sein de chaque catégorie, chaque espèce a développé un moyen de communiquer qui lui est propre. Ainsi deux espèces ne produisent pas, n'émettent pas ou ne réceptionnent pas les signaux de communication de manière identique. Plusieurs modes de communication sont fréquemment employés simultanément de façon complémentaire, renforçant ainsi le message transmis. Ce message favorise la mise en place d'une relation fonctionnelle. Il permet l'instauration d'une coopération entre deux individus pour la réalisation de fonctions vitales (nutrition, reproduction...) ou d'activités sociales (regroupement, établissement de la hiérarchie...).

Si certains modes de communication apparaissent instinctivement, d'autres nécessitent un apprentissage. Les parents peuvent participer à cet apprentissage par un enseignement des bases de la communication de l'espèce. Cet enseignement parental doit être complété par le jeune par un apprentissage au sein de son espèce, grâce à une observation et une imitation des congénères. Cependant, aucun animal ne sait instinctivement communiquer avec un membre d'une espèce différente de la sienne. L'éthologie joue un rôle primordial lors de la mise en place d'une relation entre un homme et un animal, le dressage nécessitant une analyse des comportements animaux. Mais cette science seule n'est pas suffisante pour l'instauration d'un échange, l'homme doit écouter l'animal, le comprendre, sentir les choses pour lui, afin que s'installe une confiance mutuelle, que se crée un code commun, propre aux deux protagonistes. Les « chuchoteurs », une nouvelle génération de dresseurs de chevaux, sont certainement les êtres humains qui maîtrisent le mieux cet art, ils semblent communiquer avec les chevaux par l'esprit.

Il n'est pas rare que certains propriétaires évoquent un comportement particulier de leurs animaux que l'on qualifie parfois de télépathie. L'hypothèse de l'existence possible d'une communication extrasensorielle, telle que la télépathie, serait séduisante et mérite d'être analysée. La notion de télépathie implique deux autres notions que sont la pensée et l'intelligence. Ces notions sont délicates à envisager lorsque l'on s'intéresse aux animaux. Cependant, certaines conceptions de la pensée et de l'intelligence peuvent concerner l'animal et nous amener à supposer qu'il puisse être capable de communication extrasensorielle. Diverses expériences seraient en faveur de l'existence de la télépathie humaine et animale, et plusieurs théories sont proposées afin d'expliquer ce phénomène. Mais l'existence de la télépathie demeure un sujet controversé au sein de la communauté scientifique. On peut considérer que la télépathie pourrait être une aptitude naturelle des communautés d'animaux pour échanger à distance des messages dont la nature mériterait d'être précisée. Si ce mode de communication existait, il présenterait un intérêt pour la profession vétérinaire.

Cette étude nous a également montré la richesse des modalités de communication du monde animal, elle suggère l'existence d'une intelligence. On peut considérer que l'animal possède une pensée opérationnelle lui permettant, par une représentation explicite, d'évaluer le contexte dans lequel il se trouve, ce qui le conduit à adapter ses actions. Cet ensemble de données doit nous conduire à nous interroger sur notre comportement dans nos relations homme-animal lors de nos activités professionnelles. Par ailleurs, une réelle réflexion éthique doit être conduite pour les expérimentations animales impliquant en particulier les Primates.

**Le Professeur responsable  
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon**



**Le Président de la thèse**

**Vu et permis d'imprimer**

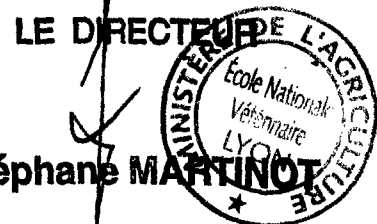
Lyon, le



**Pour le Président de l'Université,  
Le Président du Comité de Coordination des Etudes Médicales,  
Professeur D. VITAL-DURAND**

**Vu : Le Directeur  
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon**

  
**Stéphane MARTINOT**



# Références bibliographiques

1. ALBRIGHT J.L., ARAVE C.W.: *The behaviour of cattle*. Cab International, Wallingford. 1997; 306.
2. ALCOCK J.: *Animal behaviour. An evolutionary approach. 7th edition*. Sinauer Associates, Sunderland. 2001; 543.
3. ALEXANDER G.: *Role of the auditory and visual cues in mutual recognition between ewes and lambs in Merino sheep*. *Applied Anim. Ethol.*, 1977, (3): 65-81.
4. ALEXANDRE S., LEHURAUX S.: *La socialisation du chiot*. Thèse de doctorat vétérinaire, Lyon, 1997; 101.
5. ARNAUD P.: *Communication et reproduction chez le Ragondin (Myocastor coypus)*. Thèse de doctorat vétérinaire, Nantes, 1989; 93.
6. ASELMEYER F.: *Biologie du Magot (Macaca sylvanus) et étude éthologique des jeunes mâles vivant en semi-liberté à la montagne des singes (Alsace)*. Thèse de doctorat vétérinaire, Nantes, 1990; 213.
7. AURIOL B.: Chèvres, moutons et sujets psi [en ligne]. 2003. Mise à jour le 9 mars 2003 [consulté le 24 Mars 2006]. Disponible sur <http://auriol.free.fr/parapsychologie/chevre/moutonsdoues.htm>
8. BABUCHIN A.: *Uebersicht der neueren Untersuchungen über Entwicklung, Bau und physiologische Verhältnisse der elektrischen und pseudoelektrischen Organe*. *Arch. Anat. Physiol.*, 1876, (18): 501-542.
9. BARRET P., BATESON P.: *The development of play in cats*. *Behaviour*, 1978, (2): 107-109.
10. BARREY J.C.: *Cohabitation et relation homme-cheval*. *Rec. Med. Vet.*, Hors série, 1988: 53-64.
11. BARRUEL P.: *Vies et moeurs des oiseaux*. Horizons de France. 1971; 61-69.
12. BAULIEU E.: *Neurostéroïdes, leur rôle dans le fonctionnement du cerveau: neurotrophicité, mémoire, vieillissement*. *Bull. Acad. Natl. Med.*, 2001; 185, (2): 349-372.
13. BEAVER B.V.: *Friendly communication by the dog*. *Vet. Med. Small Anim. Clinician*, 1981, (76): 647-649.
14. BEAVER B.V.: *Feline behaviour: a guide for veterinarians*. W.B. Saunders Company, Philadelphia. 1992; 276.
15. BELIME G.: *Contribution à l'étude du dressage du chien, données de base, sociabilisation, communication et apprentissage*. Thèse de doctorat vétérinaire, Nantes, 1990; 161.
16. BLACK-CLEWORTH P.: *The role of electric discharges in the non-reproductive social behaviour of *Gymnotus carapo**. *Anim. Behav.*, 1970, (3): 71-77.
17. BLEICHER N.: *Physical and behavioural analysis of dog vocalisations*. *Am. J. Vet. Res.*, 1963, (24): 415-426.
18. BOECH C., BOECH-ACHERMANN H.: *Les chimpanzés et l'outil*. *La Recherche*, 1991; 22, (233): 724-731.
19. BOIVIN X., LE NEINDRE P., GAREL J.P., TRILLAT G.: *Recherche de l'établissement des relations entre l'éleveur et les herbivores de rente*. Dans *L'homme et l'animal: un débat de société*. INRA Editions (Coll. Un point sur.), Paris, 1999; 101-112.

20. BOUISSOU M.F.: *Observations sur la hiérarchie sociale chez les bovins domestiques*. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 1965, (5): 327-339.
21. BOUISSOU M.F.: *Les phénomènes sociaux en élevage*. Bull. Group. Tech. Vet., 1992; 3, (426): 47-56.
22. BOURASSEAU L.: *Relation entre la mémoire, le sommeil et les troubles psychiques. Etude chez l'homme et l'animal*. Thèse de doctorat vétérinaire, Nantes, 1993; 136.
23. BROWN D.J., SHELDRAKE R.: *Perceptive pets: a survey in North-West California*. J. Society Psychological Res., 1997, (62): 396-406.
24. BULLOCK T.H.: *Electroreception*. Ann. Rev. Neurosci., 1982, (5): 121-170.
25. BUSER P.: *La conscience animale*. Pour la Science, 2002, (302): 84-87.
26. CACHPOLE C.K.: *The sexual selection and the evolution of complex songs among european warblers of the genus*. Behaviour, 1980, (74): 148-165.
27. CAMP N., BODIN G.: *Les principales règles du dressage du chien*. Rev. Med. Vet., 1996; 12, (147): 913-918.
28. CAMPAN R., SCAPINI F.: *Ethologie. Approche systémique du comportement*. De Boeck Université, Bruxelles. 2002; 737.
29. CAMPAN R., SPITZ F.: *Colloque pour l'étude du comportement animal. Organisation sociale chez les vertébrés*. Dans *Colloque de la Société Française pour l'Etude du Comportement Animal, Toulouse, 12-14 Décembre 1985*. INRA, Paris, 1987; 38: 222.
30. CASTEX D.: *Le chat domestique: utilisations et tentatives de dressage*. Thèse de doctorat vétérinaire, Alfort, 2001; 171.
31. CATALA P.: *Les problèmes de l'application de la méthode expérimentale en parapsychologie [en ligne]*. 2002. Mise à jour le 8 Novembre 2002 [consulté le 6 Février 2006]. Disponible sur <http://www.metapsychique.org/les-methodes.html>
32. CATALA P.: *Situation actuelle de la recherche [en ligne]*. 2003. Mise à jour le 16 mai 2003 [consulté le 6 Février 2006]. Disponible sur <http://metapsychique.org/situation-actuelle-de-la-recherche.html>
33. CHANTON M.: *Le comportement social du chien familial. Aspects normaux, troubles imputables au milieu, méthodes de thérapie de type systémique*. Thèse de doctorat de 3ème cycle (Mention: Sciences, Spécialité: Ethologie), Université Pierre et Marie Curie, Paris 6, 1991; 85.
34. CHAUVIN R.: *Traité de biologie de l'abeille. Vol. 2. Système nerveux. Comportement et régulations sociales*. Masson et Cie, Paris. 1968; 566.
35. CHEDOTAL A.: *Le câblage du cerveau*. Pour la Science, 2002, (302): 58-64.
36. CHENEY D.L.: *The play partners of immature baboons, Papio anubis*. Anim. Behav., 1978, (26): 1038-1056.
37. CLAYTON N.S.: *L'apprentissage du chant chez les oiseaux*. La Recherche, 1991; 22, (231): 464-472.
38. COGET J.: *Hiérarchies linguistiques et acoustiques observées dans les pratiques de la communication entre l'homme et l'animal*. Dans *Colloque homme-animal-société. Introduction générale. I. Biologie et animal*. Presse de l'Institut d'Etudes Politiques, Toulouse, 12-13 mai 1987, 1988; 71-86.
39. CONDORET A.: *L'enfant, l'animal et la communication*. Vétérinaires Français, 1978, (8): 85-87.
40. CORBARA B., DAMEZ-KINSELLE I.: *Comment les éléphants communiquent à distance*. La Recherche, 1990; 21, (226): 1430-1433.
41. COUTURIER S.: *Scientific experimentation on extra sensory perception [en ligne]*. 1995-96. Mise à jour le 6 Février 2006 [consulté le 6 Février 2006]. Disponible sur <http://psiland.free.fr/savoirplus/theses/rapport.pdf>

42. CRICK F., KOCH C.: *Orchestration de la pensée*. Pour la Science, Hors série, 1992, (181): 134-141.
43. CSL: Schema of a typical anomalous cognition protocol [en ligne]. 1999. Mise à jour le 2001 [consulté le 6 Février 2006]. Disponible sur <http://www.lfr.org/LFR/csl/pratical/protocol.html>
44. DEBONA M.: *La télépathie: kaleïdoscope de la conscience*. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du titre de licencié en information et communication, 1999;
45. DEHASSE J.: *Les facteurs non génétiques du développement du comportement chez le chien*. Dans *Congrès annuel, Paris, 19-21 novembre 1993*, 1993; 287-289.
46. DEHASSE J.: *L'éducation du chat*. Le Jour Editeur, Quebec. 2000; 140.
47. DEHASSE J.: *L'éducation du chien*. Le Jour Editeur, Quebec. 2002; 287.
48. DEHASSE J., DE BUYSER C.: *Socio-écologie du chat*. *Prat. Med. Chir. Anim. Comp.*, 1993; 28, (4): 469-478.
49. DELACOUR J.: *Neurobiologie de l'apprentissage*. Masson, Paris. 1978; 210.
50. DJOHAR SI A.: Les expériences télépathiques de René Warcollier [en ligne]. 2005. Mise à jour le 20 mai 2005 [consulté le 6 Février 2006]. Disponible sur <http://www.metapsychique.org/les-experiences-telepathiques-de.html>
51. DORRANCE T.: *True unity*. Milly Hunt Parker. 1987.
52. DORRANCE T., DESMOND L.: *True horsemanship through feel*. First Lyons Press Edition. 1987.
53. DOSSENBACH H.D.: *La vie familiale des oiseaux*. Flammarion, Paris. 1971; 185.
54. DUANE T.D., BEHRENDT T.: La "communication psychique" à distance entre jumeaux identiques est-elle possible? [en ligne]. 1965. Mise à jour le 10 Novembre 2005 [consulté le 6 Février 2006]. Disponible sur <http://auriol.free.fr/parapsychologie/eeg/htm>
55. DUDEL J., JANIG W., SCHMIDT R.F., ZIMMERMANN M.: *Fundamentals of neurophysiology*. Spinger-Verlag, N-Y. 1978; 340.
56. EJP: Ganzfeld ESP [en ligne]. 1999. Mise à jour le Février 2006 [consulté le 6 Février 2006]. Disponible sur <http://moebius.psy.ed.ac.uk>
57. ENGEL P.: *La pensée sans les mots*. Sciences et Avenir, Hors série, 1998, (114): 72-77.
58. FEH C.: *Les relations sociales des chevaux en liberté*. *Rec. Med. Vet.*, Hors série, 1988: 45-51.
59. FEIST J.D., MC CULLOUGH D.R.: *Behaviour patterns and communication in feral horses*. *Z. Tierpsychol.*, 1976, (41): 337-371.
60. FERRANDO R.: *Les animaux ont-ils une conscience?* *Bull. Acad. Vet. Fr.*, 1993; 66, (3): 249-258.
61. FERRI C.: Débat sur la télépathie entre Rupert Sheldrake et Lewis Wolpert [en ligne]. 2004. Mise à jour le 19 Novembre 2004 [consulté le 6 Février 2006]. Disponible sur <http://metapsychique.org/Debat-sur-la-telepathie-entre.html>
62. FILLOUX J.C.: *Psychologie des animaux*. Presses Universitaires de France (Coll. Que sais-je?), Paris. 1950; 130.
63. FISCHBACH G.: *Le cerveau et la pensée*. Pour la Science, Hors série, 1992, (181): 28-38.
64. FLEAUX R.: *Vibrer, c'est communiquer*. Sciences et Avenir, 2001, (652): 84-88.
65. FOX M.W.: *Behaviour and socialization of the wild timber-wolf*. *J. Small Anim. Pract.*, 1964, (5): 249-253.
66. FOX M.W.: *Behavior of wolves, dogs and related canids*. Harper and Row Publishers, N-Y. 1971; 220.

67. FREE J.B.: *The transmission of food between worker honeybees*. Brit. J. Anim. Behav., 1957; 5, (2): 41-47.
68. FRESSARD A.: *Les organes électriques*. Dans *Traité de zoologie, anatomie, systématique, biologie*. Masson, Paris, 1958; 1142-1238.
69. FRISCHETTI A.: *Petite bioacoustique*. Sciences et Avenir, Hors série, 2002, (131): 16-17.
70. GALLI T., PAUMET F.: *Traffic dans les neurones*. Pour la Science, 2002, (302): 66-73.
71. GARROUSTE R.: *L'empire des sens*. Sciences et Avenir, Hors série, 1999, (119): 28-35.
72. GIACOMA C., MESSERI P.: *La langue des félins*. Sciences et Avenir, Hors série, 2002, (131): 12-19.
73. GIFFROY J.M.: *Communication et structure sociale chez le chien*. Rev. Med. Vet., 1987; 138, (4): 361-369.
74. GOLDMAN-RAKIL P.: *Mémoire et pensée*. Pour la Science, Hors série, 1992, (181): 88-97.
75. GOSSIN D.: *Psychologie et comportement du cheval*. 5ème édition. Maloine, Paris. 1999; 159.
76. GRIFFIN D.R.: *Life science research reports. Animal mind-human mind*. Workshop on animal mind-human mind, Berlin, March 22-27 1981. Spinger-Verlag, Berlin. 1982.
77. GUYOT Y.: *Communication et autorité dans les situations de dressage*. Prat. Med. Chir. Anim. Comp., 1987, (138): 447-457.
78. HART B.L.: *The behaviour of domestic animals*. W.H. Freeman and Company, N-Y. 1985; 390.
79. HINDE R.A.: *Le comportement animal*. P.U.F. 1975.
80. HONORTON C., BEM D.J.: *Does psi exist? Replicable evidence for an anomalous process of information transfer*. Psychol. Bull., 1994; 115, (1): 4-18.
81. HONTANG M.: *Psychologie du cheval*. 3ème édition. Payot, Paris. 1989; 433.
82. HOPKINS C.D.: *Electrical communication in fish*. Amer. Sci., 1974, (62): 426-427.
83. HOUP T.K.A.: *Domestic animal behaviour for veterinarians and animal scientists*. Third edition. Iowa State University Press, Ames. 1998; 495.
84. IREP: Télépathie [en ligne]. Mise à jour le 1er Février 2006 [consulté le 6 Février 2006]. Disponible sur <http://www.par-psychologie.qc.ca/telepathie.htm>
85. IREP: Tests télépathiques [en ligne]. Mise à jour le 1er Février 2006 [consulté le 6 Février 2006]. Disponible sur <http://www.para-psychologie.qc.ca/test-telepathie.htm>
86. JEAN-BAPTISTE P.: *Collectivement intelligents*. Sciences et Avenir, 1998, (622): 46.
87. KANDEL E., HAWKINS R.: *Les bases biologiques de l'apprentissage*. pour la Science, Hors série, 1992, (181): 70-78.
88. KARSH E.B., TURNER D.C., BATESON P.: *The domestic cat: the biology of its behaviour*. Cambridge University Press, Cambridge. 1988; 159-177.
89. KRAFFT B.: *Le fil de la communication*. Sciences et Avenir, Hors série, 2002, (131): 38-43.
90. LAPRAS M.: *Mémoire et adaptation chez l'animal*. Institut d'Histoire de la Médecine (EDS). Cycle 1984-1985. Conférence d'histoire de la médecine, Université Claude Bernard, Lyon I. Fondation Marcel Merieux, Lyon., 1985; 147-164.
91. LAPRAS M.: *Mémoire et adaptation chez l'animal*. Sci. Vet. Med. Comp., 1994; 96, (2): 95-108.
92. LAROUSSE: *Grand Larousse Universel*. Larousse, Paris. 1997.

93. LE BIHAN D.: *Voir le cerveau penser*. Sciences et Avenir, Hors série, 1998, (114): 20-23.
94. LENT P.: *Mother-infant relationships in Ungulates in "the behaviour of Ungulates and its relation to management" (Papers of Int. Symp. at Calgary, Canada, 1971)*. Gleist & Walter, F(EDS) IUCN Publs, 1974; 24, (1): 14-55.
95. LEROY Y.: *L'univers sonore de l'animal. Rôle et évolution de la communication acoustique*. Bordas, Coll. Ecologie Fondamentale et Appliquée, Paris. 1979; 350.
96. LEROY Y.: *L'univers odorant de l'animal. Les stimulations chimiques dans les communications et les comportements des animaux*. Société Nouvelle des Editions Boubée, Paris. 1987; 375.
97. LEYHAUSEN P.: *Cat behavior*. N-Y and London: Garland STPM Press. 1979; 340.
98. LIMA P.: *L'intelligence n'est pas le propre de l'homme*. Science et Vie, 2002, (1017): 56-67.
99. MACKINTOSH N.J.: *Animal learning and cognition*. Academic Press, San Diego. 1994; 379.
100. MATHIS M.: *Le peuple des abeilles, 10ème édition*. Presses Universitaires de France (coll. Que sais-je?), Paris. 1968; 126.
101. MATIGNON K.L.: *Sans les animaux le monde ne serait pas humain*. Edition Albin Michel. 2000; 350.
102. MCFARLAND D.: *Dictionnaire du comportement animal*. Robert Laffont, Paris. 1990; 1013.
103. MCFARLAND D.: *Le comportement animal. Psychobiologie, éthologie et évolution*. De Boeck Université (coll. ouvertures psychologiques), Paris. 2001; 613.
104. MERLET P.: *Le Petit Larousse Illustré 2006*. Edition Larousse. 2005.
105. MOELK M.: *Vocalizing in the house-cat: a phonetic and functional study*. Am. J. Psychol., 1944, (57): 184-204.
106. MOLLER P.: *Electroreception and behaviour of mormyrid electric fish*. Trends Neurosci., 1980, (3): 105-109.
107. MOLLER P., BAUER R.: *"Communication" in weakly electric fish Gnathonemus petersii (Mormyridae). II. Interaction of electric organ discharge activities of two fish*. Anim. Behav., 1973, (21): 501-512.
108. MONTAGNER H., PAIN J.: *Etude préliminaire des communications entre ouvrières d'abeilles au cours de la trophallaxie*. Insectes Sociaux, 1971; 18, (3): 177-192.
109. MORGAN: *The roles played by the senses of the ewe in the location and recognition of lambs*. Applied Anim. Ethol., 1975, (1): 139-150.
110. MORRIS D.: *Parlons chat!* Calmann-Levy. 1988.
111. NAGLE L.: *Les phrases "sexy" des canaris*. Sciences et Avenir, Hors série, 2002, (131): 20-25.
112. NAKAMICHI M.: *Sex differences in social development during the first four years in a free-ranging group of Japanese monkeys, Macaca fuscata*. Anim. Behav., 1989, (38): 737-748.
113. NARINS P.: *La communication chez les batraciens*. Pour la Science, 1995, (216): 78-85.
114. NOTTEBOHM F.: *Natural lateralization of vocal control in a passerine bird*. J. Exp. Zool., 1971, (177): 229-262.
115. ORTEGA J.: *Les règles de l'éducation et du dressage du chien*. Dans SFC, le comportement social du chien. Séminaire, ENVN, 29-30 octobre 1994, 1994; 117-142.
116. PAGEAT P.: *Pathologie du comportement du chien*. Editions du Point Vétérinaire, Maisons-Alfort. 1995; 367.



117. PAGEAT P.: *La communication chimique dans l'univers des carnivores domestiques*. Le Point Vet., 1997; 28, (181): 27-36.
118. PAGNEUX A.: *Comparaison comportementale du loup et du chien*. Thèse de doctorat vétérinaire, Lyon, 2002; 316.
119. PAILLETTE M.: *Signaux sonores et reconnaissance*. Pour la Science, 1995, (216): 83.
120. PARIS T.: *La communication homme-chien et ses rituels*. Dans *Congrès annuel, Paris, 19-21 novembre 1993*, 1993; 287-289.
121. PARIS T.: *Le développement et l'éducation du chiot*. Rec. Med. Vet., 1996; 9-10, (172): 531-541.
122. PFENNING D., SHERMAN P.: *La reconnaissance parentale*. Pour la Science, 1995, (214): 40-46.
123. PRIVAT B.: *La communication inter et intra spécifique. Etude bibliographique de la communication homme-animal*. Thèse de doctorat vétérinaire, 1992; 97.
124. QUEINNEC G.: *Les caractéristiques du psychisme et du comportement du chien*. Sci. Tech. Anim. Lab., 1925; 1, (10): 49-56.
125. QUEINNEC G.: *L'évolution comportementale du chiot et sa pathologie*. Prat. Med. Chir. Anim. Comp., 1983; 18, (4): 13-21.
126. RATEL H.: *L'esprit libre*. Sciences et Avenir, 1999, (631): 42-45.
127. RIBEAU P.: *La mémoire en réseau*. Science et Vie, Hors série, 2003, (222): 30-33.
128. ROBICHON F.H.: *Contribution à l'étude du phénomène télépathique dans ses rapports avec des individus liés par la condition biologique de gemellité monozygote*. Rev. Fr. Psychotronic, 1989; 2, (1): 19-36.
129. RUCKEBUSH: *Particularités comportementales du chien*. Rev. Med. Vet., 1973; 124, (7): 947-956.
130. SAMAILLE J.P.: *La communication homme-chien*. Action Vet., 1995, (1320): 23-25.
131. SARRAN D.: *L'apprentissage chez les orques (Orcinus orca) en captivité*. Thèse de doctorat vétérinaire, Toulouse, 2002; 133.
132. SCHEIN M.W., FOHRMAN M.H.: *Social dominance relationships in a herd of dairy cattle*. Anim. Behav., 1955, (3): 45-55.
133. SCHLOETH R.: *Das Sozialleben des Camargue-Rindes*. Z. Tierpsychol., 1961, (18): 547-627.
134. SERRIER J.: *Modifications instantanées du rythme de l'activité électrique d'un mormyre, Gnathonemus petersii, provoquées par la stimulation électrique artificielle de ses électrorécepteurs*. J. Physiol., 1973, (66): 713-728.
135. SHELDRAKE R.: *The "psychic pet" phenomenon*. J. Society Psychical Res., 2000, (64): 126-128.
136. SHELDRAKE R.: *Testing a return-anticipating dog, Kane*. Anthrozoös, 2000; 13, (4).
137. SHELDRAKE R.: *Apparent telepathy between babies and nursing mothers: a survey [en ligne]*. 2006. Mise à jour le 4 Janvier 2006 [consulté le 6 Février 2006]. Disponible sur <http://sheldrake.org/papers/Telepathy/babies.pdf>
138. SHELDRAKE R.: *Listen to the animals: why did so many animals escape December's tsunami?* The Ecologist, Mars 2005.
139. SHELDRAKE R., LAWLOR C., TURNEY J.: *Perceptive pets: a survey in London*. Biology Forum, 1998, (91): 57-74.
140. SHELDRAKE R., MORGANA A.: *Testing a language-using parrot for telepathy*. J. Scientific Exploration, 2003; 17, (4): 601-616.
141. SHELDRAKE R., SMART P.: *A dog that seems to know when his owner is coming home: videotaped experiments and observations*. J. Scientific Exploration, 2000; 14, (2): 233-255.

142. SHILLITO E.: *A comparison of the role of vision and hearing in ewes finding their own lambs*. Applied Anim. Ethol., 1975, (1): 369-377.
143. SIGNORET J.P., LEVY F., NOWAK R., ORGEUR P., SCHAAL B.: *Le rôle de l'odorat dans les relations interindividuelles des animaux d'élevage*. Le Point Vet., 1997; 28, (181): 17-24.
144. SINGER W.: *Synchronisation neuronale et représentations mentales*. Pour la Science, 2002, (302): 74-79.
145. SMART P., SHELDRAKE R.: *Perceptive pets: a survey in North-West England*. J. Society Psychical Res., 1997, (61).
146. STAHLBAUM C.C., HOUP T K.A.: *The role of the flehmen response in the behavioral repertoire of the stallion*. Physiol. Behav., 1989; 45, (6): 1207-1214.
147. STEVENSON I.: *Book reviews "A dog that seems to know when his owner is coming home by Rupert Sheldrake"*. J. Scientific Exploration, 2001; 15, (2): 27-296.
148. STODDART M.: *La chimie de l'amour*. La Recherche, 1989; 20, (213): 1074-1085.
149. SYRE M.A.: *La cognition chez le cheval*. Thèse de doctorat vétérinaire, Alfort, 1998; 84.
150. TASSIN J.P.: *La neuropharmacologie de la conscience*. Pour la Science, 2002, (302): 146-150.
151. THEBERGE J.B., FAUS J.B.: *Howling as a mean of communication in timber wolves*. American Zoologist, 1967, (7): 331-338.
152. THERAULAZ G., BONAPEAU E., GOSS S., DENEUBOURG J.L.: *L'intelligence collective*. Pour la Science, 1994, (198): 90-95.
153. THIEBAULT J.J.: *La motricité somatique*. Enseignement de Physiologie ENVL, 2001-2002.
154. THIERRY B., PETIT O.: *Les comportements pacificateurs*. Pour la Science, 1995, (210): 28-29.
155. THORDE W.H.: *The learning of song patterns by birds with especial references to the song of the Chaffinch Fringillon Coelebs*. Ibis, 1958, (100): 535-570.
156. THOUVENIN B.: *Recherche et mise en évidence d'un phénomène télépathique chez le lapin*. Rev. Fr. Psychotronique, 1988; 1, (2): 15-37.
157. TOUTAIN P.L.: *Phéromones et communications olfactives chez les mammifères*. Rev. Med. Vet., 1975, (126): 741-758.
158. TURNER D.C., BATESON P.: *The domestic cat. The biology of its behaviour. 2nd edition*. Cambridge University Press, Cambridge. 2000; 244.
159. VADUREL A., COGNY M.: *L'odorat du chien: aspects physiologiques et facteurs de variation*. Le Point Vet., 1997; 28, (181): 9-16.
160. VARVOGLIS M.: *Les évolutions de la parapsychologie expérimentale [en ligne]*. 2003. Mise à jour le 29 Décembre 2003 [consulté le 6 Février 2006]. Disponible sur <http://www.metapsychique.org/la-parapsychologie-scientifique.html>
161. VARVOGLIS M.: *Le ganzfeld au laboratoire PRL [en ligne]*. 2005. Mise à jour le 28 Mai 2005 [consulté le 6 Février 2006]. Disponible sur <http://www.metapsychique.org/le-Ganzfeld-au-laboratoire-PRL.html>
162. VASTRADE F.: *L'examen comportemental du chiot*. Prat. Med. Chir. Anim. Comp., 1986; 21, (4): 273-284.
163. VASTRADE F.: *La socialisation du chiot et son évolution*. Rev. Med. Vet., 1987; 138, (7): 629-636.
164. VAUCLAIR J.: *L'intelligence de l'animal*. Edition du Seuil, Paris. 1992; 242.
165. VER N., VAYSSE G., BOUHOUCHE A.: *Double empreinte filiale chez le chaton persan. Etude expérimentale*. Rec. Med. Vet., 1995; 6-7, (171): 441-450.

166. VIAUD G.: *L'intelligence*. Presses Universitaires de France (Coll. Que sais-je?), Paris. 1946; 122.
167. VIELLIARD J.: *Les dialectes de la baleine à bosse*. Sciences et Avenir, Hors série, 2002, (131): 56-61.
168. VON FRISCH K.: *Bees, their vision, chemical sense and language*. Cornell University Press Edit., Ithaca, N-Y. 1950; 273.
169. WARING G.H.: *Horse behaviour: the behavioural traits and adaptation of domestic and wild horses including ponies*. Noyes Publ. 1983.
170. WEISKRANTZ L.: *Animal intelligence*. Proceedings of the royal society discussion meeting, Oxford, 6-7 june 1984. Clarendon Press, Oxford. 1985; 223.
171. WHITE R.A.: *A comparison of old and new methods of response to targets in ESP experiments*. J. Am. Society Psychical Res., 1964; 58, (1).
172. WHITE R.A.: *The limits of experimenter influence on psi test results: Can any be set?* J. Am. Society Psychical Res., 1976; 70, (4).
173. WISEMAN R., SMITH M., MILTON J.: *The "psychic pet phenomenon": a reply to Rupert Sheldrake*. J. Society Psychical Res., 2000; 64, (858): 46-50.
174. WRIGHT J., WELDON P.J.: *Responses by domestic cats (Felis catus) to snake scent gland secretions*. J. Chem. Ecol., 1990; 16, (10): 2947-2953.
175. WRIGHT M., WALTERS S.: *Le livre du chat*. Arted. 1986.
176. YOUNG C.A.: *Verbal commands as discriminative stimuli in domestic dogs (Canis familiaris)*. Applied Anim. Behav. Sci., 1991, (32): 75-89.

**FORESTIER Aurélie**

**LA COMMUNICATION ANIMALE : APPRENTISSAGE ET TELEPATHIE ?**

Thèse Vétérinaire, LYON 2006.

**RESUME :**

Depuis que l'homme étudie la communication animale, se pose à lui la question de l'existence ou non d'une communication extrasensorielle, appelée télépathie.

La première partie de ce travail est consacrée, après avoir défini le signal de communication, aux différents modes de communication animale connus à ce jour. Les structures et techniques permettant l'émission et la réception des signaux par les animaux sont mentionnées. Cette partie présente également le rôle et l'importance de la communication animale.

La seconde partie présente l'apprentissage, par l'animal, des signaux de communication. Le rôle des parents, ainsi que celui des congénères, est détaillé. L'instauration d'une communication homme-animal est étudiée.

La dernière partie est consacrée à l'hypothèse de l'existence de la communication télépathique. Après avoir étudié la pensée et l'intelligence animales, les diverses expériences menées sur la télépathie sont rapportées, et la réalité du phénomène est discutée.

**MOTS CLES :**

- COMMUNICATION
- APPRENTISSAGE
- INTELLIGENCE
- PENSEE
- TELEPATHIE

**JURY :**

Président : Monsieur le Professeur MORNEX  
1er Assesseur : Monsieur le Professeur RICHARD  
2ème Assesseur : Monsieur le Professeur CADORE

**DATE DE SOUTENANCE :**

7 Juin 2006

**ADRESSE DE L'AUTEUR :**

Lieudit les Rouges  
38570 THEYS