

**INFLUENCE DU PORT D'UN COLLIER
ANTIPARASITAIRE CONTENANT DE LA
DELTAMETHRINE SUR LES PERFORMANCES
OLFACTIVES DU CHIEN**

THESE

pour le
DOCTORAT VETERINAIRE

Présentée et soutenue publiquement en 2003
devant
LA FACULTE DE MEDECINE DE CRETEIL

Par l'élève de l'Ecole du Service de Santé des Armées de Lyon-Bron

Cédric ROQUEPLO

Né le 11 décembre 1978
à Montpellier (Hérault)

JURY

Président	M. Professeur à la Faculté de Médecine de CRETEIL
Directeur	M. GRANDJEAN Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort
Assesseur	M. POLACK Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort
Invité	M. MALOSSE Médecin Principal à l'Institut de Médecine Tropicale du Service de Santé des Armées

SOMMAIRE

<i>TABLE DES ILLUSTRATIONS</i>	6
<i>INTRODUCTION</i>	8
<i>Première partie: Performances olfactives du chien d'utilité</i>	10
I- Qualités générales du chien d'utilité	12
I.1- Qualités physiques	12
I.2- Qualités psychologiques	13
I.3- Qualités sensorielles	15
I.3.1- Sensibilité tactile	15
I.3.2- L'ouïe	15
I.3.3- La vision	15
I.3.4- L'odorat	16
II- Rappel : Bases de l'olfaction	18
II.1- Anatomie du système olfactif du chien	18
II.1.1- Le nez	18
II.1.1.1- Conformation externe	18
II.1.1.2- Conformation interne	19
II.1.1.3- Structure	20
II.1.2- Les cavités nasales	21
II.1.2.1- Disposition et conformation générale	21
II.1.2.2- Les cornets nasaux	24
II.1.2.3- Les méats nasaux	25
II.1.3- Les sinus paranasaux	25
II.1.4- L'organe voméronasal	27
II.1.5- Vascularisation et innervation des fosses nasales	28
II.1.5.1- Vascularisation	28
II.1.5.2- Drainage lymphatique	28
II.1.5.3- Innervation	29
II.1.6- Centres de l'olfaction	31
II.2- Histologie	33
II.2.1- Les voies aériennes supérieures	33
II.2.1.1- Le vestibule nasal	33
II.2.1.2- La cavité nasale	33
II.2.2- Le bulbe olfactif	37
II.2.2.1- Niveau terminal du nerf olfactif	37

II.2.2.2- Couche glomérulaire	37
II.2.2.3- Couche externe plexiforme	38
II.2.2.4- Zone des cellules mitrales	38
II.2.2.5- Zone des cellules granulaires	38
II.2.3- Le bulbe olfactif accessoire	40
II.3- Physiologie de l'olfaction	41
II.3.1- Le stimulus olfactif	41
II.3.1.1- Transport jusqu'à l'organe olfactif	41
II.3.1.2- Contact avec l'épithélium olfactif	42
II.3.1.3- Pouvoir odorant des molécules ou odorité	43
II.3.2- Mécanismes de l'olfaction	43
II.3.3- Caractéristiques de la sensation olfactive	47
II.3.3.1- Discrimination quantitative	47
II.3.3.2- Discrimination qualitative	49
II.3.4- Facteurs influençant la perception olfactive	51
II.3.4.1- Facteurs ethniques et individuels	51
II.3.4.2- Facteurs pathologiques	53
II.3.4.3- Facteurs iatrogènes	53
II.3.4.4- Facteurs environnementaux	53
II.3.5- Localisation d'une source odorante	54
II.3.5.1- Constitution de la trace de la source odorante	54
II.3.5.2- Mécanisme de la localisation d'une source odorante	54
II.3.5.3- Facteurs affectant la source odorante	55
III- Présentation du chien militaire	57
III.1- Organisation cynotechnique au sein des armées, de la gendarmerie et de la sécurité civile	57
III.1.1- Armée de terre	57
III.1.2- Armée de l'air	59
III.1.3- Marine	59
III.1.4- Gendarmerie	60
III.1.5- Sécurité civile	62
III.1.5.1- Les unités d'instruction et d'intervention de la sécurité civile	63
III.1.5.2- Les formations de sapeurs-pompiers	63
III.1.5.3- Les détachements d'intervention catastrophe aéroportée	63
III.1.5.4- Les premières équipes cynotechniques françaises	64
III.2- Spécialités cynotechniques	65
III.2.1- Chien d'intervention	65
III.2.1.1- Chien soldat	65
III.2.1.2- Chien d'assaut	66
III.2.1.3- Chien de maintien de l'ordre	66
III.2.2- Chien d'alerte et de surveillance	67
III.2.2.1- Chien sentinelle	67
III.2.2.2- Chien d'accompagnement	68
III.2.2.3- Chien patrouilleur	68
III.2.2.4- Chien éclaireur	68
III.2.2.5- Chien de guet et poste d'observation	69
III.2.2.6- Chien de grotte	69
III.2.3- Chien porteur et d'attelage	69
III.2.4- Chien de recherche et de sauvetage	70

III.2.4.1- Chien sanitaire	70
III.2.4.2- Chien de sauvetage en décombres	70
III.2.4.3- Chien d'avalanches	71
III.2.4.4- Chien de pistage	71
III.2.4.5- Chien de recherche de restes humains	72
III.2.4.6- Chien de recherche de noyés	73
III.2.4.7- Chien de sauvetage nautique	73
III.2.5- Chiens détecteurs de substances et de matériels inertes	73
III.2.5.1- Chien et gaz de combat	73
III.2.5.2- Chien détecteur de mines	73
III.2.5.3- Chien de recherche d'explosifs	73
III.2.5.4- Chien de recherche de stupéfiants	74
III.3- Gestion des effectifs	75
III.3.1- Réalisation des effectifs	75
III.3.1.1- Modalités d'acquisition des chiens	75
III.3.1.2- Critères de sélection	76
III.3.1.3- Orientation vers une spécialité	83
III.3.1.4- Méthodes	84
III.3.1.5- Constitution des équipes	85
III.3.2- Dressage des chiens de détection de matière	87
III.3.2.1- Notion d'éthologie canine	87
III.3.2.2- Bases théoriques de l'apprentissage et application pratique dans le domaine du dressage	91
III.3.2.3- Le chien de recherche de stupéfiants	98
III.3.2.4- Le chien de détection d'explosifs	104
III.3.3- Entretien des effectifs	108
III.3.3.1- Alimentation	108
III.3.3.2- Habitat	108
III.3.3.3- Aspect sanitaire	108

Deuxième partie: Utilisation de la deltaméthrine dans la prévention de la leishmaniose canine _____ **109**

I- Leishmaniose	111
I.1- Généralités	111
I.1.1- Epidémiologie	111
I.1.1.1- Prévalence	111
I.1.1.2- Répartition géographique	113
I.1.1.3- Agent pathogène	115
I.1.1.4- Réservoir	119
I.1.1.5- Mode de contamination, vecteur éventuel	120
I.1.1.6- Population à risque	123
I.1.2- Clinique	124
I.1.2.1- Chez l'animal	124
I.1.2.2- Chez l'homme	129
I.1.3- Traitements	130
I.1.3.1- Chez l'animal	130
I.1.3.2- Chez l'homme	131

I.1.4- Prophylaxie _____	133
I.2- La situation dans les effectifs canins militaires _____	135
I.2.1- Données épidémiologiques _____	135
I.2.2- Méthodes de lutte dans les effectifs canins militaires _____	136
II- Intérêt de la deltaméthrine dans la prévention de la leishmaniose _____	139
II.1- Structure- classification _____	139
II.2- Propriétés physico- chimiques _____	141
II.3- Pharmacocinétique _____	141
II.3.1- Pénétration _____	141
II.3.2- Distribution et diffusion _____	142
II.3.3- Activité et utilisation thérapeutique _____	142
II.3.4- Biotransformation _____	144
II.3.5- Elimination _____	144
II.4- Efficacité préventive _____	144
II.5- Toxicité, effets secondaires _____	147
<i>Troisième partie: Etude expérimentale _____</i>	<i>149</i>
I- Matériels et méthodes _____	151
I.1- Matériels _____	151
I.1.1- Chiens _____	151
I.1.2- Collier _____	152
I.2- Méthode _____	152
I.2.1- Protocole _____	152
I.2.2- Analyse statistique des résultats _____	154
II- Résultats _____	155
III- Discussion _____	157
IV- Limites de l'étude _____	159
IV.1- Concernant le choix de la population _____	159
IV.2- Concernant le protocole expérimental _____	160
<i>CONCLUSION _____</i>	<i>163</i>
<i>ANNEXES _____</i>	<i>166</i>
<i>BIBLIOGRAPHIE _____</i>	<i>173</i>

Table des illustrations

Figures

	Pages
Figure 1 : Le nez externe du chien	19
Figure 2 : Coupe sagittale de la tête osseuse d'un chien	22
Figure 3 : Coupe frontale de la tête osseuse d'un chien	23
Figure 4 : Coupe transversale des volutes ethmoïdales du chien	23
Figure 5 : Sinus frontaux, vue latérale	26
Figure 6 : Sinus frontaux, vue dorsale	26
Figure 7 : L'organe voméronasal et les nerfs associés	27
Figure 8 : Irrigation de la cavité nasale du chien	28
Figure 9 : Coupe parasagittale des cavités nasales du chien	30
Figure 10 : Base du cerveau avec l'origine des nerfs crâniens d'un chien	31
Figure 11 : Section sagittale de la tête sur le plan médian d'un chien	32
Figure 12 : Ultrastructure de l'épithélium olfactif	35
Figure 13 : Structure du bulbe olfactif	36
Figure 14 : Les cellules du bulbe olfactif	39
Figure 15 : Trajet de l'influx nerveux lors d'un stimulus olfactif	44
Figure 16 : Face ventrale du cerveau du chien, schéma des voies olfactives	46
Figure 17 : Distribution mondiale de la leishmaniose viscérale (source : OMS)	114
Figure 18 : Structure de la deltaméthrine	140
Figure 19 : Effets toxiques de la deltaméthrine en fonction de la dose et du temps	143

Photographies

	Pages
Photo n°1 : Recherche d'explosifs sur bagages par une équipe de la gendarmerie	107
Photo n°2 : Amastigotes de <i>L. infantum</i> dans un macrophage	117
Photo n°3 : Promastigote de <i>L. infantum</i>	118
Photo n°4 : Phlébotome, vecteur de la leishmaniose	122
Photo n°5 : Cachexie de la leishmaniose canine	124
Photo n°6 : Dépilation péri-oculaire en forme de lunette	125
Photo n°7 : Hyperkératose des coussinets plantaires	126
Photo n°8 : Furfur amiantacé	126
Photo n°9 : Chancre d'inoculation de <i>L. infantum</i> sur le chanfrein et la face interne de l'oreille	127
Photo n°10 : Onychogryphose	127

Tableaux

Tableau I : Comparaison entre deux études portant sur l'effet anti-gorgement du collier Scalibor®.....	page 145
Tableau II : Protection contre la leishmaniose à l'aide du collier.....	page 146
Tableau III : Comparaison entre les performances olfactives des chiens évalués sans et avec le collier (effectifs observés).....	page 155
Tableau IV : Comparaison entre les performances olfactives des chiens évalués sans et avec le collier (effectifs calculés).....	page 155
Tableau V : Appréciation des performances du chien en fonction de l'avis du maître-chien quant à l'influence éventuelle du collier sur l'odorat. Avis du maître-chien: non.....	page 156
Tableau VI : Avis du maître-chien: peut-être.....	page 156
Tableau VII : Avis du maître-chien: sans opinion.....	page 156

Introduction

« Le chien est la conquête la plus remarquable, la plus complète et la plus utile que l'homme ait jamais faite ».

Baron Georges Cuvier (1769-1832)

De part ses facultés exceptionnelles, le chien fait totalement partie de l'organisation des armées françaises. Ses multiples qualités sont exploitées dans des missions de défense, de prévention et de sauvetage.

La récente vague d'attentats qui a touchée, au cours de ces dernières années, les intérêts occidentaux partout dans le monde a fait prendre conscience aux autorités publiques de la nécessité de lutter contre le terrorisme. Bien entendu, la France a déjà eu à y faire face au cours de son histoire, mais depuis le 11 septembre 2001, cette menace terroriste est redevenue une priorité, et l'Etat renforce son dispositif de prévention.

Le chien, de part ses qualités olfactives très développées, est capable, entre autre, de détecter l'odeur que dégagent la plupart des explosifs utilisés de nos jours. Il est donc, pour cette raison, partie prenante du dispositif de lutte contre le terrorisme, et se voit utilisé par diverses administrations, ayant chacune leur domaine d'intervention propre (armées, gendarmerie, sécurité civile, police, douanes).

Par ailleurs, dans le Sud-Est de la France sévit une protozoose infectieuse, la leishmaniose, anthroponose dont le réservoir animal est constitué essentiellement par le chien. La mise en place de mesures prophylactiques visant à réduire son incidence répond à une nécessité en terme de santé publique.

Ainsi, dans le cadre de la prévention de la leishmaniose canine, les chiens militaires vivant dans les chenils du sud-est de la France portent d'avril à octobre un collier qui diffuse un insecticide pyréthrianoïde, la deltaméthrine, possédant un effet répulsif vis-à-vis du phlébotome vecteur de *Leishmania infantum*.

Etant donné les missions que sont amenés à remplir ces chiens, il est important de déterminer les conséquences éventuelles du port de ce collier sur leurs performances olfactives, d'autant plus que cette question préoccupe nombre de chasseurs qui utilisent également ce collier.

Après avoir exposé dans une première partie les qualités du chien à l'origine de son utilisation dans diverses spécialités par les armées, nous consacrerons une deuxième partie à l'utilisation de la deltaméthrine dans la prévention de la leishmaniose canine. Puis, nous aborderons l'étude expérimentale de l'influence du port d'un collier imprégné de deltaméthrine sur les performances olfactives du chien militaire de détection d'explosifs et de stupéfiants.

Première partie

Performances olfactives du chien d'utilité

Le chien est l'animal le plus anciennement domestiqué par l'homme, et il fut certainement son premier auxiliaire à la guerre (CHAUMETTE, 1987).

La domestication du chien aurait commencé, selon la plupart des auteurs, à la fin du Paléolithique.

Les plus anciennes traces d'association entre les espèces humaines et canines ont été découvertes à Oberkassel, près de Bonn en Rhénanie. Elles datent d'environ 12.000 avant Jésus-Christ, soit 2.000 ans avant la révolution néolithique et 5.000 ans avant la domestication d'autres espèces (porc et petits ruminants). Les raisons de la domestication du chien font l'objet de plusieurs hypothèses et resteront, sans doute, toujours un sujet de controverses. Anciennement, on considérait qu'elle était le résultat de l'association entre deux prédateurs hautement performants, pratiquant fréquemment une chasse en collaboration. Les loups auraient ainsi suivi de plus en plus souvent les chasseurs du paléolithique et se seraient fixés près des campements, notamment pour profiter de la possibilité de manger les restes alimentaires. Les hommes trouvaient leur avantage dans la collaboration pour la chasse et pour la garde des campements.

Actuellement, sur la base d'analogies avec les sociétés humaines contemporaines vivant selon un mode préhistorique, on pense plutôt que de jeunes louveteaux étaient ramenés au campement. Ces animaux faisaient l'objet de soins de la part des femmes et étaient conservés pour diverses raisons : affectives, alimentaires, religieuses, Le chien aurait donc été au départ un animal de compagnie. Plus tard seulement, on se serait rendu compte de son utilité pour la garde et la chasse (GIFFROY, 1999).

La race la plus anciennement décrite, et qui paraît devoir être considérée comme la première domestiquée, est le chien des tourbières (*Canis familiaris palustris*), découvert dans les stations lacustres de la période de la pierre polie et déterminée par Rutimeyer en 1862.

Dans cette période nous constatons l'existence de plusieurs races distinctes primitives autochtones :

- *Canis familiaris palustris* (début de la pierre polie) ; l'un des types est l'ancêtre du chien de berger, l'autre un chien de chasse de petite taille,
- *Canis familiaris spaletti* (fin de la pierre polie, début de l'âge de bronze), plus petit, c'est l'ancêtre du lou-lou,
- *Canis familiaris matris optima* (âge de bronze), beaucoup plus grand que *Canis familiaris palustris*, il devait avoir la taille des chiens de bergers actuels,
- *Canis familiaris intermedius* (âge de fer), découvert dans une station basse de l'Autriche, il aurait donné naissance au chien de berger.

I- Qualités générales du chien d'utilité

Le chien de travail possède naturellement un certain nombre d'aptitudes sur lesquelles se base son utilisation par les armées, notamment comme « outil » tout prédisposé pour la détection.

Ces qualités sont de trois types :

- qualités physiques (aptitude générale du chien de travail) ;
- qualités sensorielles, en particulier l'odorat, que l'homme va chercher à développer tout au long du dressage ;
- qualités psychologiques.

I.1- Qualités physiques

Les qualités recherchées sont celles du chien sportif, citons la résistance, la vigueur, l'énergie, la souplesse, l'endurance et la robustesse. Elles permettront au chien de travailler sans trop de fatigue, de faire un long parcours quels que soient les obstacles naturels du terrain et de supporter les conditions météorologiques les plus diverses (DAVOUST, 1987)

Le chien de travail doit avant tout être en parfaite santé. Il devra être indemne de défauts graves : anomalies cardiorespiratoires, déficit sensoriel, dysplasie... Il est inutile de faire travailler un chien malade, ses capacités étant réduites. Ce dernier risque la plupart du temps d'être inefficace.

Une attention particulière est donc apportée à l'examen morphologique, notamment de l'appareil locomoteur. Les membres doivent présenter de bons aplombs, avec des angulations correctes, des articulations souples et solides. Les allures doivent être coulées (DAVOUST, 1987).

Le choix se porte donc surtout sur des chiens de taille moyenne ou grande, assez compacte et disposant d'une musculature imposante. La nécessité d'avoir un bon sauteur oriente le conducteur vers des races légères avec de préférence un rein court (DUPAS, 1986).

De plus, les souches sélectionnées doivent être rustiques, pouvant vivre dehors et voyager sans problème, dotées d'un poil serré et d'un sous-poil imperméable. On retient des races dont le pelage est assez facile à entretenir, des races à poil court. La robe doit aussi correspondre aux nécessités de l'utilisation en étant assez sombre (camouflage).

Enfin, on s'assure de l'intégrité de la dentition à laquelle on accorde une attention particulière.

I.2- Qualités psychologiques

Le chien d'utilité publique doit posséder certaines qualités psychologiques qui déterminent le fait que l'animal soit réceptif à l'enseignement reçu (motivation).

- Vigilance

La vigilance consiste en l'attention portée par le chien au monde. Elle est en rapport avec l'acuité sensorielle (DAVOUST, 1987). Le chien peut exercer cette vigilance de diverses façons.

Certains sujets sont plus sensibles aux bruits, d'autres aux odeurs, d'autres encore aux mouvements. Mais, quelle que soit la façon dont elle s'exprime, cette qualité offre trois atouts principaux :

- l'élève est plus attentif et apprend plus facilement ;
- lors d'interventions, l'animal réagit plus vite et plus intelligemment aux situations imprévues ;
- il est plus précis dans l'accomplissement de sa tâche.

On demande au chien d'être appliqué dans son travail. Il devra garder, le plus possible, le nez au sol sur la trace suivie, sans se préoccuper d'autres odeurs pourtant bien tentantes (LESENFANT, 1998).

- Stabilité émotionnelle

Le chien doit pouvoir effectuer son travail correctement dans un environnement hostile et stressant. Cela doit, par exemple, se traduire par une attitude calme et une indifférence aux coups de feu. Un bon chien de recherche doit donc être assez flegmatique tout en conservant un influx nerveux important lui permettant de développer ses facultés physiques et intellectuelles. Il ne faut pas confondre influx nerveux et nervosité qui est un défaut inhibant la réflexion et donc compromettant le travail.

- Courage et persévérance

Ils sont indispensables pour tout chien de travail et traduisent une certaine force de caractère qui permet à l'animal d'aborder toute situation nouvelle avec sérénité (FUKS, 1998).

Le courage est une qualité requise ; il est en effet inconcevable de voir un sujet destiné à la recherche en décombres refuser de progresser sur une corniche, ou encore un chien éclaireur reculer devant un agresseur. De même, un chien de recherche de stupéfiants ne doit pas s'effrayer de la chute d'objets qu'il a pu bousculer (CAMP, 1996).

Le chien devra en outre être suffisamment volontaire et persévérant pour continuer à suivre une piste, même longue, sans se décourager s'il en perd la trace ou s'il hésite. Au contraire, il devra mettre toute son ardeur à la retrouver (LESENFANT, 1998).

La mise en condition et l'expérience permettent d'augmenter ces qualités, mais un bon potentiel de base est souhaitable (DUPAS, 1986).

- Sociabilité

Le chien de recherche va être amené, tout au long de sa carrière, à avoir des contacts avec de nombreuses personnes inconnues, avec ses congénères et autres espèces animales. Tout sujet craignant l'homme ou se montrant agressif vis-à-vis de lui doit être écarté. Par conséquent, le chien de recherche doit être sociable.

- Vitalité et goût du jeu

Vitalité et goût du jeu sont les piliers du dressage du chien de travail. Si l'on peut composer avec les autres traits de caractère, il sera difficile de donner le goût du travail à un chien n'ayant pas ces qualités (LESENFANT, 1998). En général, le goût du jeu est présent dès le plus jeune âge et persiste plus ou moins chez l'adulte. Or, il s'agit d'un atout essentiel pour un chien de détection. En effet, la plupart des techniques de dressage reposent sur le jeu. Il faut, en conséquence, disposer d'un élève très joueur et présentant une bonne prédisposition au rapport d'objets (WLOSNIIEWSKI, 1989).

- Agressivité

L'agressivité se traduit par le goût du chien à attaquer, à mordre franchement et à ne pas lâcher quelles que soient les circonstances (coups, détonations) (DAVOUST, 1987). Du fait que certains chiens de détection assurent également des missions de garde et de défense, il leur faut posséder cette faculté. Toutefois, la manifestation agressive doit être parfaitement justifiée. En aucun cas elle ne doit survenir à la suite d'une peur ou d'un geste anodin. En effet, si l'agressivité qui accompagne la combativité constitue un atout déterminant, l'agressivité effrénée est à proscrire, car dans ce cas, l'animal imprévisible et incontrôlable est dangereux. Le futur propriétaire devra donc se montrer exigeant dans ses tests afin de bien faire la différence entre ces deux comportements. Un élément notamment lui permet de les distinguer. Ainsi, en réponse à une menace, un sujet sainement agressif commence par aboyer et gronder. Il ne mord que si l'agression se confirme et se fait de façon franche. Par contre, un individu féroce attaque sans avertissement, sournoisement, et a tendance à mordiller (CAMP, 1996).

- Indépendance

Un chien de travail idéal ne doit pas être trop à l'écoute de son conducteur. Il est le seul à pouvoir accomplir sa tâche. Par conséquent, il doit pouvoir faire preuve d'initiative et d'autonomie. Le choix devrait donc se porter naturellement vers des sujets de nature dominante et non sur des individus soumis, ce qui implique de la part du propriétaire du chien des qualités nécessaires pour s'imposer, malgré les prétentions de son compagnon. Cette force de caractère n'appartenant pas à tout le monde, de nombreux dresseurs préfèrent des chiens dépendants, fortement tournés vers leur maître, qui sont

plus faciles à former. Pour les rendre plus autonomes, leurs conducteurs doivent alors apprendre à s'effacer afin de les obliger à agir par eux-mêmes (CAMP, 1996). L'indépendance doit être travaillée pour être optimisée.

I.3- Qualités sensorielles

Le chien possède un certain nombre de qualités sensorielles qui sont exploitées dans le cadre de son emploi. Elles expliquent, sans nul doute, le caractère indispensable de l'espèce canine pour assister l'homme en matière de détection, car sur bien des points, le chien supplante son maître (CAMP, 1996).

Nous laisserons de côté le goût qui ne présente aucun intérêt pratique.

I.3.1- Sensibilité tactile

Le sens tactile et le sens kinesthésique permettent au chien de se déplacer sans regarder où il pose les pattes et ce quel que soit le terrain. De plus, il semble que le chien perçoive un tremblement du sol provoqué par des individus se déplaçant à des distances variant de 100 à 1000 mètres, selon le terrain (WLOSNIIEWSKI, 1989).

I.3.2- L'ouïe

Le chien possède une ouïe très sensible. Avec un seuil d'audibilité en deçà de 5 dB, il reçoit des intensités sonores plus faibles que l'homme (CAMP, 1996). Cette faculté, si elle ne lui apporte rien dans la détection de substances, s'avère très efficace dans la détection de personnes conscientes. Le chien est en effet capable d'entendre la respiration d'un individu, et qui plus est, de s'orienter vers la source sonore.

Les races bergères à oreilles droites disposent, dans ce domaine, de capacités maximales du fait de la conformation de leurs pavillons qui fonctionnent comme de véritables radars. En effet, lorsqu'il perçoit un bruit, le chien va tourner la tête jusqu'à ce que sa perception biauriculaire devienne optimale. Cela lui permet de trouver la direction à prendre pour retrouver l'origine du son perçu (WLOSNIIEWSKI, 1989).

I.3.3- La vision

Certes le chien dispose d'une acuité visuelle inférieure à celle de l'homme, mais sa vision nocturne et crépusculaire particulièrement efficace lui permet de se mouvoir sans problème dans l'obscurité. De même, s'il a du mal à distinguer les contours des éléments immobiles, il peut très clairement les identifier lorsqu'ils entrent en mouvements (CAMPBELL, 1989).

Son champ de vision de 250 à 280 degrés lui permet une vision latérale importante (GIFFROY, 1994).

Enfin, disposant d'une assez bonne vision binoculaire, il peut apprécier les profondeurs et les perspectives (GIFFROY, 1994). Il peut ainsi évaluer d'une part la distance le séparant d'un adversaire et d'autre part se déplacer dans un environnement très perturbé sans difficultés (CAMP, 1996).

Il perçoit également très bien le vide et le redoute de nature.

I.3.4- L'odorat

L'odorat ou olfaction, constitue le sens principal dans l'espèce canine. Sa perte chez le chien serait « comparable », en terme de handicap, à la perte de la vision chez l'homme (MYERS, 1991).

L'olfaction est l'un des trois sens chimiques de l'organisme, les deux autres étant le goût et la sensibilité chimique tégumentaire ou muqueuse. Contrairement à ces deux autres perceptions chimiques, l'olfaction est caractérisée par une analyse qualitative et quantitative précise des odeurs.

L'appareil olfactif répond à la stimulation de certaines molécules du milieu, à des quantités généralement très faibles de molécules actives et odorantes, et permet leur identification. Il opère une analyse chimiosensorielle de l'environnement. Sa sensibilité est moléculaire (BOUTELIER, 1965).

On peut quantifier ce sens en fonction du nombre de récepteurs olfactifs présents sur la muqueuse olfactive du chien. Le chien possède plus de deux cents millions de cellules olfactives (GIFFROY, 1994). Il dispose de ce fait d'une grande acuité olfactive, notamment pour les odeurs organiques.

L'étude en est délicate chez le chien. En effet, les connaissances dans ce domaine reposent essentiellement sur l'extrapolation d'expériences menées sur l'homme et sur certains travaux d'observation réalisés sur le chien.

II- Rappel : Bases de l'olfaction

Nous allons en premier lieu étudier l'anatomie du système olfactif, puis l'histologie de la muqueuse olfactive et des centres nerveux, afin d'avoir une meilleure compréhension de la physiologie olfactive.

Puis, l'étude de la physiologie olfactive nous permettra de dégager les particularités de ce sens chez le chien, les facteurs d'influence et enfin les affections pouvant avoir des répercussions sur son efficacité.

II.1- Anatomie du système olfactif du chien

Les mammifères, sur le plan de l'olfaction, sont divisés en trois classes : les Macrosmatiques à l'odorat très développé (carnivores, ongulés), les Microsmatiques (homme) et les Anosmatiques (delphinidés). Chez les Macrosmatiques et les Microsmatiques, l'appareil olfactif est remarquablement constant dans son organisation (BOUTELIER, 1965).

Les voies aériennes supérieures comprennent le nez et les cavités nasales, avec les sinus paranasaux (cavités de la tête annexée aux cavités nasales). L'anatomie des cavités nasales permet le passage de l'air lors de la respiration.

II.1.1- Le nez

II.1.1.1- Conformation externe (figures 1)

Le nez du chien est appelé truffe du fait de sa ressemblance avec le champignon du même nom. Il comporte deux orifices en forme de virgules, les narines, ouvertures externes du vestibule nasal maintenues béantes par une charpente cartilagineuse, qui constituent les portes d'entrée de l'air et des odeurs dans l'appareil olfactif (SYROTUCK, 1986b).

La truffe présente un philtrum bien marqué, étroit et profond. Souvent pigmentée, elle a un aspect glabre et ridé. Sa surface est subdivisée en petites aires polygonales par des sillons marqués dont la disposition, comme les empreintes digitales chez l'homme, est caractéristique du chien et immuable au cours de sa vie. L'empreinte nasale a ainsi été longtemps utilisée pour l'identification de ces animaux (RICHARD, 2000).

Dans l'espèce canine, la racine du nez correspond au stop et est plus ou moins marquée selon les races de chiens.

Le dos du nez correspond au chanfrein. Il est porté par les os nasaux. Sa longueur varie selon que l'on a affaire à un chien bréviligne, médioligne ou encore longiligne.

La pointe du nez, ou rostrum, s'étend de la zone située entre les deux narines jusqu'à la lèvre supérieure.

L'aile du nez correspond à la paroi cartilagineuse la plus mobile de la narine. (Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon[1])

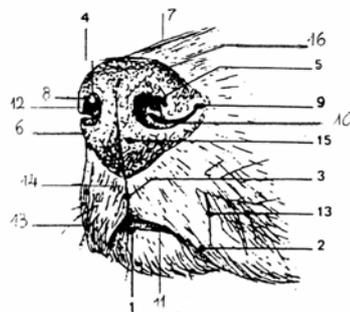
II.1.1.2- Conformation interne

Le vestibule nasal s'étend de la narine à la cavité nasale proprement dite. Il est tapissé par une peau fine qui se raccorde progressivement à la peau du bout du nez d'une part, et à la muqueuse nasale, rosée, d'autre part. Latéralement et légèrement dorsalement, il est envahi par le pli alaire du cornet nasal ventral

Le seuil nasal, aussi appelé orifice vestibulo-nasal, est très peu marqué chez le chien.

Une ouverture, l'ostium naso-lacrymal, correspond à l'ouverture du canal lacrymal. Celui-ci est un canal intra-osseux qui commence à l'angle médial de l'orbite, et qui débouche donc dans le vestibule, près du seuil nasal. L'ostium naso-lacrymal existe chez toutes les espèces, mais avec des différences. Ainsi, chez le chien, on a souvent en plus un deuxième ostium, qui s'ouvre dans la cavité nasale.

1. Lèvre inférieure;
2. Lèvre supérieure
3. Philtrum
4. Commissure médiale de la narine
5. Aile du nez
6. Rostrum ("bout du nez")
7. Dos du nez ("chanfrein")
8. Diverticule nasal ("fausse narine")
9. Commissure latérale et sillon alaire
10. Vestibule nasal
11. Commissure labiale
12. Orifice naso-lacrymal
13. Vibrisses



14. Plan naso-labial ("mifle")
15. Plan nasal (Carnivores: "truffe")
16. Narines

Figure 1 : Le nez externe du chien
(l'E.N.V. de Lyon [1])

II.1.1.3- Structure

- Charpente

On trouve deux os : l'os nasal et l'os incisif. Des cartilages complètent l'espace naso-incisif.

Le septum nasal divise la cavité en deux parties, droite et gauche ; il se prolonge jusqu'au bout du nez (BERGMAN, 2000).

Le cartilage alaire, pair, est le plus développé ; c'est lui qui donne sa forme à la narine. Il a une forme de virgule. Sa partie dorsale, plus élargie, est la lame du cartilage alaire, la base anatomique de l'aile du nez. Le reste est la corne, qui constitue la partie ventrale de l'aile du nez.

On a deux cartilages latéraux :

Le cartilage dorsal complète dorsalement l'os nasal, pour former le plafond du vestibule nasal.

Le cartilage ventral complète l'os incisif du côté latéral, et forme donc la paroi latérale du vestibule.

On trouve aussi deux cartilages accessoires :

Le cartilage accessoire latéral se soude à la corne du cartilage alaire. Il a une forme d'ancre de marine, caractéristique.

Le cartilage accessoire médial continue les cornets nasaux jusqu'au vestibule nasal. Il entraîne la formation de plis à l'intérieur de la peau (E.N.V. de Lyon [1]).

- Musculature

Il y a peu de muscles intervenant dans l'olfaction : ce sont les muscles qui permettent de faire varier le calibre des narines en faisant bouger les cartilages. On a surtout des muscles qui dilatent les narines, facilitant le passage de l'air dans celles-ci. Le plus puissant est le muscle dilatateur des narines, qui joint les bords des deux narines (cartilages alaires). On trouve aussi le muscle releveur naso-labial. D'autres muscles, comme le muscle canin, tirent le bord des narines vers l'arrière. On a aussi des muscles constricteurs des narines : le muscle nasal latéral se situe en regard de l'incisure naso-incisive où il se fixe. Il est assez fin chez le chien.

(E.N.V. de Lyon [2])

II.1.2- Les cavités nasales (figures 2, 3)

Les cavités nasales constituent la partie initiale de l'appareil d'admission de l'air. Elles ont ainsi pour rôles de :

- purifier l'air à l'aide d'une muqueuse ciliée,
- le réchauffer grâce à une vascularisation importante,
- l'humidifier avec les sécrétions des glandes nasales.

Les cavités nasales constituent de plus le lieu de l'olfaction et permettent une défense de la partie initiale de l'appareil respiratoire grâce au réflexe violent qu'est l'éternuement. Celui-ci peut résulter d'une irritation de la muqueuse par une particule étrangère, ou encore d'une inflammation de type allergique par exemple.

Enfin, les cavités nasales jouent le rôle de caisse de résonance lors de la phonation.

(E.N.V. de Lyon [1])

II.1.2.1- Disposition et conformation générale

Chez les carnivores, les cavités nasales sont au nombre de deux : une droite et une gauche. Elles sont séparées, de façon symétrique et plus ou moins complète, par une cloison sagittale : le septum nasal. Elles s'ouvrent sur l'extérieur par les narines et communiquent avec le rhino-pharynx par les choanes. Elles sont également en communication avec d'autres structures qui sont : les sinus frontaux et maxillaires, la cavité orbitale et la cavité buccale (VADUREL, 1995).

Chaque cavité est formée par une paroi médiale et latérale, un plafond et un plancher, une partie rostrale et caudale.

- La paroi médiale correspond au septum nasal. Il s'agit d'une paroi verticale qui s'attache sur la lame du vomer. Cette lame est cartilagineuse, plane et lisse (LECOMTE, 1979). Elle se prolonge jusqu'au bout du nez.
- La paroi latérale est essentiellement formée par l'os maxillaire auquel se joignent le processus nasal de l'os incisif et les os nasal, lacrymal et palatin. Cette paroi permet la fixation des cornets nasaux supérieur et inférieur (LECOMTE, 1979).
- Le plafond ou voûte est constitué de l'os nasal et du cartilage latéral dorsal du nez.
- Le plancher nasal est une structure osseuse plus large et moins longue que le plafond. Il est constitué du palais osseux, formé de l'os palatin, des processus palatins des os maxillaires, et des os incisifs. Il s'élargit en arrière et porte l'organe voméro-nasal, ou organe de Jacobson.
- La limite rostrale est l'hymen nasi, ou seuil nasal. C'est la limite des cavités nasales avec le vestibule. La partie antérieure est limitée par le corps et le processus nasal de l'os incisif, ainsi que par l'extrémité rostrale de l'os nasal.

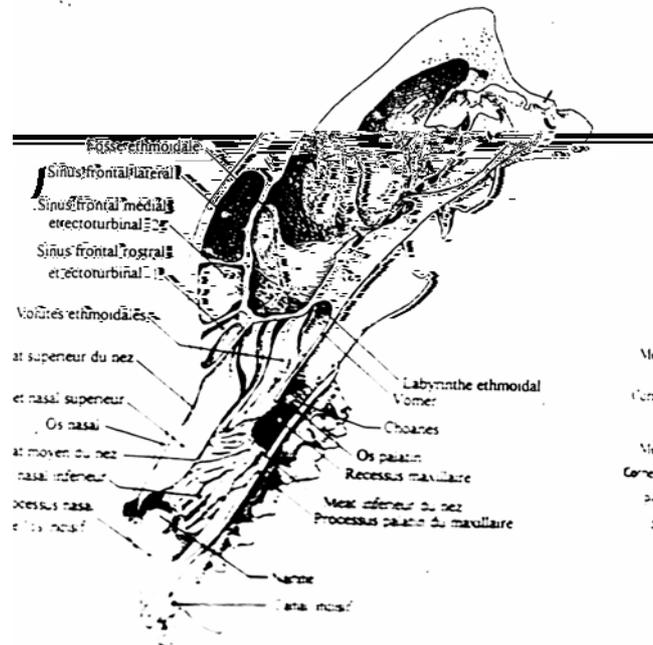


Figure 2: Coupe sagittale de la tête osseuse d'un chien
(VADUREL, 1995 d'après BARONE, 1976)

- La partie caudale (figure 4) est divisée en deux étages par la lame basale de l'os ethmoïde. L'étage inférieur forme un large méat qui s'ouvre sur les choanes. L'étage supérieur constitue le labyrinthe ethmoïdal, occupé par les volutes. Il est séparé de la cavité crânienne par la lame criblée, appelée ainsi car elle est perforée de multiples trous fins. Les volutes s'engagent en avant dans le méat moyen, formant un véritable cornet moyen (BARONE, 1976). Les volutes sont nombreuses et particulièrement longues chez le chien. On distingue des volutes endoturbinales qui sont les plus grandes et les plus médianes, et des volutes ectoturbinales, plus petites et plus latérales.

Les cavités nasales sont tapissées par une muqueuse nasale. Elles contiennent des éléments osseux : les cornets nasaux.

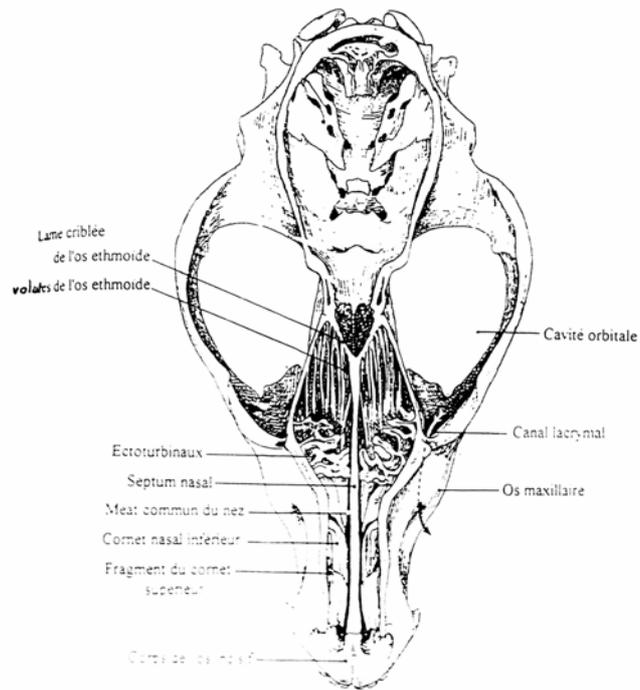


Figure 3: Coupe frontale de la tête osseuse d'un chien
(VADUREL, 1995 d'après BARONE, 1976)



Figure 4: Coupe transversale des volutes ethmoïdales du chien
(VADUREL, 1995 d'après EVANS, 1979)

II.1.2.2- Les cornets nasaux (figure 5)

Les cornets nasaux sont des lames osseuses très fines qui s'enroulent. Ces lames s'attachent sur des crêtes présentes sur toute la longueur de la face latérale des parois.

Chaque cornet nasal possède une lame basale attachée à la paroi et une lame spirale enroulée sur elle-même donnant plusieurs rameaux. L'enroulement de la lame spirale détermine une cavité et il y a toujours une communication par de petits orifices avec la cavité nasale générale (PELLETIER, 2000).

Si le bord de la lame spirale rejoint la lame basale, on parle de bulle. Si le bord de la lame spirale rejoint la paroi, on a un sinus conchal (E.N.V. de Lyon [1]).

Les cornets nasaux forment deux groupes : un groupe rostral constitué par les cornets inférieur et supérieur, et un groupe caudal appelé cornet moyen ou ethmoïdal (PELLETIER, 2000).

Le cornet supérieur du chien, relativement réduit, est long et fin. Il forme à peine une lame, sans enroulement. Il s'attache sur une crête à la face interne de l'os nasal : la crête ethmoïdale. Sa partie caudale délimite un sinus conchal dorsal annexé au sinus frontal. Il se prolonge dans le vestibule nasal par le pli droit (E.N.V. de Lyon [1]).

Le cornet inférieur est beaucoup plus volumineux, même s'il est plus court. Il occupe pour ainsi dire toute la largeur de la cavité nasale. Il est de structure extrêmement complexe, très ramifiée (E.N.V. de Lyon [1]). En effet, la lame osseuse principale qui le constitue est enroulée ventralement et donne naissance à cinq lamelles secondaires, portant elles-mêmes des lamelles tertiaires fortement plissées, longitudinales et également enroulées sur elles-mêmes (HONHON, 1967).

Le cornet moyen correspond à une volute de l'os ethmoïdale. Celui-ci acquiert chez le chien le plus grand développement des mammifères domestiques : il atteint pratiquement la moitié de la cavité nasale.

Ces cornets nasaux augmentent considérablement la surface des cavités nasales et délimitent des espaces appelés méats.

II.1.2.3- Les méats nasaux

Les méats nasaux sont au nombre de trois. Le méat supérieur, situé entre l'os nasal et le cornet supérieur, est le plus étroit des méats nasaux (PELLETIER, 2000). Le méat moyen, compris entre les cornets supérieur et inférieur, se sépare en deux branches, supérieure et inférieure, par l'intercalation des volutes de l'ethmoïde entre les deux cornets (HONHON, 1967). Il possède les principaux orifices sinuso-nasaux (PELLETIER, 2000). Le méat inférieur, situé entre le cornet inférieur et le plancher nasal, est le plus vaste (HONHON, 1967). Il aboutit aux choanes (PELLETIER, 2000). Le méat moyen est la voie de l'air olfactif, alors que le méat inférieur est la voie de l'air respiratoire. Un dernier méat existe ; il s'agit du méat commun. Situé médialement et s'étendant longitudinalement, il a pour rôle de faire communiquer les autres méats entre eux (E.N.V. de Lyon [1]).

II.1.3- Les sinus paranasaux (figures 2, 6)

Ce sont des cavités creusées dans certains os du crâne et de la face. Elles sont anfractueuses, c'est-à-dire qu'elles peuvent présenter de nombreuses cloisons, plus ou moins complètes, qui les divisent en plusieurs compartiments.

On a de grande variation de taille, de cloisonnement, en fonction de l'âge. Les sinus sont peu développés à la naissance, puis s'agrandissent au fur et à mesure de la croissance. Ils sont variables d'une race à l'autre, d'un individu à l'autre, et chez un même animal, les sinus ne sont pas toujours symétriques (E.N.V. de Lyon [1]).

Le rôle des sinus paranasaux reste encore mal compris. Ils sont tapissés par une muqueuse de type respiratoire, cependant ils n'ont pas vraiment pour fonction le réchauffement de l'air ni sa filtration. Ils ont d'abord un rôle mécanique d'allègement. Ils augmentent le volume total de la tête pour un même poids. C'est le phénomène de pneumatisation. Ils ont surtout un rôle dans la protection du système nerveux, servant en quelque sorte d'amortisseur en cas de choc ; en effet une structure réticulée est beaucoup plus résistante qu'une structure pleine : elle s'affaisse au lieu de casser.

Enfin, et c'est ce qui nous intéresse ici, ils ont un rôle dans l'olfaction chez le chien.

On distingue les sinus paranasaux conchal, frontal et maxillaire.

Le sinus conchal moyen, ou sinus du cornet moyen, correspond à l'ensemble des cavités délimitées par les parties bulleuses des cornets nasaux. Il est bien développé dans tout le cornet.

Les sinus frontaux sont essentiellement localisés dans l'os frontal, médialement par rapport à l'orbite. Ils sont séparés par une cloison médiane et s'ouvrent dans les méats ethmoïdaux. On distingue trois sinus frontaux chez le chien. Un rostral, dont le plancher est occupé par l'ectoturbinat II, un médial dont le plancher est occupé par l'ectoturbinat I et enfin un latéral, plus développé et dont l'ouverture nasale laisse passer l'ectoturbinat III. Ces sinus sont recouverts de muqueuse olfactive.

Le sinus maxillaire est un simple récessus dans l'espèce canine. Il occupe la face latérale de la tête et se situe surtout dans l'os maxillaire, rostralement et ventralement par rapport à l'orbite. Il forme une ouverture naso-maxillaire en fente large dans laquelle

s'engage une partie de la lame spirale du cornet dorsal. Il est en rapport avec le conduit infra-orbitaire et les alvéoles dentaires de la prémolaire IV (PELLETIER, 2000).

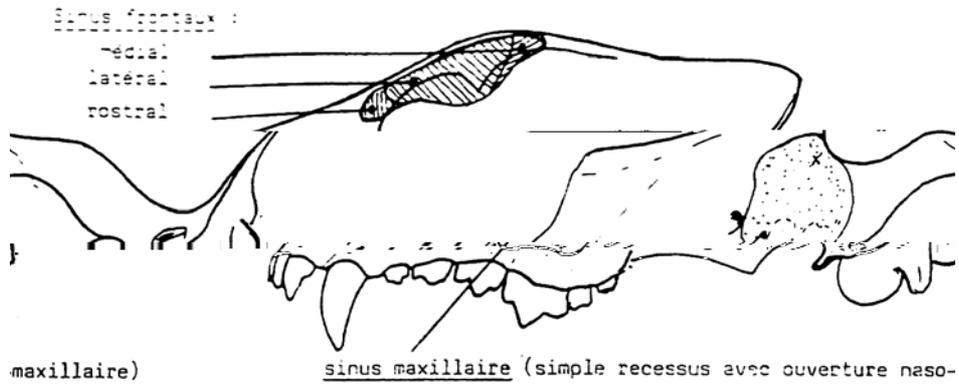


Figure 5 : Sinus frontaux, vue latérale
 (E.N.V. de Lyon [1])

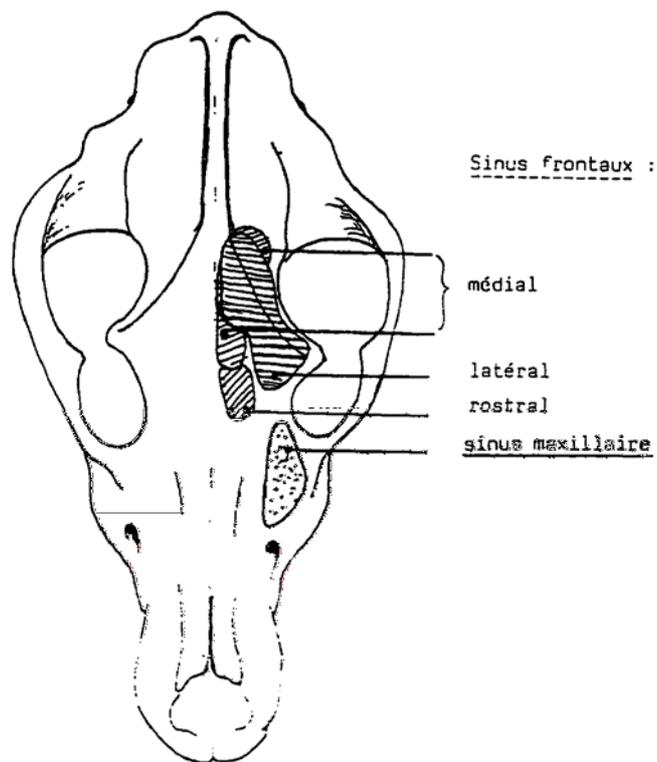


Figure 6 : Sinus frontaux, vue dorsale
 (E.N.V. de Lyon [1])

II.1.4- L'organe voméronasal (figures 7)

L'organe voméronasal, encore appelé organe de Jacobson, est bien différencié chez les reptiles, un peu moins chez les mammifères primitifs, et vestigial chez les poissons, les oiseaux et les mammifères évolués (VADUREL, 1995).

Il s'agit d'un organe pair situé dans l'épaisseur du plancher des fosses nasales, entre l'os palatin et la muqueuse pituitaire. Les deux canalicules qui le constituent sont en forme de cul-de-sac et s'ouvrent dans le canal de Stenson. Leur consistance est ferme et ils sont entourés par un cartilage hyalin en forme de gouttière du côté médial et par une enveloppe fibreuse du côté latéral. Ils sont de section ovale ou excavés latéralement et concaves médialement, en forme de croissant (BARONE, 1984). Chez le chien, ils sont courts et peu développés, environ quarante-cinq millimètres de long et deux millimètres de diamètre pour un Berger Allemand (LECOMTE, 1979).

Le conduit incisif fait communiquer les cavités nasales et orale par un orifice nasal dans le méat ventral, en regard de la canine, et par un orifice oral sur la papille incisive. Ce diverticule est entouré de nombreux vaisseaux sanguins (E.N.V. de Lyon [1]).

Le conduit voméronasal est tapissé d'une muqueuse à la fois respiratoire et olfactive. Il est innervé par le nerf voméronasal. Ce dernier rejoint les centres de l'olfaction, de même que le nerf olfactif issu des fosses nasales.

Le rôle de l'organe voméronasal est essentiel dans l'olfaction et dans l'association olfacto-gustative.

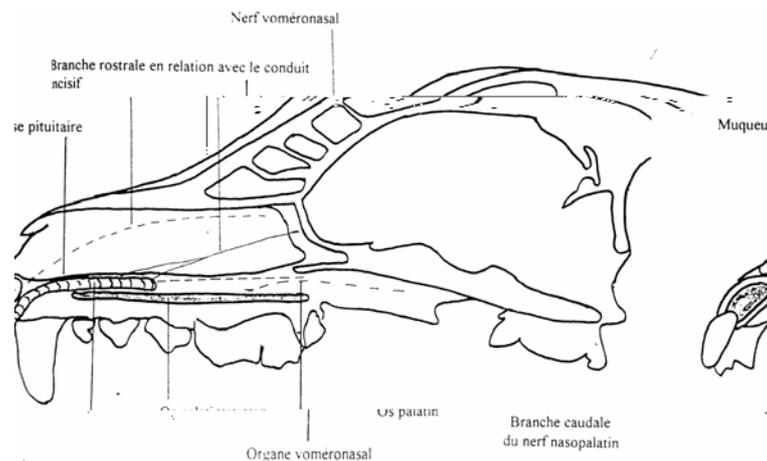


Figure 7: L'organe voméronasal et les nerfs associés
(VADUREL, 1995 d'après SALAZAR, 1992)

II.1.5- Vascularisation et innervation des fosses nasales

Le neuroépithélium est richement irrigué par un réseau de capillaires et possède une innervation neuro-végétative.

II.1.5.1- Drainage lymphatique

Il existe un réseau lymphatique dense au niveau de la muqueuse olfactive. Ce réseau pénètre dans l'épithélium par de fins canaux longeant les canaux excréteurs des glandes de Bowman.

II.1.5.2- Vascularisation (figure 8)

Si l'appareil olfactif est si performant, c'est certainement grâce au réseau de capillaires très développé qui irrigue l'épithélium recouvrant les cavités des fosses nasales. Le sang arrive dans la zone olfactive par les artères ethmoïdales externe et interne et par les artères nasales.

L'artère ethmoïdale externe forme un cercle artériel sur la paroi latérale de la fosse ethmoïdale et finit par s'anastomoser. Quelques branches forment un filet qui irrigue le septum nasal et les volutes. L'artère ethmoïdale interne participe à la formation de ce filet et envoie des rameaux au bulbe. Le plexus veineux est très riche et la veine nasale interne draine le sang.

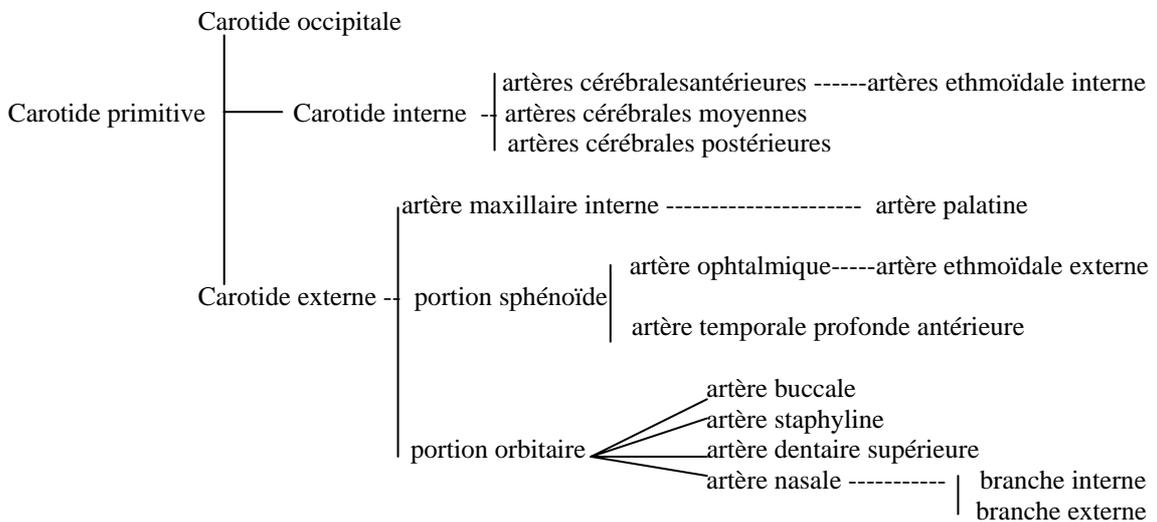


Figure 8 : Irrigation de la cavité nasale du chien
(VADUREL, 1995)

II.1.5.3- Innervation (figure 9)

L'appareil olfactif si performant du chien doit sa sensibilité à une innervation très riche. Elle repose sur quatre nerfs, qui ont chacun un rôle spécifique.

Le nerf olfactif se compose, en réalité, de la réunion des axones des cellules olfactives qui forment un véritable feutrage dans l'épaisseur de la muqueuse. Ces filets nerveux indépendants s'accordent les uns aux autres et rejoignent ainsi le bulbe olfactif après avoir traversé l'éthmoïde par les trous de la lame criblée. Ils sont responsables de la conduction de la sensation olfactive.

Le nerf nasal est issu du nerf maxillaire supérieur, provenant lui-même du nerf trijumeau. Le nerf nasal pénètre dans la cavité par le trou sphéno-palatin puis se ramifie. Il rejoint ensuite la muqueuse du plancher et de la cloison des fosses nasales, puis la face ventrale du cornet inférieur et émet tout au long de son trajet des rameaux vers la muqueuse (SYROTUCK, 1986a). De par sa présence, il complique la distinction entre une sensation purement olfactive et une excitation nasale ou gustative, puisqu'il semble également répondre aux stimulations odorantes.

Le nerf ethmoïdal, prolongement du nerf naso-ciliaire, pénètre dans la cavité crânienne par le trou ethmoïdale ventral, puis longe la paroi latérale jusqu'à la lame criblée, qui lui permet de gagner les cavités nasales. Là, il émet des branches sensibles vers les cornets nasaux. Il innerve, par ailleurs, la muqueuse respiratoire du septum, la muqueuse des volutes ethmoïdales, ainsi que celle des parois latérales des cavités nasales (LECOMTE, 1979).

Le nerf voméronasal, également appelé nerf terminal, est anatomiquement et fonctionnellement distinct des nerfs olfactifs. Dans l'organe voméronasal, la partie rostrale de la cloison des fosses nasales donne un plexus sous-muqueux qui se prolonge lui-même par le nerf terminal. Il poursuit ensuite son trajet sous la muqueuse nasale et traverse l'éthmoïde par un orifice particulier, situé au bord latéral de la lame criblée. Pour finir, il arrive au bulbe olfactif accessoire, petite dépendance latérale du bulbe olfactif. On a remarqué qu'il existait, chez le chien, un ganglion sur le trajet du nerf terminal. De plus, ce nerf présente des anastomoses avec des branches du nerf trijumeau.

Le rôle du nerf terminal n'est pas encore tout à fait défini. Toutefois, il semble certain qu'il a un rôle olfactif et vasomoteur dans la zone de l'organe voméronasal. Corrélativement, il semble avoir un rôle très important dans l'olfaction car il permet non seulement les sensations olfactives, mais encore, et ceci grâce aux participations limbiques et diencephaliques, des représentations olfactives.

En d'autres termes, ce nerf permet au chien d'éprouver des sensations olfactives agréables ou désagréables. C'est également le système limbique qui intervient dans la réaction émotionnelle face à la perception d'une odeur.

(E.N.V. de Lyon [3])

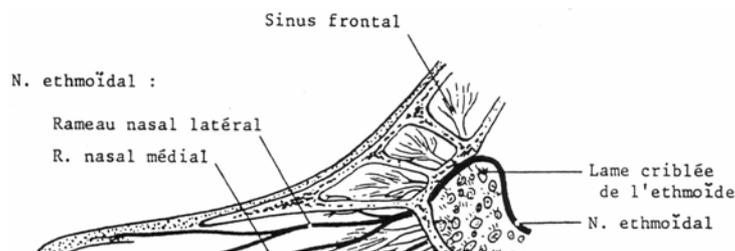


Figure 9 : Coupe parasagittale des cavités nasales du chien

(E.N.V. de Lyon [2])

II.1.6- Centres de l'olfaction (figures 10, 11)

Les centres de l'olfaction sont constitués des centres olfactifs primaires et des centres olfactifs d'ordre supérieur.

Le bulbe olfactif et le bulbe olfactif accessoire représentent les centres primaires de l'olfaction. Les voies olfactives suivent les filets nerveux jusqu'à ces bulbes.

Macroscopiquement, à ce niveau, une partie des fibres venant du côté gauche s'entrecroisent avec une partie des fibres venant du côté droit pour se terminer dans la substance grise, à la face ventrale des bulbes olfactifs. Les fibres nerveuses atteignent les glomérules olfactifs, sièges d'un renforcement des excitations olfactives. Chaque glomérule reçoit un grand nombre de fibres venant de récepteurs différents.

L'influx nerveux est ensuite transmis par les glomérules aux cellules mitrales et aux cellules à panache qui constituent l'origine des voies secondaires (E.N.V. de Lyon [3]).

Ensuite les voies olfactives peuvent transiter *via* le thalamus ou l'hypothalamus, au centre du cerveau. Ils sont entourés par les deux hémisphères cérébraux, eux-mêmes subdivisés en trois zones : le lobe piriforme, l'hippocampe et le néocortex ; ceux-ci correspondent aux centres olfactifs d'ordre supérieur (BULLIER, 1983).

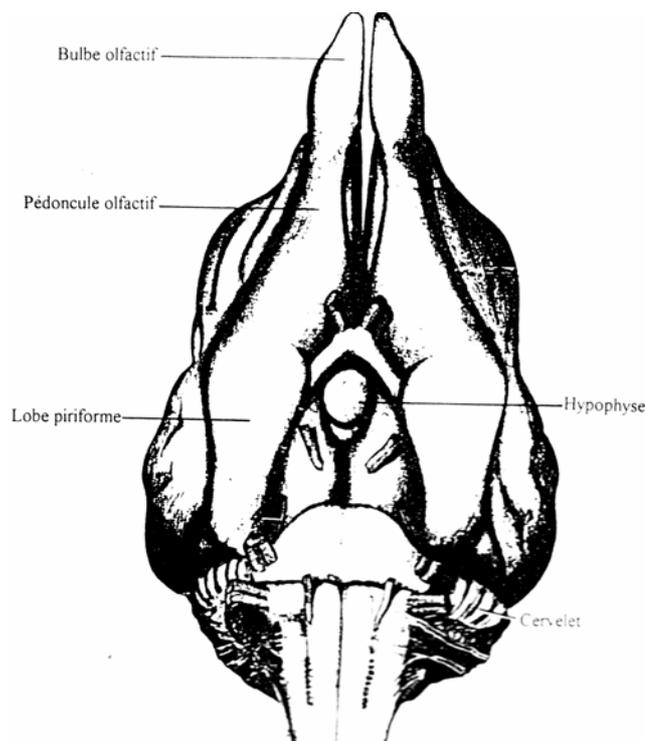


Figure 10 : Base du cerveau avec l'origine des nerfs crâniens d'un chien
(VADUREL, 1995 d'après POPESKO, 1980)

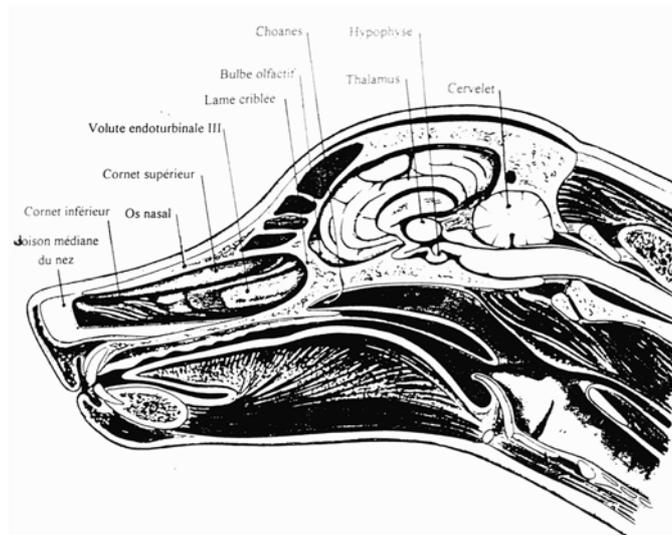


Figure 11 : Section sagittale de la tête sur le plan médian d'un chien
(VADUREL, 1995 d'après POPESKO, 1980)

II.2- Histologie

II.2.1- Les voies aériennes supérieures

Les voies aériennes supérieures, constituées du vestibule nasal et des cavités nasales terminées par l'ethmoïde et les sinus paranasaux, sont recouvertes par différents revêtements (E.N.V. de Lyon [4]).

II.2.1.1- Le vestibule nasal

Il fait suite à la narine et s'arrête à l'hymen nasi. Sa charpente est constituée de cartilages recouverts par une muqueuse. Un épithélium tapisse la muqueuse en contact avec l'extérieur et du tissu conjonctif, appelé chorion, nourrit cet épithélium.

L'épithélium est identique à celui de la narine : pluristratifié, épais, kératinisé, pigmenté dans sa partie basale. Puis, progressivement, vers l'arrière, cet épithélium se modifie : on observe une perte de pigmentation (il n'y a plus de mélanocytes), puis une diminution de la kératinisation. Les cellules se modifient ensuite aboutissant à un épithélium pseudostratifié.

On passe donc d'un épithélium de protection à un épithélium de type respiratoire possédant en outre des cellules glandulaires caliciformes.

Le chorion possède de nombreuses glandes, séreuses ou mixtes.

II.2.1.2- La cavité nasale

Elle débute à l'hymen nasi et se termine à l'ethmoïde dorsalement, et par le méat naso-oesophagien ventralement. Des lamelles osseuses enroulées sur elles-mêmes et recouvertes d'une muqueuse la composent. Cette muqueuse n'est pas partout la même. La partie antérieure est dite pituitaire, très rosée, de type respiratoire. La partie caudale est olfactive, de couleur plus jaunâtre.

- La muqueuse pituitaire

Son épithélium est pseudostratifié avec des cellules basales ciliées au pôle apical. Au sein de l'épithélium, il existe des cellules glandulaires dites caliciformes. Les cellules épithéliales sont cylindriques.

Son chorion possède de nombreuses glandes, purement muqueuses ou mixtes. On y trouve des vaisseaux très volumineux, avec de grandes lumières. Ils forment les plexus caverneux. Cela permet de stocker de grandes quantités de sang, d'où un réchauffement rapide de l'air qui se dirige vers les poumons.

- la muqueuse olfactive (figure 12)

La muqueuse olfactive tapisse la partie dorsale et postérieure de la cavité nasale, c'est-à-dire les volutes ethmoïdales, une partie du plancher de la cloison interne, la lame criblée de l'ethmoïde et la partie dorso-médiane de l'organe voméro-nasal (BARONE, 1984).

Il n'existe pas de discontinuité entre les muqueuses olfactive et respiratoire (LECOMTE, 1979). Au contraire, il existe même des zones où les deux épithéliums sont entrelacés (MOTT, 1991). La surface de la muqueuse olfactive est estimée à 200 cm² chez le Berger Allemand (contre 2 à 3 cm² chez l'homme) (HOLLEY, 1975).

La muqueuse olfactive est constituée de plusieurs couches. Elle constitue le tissu neuronal responsable de l'olfaction. (BERGMAN, 2000).

Il s'agit d'un épithélium olfactif reposant sur un conjonctif lâche, vasculaire, contenant des fibres nerveuses et de nombreuses glandes, les glandes de Bowman, qui produisent les sécrétions superficielles aqueuses dans lesquelles les molécules odorantes se dissolvent (E.N.V. de Lyon [4]).

L'épithélium olfactif est un épithélium cylindrique pseudostratifié composé de trois types de cellules : les cellules sensorielles olfactives, les cellules épithéliales de soutien et les cellules épithéliales basales (LESENFANT, 1998).

Les cellules sensorielles olfactives sont des neurorécepteurs qui constituent la plus nombreuse des trois catégories de cellules de la muqueuse (HOLLEY, 1977). Cependant, leur nombre varie en fonction des espèces et des races : 5 à 20 millions chez l'homme, 200 millions chez le berger allemand, et 220 millions chez le labrador (LECOMTE, 1979).

Ces neurorécepteurs sont des cellules bipolaires dont le corps cellulaire est situé dans la couche moyenne de l'épithélium olfactif (LESENFANT, 1998).

De ce corps cellulaire part d'un côté un long dendrite qui se termine à la surface de la muqueuse par un petit renflement couvert de cils immobiles, contrairement à ceux de la muqueuse respiratoire (VADUREL, 1995).

Ces cils très fins (0,1 micron de diamètre pour 2 à 100 microns de long) baignent dans une couche de mucus de 30 microns d'épaisseur. Un renouvellement permanent de ces cils permet de compenser leur très brève durée de vie. Leur base est entourée de microfilaments dont le rôle est mal défini. Ils permettent peut-être le maintien des cils ou le contrôle de la fonction du cil (VADUREL, 1995). Chaque neurorécepteur comporte environ 100 à 150 cils chez le chien. Ceci permet une formidable amplification de la surface réceptrice estimée en moyenne à 100 µm². Ces cils sont le lieu de contact avec les molécules stimulantes.

De l'autre côté du corps cellulaire, un prolongement de nature axonal traverse la lame basale pour s'unir aux axones d'autres cellules sensorielles et former le nerf olfactif (PELLETIER, 2000). On trouve, au niveau de cet axone, des fibres amyéliniques extrêmement minces (d'un diamètre de 0,2 micron) dont la vitesse de conduction est faible, de l'ordre de 0,2 mètre par seconde (LE MAGNEN, 1976).

Au niveau où les axones se rejoignent et forment le nerf olfactif, on trouve des cellules de Schwann qui augmentent la vitesse de conduction de l'influx nerveux (HOLLEY, 1977).

Les cellules de soutien sont des cellules allongées dont la base, en forme de cône, repose sur la membrane basale (LESENFANT, 1998). Elles s'étendent de la lame basale à la lumière de l'épithélium par de nombreuses microvillosités.

Dans leur cytoplasme, on trouve de nombreux organites de couleur brunâtre qui contiennent de la vitamine A, des chromolipides et des phospholipides, retrouvés dans le mucus (PELLETIER, 2000).

Ces cellules procurent aux neurorécepteurs un soutien mécanique. Elles permettent également, en les entourant individuellement, de les isoler électriquement les uns des autres (LESENFANT, 1998).

Les cellules basales reposent sur une lame basale épaisse, formant une couche sous-jacente au neuroépithélium (HOLLEY, 1975). Ces cellules sont à l'origine du renouvellement par mitose des cellules nerveuses et de soutien de l'épithélium.

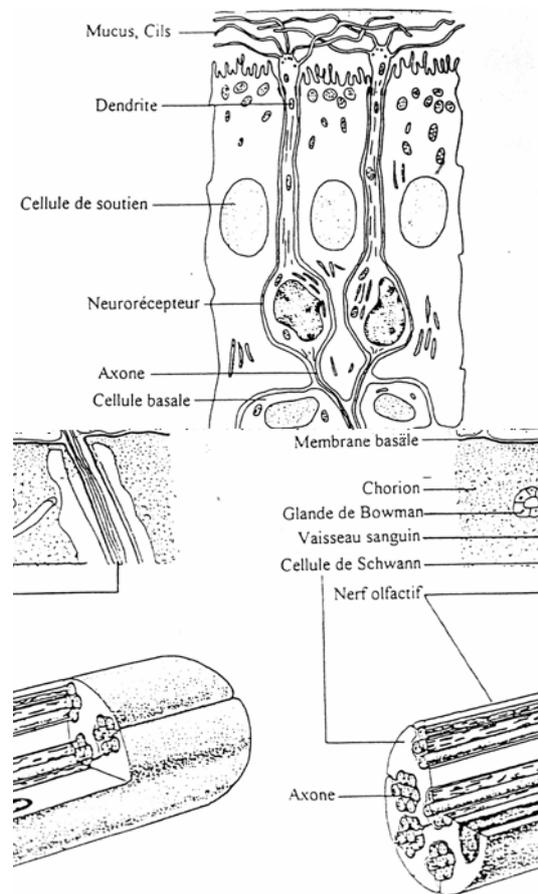


Figure 12 : Ultrastructure de l'épithélium olfactif
(HOLLEY, 1975)

Le renouvellement de l'épithélium olfactif est permanent. Coexistent en permanence une ciliogenèse et une neurogenèse.

La neurogenèse est une exception à la règle qui veut que pour les cellules nerveuses, le stock est défini à la naissance et ne cesse de diminuer avec l'âge.

La durée de vie des neurorécepteurs est de cent jours au maximum (HOLLEY, 1975). La régénération des neurones du neuroépithélium olfactif de l'adulte est continue et le tissu est capable de métaboliser les odeurs, les médicaments et les produits chimiques (BERGMAN, 2000).

L'activité métabolique peut aboutir à la formation d'intermédiaires réactifs, responsables d'une toxicité olfactive intense et parfois de dommages permanents au niveau de la muqueuse.

La durée de vie maximale d'un cil olfactif est de 24 heures environ, mais de nouveaux cils s'évaginent de la membrane apicale du neurorécepteur, ainsi que des corpuscules basaux.

L'épithélium olfactif de l'organe voméronasal est un peu différent de l'épithélium olfactif du reste du système olfactif : les cellules basales sont peu nombreuses et les cellules sensorielles relativement rares (VADUREL, 1995).

Les neurorécepteurs ne présentent pas de cils au niveau de la lumière de l'épithélium, mais de nombreuses microvillosités. Au pôle opposé, les axones forment le nerf voméronasal qui traverse la lame criblée et se dirige vers le bulbe olfactif accessoire (BARONE, 1984).

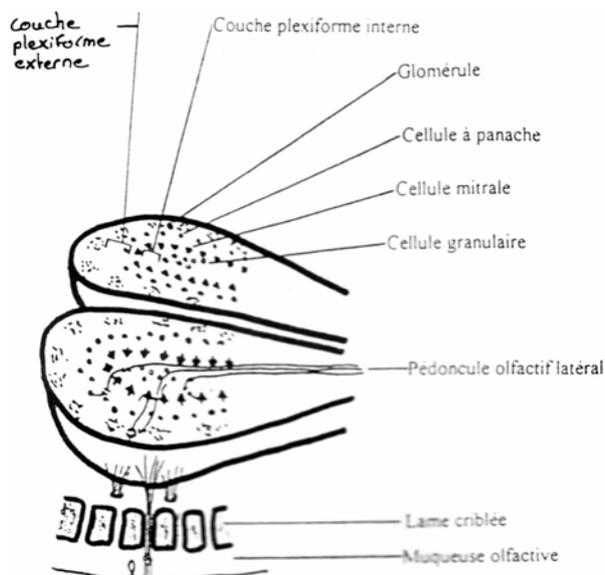


Figure 13 : Structure du bulbe olfactif
(LE MAGNEN, 1976)

II.2.2- Le bulbe olfactif (figures 14, 15)

Les informations, données par les cellules sensorielles, atteignent tout d'abord le bulbe olfactif, puis arrivent aux centres olfactifs secondaires du rhinencéphale, qui les transmet au reste de l'encéphale (CAMP, 1996).

Le bulbe olfactif est le premier centre nerveux de projection des fibres neurosensorielles issues de la muqueuse olfactive (VADUREL, 1995). Il est de structure simplifiée par rapport aux autres centres nerveux de l'organisme (PELLETIER, 2000).

Le bulbe olfactif se situe sous le lobe frontal des hémisphères cérébraux et juste derrière la lame criblée (LEMAGNIEN, 1953). Il se compose de plusieurs couches concentriques de corps cellulaires et de plexus (LEMAGNIEN, 1976). Il est formé de sept couches concentriques chez le chien. De plus, le chien possède un bulbe olfactif accessoire, de structure histologique proche de celle du bulbe principal mais plus simple, situé dorso-caudalement au bulbe olfactif principal.

Nous distinguons, de la surface vers le centre du bulbe olfactif, diverses épaisseurs bien distinctes de structures histologiques différentes.

II.2.2.1- Niveau terminal du nerf olfactif

Au niveau terminal du nerf olfactif, les fibres afférentes des neurorécepteurs olfactifs forment un feutrage de fibres (SHEPHERD, 1977).

Ce sont des axones amyéliniques et fins (0,1 à 0,5 micron), regroupés en petits faisceaux par une cellule de Schwann, eux mêmes réunis en faisceaux de diamètre supérieur (PELLETIER, 2000).

Ces faisceaux s'entrecroisent de manière complexe à la surface du bulbe, avant d'entrer dans le bulbe au niveau de la zone des glomérules (SHEPHERD, 1977).

II.2.2.2- Couche glomérulaire

La zone des glomérules est la zone des connexions synaptiques entre les axones des cellules neurosensorielles et les dendrites des cellules internes du bulbe : les cellules mitrales et les cellules à panache (HOLLEY, 1975).

Les corps cellulaires des cellules à panache sont situés dans le haut du tiers médian de la hauteur du glomérule alors que ceux des cellules mitrales se trouvent dans la partie basse de ce même tiers. Il y a environ mille connexions de cellules olfactives sur une même cellule mitrale (PELLETIER, 2000).

Les glomérules sont entourés de cellules gliales et de cellules périglomérulaires. Le corps cellulaire de ces dernières mesure environ 8 microns de diamètre. Leurs dendrites s'insinuent dans le glomérule tandis que leur axone s'étend latéralement et se ramifie vers la périphérie du glomérule voisin (VADUREL, 1995).

Sur chaque glomérule convergent un faisceaux d'environ 25000 axones, les centaines de dendrites des cellules mitrales, des cellules à panache et des cellules périglomérulaires (PELLETIER, 2000). Cette convergence est l'une des plus importante de tout le système nerveux (VADUREL, 1995).

II.2.2.3- Couche externe plexiforme

Les corps cellulaires des cellules à panache sont situés dans la couche suivante, appelée couche externe plexiforme (PELLETIER, 2000). Ils se trouvent généralement au milieu de cette couche (VADUREL, 1995). Les axones des cellules à panache, qui forment le tractus olfactif médian, gagnent le bulbe controlatéral (LECOMTE, 1979).

Au niveau de cette couche externe plexiforme s'effectuent les connexions synaptiques dendro-dendritiques entre les cellules à panache et les cellules granulaires (VADUREL, 1995). Contrairement aux cellules périglomérulaires, les cellules à panache forment, grâce à leurs dendrites et à leurs axones une couche verticale de 500 à 700 microns environ (PELLETIER, 2000).

II.2.2.4- Zone des cellules mitrales

Les cellules mitrales sont les plus volumineuses cellules. Leur corps cellulaire mesure 30 microns de diamètre (HOLLEY, 1975). Ces derniers sont situés entre la couche externe plexiforme et la couche interne plexiforme. La hauteur de leurs corps cellulaires varie de 700 à 1200 microns (PELLETIER, 2000). Les cellules mitrales donnent des dendrites et axones, ce qui leur confère une orientation verticale (PELLETIER, 2000). Les cellules mitrales donnent deux types de dendrites : des dendrites primaires et secondaires.

Les dendrites primaires sont dirigées vers le haut du glomérule formant de nombreuses synapses avec les prolongements des neurorécepteurs au niveau glomérulaire (PELLETEIR, 2000). Les dendrites primaires sont assez longues, de 400 à 500 microns, et lisses. Les plus larges mesurent 8 à 10 microns de diamètre, et les plus fines de 2 à 4 microns de diamètre (SHEPHERD, 1977).

Il existe aussi des dendrites dites secondaires, orientées horizontalement et tangentiellement dans la couche externe plexiforme. Elles sont en général de plus petit diamètre que les dendrites primaires, mais elles peuvent parfois atteindre une plus grande longueur. Ces dendrites sont entièrement confinées dans la couche externe plexiforme (SHEPHERD, 1977).

Les axones des cellules mitrales ont une disposition verticale et se dirigent vers la partie la plus profonde du bulbe olfactif, dans le tractus olfactif latéral (PELLETIER, 2000).

Les cellules mitrales sont donc à la fois à l'entrée du système bulbaire, puisqu'elles reçoivent par leurs dendrites le message venant de la muqueuse, et à la sortie, puisqu'elles se projettent par leur axone vers un territoire du cerveau (VADUREL, 1995).

II.2.2.5- Zone des cellules granulaires

Les cellules granulaires sont les plus nombreuses des cellules présentes. Elles forment la couche la plus profonde de la zone du bulbe olfactif. Leur corps cellulaire mesure 8 microns de diamètre. Parfois, il se situe au niveau des corps cellulaires des cellules mitrales (LE MAGNEN, 1992).

Ces cellules, sans axone, possèdent des ramifications dendritiques permettant des connexions synaptiques avec les cellules mitrales et les cellules à panache dans la couche externe plexiforme, et des ramifications plus profondes. Ces ramifications sont irrégulières et n'entrent jamais en contact avec le glomérule (SHEPHERD, 1977).

Malgré son absence d'axone, la cellule granulaire joue un rôle important dans le bulbe olfactif. Elle interagit avec les cellules mitrales et à panache et reçoit des fibres d'origine extrinsèque au bulbe. Ces fibres, qui arrivent du système nerveux central dans le bulbe olfactif, proviennent des cellules juste postérieures au bulbe, c'est-à-dire du noyau olfactif antérieur du même côté mais aussi du côté opposé, en se croisant au niveau de la commissure antérieure. D'autres fibres proviennent du tubercule olfactif (SHEPHERD, 1977).

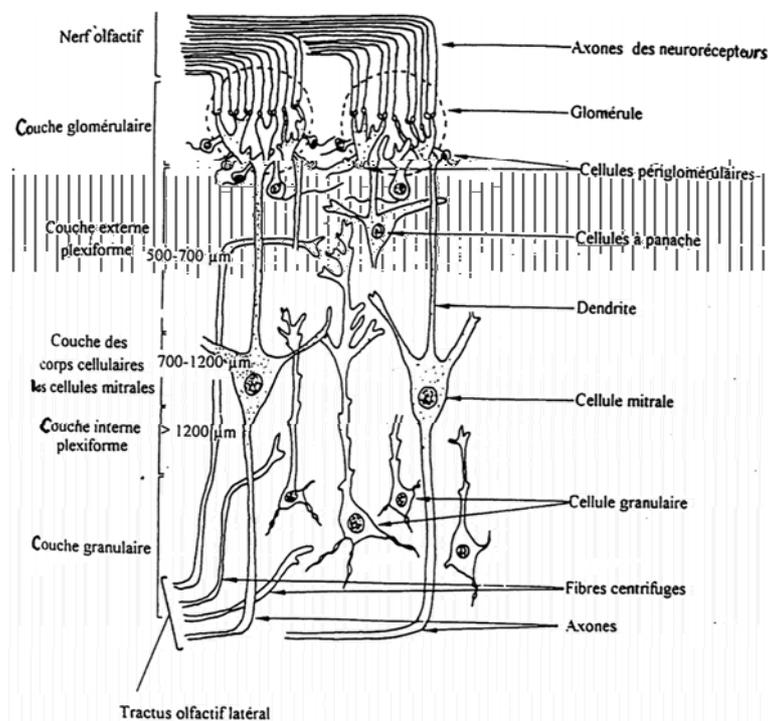


Figure 14 : Les cellules du bulbe olfactif
(LE MAGNEN, 1976)

II.2.3- Le bulbe olfactif accessoire

Situé dorso-caudalement au bulbe olfactif, ce bulbe un peu particulier possède une structure plus primitive qui ne semble pas être de constitution constante chez le chien (CAMP, 1996). Il apparaît comme essentiellement composé de glomérules, par contre, de véritables cellules mitrales ou cellules granulaires ne sont pas identifiées (PELLETIER, 2000).

Il reçoit les fibres nerveuses afférentes de l'organe voméronasal et son rôle consiste à traiter les informations acheminées par ces fibres (VADUREL, 1995).

Il semble participer de manière très importante à l'excellente olfaction dans l'espèce canine.

II.3- Physiologie de l'olfaction

Le système olfactif du chien est très sensible, il a besoin d'un très faible nombre de molécules odorantes pour déceler une odeur. L'information olfactive est un influx nerveux, transmis au cortex à partir d'une stimulation des récepteurs périphériques.

Nous étudierons tout d'abord le stimulus déclencheur, puis le mécanisme de l'olfaction chez le chien, pour enfin présenter les caractères de la sensation olfactive.

II.3.1- Le stimulus olfactif

Dans la fonction de l'olfaction, le stimulus déclenchant est représenté par les molécules odorantes. Celles-ci doivent être volatiles, entrer en contact avec la muqueuse olfactive et posséder un pouvoir odorant. Si l'une de ces trois conditions n'est pas remplie, le stimulus ne peut être perçu (PELLETIER, 2000).

II.3.1.1- Transport jusqu'à l'organe olfactif

- La volatilité

On entend par volatilité la capacité d'un corps à être volatil, c'est-à-dire à diffuser dans l'air.

Pour réussir à atteindre les récepteurs, les particules doivent absolument être volatiles à une température ambiante. Un corps ne peut être senti, que si sa pression de vapeur saturante lui permet d'atteindre une concentration liminaire à l'entrée des narines (LE MAGNEN, 1976).

La volatilité des molécules dépend de la concentration d'un produit en ces molécules. Elle augmente avec la concentration de ces molécules.

Pour une concentration donnée en molécules odorantes, l'intensité de la stimulation olfactive subit également l'influence du courant d'air.

D'une part, le débit du courant aérien va déterminer, avec la concentration des molécules odorantes volatiles, le nombre de molécules atteignant la muqueuse olfactive par unité de temps (LE MAGNEN, 1976).

D'autre part, la vitesse du courant aérien modifie probablement de façon qualitative la perception olfactive, en favorisant la fixation des molécules fortement solubles, et en diminuant le temps de contact molécule-mucus, et donc la pénétration des molécules faiblement solubles (HAHN, 1994).

En résumé, le niveau de stimulation est fonction du nombre de molécules atteignant la muqueuse olfactive par unité de temps, ainsi que de la vitesse du courant d'air.

- Courant aérien

Les molécules odorantes étant par nature des substances volatiles à la température ambiante, elles parviennent à l'organe olfactif par courants aériens.

Il existe deux voies d'accès à l'épithélium olfactif: la voie nasale et la voie rétro-nasale. Par la voie nasale, lors de l'inspiration, le courant aérien gagne les fosses nasales, qui conduisent l'air respiratoire jusqu'au pharynx et acheminent donc aussi les particules odorantes. La majorité de ce courant d'air longe l'étage inférieur en direction des choanes et seule une très faible part de l'air inspiré gagne l'organe olfactif par diffusion. En effet, on estime que seulement 7% des molécules entrant dans les fosses nasales atteignent effectivement la muqueuse sensorielle.

L'autre voie d'accès est la voie rétro-nasale. L'air parvient à l'organe olfactif à l'expiration et, lorsque la cavité buccale contient des aliments, contribue à la perception du goût.

Lors d'une inspiration normale, le débit du courant aérien atteint 100 ml par seconde et sa vitesse est de 1 mètre par seconde (LE MAGNEN, 1976).

- Reniflement

Le reniflement augmente nettement les performances de ce système. Lorsque le chien renifle, le débit et la vitesse du courant respiratoire sont tous deux accrus. Le débit passe à 1 litre par seconde et la vitesse à 10 mètres par seconde. De plus, le courant d'air est dévié vers le plafond des fosses nasales, ce qui améliore la perception olfactive (VADUREL, 1997).

- Flehmen

Plus particulièrement observé dans l'espèce équine, il existe aussi chez le chien. Il consiste en une élévation de la lèvre supérieure chez le cheval. Chez le chien, il s'agit d'une élévation des babines. Cette technique permettrait d'ouvrir le canal incisif aux odeurs (VADUREL, 1997).

II.3.1.2- Contact avec l'épithélium olfactif

Le contact de la molécule odorante avec l'épithélium olfactif est indispensable pour que naisse l'influx nerveux. Ainsi, lorsque la surface de l'épithélium est recouverte d'un film plastique, on note l'absence de réponse électrique. L'olfaction s'avère alors impossible.

Les molécules odorifères s'adsorbent sur des récepteurs de la muqueuse olfactive, portés par des cils qui baignent dans du mucus (VADUREL, 1997).

C'est en insufflant de l'air odorant par voie nasale sur des moutons, des bovins et des lapins, que Moncrieff s'est rendu compte, en 1954, que l'air se trouvait désodorisé à la sortie du conduit nasopharyngien. Il y a bien eu adsorption des molécules odorantes.

De plus, selon lui, le processus d'adsorption est sélectif. Les molécules présentant des odeurs différentes se fixent sur des récepteurs différents (MONCRIEFF, 1954).

Enfin, pour qu'il y ait contact avec les récepteurs olfactifs, la molécule odorante doit passer en solution dans la phase aqueuse du mucus mais ne doit pas être trop fortement liée à cette eau (VADUREL, 1995).

II.3.1.3- Pouvoir odorant des molécules ou odorité

Le pouvoir odorant des molécules dépend des propriétés physiques de ces dernières. Ainsi, pour être odorante, une molécule doit avoir un poids moléculaire compris entre 17 et 3000 daltons (LE MAGNEN, 1953).

On a constaté que la longueur de la chaîne carbonée d'un corps possède une influence sur son odeur. Il existe une relation entre le nombre d'atomes de carbone et la nature de l'odeur : par exemple, un corps en C13 a une senteur de cèdre, alors que celui en C15 a celle du musc (LE MAGNEN, 1976). Il ne faut toutefois pas généraliser ces exemples, car il existe de nombreuses exceptions.

Il semble également que l'hydrosolubilité et la liposolubilité des molécules odorantes entrent en jeu dans la mesure où ces dernières doivent traverser la couche muco-lipidique recouvrant l'épithélium olfactif.

Ensuite, on a remarqué, au niveau structural, que les différentes fonctions ou liaisons présentées par les molécules chimiques avaient une influence sur leur odeur (PELLETIER, 2000).

Le pouvoir odorant d'un corps peut être mal apprécié à cause de la volatilité de ce corps. Ainsi, certains corps, du fait de leur très bonne diffusion dans l'air, semblent posséder un fort pouvoir odorant, ce qui en réalité n'est pas le cas, tandis que d'autres, présentant un très fort pouvoir odorant, donnent l'impression d'odeurs faibles, car ils diffusent très mal dans l'air (PELLETIER, 2000).

II.3.2- Mécanismes de l'olfaction

Comme nous l'avons vu, les molécules odorantes se fixent sur des récepteurs de la muqueuse olfactive. Ces récepteurs sont situés dans la couche phospholipidique de la membrane des cils olfactifs, à l'extrémité des cellules neuroréceptrices, qui baignent dans du mucus. Ils sont ainsi directement en contact avec le milieu extérieur.

Ces récepteurs sont de nature protéique. La protéine les constituant présente sept hélices transmembranaires et est appelée 7 TM.

Tous les récepteurs ont une séquence d'acides aminés commune et une séquence particulière. La particularité du système olfactif réside dans la pluralité de gènes codant pour ces protéines réceptrices (HOLLEY, 1994).

Chaque récepteur est porteur d'un site de reconnaissance d'un groupe de molécules odorantes. La liaison est réversible, relativement faible et peu spécifique (HOLLEY, 1975).

Dans la couche de mucus, il existe une protéine de liaison qui pourrait être impliquée dans la concentration ou le transport des molécules odorantes au sein de la couche de mucus, voire dans la présentation de ces molécules aux récepteurs olfactifs (VADUREL, 1995) (VADUREL, 1997).

Cette liaison molécule-récepteur engendre, après un temps de latence, un phénomène électrique : une dépolarisation au niveau de la membrane de la cellule réceptrice, visualisée par l'électroolfactogramme. Dépolarisée, cette cellule peut engendrer, à partir d'un certain seuil, un ou plusieurs potentiels d'action transmis au bulbe olfactif le long de l'axone de la cellule.

Le temps de latence assez long suggère la présence d'un second messager.

Deux seconds messagers ont été identifiés : l'adénoside monophosphate cyclique (AMPc) et l'inositol triphosphate (IP3).

Après la fixation des molécules odorantes, les récepteurs olfactifs activent la protéine G qui stimule l'activité enzymatique d'une l'adényl-cyclase spécifique des neurones olfactifs ou de la phospholipase C. Dans le premier cas, l'adényl-cyclase permet la formation d'AMPc à partir d'ATP. Cette augmentation d'AMPc intracellulaire entraîne l'ouverture de canaux à sodium, à l'origine d'une dépolarisation. Dans le second cas, la phospholipase C permet la formation d'inositol triphosphate (IP3) et de diacylglycérol (DAG) à partir d'inositol biphosphate (PIP2). Cette augmentation d'IP3 intracellulaire entraîne l'ouverture de canaux calciques de la membrane cellulaire, ainsi que le relargage de calcium stocké dans la cellule. Ceci aboutit à une dépolarisation de la membrane cellulaire.

Ces deux mécanismes d'action peuvent fonctionner en parallèle dans une même cellule.

Mais la fixation de la molécule sur le récepteur peut également être à l'origine d'une hyperpolarisation au niveau de la membrane cellulaire, entraînant une réponse inhibitrice.

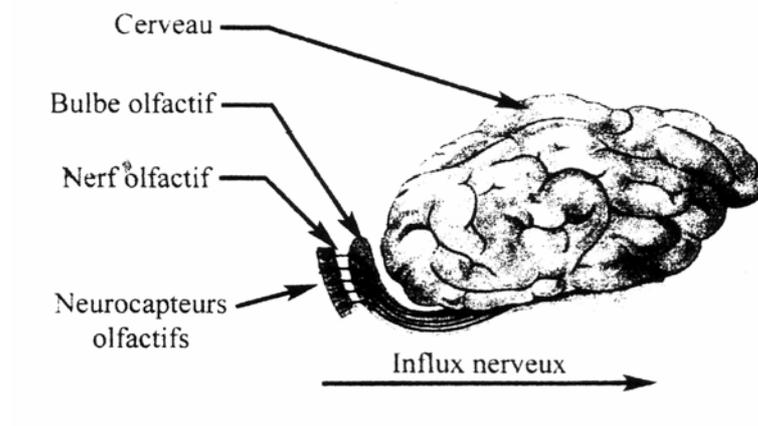


Figure 15 : Trajet de l'influx nerveux lors d'un stimulus olfactif
(RICHARD, 2000)

Le potentiel d'action émis par l'axone de la cellule neurosensorielle propage l'information contenant les éléments qui vont renseigner les centres olfactifs sur la nature et l'intensité du stimulus.

Les informations de tous les axones des cellules neuroréceptrices stimulées sont acheminées vers les centres nerveux supérieurs par le nerf olfactif (figure 19). Celui-ci va traverser la lame criblée de l'éthmoïde pour aller dans le bulbe olfactif où l'information va être modifiée, avant de parvenir aux centres supérieurs.

Au niveau du bulbe olfactif, un grand nombre d'axones des cellules neuroréceptrices font synapses avec un nombre beaucoup plus petit de cellules mitrales de la couche glomérulaire. Il existe un rapport de 25000 axones pour 10 cellules mitrales, entraînant inévitablement une perte d'information, mais permettant une amplification de celle-ci. Cela explique la grande sensibilité de l'odorat. En effet, même une faible concentration de molécules odorantes peut, grâce à un effet de somation spatiale, être perçue.

Les cellules mitrales sont encadrées par deux systèmes d'interneurones inhibiteurs : les cellules périglomérulaires, GABAergiques et dopaminergiques, et les cellules granulaires GABAergiques (SHEPHERD, 1977).

Les cellules périglomérulaires exercent une inhibition intra et inter-glomérulaire sur les cellules mitrales du même glomérule mais aussi du glomérule voisin.

Cette inhibition réciproque de voisinage contribue à accentuer le contraste de l'image olfactive.

Les cellules granulaires exercent une rétro-inhibition au niveau de la couche externe plexiforme et sur la cellule mitrale, ainsi qu'une inhibition latérale sur la cellule mitrale voisine. Cette rétro-inhibition tend à atténuer les effets de la convergence et confère à l'image olfactive, dans le cas de stimulations de forte intensité, une stabilité à l'égard des fluctuations quantitatives. L'inhibition latérale amplifie une seconde fois le contraste.

Les axones mitraux véhiculent alors le message qualitatif tandis que le message quantitatif est plutôt traité par les cellules à panache, moins soumises à l'inhibition granulaire.

Dans le bulbe olfactif arrivent aussi des informations venant des hémisphères cérébraux *via* de nombreuses terminaisons d'axones provenant des noyaux olfactifs antérieurs, du cortex prépiriforme et du tronc cérébral. La plupart des fibres extrinsèques présentes dans le bulbe se connectent sur les cellules granulaires à l'origine d'un contrôle centrifuge. Ceci explique l'influence sur la perception olfactive de facteurs mettant en jeu la motivation du sujet (SHEPHERD, 1977).

A la sortie du bulbe olfactif, le message emprunte les voies des tractus olfactifs latéral et médial (figure 19).

Le tractus olfactif latéral innerve en premier les centres olfactifs primaires : les noyaux olfactifs antérieurs, le tubercule olfactif et le cortex olfactif du cerveau (HOLLEY, 1975).

Les noyaux olfactifs antérieurs sont symétriques et réunis par un pont de fibres nerveuses. Ces interconnexions permettent à chacun des deux bulbes d'avoir une influence sur le fonctionnement du bulbe opposé. Ensuite, les axones rejoignent le

cortex olfactif (HOLLEY, 1975). Les principales projections des axones du tractus olfactif latéral se font sur le cortex piriforme et périamygdalien.

L'information olfactive arrive au niveau cortical par l'intermédiaire de seulement deux neurones, sans utiliser le centre relais du thalamus qui intervient plus tard. L'odorat se distingue par là des autres fonctions sensorielles (BOUTELIER, 1965).

Ces structures sont responsables de la perception consciente et de la discrimination des odeurs.

Après le cortex olfactif, les informations sensorielles sont regroupées dans des aires dites de projection olfactive. C'est au niveau de ces aires que se fait l'association des différentes modalités sensorielles. Elles forment le substrat des fonctions psychiques (BULLIER, 1983).

Ces aires de projection reçoivent des fibres indirectement issues du bulbe olfactif. Les projections vers le néocortex comportent un seul relais : l'hypothalamus ou le thalamus. La voie trans-hypothalamique possède deux relais, l'un au niveau du système limbique (amygdales et hippocampe) qui intervient dans l'intégration de la mémoire olfactive, l'autre au niveau de l'hypothalamus qui joue un rôle important dans le contrôle des comportements. La voie trans-thalamique contribue directement à la perception consciente des odeurs.

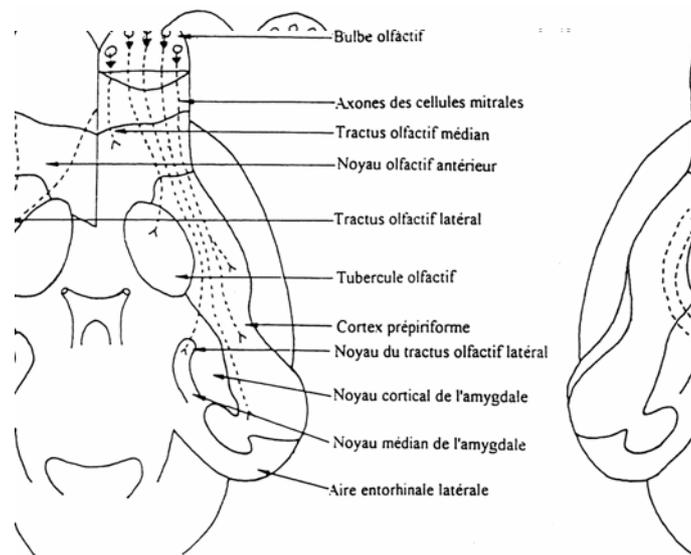


Figure 16 : Face ventrale du cerveau du chien, schéma des voies olfactives
(VADUREL, 1995)

II.3.3- Caractéristiques de la sensation olfactive

La sensation olfactive est soumise à l'information véhiculée par les cellules nerveuses jusqu'au cerveau (VADUREL, 1995). Elle est caractérisée par deux critères : l'un est quantitatif, l'autre est qualitatif.

II.3.3.1- Discrimination quantitative

- Notion de seuil

Il s'agit de déterminer quantitativement la sensation olfactive, c'est-à-dire de déterminer la concentration limite d'un corps dans l'air pour qu'il soit odorant. Cette concentration limite est appelée seuil et définit le pouvoir odorant du corps.

Pour chaque corps odorant, il existe un seuil d'efficacité, au dessous duquel il ne peut être perçu. Ce seuil correspond en fait à la concentration de particules odorantes pour laquelle la probabilité de perception est de 50% (HOLLEY, 1977).

Il est évident que ce seuil est différent selon les espèces et les individus au sein d'une même espèce. Ainsi, le seuil de sensibilité olfactive du chien est beaucoup plus bas que celui de l'homme (un million de fois plus bas).

Chez le chien, ce seuil se situe au moins à l'échelle moléculaire. C'est pourquoi l'on dit que l'espèce canine possède une sensibilité moléculaire (HOLLEY, 1977). De plus, le chien ne réagit pas forcément aux odeurs qui n'ont pas de signification biologique pour lui. Il est alors difficile de déterminer si son absence de réaction signifie qu'il est en dessous du seuil ou que l'odeur l'indiffère (VADUREL, 1995).

Enfin, le seuil des excitations mononarinales est nettement plus élevé que celui des excitations binarinales. Il y a donc sommation quantitative des perceptions des deux narines (HONHON, 1967).

- Variations de l'intensité de la sensation olfactive

La sensation olfactive débute à un certain seuil. Elle croît lorsqu'on élève l'intensité des stimulations, c'est-à-dire la concentration des molécules odorantes, au-delà du seuil.

L'intensité perçue du stimulus ne correspond pas toujours à l'intensité physique de ce stimulus. Ceci est vérifié, qu'il s'agisse de composés purs ou complexes (BUSER, 1982).

La sensation olfactive perçue peut être exprimée selon une formule du type : $S=k.I^n$ avec $n<1$. Dans cette expression, S est la sensation olfactive perçue, I l'intensité physique du stimulus, et k, n des constantes (VADUREL, 1995).

Cela signifie que la perception du stimulus croît moins vite que son intensité réelle (VADUREL, 1995).

- Phénomène de fatigue

Si on augmente l'intensité de la stimulation au-delà du seuil, la sensation augmente, mais plus lentement que le stimulus. Puis elle diminue très vite pour finalement disparaître : c'est le phénomène de fatigue (LE MAGNEN, 1953). La sensation olfactive finit par disparaître de la même façon lorsque plusieurs stimulations se produisent à très peu d'intervalle les unes des autres, ou lorsque la stimulation s'effectue de manière continue.

Ce phénomène peut s'expliquer :

- d'une part, par une désactivation des récepteurs, qui perdraient temporairement toute excitabilité, liée à une excessive dépolarisation ou à une saturation des récepteurs,
- et d'autre part, par une diminution progressive de la transmission au bulbe olfactif au niveau central et par une inhibition active de la part du thalamus (HONHON, 1967).

Ce phénomène de fatigue a des conséquences sur le travail des chiens de recherche. Ainsi, il faut alterner les périodes de travail et de repos pour les chiens soumis à un travail intense.

La durée de recherche et le nombre de recherches quotidiennes que va effectuer un chien dépendent des impératifs liés à la mission de l'équipe cynophile.

En général, à l'entraînement, les chiens ne travaillent pas plus de 20 minutes de suite, avec des périodes de récupération de 45 minutes en moyenne, et effectuent environ trois recherches par jour. Mais lorsque les équipes sont appelées sur une alerte, le temps de repos entre deux recherches peut être réduit à 20 minutes. Les équipes travaillent en binômes ce qui permet au premier chien de se reposer pendant que le second assure le travail. Chaque chien alterne 20 minutes de recherche et 20 minutes de récupération pendant un maximum de quatre heures.

- Phénomène d'adaptation

L'adaptation olfactive à une substance donnée se traduit par l'élévation progressive du seuil absolu de détection de la substance.

La valeur du seuil subit des variations selon l'intensité et la durée de stimulation (HONHON, 1967).

Plus la concentration en stimulus croît, plus l'on observe un accroissement du seuil absolu. Plus l'exposition au stimulus se prolonge, plus le seuil absolu s'élève, atteignant un maximum au bout de quelques minutes (BUSER, 1982). La récupération d'une sensibilité normale après la fin du stimulus nécessite trois à quatre minutes, et parfois jusqu'à trente minutes (LECOMTE, 1979). Cependant, même au maximum d'adaptation, toute sensibilité n'est pas abolie.

Le phénomène d'adaptation est particulièrement prononcé et durable pour l'appareil olfactif (HOLLEY, 1975). Cette adaptation étant spécifique d'une substance odorante persistante, l'appareil olfactif reste sensible à une autre odeur (LE MAGNEN, 1992).

La question qui se pose alors est de savoir si l'exposition à une substance interfère sur le seuil de détection d'une autre substance. Dans ce cas, on parle d'adaptation croisée, dont l'effet est évalué en pourcentage. De bons résultats sont obtenus pour des

molécules de structures moléculaires proches : le taux d'adaptation croisée pour l'acétate d'amyle et l'acétate de benzyle est de 85%. Pour des molécules de structures très éloignées comme le nitribenzène et le benzaldéhyde, ce taux est de 40% seulement. Enfin, certains corps qui présentent des structures moléculaires très différentes, malgré une similitude d'odeur, ne permettent aucune adaptation croisée. C'est le cas, par exemple, des cétones et des pentadécanalides (BUSER, 1982).

Il semble bien que ce soient la structure et la stéréochimie des molécules qui engendrent l'adaptation croisée. Ces résultats laissent à penser qu'il existe un sous-ensemble de récepteurs olfactifs commun pour des molécules de structures très différentes. Il y aurait fixation des molécules sur des récepteurs de la muqueuse olfactive selon leur conformation spatiale (PELLETIER, 2000).

Enfin, d'autres expériences ont pu montrer qu'il n'y avait pas forcément réciprocity des adaptations croisées (BUSER, 1982).

- Phénomène de persistance

L'organe olfactif perçoit à chaque instant des quantités minimales qui, bien qu'en-dessous du seuil de perception, finissent par s'additionner jusqu'à dépasser le seuil d'excitation (HONHON, 1967). A condition que la concentration soit faible, l'intensité perçue augmente avec le nombre d'inhalations, comme par un phénomène de sommation ou de potentialisation (VADUREL, 1995). Le même phénomène est observé en injectant la substance : le seuil de perception est alors abaissé (PELLETIER, 2000).

C'est pourquoi le chien de pistage n'aboutit à la diagnose de l'odeur d'un individu que si la piste a une longueur minimale de 600 à 1000 mètres, ou s'il lui est présenté un objet imprégné de l'odeur de référence (VADUREL, 1997).

- Phénomène de latence d'apparition

La sensation olfactive met un certain temps à apparaître. Ce délai d'apparition serait, dans l'espèce canine, de l'ordre de 0,5 seconde environ. Il correspond à la durée de la traversée du mucus avant que la molécule odorante n'atteigne les récepteurs. Cette latence diminue lorsque l'intensité du stimulus croît (VADUREL, 1995).

II.3.3.2- Discrimination qualitative

La discrimination qualitative est la faculté de sentir et de distinguer une odeur déterminée parmi d'autres effluves, même très proches (SYROTUCK, 1986a).

Depuis Linné en 1764, nombreux sont les auteurs à avoir voulu classer les différentes odeurs par catégories, la première limite étant la possibilité de décrire toutes les odeurs afin de les répertorier. De plus, ces classifications ont été obtenues à partir de jugements subjectifs de ressemblance ou de dissemblance formulés par des sujets humains et de trop nombreuses exceptions ne permettent pas de les valider (HOLLEY, 1975).

La capacité de discrimination olfactive du chien dépasse l'échelle moléculaire, car les différents constituants de mélanges chimiques, même les plus complexes, peuvent être discriminés et individualisés (BOUTELIER, 1965). Elle dépend des récepteurs de la muqueuse olfactive, qui sont plus ou moins sensibles aux différents corps chimiques et du bulbe olfactif.

Pour une stimulation par une molécule odorante, le récepteur peut être soit excité, soit inhibé ou ne fournir aucune réponse. Des récepteurs voisins peuvent réagir de manière opposée à une substance odorante (LESENFANT, 1998). Devant le nombre incalculable de molécules odorantes, on ne peut retenir le modèle avec une exclusivité entre un type de récepteurs et une molécule. Une même molécule odorante est ainsi capable d'activer plusieurs sortes de sites et, réciproquement, un même type de sites récepteurs peut accepter des molécules différentes. La perception finale d'une odeur dépend de la somme des effets des molécules odorantes sur l'ensemble des récepteurs.

La stimulation forme ainsi une image sur l'ensemble de la muqueuse, caractéristique de l'odeur perçue.

Lorsque l'intensité du stimulus croît, cela entraîne une augmentation du nombre de récepteurs activés, mais peut aussi modifier la nature des récepteurs stimulés. La qualité d'une odeur peut donc varier aussi en fonction de son intensité (HOLLEY, 1994).

Le bulbe olfactif intervient lui aussi dans la capacité de discrimination. Il y a, à son niveau, convergence de l'information nerveuse, et il a la capacité de façonner les informations reçues afin de réduire leur similitude et d'accentuer leur particularité. Des odeurs distinctes donnent lieu à des ondes d'amplitudes différentes dans les parties antérieures et postérieures du bulbe.

Comme nous venons de le voir, le chien possède de très bonnes qualités de détection.

Il a, outre une excellente mémoire olfactive, la faculté de discriminer les odeurs, d'une façon assez fine, sur le plan à la fois qualitatif et quantitatif. Il peut ainsi discerner une odeur particulière parmi plusieurs autres et suivre un gradient croissant d'intensité d'effluves afin de remonter vers la source des émanations.

Avec ses deux cent millions de cellules réceptrices réparties sur deux cents centimètres carrés de muqueuse olfactive, contre dix millions de ces cellules réparties sur dix centimètres carrés de muqueuse pour l'homme, il est évident que ses qualités de détection trouvent difficilement leur équivalent.

Parmi d'éventuels concurrents, une machine détectrice d'odeur d'explosifs a été mise au point. Cependant, elle s'est avérée beaucoup moins performante et fiable que l'utilisation du chien et ne possède pas, contrairement à l'équipe cynophile, la capacité de « projection ». De plus, le chien procure un avantage psychologique pour l'utilisateur qui trouve en lui une présence rassurante et dissuasive.

II.3.4- Facteurs influençant la perception olfactive

La perception olfactive est très délicate à évaluer en médecine vétérinaire. Pourtant, les demandes des utilisateurs de chiens de recherche sont nombreuses.

La quantification de la perception olfactive du chien aurait de multiples applications, que ce soit pour le diagnostic des pathologies de l'odorat, l'évaluation des conséquences de l'utilisation de certaines molécules sur l'olfaction du chien ou pour apprécier la sensibilité olfactive qui varie avec chaque individu et sélectionner sur un lot de chiens non dressés ceux qui ont la meilleure sensibilité.

La perception olfactive peut être influencée par des facteurs physiologiques, pathologiques, iatrogènes ou environnementaux.

II.3.4.1- Facteurs ethniques et individuels

- Acuité olfactive et race

L'acuité olfactive est différente selon les races de chiens. Il existe une relation de proportionnalité entre la surface de la muqueuse olfactive et l'acuité de l'odorat. Cette dernière est fonction de la densité et du nombre total de récepteurs. Elle dépend également de la sensibilité de chaque récepteur.

Ainsi, le berger allemand possède 200 millions de cellules réceptrices, le labrador 220 millions, le teckel 125 millions, le fox-terrier 147 millions, le cocker 67 millions, le loulou 86 millions. Cette acuité olfactive est aussi liée à la conformation des cavités nasales. Ainsi, le boxer aura des qualités olfactives amoindries par la difficulté de circulation de l'air dans ses cavités nasales (VADUREL, 1997). Des individus de même race, même élevés dans des conditions similaires, présentent aussi des différences de faculté olfactive.

Certaines races, sélectionnées depuis de longues années pour leurs qualités olfactives, possèdent une plus grande finesse de l'odorat. Il s'agit principalement des chiens d'arrêt, des retrievers et des chiens de berger. Néanmoins, bien que certaines races possèdent un odorat plus développé que d'autres, la sélection s'effectue principalement suivant des critères qui concernent essentiellement les aptitudes physiques et le caractère de l'animal.

En effet, l'important n'est pas tellement le nombre de cellules réceptrices, mais que le chien apprenne à se servir de son odorat lorsqu'on le lui demande et pour des odeurs qu'il n'aurait pas suivies instinctivement. Cela dépend essentiellement des compétences de l'éducateur et du caractère du chien.

- Acuité olfactive et sexe

Il semblerait que les femelles possèdent un odorat plus développé que celui des mâles (LECOMTE, 1979). Cette acuité serait liée à l'imprégnation œstrogénique. Il existe en effet un parallélisme entre la courbe œstrogénique de la chienne et son acuité olfactive (PARLEE, 1983).

Chez les mâles, l'acuité olfactive serait diminuée après une castration (LESENFANT, 1998). Cependant, bien que les femelles aient des capacités olfactives quelque peu supérieures à celles des mâles, elles ne sont pas utilisées. En effet, une chienne en chaleurs ne ferait que dissiper les mâles dans leur travail. De plus, durant cette période, leur concentration sur le travail se trouve diminuée. Enfin, stériliser des femelles reviendrait à annuler les bénéfices du pic œstrogénique.

- Acuité olfactive et nutrition

La nature et la quantité de l'alimentation doivent être prises en compte. En effet, une carence en vitamines ou en oligo-éléments peut entraîner une dysosmie temporaire.

Enfin, l'acuité olfactive varie selon l'état nutritionnel de l'animal : un chien affamé a un meilleur odorat qu'un chien repu, par rapport bien sûr à une stimulation alimentaire. Toutefois, il a été montré l'existence d'une baisse de l'acuité olfactive pendant la digestion, et principalement dans l'heure qui suit le repas (HONHON, 1967).

La perception d'un type d'odeur varie en fonction du type de régime alimentaire de l'animal.

- Acuité olfactive et pigmentation de la muqueuse olfactive

Il semblerait d'autre part que les chiens à robe sombre aient un meilleur odorat que les autres. La pigmentation de la muqueuse olfactive semble jouer un rôle sur l'odorat (LOMBARD, 1993).

- Acuité olfactive et entraînement

L'entraînement joue un rôle sur l'acuité olfactive. En effet, il permet la diminution du seuil de discrimination d'une odeur en entraînant le système olfactif à la reconnaître.

- Acuité olfactive et état général de l'animal

Enfin, toute altération de l'état général de l'animal se répercute sur l'acuité olfactive, à cause de l'épuisement des cellules neurosensorielles et du dessèchement de la muqueuse. Les affections respiratoires hautes notamment diminuent fortement les capacités olfactives par une congestion importante de la muqueuse et une hypersécrétion de mucus qui perturbe le fonctionnement des récepteurs (CAMP, 1996).

II.3.4.2- Facteurs pathologiques

Parmi les pathologies pouvant être associées aux troubles de l'odorat, ou dysosmies, on distingue les pathologies des cavités nasales : déformation du squelette nasal, présence de corps étranger, tumeur, rhinite et sinusite d'origine infectieuse, parasitaire ou allergique, d'autres maladies générales modifiant la perception olfactive : diabète sucré, syndrome de Cushing, hypothyroïdie, virus parainfluenza, maladie de Carré. Enfin, on trouve aussi toutes les pathologies pouvant être à l'origine de lésions cérébrales touchant les aires d'intégration des informations olfactives : traumatisme crânien, tumeur cérébrale, épilepsie...

II.3.4.3- Facteurs iatrogènes

Certains médicaments sont susceptibles de modifier l'odorat. Les données proviennent principalement de la médecine humaine. Une liste de ces médicaments est fournie en annexe (annexe IV).

II.3.4.4- Facteurs environnementaux

L'environnement joue également un rôle sur l'olfaction. Les molécules odorantes, pour atteindre les récepteurs olfactifs, doivent être volatiles, puis être dissoutes par le film de mucus. Les conditions extérieures qui vont faire varier la composition du mucus interféreront avec l'olfaction. Les principaux facteurs environnementaux de variation de l'acuité olfactive sont d'ordre météorologique.

La température agit, aux conditions extrêmes, en desséchant la muqueuse olfactive, ce qui diminue fortement l'acuité olfactive. Ainsi, une température trop élevée favorise le dessèchement des muqueuses et par conséquent diminue l'olfaction. La température influe par ailleurs sur le chien, donc indirectement sur la perception olfactive. Ainsi, lors de forte chaleur, le chien aura tendance à se fatiguer plus vite, et ses performances olfactives s'en trouveront diminuées.

Un vent fort, tout comme une atmosphère insuffisamment humide provoque une dessiccation de la muqueuse et entrave de ce fait la détection d'une odeur. En revanche, une hygrométrie de 50 à 80% est particulièrement favorable (CAMP, 1996).

De plus, la neige et les précipitations peuvent également gêner le chien en agissant sur l'acuité olfactive par dépôt, lors du flairage, de fines gouttelettes inhalées à la surface de la muqueuse olfactive. Ces dernières s'accumulent sur la muqueuse et y constituent une couche liquidienne, qui perturbe le fonctionnement normal des récepteurs, diminuant ainsi la perception olfactive.

Il semble, par ailleurs, que les champs électromagnétiques causés par les lignes à très haute tension affectent l'animal. Il a de même été démontré qu'une baisse de pression atmosphérique et un temps orageux diminuaient l'acuité olfactive (HONHON, 1967). Néanmoins, d'après les spécialistes interrogés à ce sujet (Peloton de soutien cynotechnique régional du camp militaire de La Valbonne), l'influence des lignes à

haute tension sur les capacités de l'animal reste théorique. Il leur arrive en effet de faire pister un chien juste sous une ligne à très haute tension. Il n'a pas été observé de leur part de différences dans le travail du chien, que le tracé de la piste soit éloigné ou non des lignes à haute tension. Toutefois, il est à noter que les chiens auxquels nous faisons allusion ont reçu une solide formation et sont régulièrement entraînés au pistage.

II.3.5- Localisation d'une source odorante

Il existe deux modes d'utilisation de l'odorat du chien. Le pistage consiste pour le chien à suivre une trace odorante résiduelle laissée par un individu ou un animal sur le sol. La quête consiste à localiser à distance une source odorante émettrice dont les effluves diffusent dans l'air.

II.3.5.1-Constitution de la trace de la source odorante

Toute matière solide, liquide ou gazeuse a une odeur, qui constitue sa phase gazeuse. Cette émanation se compose de particules de poids différents.

Le chien ne détecte pas les mêmes molécules selon qu'il piste ou qu'il quête. Les molécules de poids moyen et élevé se déposent très rapidement au sol, après un temps de suspension plus ou moins long selon les conditions de vent, et forment la piste. Les molécules légères restent en suspension dans l'air et peuvent parcourir de grandes distances. Leur concentration diminue au fur et à mesure jusqu'à devenir imperceptible. Ce sont ces dernières qui sont détectées par le chien lorsqu'il quête.

Lorsqu'un individu se déplace, il laisse sur son passage une traînée de ses propres odeurs, mais il crée aussi d'autres odeurs en écrasant les végétaux et la surface du sol (terre, bactéries, insectes). On parle de l'odeur de la cassure du terrain (REDOUTE, communication personnelle).

II.3.5.2- Mécanisme de la localisation d'une source odorante

La localisation d'une source odorante s'effectue grâce à la disparité binarinale d'intensité et de temps des stimuli olfactifs. Ces facteurs dépendent non seulement de la vitesse de l'air inspiré, mais aussi de la distance séparant le chien du corps odorant et de la position de sa tête par rapport à la source (LE MAGNEN, 1976).

L'animal est capable de situer une source odorante avec une précision d'au moins 10 degrés. Le chien dispose donc d'une grande capacité de discrimination spatiale. Il sait également remonter un gradient d'intensité moléculaire jusqu'à l'origine de l'odeur. Il constitue donc un détecteur d'une grande finesse et d'une grande précision.

II.3.5.3- Facteurs affectant la source odorante

- Facteurs météorologiques

D'une façon générale, les facteurs météorologiques ont une action beaucoup plus intense sur l'odeur dans l'air que sur l'odeur de la piste.

- Température

Les molécules odorantes sont sensibles à la lumière ainsi qu'à la chaleur, une exposition prolongée au soleil ou à la chaleur conduit à leur destruction.

Une forte température accroît la vitesse de diffusion des molécules odorantes, elle en diminue par contre la rémanence. Un froid excessif empêche au contraire la bonne diffusion des molécules mais en augmente la rémanence.

Pour le pistage, le gel facilite le travail du chien à conditions que ce dernier soit mis en piste dans les conditions du tracé.

Par contre, il bloque l'émission de particules par des corps inertes tels que les explosifs.

- Vent

Le vent joue un rôle important dans la diffusion et la dissémination des molécules odorantes dans l'air, notamment en fonction de sa force et de sa direction. Un vent léger semble favorable à la détection du produit odorant. Un vent violent, quant à lui, entrave la localisation de la source car, cette fois, la diffusion des molécules odorante est trop forte. Par contre, l'absence de vent rend difficile la localisation de la source odorante car la diffusion des molécules est faible.

La direction du vent est également très importante lors d'une recherche de source odorante : un vent de face est le plus favorable à la localisation de la source car il amène les molécules odorantes vers le chien. Un vent de dos peut entraver la recherche, car l'animal ne peut alors localiser la source odorante qu'après l'avoir dépassée. Un vent de côté, quant à lui, est un véritable obstacle lors de la recherche. En conclusion, dans la mesure du possible, le mieux serait de faire travailler le chien face au vent.

Les courants d'air sont également des éléments perturbateurs lors d'une recherche. Cependant, un chien efficace réussit à remonter le courant d'air pour enfin arriver à la source odorante. Le chien recherche en fait un gradient croissant de concentration de molécules. Si cette concentration diminue, le chien sait qu'il perd la piste et donc se dirige dans le sens où l'odeur est de plus en plus forte. On dit qu'il remonte le courant d'air (REDOUTE, communication personnelle).

- Hygrométrie et précipitations

L'humidité possède en plus de son influence sur la muqueuse olfactive, une influence sur la source odorante. Ainsi, une faible humidité favorise la conservation de la piste

alors qu'une forte humidité en favorise la disparition. En effet, les molécules odorantes se dispersent plus loin, ce qui diminue la densité de la piste (VADUREL, 1995).

De même, les intempéries peuvent agir à la fois sur la muqueuse olfactive et sur la source odorante. Les précipitations légères (brouillard, rosée, pluie fine) fixent la piste par adsorption des molécules odorantes à la surface des gouttelettes d'eau. Par contre, les précipitations importantes (pluies violentes, orage) lavent la piste qui disparaît rapidement (VADUREL, 1995).

La neige perturbe la diffusion des effluves. La différence de température entre un corps vivant enfoui et la surface neigeuse crée un courant d'air ascendant, grâce auquel les odeurs font surface. Ainsi, un manteau neigeux trop tassé laisse difficilement passer les effluves, contrairement à la poudreuse qui renferme beaucoup d'air.

Le givre, ou encore une légère chute de neige, augmente la rémanence de la piste en diminuant la diffusion des molécules qui restent perceptibles. Par contre, une forte chute de neige enfouit la piste, plus ou moins selon la densité de la neige et le nombre de couches. Enfin, la neige fraîchement tombée masque la piste ; il faut alors attendre que l'odeur remonte à la surface.

- Nature du terrain

La qualité de la trace odorante est fortement influencée par la nature du terrain sur lequel elle a été tracée. Ainsi, les terrains durs et secs (sable, roche, route...) sont très défavorables, car les odeurs ne restent pas sur ces sols et ne sont pas protégées du soleil. De plus l'odeur liée à la cassure du terrain est quasiment nulle et ces terrains sont sujets à des courants de convection, produits par la chaleur du soleil, qui empêchent le dépôt d'odeur à leur surface. A l'opposé, les terrains meubles et humides (prairie, sous-bois...) sont favorables au pistage.

Pour la quête, le terrain intervient indirectement par la végétation qu'il porte, plus celle-ci est dense est moins les molécules odorantes se dispersent. La localisation sera alors plus facile sur terrains découverts, contrairement au pistage. De même, à l'intérieur des locaux, il peut arriver que la conformation des lieux gêne la propagation des particules, ce qui nécessite donc une investigation plus fine de la part de l'équipe.

- Ancienneté

La trace odorante d'une piste diminue en intensité avec le temps. Le temps nécessaire à la disparition totale d'une piste est extrêmement variable et fonctions des paramètres environnementaux. De plus, avec le temps, l'odeur même de la piste change.

Le temps joue également sur les émanations d'odeurs dans l'atmosphère. Ainsi, il faut un délai minimum pour que l'intensité odorante d'un corps devienne suffisamment importante pour être localisée par le chien. Par ailleurs, après retrait du corps odorant, la rémanence de l'odeur dans l'air est très faible et de toute manière inférieure à celle de la piste à conditions égales.

III- Présentation du chien militaire

III.1- Organisation cynotechnique au sein des armées, de la gendarmerie et de la sécurité civile

Après avoir exposé le cas général des armées avec comme exemple l'armée de terre, nous envisagerons les différences qui caractérisent l'armée de l'air, la marine et la gendarmerie. Nous traiterons également des formations militaires de la sécurité civile mises pour emploi sous l'autorité du ministère de l'intérieur (direction de la défense et de la sécurité civile).

III.1.1- Armée de terre

Après la dissolution en 1915 du service du chien sanitaire, est créé le 26 décembre 1915 un service officiel du chien de guerre.

Pendant la Grande Guerre, 15.000 chiens furent utilisés dont 35% furent blessés, tués ou portés disparus. La paix revenue, l'état-major estime que le service du chien de guerre devait être en partie maintenu. Pourtant, faute de crédits, le chien de guerre retombe dans l'oubli, pendant l'entre-deux guerres.

En 1939, il fut décidé de remettre sur pied le service des chiens de guerre, suite à de nombreux rapports précisant l'utilisation particulièrement efficace par nos ennemis de ces chiens.

Mais, il fut alors une fois de plus confié à la direction de l'infanterie qui avait alors d'autres préoccupations. Le service sera dissous à l'armistice de juin 1940.

En 1942, deux régiments de l'armée de l'armistice sont rééquipés.

Pendant l'occupation du pays, c'est l'Organisme civil national de remonte et d'élevage qui va assurer la survie d'un chenil à Gramat.

À la Libération, le Service biologique et vétérinaire de l'armée prenant en main le service des remontes se trouve chargé des chiens de guerre.

C'est au cours des conflits en Indochine et en Algérie que le chien de guerre connaît un brusque essor. S'en suivra la création de nombreux chenils et centres d'entraînement en France, mais aussi dans les colonies. Pour la première fois, dans l'armée française, un corps cynophile strictement vétérinaire totalisant plus de cent chiens défilera le 11 novembre 1954 à Saïgon. Ces centres seront appelés à disparaître vu l'évolution de ces conflits.

Par instruction ministérielle du 12 mai 1977, les Groupements vétérinaires seront dissous. Le 24^{ème} groupement vétérinaire stationné à Suippes (Marne) devient le 132^{ème} Groupement cynophile de l'armée de terre, déléguant à des militaires de l'infanterie la plus grande part des activités relevant de la cynophilie (WLOSNIIEWSKI, 1989).

L'organisation actuelle est la suivante :

A l'échelon central, au niveau de l'état-major de l'armée de terre (E.M.A.T), se trouve une cellule cynotechnique sous la dépendance du bureau emploi.

Cette cellule définit l'organisation de la cynotechnie, la politique d'emploi et d'entraînement des équipes cynophiles.

Elle traite des questions relatives à la cynophilie : approbation de la réglementation, répartition des équipes cynophiles, renouvellement et réforme des animaux.

Elle fixe le calendrier des stages, établit les prévisions de budget pour l'achat et l'entretien des animaux et matériels

Le Commandement de la formation de l'armée de terre (CoFAT) est responsable de la formation des personnels et élabore le mémento d'évaluation des équipes cynotechniques et de l'instruction collective.

A l'échelon régional, on retrouve une cellule cynophile responsable de l'emploi et de l'entraînement des équipes cynophiles au niveau de l'état-major de chacune des cinq régions terres (RT). Sur le plan pratique, la cellule est aidée par les Pelotons de surveillance cynotechnique régionaux .

A l'échelon des unités, on retrouve des formations spécialisées. Celles-ci sont responsables de l'encadrement, de l'emploi et du maintien en condition des équipes cynophiles qu'elles utilisent :

- Le 132^{ème} Bataillon cynophile de l'armée de terre. (132^{ème} B.C.A.T), unité formant corps, appartenant à l'arme de l'infanterie et dont les origines sont le 132^{ème} régiment d'infanterie et le 24^{ème} groupement vétérinaire, est, depuis juillet 1977, chargé de la réalisation d'un effectif canin, en constante augmentation. Basé au camp de Suippes, il dépend de l'E.M.A.T, du CoFAT et de la RT Nord-Est (Metz).

Parmi les missions qui lui incombent, il doit :

- acheter les chiens nécessaires aux armées, à la gendarmerie,
- instruire les personnels spécialistes de l'armée de terre et de la marine à tous les niveaux,
- Créer et renouveler les équipes cynophile de l'armée de terre,
- Gérer l'effectif canin de l'armée de terre,
- Organiser le brevet national du chien militaire,
- Mettre sur pied et entretenir un peloton cynotechnique d'intervention, opérationnel.

Sur son drapeau, on peut lire six noms de batailles, du Premier Empire à l'Indochine. Il lui a été conféré le privilège d'avoir inscrit sur sa soie la devise : « 1 contre 8 », en mémoire de la bataille de Rosnay (1824), où il a du faire face, seul, à huit régiments.

On trouve basé sur le camp de Suippes, une Compagnie cynotechnique d'intervention, une Compagnie de formation et de soutien cynotechnique et une Compagnie commandement et logistique.

- Le Peloton cynotechnique d'intervention fait partie du 132^{ème} B.C.A.T. On trouve une compagnie cynotechnique d'intervention à Suippes, une à Biscarosse et une à St-Christol (Vaucluse).

Il comprend des équipes spécialisées dans la recherche d'explosifs, le pistage et l'éclairage.

Il est chargé en priorité d'intervenir en métropole et outre-mer, ou de détacher des groupes d'équipes auprès d'une unité engagée. Mais il est chargé aussi du dressage de base des chiens.

- Les Pelotons de surveillance cynotechnique régional (P.S.C.R) sont au nombre de cinq : un par région terre, ils s'occupent de la gestion, à l'échelle régionale, des effectifs canins, du transit et de la formation des chiens qu'ils attribuent aux différentes unités de la région.

Le P.S.C.R de la R.T Ile de France se situe à St-Germain-en-Laye,

le P.S.C.R de la R.T Nord-Est à Sissonne,

le P.S.C.R de la R.T Nord-Ouest à Coëtquidan,

le P.S.C.R de la R.T Sud-Est à La Valbonne,

le P.S.C.R de la R.T Sud-Ouest à Bordeaux.

C'est dans l'armée de terre que les activités du chien sont les plus diversifiées. On trouve, à côté de l'emploi le plus courant qui reste la protection des points sensibles (guet patrouille, accompagnement, garde), des pelotons cynophiles spécialisés possédant des chiens démineurs, des chiens effectuant l'en-avant (grotte, éclaireur), mais aussi des chiens d'avalanches, de décombres et de pistage-défense, des chiens de recherche d'explosifs ou de stupéfiants.

III.1.2- Armée de l'air

Historiquement, l'apparition de la cynophilie dans l'armée de l'air française remonte à 1950-1951, avec l'affectation d'équipes cynophiles sur les bases aériennes d'Indochine. La création, en 1958, des Forces aériennes stratégiques donna une très nette accélération à ce nouvel emploi du chien.

L'évaluation qualitative de l'efficacité des équipes cynophiles est périodiquement réalisée dans chaque détachement ou base aérienne.

L'emploi du chien vise surtout à la lutte anti-intrusions au niveau des points sensibles et dans le cadre de la protection des bases aériennes. Leur emploi est moins statique qu'auparavant. L'équipe est accompagnée d'un groupe de quatre ou cinq fusiliers commandos assurant la couverture. Le chien travaille sans laisse ni muselière.

Chaque cynogroupe possède quelques chiens pisteurs et des chiens de recherche d'explosifs.

III.1.3- Marine

De chien « mascotte », il devient chien actif dès la Guerre d'Algérie. Délaissé par la suite, il réapparaît lors de la création de la Force océanique stratégique.

Compte-tenu de l'importance croissante de la cynotechnie dans la marine, une cellule est créée au cours du premier semestre 1980. L'état-major de la marine rend alors le Commandement des fusiliers marins (CO.FUS.MA) responsable de la cynotechnie. Cette cellule doit gérer l'effectif canin, donner des directives d'achat, émettre un avis sur les candidatures aux différents stages, effectuer des contrôles. Ces équipes sont réparties au niveau des régions maritimes et outre-mer.

Le déboufrage des chiens et l'instruction du personnel s'effectuent à Suippes.

La marine emploie le chien surtout en garde et accompagnement, peu en pistage. Ce sont des missions de protection de points sensibles. On trouve quelques chiens d'explosifs et de recherche de stupéfiants.

III.1.4- Gendarmerie

La gendarmerie nationale, née en 1791 (décret du 29 décembre 1790), est l'héritière directe de la maréchaussée. En 1720, Louis XV décida de répartir la maréchaussée en 565 brigades groupées en 30 compagnies donnant ainsi naissance à ce qui devint la gendarmerie départementale. Sous l'autorité du Ministère de la Défense, elle est l'arme militaire la plus proche de la population civile, ce qui la rapproche des unités de police pour l'utilisation des chiens.

Fin 1945, la gendarmerie s'installe à Gramat, dans le Lot, et crée le chenil central de la gendarmerie. C'est alors qu'elle acquiert une autonomie complète dans le domaine du dressage des chiens et de la formation des maîtres. Par décision ministérielle, le chenil central de la gendarmerie est rattaché au commandement des écoles de la gendarmerie à Maisons-Alfort et prend désormais le nom d'Ecole des sous-officiers de gendarmerie-Centre de formation des maîtres de chiens (E.S.O.G.- C.F.M.C).

En Algérie, le 29 mars 1958, une opération de maintien de l'ordre a lieu au sud de Barral. Gilbert Godefroid, un gendarme maître de chiens de trente ans, courageux et volontaire, part sur la piste de fellaghas, avec son chien Gamin.

Les légionnaires qui accompagnent l'équipe cynophile ne peuvent suivre le rythme imposé par le gendarme et son chien. Ce dernier ne pouvant arrêter Gamin dans sa recherche, part seul en avant. À 4 km de Barral, il est tué.

Son chien, bien que grièvement blessé, se traîne jusqu'au corps de son maître, lui lèche le visage et s'allonge sur celui dont il ne veut pas se séparer. Les légionnaires, alertés par les coups de feu, arrivent trop tard. Ils s'approchent, mais Gamin ne les connaît pas. Malgré ses blessures, il se jette sur eux, le poil hérissé, les crocs en avant. Ils grogne et refuse les friandises offertes par les soldats. Une autre tentative pour l'approcher, et pour récupérer le corps du gendarme est faite par six légionnaires. Il se jette sur l'un d'eux. Les légionnaires doivent finalement utiliser des grenades lacrymogènes pour le neutraliser.

Après évacuation par hélicoptère, sur l'hôpital vétérinaire de Millésimo, une opération est immédiatement tentée et réussie. Gamin est sauvé. Lorsqu'il meurt des suites de ses blessures trois ans après ces événements, ses cendres rassemblées dans une urne sont

déposées au cœur d'une stèle élevée à l'Ecole des sous-officiers de la gendarmerie-Centre de formation des maîtres de chiens de Gramat, réunissant dans le même souvenir, un homme et un chien, pas forcément plus illustres, mais tous deux victimes du devoir.

C'est devant elle qu'a lieu, lors de chaque stage, la cérémonie traditionnelle de la constitution des équipes cynophiles.

Outre l'école de Gramat, la gendarmerie possède actuellement des chenils d'unités, regroupant pour certaines unités deux à quatre équipes.

C'est en 1982 que le centre de formation des maîtres de chiens de la gendarmerie forma pour la première fois des chiens de recherche d'explosifs, pour les unités implantées dans les zones à risques, comme le Pays Basque et la Corse.

Par la suite, le Groupe d'intervention de la gendarmerie nationale (G.I.G.N) et le Groupe de sécurité de la présidence de la république (G.S.P.R) furent demandeur de ce type de chiens.

À partir de 1988, sont formés les premiers chiens de recherche d'explosifs destinés à l'aviation civile. Aujourd'hui, un grand nombre d'aéroports français dispose d'équipes cynophiles de la Gendarmerie des transports aériens (G.T.A).

La recherche d'explosifs constitue une catégorie transversale intéressant tout à la fois la gendarmerie des transports aériens, exclusivement dotée de ce type d'équipes au nombre de quarante-six, la gendarmerie départementale en Pays Basque et en Corse, et la gendarmerie mobile, au sein de l'E.P.I.G.N.

- Gendarmerie des transports aériens

Les chiens étant propriété de la direction générale de l'aviation civile (D.G.A.C), les équipes œuvrent de façon quasi exclusive dans l'enceinte de la plate-forme aéroportuaire. De rares interventions ont toutefois lieu à l'extérieur de celle-ci, sur décision préfectorale ou du chef de corps de la gendarmerie des transports aériens.

L'adaptation des animaux à ces milieux spécifiques constitue une phase délicate, dont le succès conditionne directement le rendement de l'équipe.

Les interventions représentent environ 350 missions par équipes et par an, qu'il s'agisse des plates-formes parisiennes ou bien des aéroports provinciaux, comportant de une à quatre équipes.

- Gendarmerie départementale

En dépit d'une zone d'action forcément étendue, ces équipes, implantées en P.S.I.G, n'effectuent pour lors qu'un nombre raisonnable d'interventions (deux par équipe et par mois en moyenne).

- Gendarmerie mobile

Depuis le réajustement des effectifs du G.S.P.R en 1995, les équipes cynophiles de cette unité ont été intégrées à l'E.P.I.G.N. Les équipes déploient en conséquence une activité importante (210 interventions par an en moyenne), dont 50% au profit du G.S.P.R.

- Formation et emploi d'une équipe

Alors que, dans le reste des armées, les chiens sont attribués plus ou moins au hasard, le chien pouvant changer souvent de maître, on s'efforce dans la gendarmerie de trouver le chien qui convienne à l'homme, et l'homme au chien, de façon à réaliser une équipe efficace à long terme.

Envoyé en stage de formation, le futur maître qui possède apparemment les qualités requises, reste malgré tout un inconnu des instructeurs de l'école. C'est pourquoi, il doit être procédé à une étude psychologique élémentaire de chaque individu, pour cerner aussi exactement que possible son tempérament et son caractère.

Ce test comprend :

- la prise en compte des renseignements et observations contenus dans le carnet de notes des intéressés,
- un test de caractérologie (selon l'étude de Gaston Berger) qui permet d'établir assez objectivement le profil psychologique du stagiaire,
- un entretien avec l'officier directeur de stage qui affine les précédents résultats.

Le stage de formation des maîtres de chiens se déroule durant 3 mois à Gramat. La formation recouvre un domaine assez vaste de sujets se rapportant à la cynophilie. À la formation théorique s'ajoute la formation pratique sur le terrain, indispensable à la formation d'une équipe efficace.

On note que l'on pratique, dans cette arme, le système de suppléant aux maîtres chiens titulaires.

Alors que dans la plupart des autres administrations, les chiens ne sont utilisés que pour un seul type de travail, les chiens de gendarmerie ont toujours été relativement polyvalents. L'exemple le plus démonstratif est le chien d'avalanche formé à la fois à la recherche de victimes ensevelies dans la neige, au pistage humanitaire ou judiciaire, et à la défense. Toutefois, la gendarmerie cherche de plus en plus à spécialiser ses chiens afin de les rendre plus performants dans un domaine particulier (HESTIN,2002).

Ces équipes spécialisées pourront être utilisées dans des missions très différentes :

- missions de surveillance : garde, patrouille ;
- missions de détection : drogue, explosifs ;
- missions de sauvetage et recherches : pistage, avalanches, identifications d'individus, sauvetages nautiques, recherche de restes humains.

III.1.5- Sécurité civile

La direction de la défense et de la sécurité civile regroupe toutes les entités nationales chargées de la protection de la population et de l'environnement sur le territoire français. Elle relève de l'autorité du Ministère de l'Intérieur.

Sa mission réside à « la mise en œuvre des mesures de prévention et de secours destinées à assurer la sauvegarde des personnes et des biens, en cas d'accidents, sinistres

et catastrophes ou dans les circonstances ressortissant de la défense civile » article 6-décret du 23 juillet 1975.

Au niveau national, on trouve les unités et écoles d'instruction ainsi que la direction centrale. Mais, en vertu de l'article 5 de l'instruction interministérielle du 9 novembre 1954, les responsables de la protection civile à l'échelon local sont les préfets et les maires. Ils ont sous leurs ordres directs les différents corps de sapeurs-pompiers et des secouristes bénévoles.

III.1.5.1- Les Unités d'Instruction et d'Intervention de la Sécurité Civile

Ce sont des formations militaires de l'arme du génie, mises pour emploi à la disposition de la direction de la défense et de la sécurité civile. Depuis le 26 janvier 1981, elles sont au nombre de deux :

- U.I.I.S.C.1 Nogent-Le-Rotrou (Eure-et-Loir) qui regroupe ainsi les différents détachements dispersés dans la grande couronne parisienne ;
- U.I.I.S.C.7 implanté dans la zone de défense sud-est à Brignoles (Var).

III.1.5.2- Les formations de sapeurs-pompiers

Outre les sapeurs-pompiers militaires de la Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris et le Bataillon des Marins Pompiers de Marseille, on trouve deux formations de pompiers civils : les sapeurs-pompiers professionnels et les sapeurs-pompiers bénévoles.

Ces formations peuvent posséder des chiens de décombres, d'avalanche, de pistage.

III.1.5.3- Les Détachements d'Intervention Catastrophe Aéroportée

Les détachements d'intervention catastrophe aéroportée (DICA), au nombre de dix, sont répartis de la façon suivante :

- 2 UIISC (Nogent le Rotrou et Brignoles),
- 6 territoires Sapeurs Pompiers (1 par zone de défense),
- 1 BSPP,
- 1 BMPM.

Au sein de chaque DICA sont présents :

- 4 équipes cynotechniques (plus un vétérinaire à la BSPP),
- 4 médecins spécialisés en médecine de catastrophe,
- 52 sauveteurs entraînés aux techniques de détection sauvetage déblaiement,
- 11 tonnes de matériel de recherche.

Le DICA est prêt à partir dans les trois heures qui suivent la mise en alerte, quels que soient le type de missions, la durée de celle-ci et le lieu. Il est transporté sur place par des appareils militaires de type Transal ou Hercule, il est parfaitement autonome pendant sept jours.

Quand la zone est particulièrement sinistrée, un Détachement d'Appui Médical (DAM) avec 5 médecins, 5 infirmières, 5 auxiliaires sanitaires et 3 tonnes de matériel médical se met en place à proximité du chantier et accueille les blessés.

Si le nombre de victimes est important, un élément de sécurité civile rapide d'intervention médicale (ESCRIM) vient compléter le dispositif. Il sert d'interface entre le détachement d'appui médical et les hôpitaux locaux pouvant accueillir les blessés quarante-huit heures avant l'évacuation (FUKS, 1998).

III.1.5.4- Les premières équipes cynotechniques françaises

En France, il faut attendre 1978 pour que naisse, sous l'initiative de quelques propriétaires passionnés de cynophilie et de sauvetage, la première « association de chien de sauvetage », assistée d'un conseiller technique national. Parallèlement, des équipes cynotechniques se forment au sein des unités d'instruction et d'intervention de la sécurité civile. La création de ces équipes se f

III.2- Spécialités cynotechniques

III.2.1- Chien d'intervention

Sous ce terme sont désignés les chiens dont le rôle premier n'est pas de détecter, mais d'intervenir. Les qualités exploitées chez ces chiens sont avant tout physiques.

III.2.1.1- Chien soldat

Dès le XIII^{ème} siècle avant Jésus-Christ, le chien, en tant que soldat à part entière, participe aux combats engagés par les hommes. Les premiers connus combattirent auprès des Sumériens (2500 avant J.C) lors de leur installation en Mésopotamie. On sélectionnait en Mésopotamie une race de chien de taille imposante, à la tête massive, aux oreilles et aux yeux petits, bas sur pattes, trapus, avec une poitrine large et profonde, très proche du Dogue du Tibet actuel (CHAUMETTE, 1987) . Ces molosses étaient de redoutables armes, atteignant au garrot 75 à 80 centimètres (GRANDJEAN, 1999).

Le gabarit et la férocité de ces chiens étaient tels que les Assyriens les utilisaient pour protéger leurs troupeaux contre les lions. Il les employaient également à la guerre. Toutes les grandes civilisations conscientes de l'efficacité du chien lors des combats au corps à corps, les employaient en meute. Les crocs étaient leurs armes. Les oreilles et la queue constituaient les points faibles et étaient donc soigneusement coupées. Les Perses employèrent eux aussi des chiens de guerre. Cyrus le grand en avait dans son armée (CHAUMETTE, 1987). Puis Xerxès emmena des meutes de chiens de la fameuse race indienne dans son expédition contre les grecs au début du 5^{ème} siècle avant Jésus-Christ. Sous le terme de race indienne, les auteurs anciens désignaient les variétés de chiens que l'on trouvait en Asie mineure, en Syrie, en Iran, et dont la morphologie était similaire à celle décrite pour le Dogue assyrien. Ces chiens jouissaient d'une grande réputation de force et de courage, et une légende les prétendait même issus de l'accouplement d'une chienne et d'un tigre.

Originaires de l'Asie, ces dogues trouvèrent de nombreux acquéreurs en Egypte puis en Grèce, pour enfin gagner l'empire Romain.

Sur la paroi d'un coffre de la tombe de Toutankhamon est représentée une scène de bataille contre les Nubiens. On y voit les Egyptiens lâcher contre leurs ennemis des chiens de grande taille, élancés, au museau allongé, ressemblant aux lévriers actuels. Ces chiens sautent à la gorge des guerriers nubiens qui, vêtus d'un simple pagne, ne disposent d'aucune protection contre les crocs des animaux (CHAUMETTE, 1987).

Parallèlement, les Gaulois, les Celtes et les Germains développèrent une race dérivée du Grand Danois (GRANDJEAN, 1999). Au I^{er} siècle avant Jésus-Christ, de fameux combats ont ainsi opposé les chiens guerriers romains et gaulois. Les Cimbres qui menacèrent le territoire romain en 110 avant J.C avaient avec eux des chiens, et après leur défaite, ces animaux défendirent vaillamment les chariots où s'étaient retranchés les femmes et les enfants contre les légionnaires de Marius. Les Alains, qui participèrent

aux grandes invasions de la fin de l'Antiquité, dressaient leurs chiens à la poursuite de la cavalerie.

Les premiers chiens à combattre auprès des « Français » apparurent vers 120 avant J.C, sur le front de bataille du roi des Arvernes. Après la défaite des champs Raudéens, les chiens demeurèrent fidèles ; les romains durent les exterminer pour atteindre leur butin. Le dressage de ces chiens était simple : leur rôle consistait à exterminer des armées ennemies, hommes et chevaux compris.

Au cours des siècles, des systèmes de plus en plus élaborés, confectionnés par l'homme, ont transformé les chiens en véritables machines de guerre. Les chiens ne pouvaient être vraiment efficaces dans une bataille rangée que face à des soldats faiblement protégés. C'est pourquoi ils furent surtout employés dans ces conditions pendant une Antiquité assez reculée où les armures étaient très rares. Le déclin de l'emploi de ces chiens va de paire avec le grand développement des armes à feu au XIX^{ème} siècle. De moins en moins employé en groupe, il fait place à l'utilisation individuelle. Aujourd'hui, l'aspect individuel prime toujours.

III.2.1.2- Chien d'assaut

Les chiens d'assaut sont utilisés depuis 1976 contre les forcenés retranchés dans leurs habitations, lors de prise d'otages, ou de mutinerie dans les prisons.

Exclusivement dressés à l'usage du Groupement d'Intervention de la Gendarmerie Nationale (G.I.G.N), ils sont capables de neutraliser silencieusement le sujet visé et sont entraînés à sauter dans une pièce, ou dans un véhicule par une fenêtre, de jour comme de nuit (HESTIN, 2002).

Ils permettent d'éviter les dangers que représente l'usage d'une arme à feu en présence d'une tierce personne.

Ce sont exclusivement des chiens d'attaque et leurs maîtres sont des membres du G.I.G.N formés comme maîtres chiens et non l'inverse.

Le chien est sélectionné suivant des qualités physiques, psychiques (fort tempérament, courage) et une bonne capacité sensorielle (GRANDJEAN, 1999).

Il doit de plus être capable de travailler en tandem avec un autre chien. En effet, les chiens peuvent être amenés à intervenir à deux, l'un mordant aux bras, l'autre aux jambes. Cela nécessite des entraînements précis.

En intervention, le chien est protégé, tout comme son maître, par un gilet pare-balles en kevlar, qui neutralise la plupart des projectiles d'arme de poing.

III.2.1.3- Chien de maintien de l'ordre

Ce sont des chiens employés pour contenir les foules, assurer le bon déroulement d'une manifestation ou rétablir l'ordre en milieu pénitencier. Ils sont très dissuasifs puisqu'ils sont dressés essentiellement à l'attaque (HESTIN, 2002). Ils peuvent être muselés, parfois démuselés. Cet emploi du chien est interdit en France depuis 1949, à la suite d'un incident à l'occasion d'une opération de maintien de l'ordre (WLOSNIIEWSKI, 1989).

III.2.2- Chien d'alerte et de surveillance

Sous ce terme sont désignés les chiens dont le rôle premier est de détecter et de prévenir ; leur intervention, de façon active, ne s'effectue que secondairement et si nécessaire. Ces chiens sont utilisés que ce soit en vue de protéger un site sensible ou de protéger une progression en zone d'insécurité. Ils représentent environ 90% de l'effectif des chiens militaires.

III.2.2.1- Chien sentinelle

La garde qui consiste à surveiller pour protéger ou défendre est sans nul doute une des plus anciennes utilisations du chien au service de l'homme. Déjà dans l'antiquité, le flair des chiens a été mis à contribution pour la défense des forts, citadelles.... D'après Plutarque, le temple d'Esculape, dieu de la médecine, était gardé par des chiens, dont un, nommé Capparus, poursuivit un voleur d'Athènes à Corinthe, et le fit arrêter.

Les Romains utilisaient eux aussi des chiens comme sentinelles. Et même s'ils immolèrent des chiens à certaines périodes de l'année pour les punir d'avoir dormi la nuit où les gaulois donnèrent l'assaut au Capitole, au début du IV^{ème} siècle avant Jésus-Christ, ils continuèrent à en employer par la suite (CHAUMETTE, 1987).

Dans le personnel des empereurs romains, on trouvait deux officiers : le procureur Cynégil, dont la mission consistait à sélectionner des chiens, comme combattants ou sentinelles, et l'inspecteur Cynégil, à qui il incombait d'assurer le dressage de ces chiens.

Ce type de chien s'est surtout répandu au Moyen Age avec la défense de grands sites comme le Mont Saint-Michel ou la ville fortifiée de Saint-Malo, où chaque soir était lâchée sur la grève une vingtaine de Dogues Anglais pour protéger les bateaux des pirateries (GRANDJEAN, 1999).

La mission de ces chiens est avant tout d'alerter par leurs aboiements de tous bruits, odeurs ou visions suspects et d'intercepter sans hésitation, si la menace ne laisse pas d'autre alternative, tout individu qui tente de pénétrer dans son champ d'action.

Actuellement, l'emploi du chien de garde se fait selon différentes modalités, en fonction de l'étendue à garder et du degré de sensibilité de la zone :

- en poste fixe : le chien est attaché à une chaîne de 2-3 mètres de long, fixée à un piquet. Cela permet le contrôle d'un passage obligé ;
- au trolley : le chien est attaché à une chaîne qui coulisse sur un câble de 25-30 mètres tendu au sol ou au dessus ;
- en enclos : le chien peut se trouver dans un local ou à l'extérieur d'une installation entourée d'une clôture simple, sur une surface inférieure à 2500 m². Le chien doit y interdire toute pénétration ;
- en couloir : le couloir est délimité par une double clôture de 2 mètres de haut pour 2,5 mètres de large. La longueur par chien ne doit pas excéder 100 mètres.

Le chien à l'attache présente un aboiement plus spontané qu'en liberté mais son champ d'action est plus réduit et demeure pour lui le risque de strangulation.

Le chien en liberté peut intervenir sur un grand champ d'action, mais son aboiement est moins spontané et il lui est difficile de surveiller partout à la fois.

Le chien sentinelle ou de garde effectue une protection statique, opère sur un terrain délimité, connu et peut travailler seul, ce qui le distingue, au sein des chiens dits d'alerte et de surveillance, du chien effectuant une protection dynamique. Parmi les chiens effectuant « l'en avant », il existe différentes spécialités.

III.2.2.2- Chien d'accompagnement

Il est utilisé en renfort d'un dispositif de sécurité. Il évolue en suivant un itinéraire établi à l'avance, en terrain connu, sa mission étant de fouiller une zone déterminée et de signaler par ses aboiements toute présence étrangère et intercepter le suspect s'il tente de s'enfuir.

III.2.2.3- Chien patrouilleur

Pendant la guerre d'Espagne en 1810, Thérèse Figueur réunit à Burgos des chiens qu'elle dressait comme patrouilleurs et avertisseurs. Chaque régiment de l'armée impériale qui s'enfonçait plus avant en Espagne, où sévissait une des plus dures guérillas, était muni de chiens.

Il faut attendre 1836 en France pour voir apparaître les premiers chiens de guet-patrouille, grâce au capitaine Blanqui. Ces chiens étaient employés pour débusquer les ennemis cachés dans la végétation et déjouer les embuscades.

Ils furent largement utilisés seuls ou en petites unités appelées cynogroupes ou cynocommandos par l'armée française au cours des conflits d'Indochine, puis d'Algérie.

Ces chiens travaillent en zone supposée ennemie, leur mission est d'alerter discrètement leur maître de toute présence suspecte sans aller au devant de l'intrus et d'aboyer.

III.2.2.4- Chien éclaireur

L'utilisation de ces chiens remonte vers 1702, lors du conflit opposant le roi d'Espagne Philippe V aux Autrichiens (WLOSNIIEWSKI, 1989).

Ils assurent une mission de renseignement et de sûreté dans un secteur hostile et inconnu, et travaillent en tête d'une formation d'infanterie progressant en zone d'insécurité. La différence essentielle avec la patrouille est le caractère offensif de la mission. En effet, le chien doit prévenir son maître dès qu'il a détecté l'ennemi, et l'attaquer sans commandement si ce dernier fuit ou est menaçant. Pour un individu immobile, il devra aboyer.

III.2.2.5- Chien de guet et poste d'observation

Le chien a un rôle de détection statique dirigé contre un ennemi mobile. Ce n'est pas une spécialité en soi, mais un acte complémentaire s'incluant dans l'accompagnement, l'éclairage. Le chien est capable de détecter la présence de tout individu jusqu'à 300-400 mètres.

III.2.2.6- Chien de grotte

C'est en fait une spécialité complémentaire du chien éclaireur qui permet de localiser la présence éventuelle d'ennemis ou de matériel dans un site souterrain.

III.2.3- Chien porteur et d'attelage

Sous cette dénomination sont désignés les chiens utilisés uniquement pour leur capacité à parcourir rapidement de longues distances sur des terrains parfois difficiles ou à tracter de lourdes charges.

Dans l'antiquité, des molosses étaient chargés de faire parvenir des messages. Ces molosses auxquels on avait fait avaler le message à transmettre étaient sacrifiés une fois arrivés à destination, le message étant récupéré dans leurs entrailles. Ce fut la première utilisation du chien pour transmettre des informations. Trop coûteuse, les chiens ne pouvant servir qu'une fois, ces pratiques cessèrent assez vite.

Dès 1887, l'Allemagne a utilisé des chiens comme agents de liaison afin de connaître les dernières nouvelles des détachements avancés et d'échanger des informations.

À partir de la guerre de 1914-1918, les chiens de transmission, dits « chiens d'estafettes », se développèrent. Soumis à des conditions de travail extrêmement rudes, leur sélection répondait à des critères rigoureux. Ils devaient parfois relier des distances de plusieurs kilomètres sur les champs de bataille, sous les bombardements et dans des conditions atmosphériques souvent difficiles.

Outre ce rôle d'estafettes, la capacité de ces chiens à transporter des charges a été largement utilisée pendant la Grande Guerre pour le transport des munitions et des vivres. Ils furent également employés comme chiens télégraphiques, leur agilité et leur endurance leur permettaient de traverser le champ de bataille, franchissant tranchées et fils de fer barbelés sous les tirs, afin de rétablir les lignes de communication coupées par le combat.

Ils étaient munis d'une bobine de fil qui se déroulait au fur et à mesure de leur progression.

En 1913, le ministère de la guerre belge adoptait le chien tracteur. Ce dernier sera attelé à des brancards de blessés, des voiturettes, des charrettes de ravitaillement et même des mitrailleuses roulantes.

Actuellement, cet emploi des chiens n'a plus cours dans les armées françaises.

III.2.4- Chien de recherche et de sauvetage

III.2.4.1- Chien sanitaire

Ce sont les Egyptiens qui les premiers utilisèrent les chiens de Numidie afin de rechercher les blessés sur le champ de bataille après les combats. Ces derniers étaient lâchés à la recherche des blessés qu'ils signalaient et léchaient.

Durant la première guerre mondiale, ces chiens sauvèrent de nombreuses vies.

La recherche des blessés s'effectuant le plus souvent de nuit, car trop périlleuse en plein jour, l'utilisation du chien s'avéra particulièrement adaptée à la localisation de blessés sur les champs de bataille.

De par son flair, le chien n'est nullement gêné par l'obscurité pour retrouver les blessés. De plus, il possède la faculté de distinguer la vie dans un corps inerte. Une fois le blessé retrouvé, le chien revenait vers son maître en rapportant un objet appartenant au blessé, le plus souvent le casque du soldat. Le maître, ainsi informé de la découverte de son chien, le relançait alors sur la victime.

En France, dès 1895, le Médecin Major Bichelonne et le Capitaine Tolet formaient une société civile, « la société du chien sanitaire », autorisée à former des chiens sanitaires.

Actuellement, cette spécialité n'existe plus au sein des armées françaises sous cette dénomination, néanmoins le chien sanitaire est à l'origine de tous les chiens de recherche et de sauvetage.

III.2.4.2- Chien de sauvetage en décombres

Désigné aussi sous le nom de « chien de catastrophe », il fut utilisé pour la première fois en Grande-Bretagne, durant la Seconde Guerre Mondiale, lors du bombardement de Londres, afin de retrouver les victimes ensevelies sous les décombres. Dès 1954, les Etats-Unis, l'Allemagne et la Suisse créèrent des centres de formation d'équipes cynotechniques de recherche en décombres (DUPAS, 1986).

En France, il faut attendre le 25 septembre 1979 pour que soit créé à Briançon, par un arrêté préfectoral, le centre de formation des chiens de recherche et sauvetage en décombres, centre spécialisé de la sécurité civile. Les premiers chiens français intervinrent en 1980 à El Alsnam, en Algérie (GRANDJEAN, 1999).

La mission de ces chiens ne se limite pas aux tremblements de terre, glissement de terrain, cyclone..., ils interviennent également en cas d'effondrement d'immeuble, après un incendie, un éboulement dans une mine ou un chantier ou lors de catastrophe ferroviaire ou aérienne.

Cette spécialité met en exergue leur capacité olfactive, les animaux choisis doivent donc avoir un excellent odorat, mais aussi, de l'endurance, de l'agilité, de la sociabilité et une très forte concentration.

L'efficacité opérationnelle, mainte fois prouvée, du chien de recherche en décombres en fait l'auxiliaire indispensable des équipes de secours.

III.2.4.3- Chien d'avalanches

C'est en 1050 qu'est créé en Suisse, à la frontière italienne, l'hospice du Grand-Saint-Bernard qui a pour but d'assurer la sécurité des voyageurs. L'arrivée du chien de Saint-Bernard se situe vers 1660, sa mission étant de défendre l'hospice. C'est seulement vers 1750 que les chiens furent utilisés pour guider les voyageurs qui franchissent le col. Les chiens apprennent à reconnaître le chemin dans la neige et le brouillard et à retrouver les voyageurs égarés dans la tourmente. Ils utilisaient plus leur sens de l'orientation que leur flair et ne décelaient en fait les victimes d'avalanches que sous une très faible profondeur (GRANDJEAN, 1999).

Les débuts du chien d'avalanches semblent commencer par un fait divers, en Suisse, avant la Seconde Guerre Mondiale. Un jeune garçon emporté par une avalanche sous les yeux de son chien sera sauvé par celui-ci qui, après avoir localisé la position de son maître, grattera la neige jusqu'à sa découverte. Suite à cet exploit, l'armée helvétique forma ses premiers chiens. A la fin de la guerre, c'est le club alpin suisse qui prendra la relève. En France, en 1970, suite à la catastrophe de Val-d'Isère qui fit 39 morts, les pouvoirs publics développèrent l'utilisation des chiens en montagne.

Les chiens d'avalanches sont actuellement formés par les sections de montagne des C.R.S, la sécurité civile, et la gendarmerie nationale (LOMBARD, 1993).

Ce sont les chiens les plus polyvalents de la gendarmerie : dressés avec les chiens de spécialité Piste et Défense, ils reçoivent en plus une formation pour la recherche des personnes ensevelies lors du déclenchement d'avalanches en montagne. En hiver, ils interviennent sur les avalanches et en été ils retrouvent leur spécialité de Piste et Défense et recherchent les personnes disparues ou les malfaiteurs (HESTIN, 2002)

Cette spécialité repose principalement sur les qualités olfactives du chien, mais les chiens doivent aussi être vigoureux, endurants, de petit gabarit pour pouvoir être hélitreuillés facilement et se déplacer sans risque sur les blocs de neige instables, à pelage court et sociable.

L'utilisation du chien de recherche lors d'avalanches constitue un allié précieux contre le temps. Le chien explore en effet beaucoup plus rapidement le terrain que les sondeurs. Ils font de ce fait partie intégrante des équipes de secourisme en montagne (GRANDJEAN, 1999).

III.2.4.4- Chien de pistage

Le flair et les qualités de chasseur des chiens furent mis à profit en plusieurs occasions par les généraux de l'Antiquité.

Au IV^{ème} siècle avant notre ère, Philippe de Macédoine, dans une guerre contre les Thraces, se servit de chiens de chasse pour dépister des ennemis cachés dans les bois et pour les en déloger (CHAUMETTE, 1987).

En 230 avant Jésus-Christ, le consul romain Pomponius Matho, ne pouvant venir à bout de la résistance des Sardes qui menaient contre lui une tactique de guérilla, utilisa des chiens pour les découvrir dans les maquis où ils trouvaient d'impénétrables refuges.

C'est dans ce type de rôle, qui faisait appel à leurs qualités spécifiques, que les chiens rendirent les plus grands services aux armées antiques (CHAUMETTE, 1987).

Pendant très longtemps, le pistage fut utilisé à des fins répressives. Il permettait de suivre la piste laissée par une personne qui se retrouvait traquée à mort comme un gibier.

Lors des campagnes coloniales en Amérique, les espagnols utilisèrent des chiens afin de traquer les indiens dont on cherchait l'extermination. Christophe Collomb fit de même en 1495.

Plus près de nous, quarante chiens, croisés de berger kabyle et de lévrier, pisteront les Arabes lors de la conquête de l'Algérie (WLOSNIIEWSKI, 1989).

Dans de nombreux pays, que ce soit en Amérique du Sud, en Amérique du Nord ou en Afrique du Sud, des chiens pisteurs ont été utilisés dans le but de poursuivre les esclaves échappés des plantations. Ces derniers, une fois rattrapés par les chiens, avaient peu de chances de garder la vie sauve.

Ces chiens ont également été utilisés afin de suivre la piste de prisonniers évadés.

Les Saint-Hubert, excellents chiens courants, utilisés jusqu'à Saint-Louis par les rois de France, ainsi que le Blood-Hound, sont encore employés aux Etats-Unis par les pénitenciers. Leur flair est en effet supérieur à celui des autres races.

Ils furent utilisés dans toutes les grandes guerres : les Américains les employèrent lors de la seconde guerre mondiale pour détecter les soldats japonais. Plus récemment au Vietnam, des chiens pisteurs ont été utilisés par les Américains afin de découvrir les caches des Viêt-congs.

Cette spécialité est actuellement désignée dans l'armée française sous l'appellation « piste et défense ». Les opérations de pistage consistent pour 80% à rechercher des personnes disparues (pistage humanitaire) et pour 20% à rechercher des fugitifs ayant enfreint la loi (pistage judiciaire).

Outre les qualités physiques et psychologiques nécessaires à tout chien d'utilité, le chien de piste-défense doit posséder un sens olfactif très développé, c'est à dire une grande acuité olfactive pour les odeurs organiques surtout (émise par un être vivant) et une faculté discriminative importante : il doit pouvoir analyser les odeurs laissées par différentes personnes puis reconnaître celle qu'on lui demande de rechercher et ne plus se concentrer que sur cette odeur ; il lui faut aussi analyser les variations d'intensité d'une même odeur suivant le milieu ou la durée du dépôt et garder cette odeur en mémoire parfois plusieurs heures (HESTIN, 2002).

On comprendra alors que la rapidité d'intervention de l'équipe cynophile sur le lieu de l'enquête est un facteur de réussite important.

III.2.4.5- Chien de recherche de restes humains

Cette nouvelle spécialité en France existe depuis plusieurs années en Belgique et en Allemagne. Les chiens sont destinés à rechercher des cadavres dissimulés. Elle a été mise en place en Belgique après l'affaire Dutroux. Ces chiens sont implantés pour le moment au sein de la Gendarmerie.

III.2.4.6- Chien de recherche de noyés

Cette spécialité reste anecdotique en France ou quelques chiens de la sécurité civile sont dressés à la recherche de noyés.

III.2.4.7- Chien de sauvetage nautique

Cette spécialité, qui ne fait pas intervenir l'odorat du chien, a été exploitée par la gendarmerie entre 1974 et 1979, date à laquelle faute de résultats elle a été abandonnée. Aujourd'hui encore l'utilisation de Terre-Neuve par des professionnels est rare. Ils accompagnent parfois les sauveteurs de la Société nationale de sauvetage maritime ou les pompiers, mais la majorité des chiens appartiennent à des particuliers qui adhèrent au Club français du chien Terre-Neuve.

III.2.5- Chiens détecteurs de substances et de matériels inertes

III.2.5.1- Chien et gaz de combat

Des chiens furent employés au cours de la Grande Guerre afin de déceler très précocement la présence de gaz de combat, comme l'ypérite, permettant ainsi d'éviter une longue exposition des soldats aux effets très néfastes de ce gaz. Mais ces chiens n'étaient pas à l'abri de son action lorsqu'ils devaient traverser une zone contaminée.

III.2.5.2- Chien détecteur de mines

Leur premier emploi semble remonter à la Seconde Guerre Mondiale. Ils furent utilisés par l'armée française en Indochine, puis en Algérie. Actuellement, seuls quelques chiens des armées sont entraînés à cette détection. En effet, il existe aujourd'hui d'autres moyens qui font prendre moins de risque aux soldats pour détecter et neutraliser les mines.

III.2.5.3- Chien de recherche d'explosifs

C'est en Algérie, à partir de février 1959, à la demande du général commandant la zone sud-est du Constantinois, que furent entreprises les premières tentatives d'utilisation de chiens de recherche d'explosifs. En effet, la zone est traversée, selon l'axe nord-sud, par 200 km de voie ferrée, cible d'attentats perpétrés par le F.L.N (Front de libération nationale) (GRANDJEAN, 1999).

Depuis 1986, une vague terroriste sans précédent depuis la guerre d'Algérie s'est abattue sur la France : attentats revendiqués par Action directe, le F.L.N.C en Corse, le mouvement indépendantiste basque (E.T.A), le Comité de soutien aux prisonniers politiques Arabes et du Proche-Orient...

Plus récemment, la psychose s'installe avec les attentats et actes de barbarie perpétrés par le Groupe Islamique Armé et autres mouvances islamistes que ce soit sur le territoire algérien ou en France, où le terrorisme tue aveuglement, une fois de plus, à Paris pendant l'été 1995, lors du sanglant attentat du RER B, à la station Saint-Michel à une heure d'affluence.

Depuis, la France vit dans la menace du terrorisme (annexe III) malgré le plan de protection Vigipirate. Le monde change et la nature des conflits change avec lui. La guerre se fait aujourd'hui contre des ennemis invisibles qui frappent aveuglément des cibles civiles n'importe où et n'importe quand.

Les attentats du 11 septembre 2001 aux Etats Unis montrent qu'à l'évidence nul n'est à l'abri.

Plus récemment, en 2002, des attentats touchant, en particulier, des Français ont été perpétrés à l'étranger, que ce soit au Pakistan, contre un pétrolier au large du Yémen, ou à Bali...

Cette augmentation des attentats terroristes a intensifié la formation du personnel et le perfectionnement des moyens techniques.

C'est dans ce contexte que l'on mesure l'importance de former des chiens à la recherche d'explosifs. Ces chiens s'intègrent parfaitement dans la lutte antiterroriste actuelle en ajoutant leurs capacités olfactives aux systèmes existants.

La formation de ces chiens sera détaillée plus loin dans cette partie.

III.2.5.4- Chien de recherche de stupéfiants

C'est en Israël que le chien fut utilisé pour la première fois dans la recherche de stupéfiants. Lors de la guerre du Viêt-nam, la police militaire utilisa ces chiens en vue de réduire le trafic illicite de drogues.

En France, c'est en 1965 qu'apparurent les premiers chiens de recherche de stupéfiants qui appartenaient alors à la police nationale. Il faut attendre près de dix ans pour que la gendarmerie forme ses premiers chiens et quinze ans pour que les douanes adoptent le chien pour la recherche de stupéfiants (GRANDJEAN, 1999).

Le principale rôle du chien est bien entendu de découvrir des caches de drogue. Les conditions d'intervention amenant souvent le conducteur à rencontrer une violente opposition de la part des trafiquants, les chiens de la spécialité sont également dressés au mordant au même titre que ceux de la spécialité piste et défense (HESTIN, 2002). Toutefois, cela a engendré un nouveau problème, car les chiens sont également amenés à effectuer leur recherche sur des personnes, et si, malgré les recommandations du maître- chien le suspect,06.52 94.32222 221.9912 0 0 12 175.223w 12 0 0 12 84.07999 359.9020

III.3- Gestion des effectifs

III.3.1- Réalisation des effectifs

III.3.1.1- Modalités d'acquisition des chiens

- Achat du transit de l'Armée de Terre

L'une des principales cellules d'achat des administrations est celle de l'armée de terre, basée au 132^{ème} B.C.A.T, à Suippes. Cette cellule d'achat est chargée de l'achat et de la sélection des animaux et comporte des officiers et sous-officiers, qui effectuent régulièrement des tournées d'achats en Allemagne, Hollande, en Belgique et en France. L'armée de terre achète et livre chaque année près de 500 chiens.

En France, les achats s'effectuent directement dans les élevages ou chez les particuliers. Dans le cas des particuliers, les raisons motivant la cession de l'animal sont diverses. Le propriétaire peut se séparer de son chien du fait d'un déménagement, d'une perte de situation, ou encore de résultats insuffisants ou irréguliers en compétition. Il est aussi assez fréquemment déterminé à cette séparation, par l'existence d'une agressivité chez l'animal, qui souvent est due à un tempérament dominant non maîtrisé et qui donc disparaît une fois le chien sorti de son contexte.

En Allemagne, Belgique et Hollande, la commission d'achat prend contact avec des rabatteurs, des marchands de chiens, qui servent d'intermédiaires entre les militaires et les élevages ou les particuliers.

Une fois les bergers livrés à Suippes, la section transit prend le relais. Les animaux vont rester en fait dans les chenils du transit pendant trois à cinq mois. Durant cette période, ils subissent un examen sanitaire, sont radiographiés des hanches et des coudes, puis vaccinés et tatoués. Le reste de la quarantaine permet d'effectuer des sorties de familiarisation, une initiation au mordant et le développement de l'amour du jeu des chiens en attente. C'est pendant cette période que sont évaluées les aptitudes de chacun des chiens et que ces derniers sont orientés vers telle ou telle spécialité. Les chiens sont ensuite soit cédé à une des unités d'interventions de l'armée de terre soit revendu à une autre administration française (armée de l'air, marine, gendarmerie nationale, police, douanes, D.G.S.E, R.A.T.P et S.N.C.F.) ou étrangère (CAMP, 1996).

- Modalités d'acquisition des autres administrations

Les autres administrations ont trois possibilités pour réaliser leurs effectifs. Elles peuvent acheter des chiens à Suippes, dans les élevages, ou chez les particuliers.

La police et la gendarmerie se fournissent en partie à Suippes. Ces chiens sont achetés soit en France, soit dans la Communauté économique européenne par l'intermédiaire du 132^{ème} B.C.A.T. Une fois sélectionnés par l'armée de terre, ces chiens subissent une deuxième sélection pour pouvoir se servir dans la gendarmerie nationale. Cependant,

comme il est possible pour ces administrations de rétrocéder les sujets acquis dans le civil dans un délai d'un mois, elles essaient de développer les achats chez les particuliers, afin d'avoir un recours éventuel en cas de mauvaise évolution du chien acheté. Dans ce cas, les chiens destinés à la gendarmerie seront directement achetés par le Centre de formation des maîtres de chiens de Gramat à des éleveurs ou à des particuliers. Ils peuvent également provenir de dons de particuliers.

De même, l'armée de l'air a mis en place, depuis deux ans, sa propre cellule d'achat. Celle-ci confiée à l'Escadron de maintenance cynophile de l'armée de l'air est basée à Creil. Elle effectue des tournées d'achats à l'étranger et en France. La grande majorité des animaux fournis aux unités aériennes proviennent de cette cellule d'achat.

Les pompiers, ayant des besoins en effectifs moindres et préférant des chiens plus jeunes, se fournissent le plus souvent chez des éleveurs.

III.3.1.2- Critères de sélection

Le choix d'un chien est difficile : quelle race, quel âge ? N'importe quel chien d'une race donnée ne peut devenir un chien militaire de détection. Ce choix doit être raisonné, adapté au travail que l'on demandera au chien.

- Les principales races utilisées

Le très grand nombre de races de chien existantes assure la possibilité de faire le meilleur choix.

La sélection se porte vers des races adaptées au travail possédant un certain nombre de qualités physiques. Il existe de nombreuses races réunissant les qualités précédemment citées, mais certaines d'entre elles rassemblent le maximum d'atouts sur le plan morphologique et psychique, et rencontrent davantage de succès. Nous allons donc, dans cette partie, présenter successivement les principales races retenues par les diverses administrations.

- Le berger allemand

- Origine

La parenté avec le loup fait dire à certains que le berger allemand, apparu fin du XIX^{ième} siècle, serait issu de croisements pratiqués au X^{ième} siècle par des moines. Ces derniers souhaitaient sans doute obtenir un chien capable d'affronter les loups. Pour cela, ils auraient croisé divers types de loups dociles. Toutefois, cette hypothèse semble aujourd'hui peu probable. En effet, on préfère penser que le berger allemand est apparu dès 1878 dans le centre et le sud de l'Allemagne, l'objectif étant alors de créer un chien d'utilité hautement qualifié. Le standard a été établi pour répondre à cette demande, en tenant compte à la fois des aptitudes du chien, de son caractère et de son comportement (BOUDEHANE, 1999).

- Morphologie

La morphologie du berger allemand a été fixée après plusieurs dizaines d'années de sélection. Plusieurs réajustements du standard ont d'ailleurs été réalisés, mais le standard actuel n'a pas beaucoup évolué depuis le début des années 90. Cependant, comme pour toute race à succès, il existe de nombreux élevages amateurs qui produisent des sujets plus ou moins éloignés du standard (BOUDEHANE, 1999).

Depuis plusieurs décennies, le berger allemand est un chien plus long que haut, la longueur du tronc dépassant la taille au garrot de 6 à 10 centimètres environ. Les mâles ont une taille au garrot comprise entre 60 à 65 cm, alors que la taille des femelles se situe entre 55 à 60 cm : le berger allemand impose le respect. Son poids varie entre 22 et 40 kg, selon qu'il s'agisse d'un mâle ou d'une femelle. D'une manière générale, il s'agit d'un chien bien musclé et solide (BOUDEHANE, 1999).

Sa tête est bien proportionnée au corps. Son museau est long et large, avec un stop peu marqué. Ses yeux sombres, légèrement en amande, lui confèrent un regard vif. Ses oreilles, larges à la base et portées bien droites, sont très caractéristiques de la race. Son corps se distingue par une croupe longue et légèrement oblique. La profondeur de son poitrail et la largeur de ses flancs constituent des atouts de maître pour un sportif de haut niveau. De plus, son arrière-main très anguleuse permet aux postérieurs de s'engager très loin sous le corps, le chien pouvant ainsi parcourir une distance maximale avec un minimum d'effort. Sa queue touffue doit être relativement longue et portée basse (SASIAS, 1995a).

Le berger allemand possède un sous-poil court et laineux, ce qui lui permet de résister aux intempéries. Sa robe est noire avec des marques brun rouge, brunes ou jaunes, pouvant aller jusqu'au gris clair ; elle se caractérise aussi par un masque noir. Le berger allemand étant un animal rustique, un brossage hebdomadaire suffit. Mais lors des périodes de mue, il perd abondamment son sous-poil gris souris ; il est alors conseillé de l'étriller tous les jours (BOUDHANE, 1999).

Le berger allemand réunit, comme on a pu le constater, tous les atouts physiques pour faire un champion. Toutefois, de part sa grande taille et son corps massif, il fait partie des races prédisposées à la dysplasie coxo-fémorale, ce qui constitue un handicap à son utilisation (LEPESQUEUR, 1994). La dysplasie des hanches est une affection génétique, transmise par plusieurs gènes, pouvant malgré tout sauter des générations indemnes (BOUDEHANE, 1999). La politique du club de race exige de nos jours (ce qui n'a pas toujours été le cas) que les reproducteurs soient indemnes de cette pathologie (LEPESQUEUR, 1994). Néanmoins, il n'est pas interdit de mettre à la reproduction des animaux qui ne sont que légèrement atteints. En outre, il faut savoir que la radiographie de dépistage est obligatoire pour le Premier choix (BOUDEHANE, 1999).

Le berger allemand est également prédisposé à deux autres types d'affections : l'insuffisance pancréatique et la déficience en immunoglobuline qui sont responsables de troubles digestifs, d'où l'intérêt de fournir au berger allemand une alimentation hyperdigestible (BOUDEHANE, 1999).

- Comportement- Aptitudes

Dans son comportement, le berger allemand est un chien pondéré, bien équilibré, sûr de lui, courageux, inoffensif (sauf s'il est excité), vigilant et docile (BOUDEHANE, 1999). Il s'attache énormément à son propriétaire qui doit se montrer ferme, sachant faire preuve d'autorité afin que son chien ne devienne pas belliqueux et dangereux. Le maître devra donc allier la poigne et la tendresse. Très affectueux envers son maître, le berger allemand garde tout de même un fond d'indépendance (ORTEGA, 1994).

Le berger allemand se définit avant tout comme un grand sportif, très joueur et dynamique. Il a besoin de se dépenser et aime travailler. Ces qualités associées à une grande adaptabilité le prédisposent au métier de détecteur. Sa faible impulsivité et son sens de l'initiative sont des avantages à un dressage éventuel. De plus, sa formation est facilitée par son intelligence et son sens de la discipline. Enfin, il est précoce et très attentif ; il apprend donc vite et on le recommande aux conducteurs néophytes (LEPESQUEUR, 1994).

De part sa facilité d'éducation et le plaisir qu'il a d'obéir aux ordres de son maître, les aptitudes du berger allemand sont multiples. Il est très prisé dans de nombreux corps de métier, au premier rang desquels l'armée et la police (BOUDEHANE, 1999).

Il possède un sens olfactif très développé et une excellente mémoire ce qui le rend parfaitement apte aux diverses disciplines de la détection. Son calme et son obéissance motivent son emploi comme chien de recherche d'explosifs. De la même façon, son endurance et sa résistance en font un très bon chien d'avalanche et de décombres (LEPESQUEUR, 1994). De plus, du fait de son courage, de sa puissance et de sa vigilance, il est un excellent gardien et défenseur. Il peut également être utilisé comme chien truffier ou comme détecteur d'incendies (ORTEGA, 1994).

Dans d'autres domaines, on peut dire aussi qu'il est un précieux auxiliaire pour les aveugles et un sportif de haut niveau, le règlement de concours international (R.C.I) et le pistage étant ses deux disciplines de prédilection. Pour finir, comme chien de compagnie, il représente une valeur sûre (BOUDEHANE, 1999).

- Le berger belge malinois

- Origine

Son nom fait référence à la ville de Malines où, en 1898, fut fondé un club ne s'intéressant qu'au berger belge à poil court. Ses ancêtres sont originaires des alentours de Malines où les landes étaient propices à l'élevage de grands troupeaux de moutons. L'élevage du malinois a rapidement acquis sa personnalité par la création, dès 1903, d'épreuves spécifiques de pistage et de défense : le Ring. Cette spécialisation a longtemps laissé le malinois dans l'ombre de la cynophilie officielle. En France, le berger belge remportait en 1969 son premier titre de champion de France en ring. La même année, le Livre des origines français dénombrait 120 naissances, les variétés à poil long étant les plus nombreuses. Il a fallu attendre le milieu des années 80 pour que le malinois atteigne le nombre de naissances du grœnendael et du tervueren. Moins élégant que ses frères à poil long et moins imposant que le berger allemand, le malinois a eu des difficultés à faire sa place. Mais de nos jours, il se situe dans le trio de tête des bergers avec le berger allemand et le beauceron (SASIAS, 1997).

- Morphologie

Dans le standard, le malinois mesure 56 à 62 cm au garrot pour la femelle et 60 à 66 cm pour le mâle. Son corps a des proportions carrées, avec une cage thoracique ni large, ni étroite. La ligne du dessus est droite, large et puissamment musclée (SASIAS, 1997). Elle se termine par une queue moyennement longue, forte à la base et portée basse (CAMP, 1996). La queue se relève pendant l'action, sans être portée en cor de chasse. Il faut noter que le malinois de travail est très athlétique, avec une musculature plus ronde que les variétés à poil long. De par son dynamisme et de son poids modéré (autour de 30 kg pour un mâle), le malinois est un des chiens les plus aptes aux sauts, en hauteur et en longueur (SASIAS, 1997). De plus, même si ses antérieurs sont longs et secs, ses postérieurs sont par contre larges et fortement musclés. (CAMP, 1996).

La race est également caractérisée par une tête élégante et plutôt longue, au stop peu accentué. Elle est surmontée d'oreilles petites à moyennes, bien triangulaires, placées haut sur le crâne, verticales et pratiquement parallèles (SASIAS, 1997). Elle porte des yeux sombres et en forme d'amande, ce qui donne au malinois une expression altière (CAMP, 1996).

Le malinois possède un pelage abondant et serré, et un sous-poil laineux (CAMP, 1996). Son poil est court, plus fourni à la queue, aux fesses et à la collerette (SASIAS, 1997). La robe du malinois se caractérise par sa couleur fauve charbonné et par un masque noir souvent envahissant (CAMP, 1996).

- Caractère- Aptitudes

L'un des premiers traits de caractère notable chez le malinois est son extrême sensibilité qui lui confère une grande réceptivité et une très bonne intuition. Mais cette sensibilité a l'inconvénient de rendre le malinois difficile à manier. Il peut en effet devenir facilement craintif ou agressif. Le maître doit par conséquent agir avec beaucoup de doigté et de patience, car, contrairement au berger allemand, le berger belge ne pardonne aucune erreur de conduite (LEPESQUEUR, 1993).

Le malinois a un fort tempérament. Son propriétaire doit se montrer ferme et persuasif pour éviter qu'il ne devienne le dominant (LEPESQUEUR, 1993).

En outre, il s'agit d'un chien hyper-réactif. Il sait admirablement bien anticiper toute sollicitation et y répond avec une incroyable rapidité (LEPESQUEUR, 1993). Très observateur, il anticipe même souvent dès lors qu'une situation s'est déjà produite deux ou trois fois (SASIAS, 1997). Ce trait de caractère est intéressant dans la défense, mais il peut être responsable de difficultés lors de sa sociabilisation et dans ses rapports avec autrui (SURGET, 1994).

Ce qui rend le malinois si apprécié par de nombreux propriétaires est son affectivité. C'est un animal qui n'aime pas la solitude et qui est inconditionnellement attaché à son maître. Cela a un intérêt dans le travail puisque le malinois est totalement dévoué à son maître, ce qui facilite grandement le dressage (SURGET, 1994).

Enfin, le malinois est très actif et joueur ; il ne tient pas en place et se montre souvent impatient (CAMP, 1996). Il a donc besoin d'exercice qui le mobilise aussi bien physiquement que psychiquement. Il présente l'avantage de pouvoir mobiliser toute son énergie dans la tâche assignée (SASIAS, 1997).

Tout comme le berger allemand, le malinois fait preuve de polyvalence. Depuis la fin des années 70, le berger belge a détrôné son cousin allemand dans le concours en ring. En raison de sa vitesse d'intervention et de compréhension, et de ses qualités physiques, il est de nos jours l'un des chiens les plus employés par les différents services de l'armée, des douanes et par la sécurité civile. La multiplication de ses effectifs a favorisé son adoption parmi les utilisateurs professionnels (SASIAS, 1997).

Le malinois est doté d'un excellent flair et d'une très bonne mémoire olfactive, ce qui en fait un pisteur et un chien de détection de qualité. Etant donné sa force de caractère, son goût du jeu et son dynamisme, il est utilisé comme chien de recherche de stupéfiants et d'explosifs. Il est également de plus en plus utilisé comme chien d'avalanche, de part ses dons de pisteur et sa grande rusticité qui le rend très résistant aux intempéries. Grâce à son agilité associée à sa légèreté, il est aussi employé comme chien de décombres (LEPESQUEUR, 1993).

Pour finir, le malinois représente un combattant né. Il dispose en effet d'un instinct naturel pour la garde et la défense. Il est très difficile à surprendre (CAMP, 1996). Il possède en outre un mordant en fond de gueule qui l'a rendu célèbre (SASIAS, 1997). Par contre, on peut lui reprocher son gabarit léger qui est moins dissuasif que celui du berger allemand (CAMP, 1996).

- Autres races utilisées

- Le berger hollandais

Très proche du berger belge, ses effectifs augmentent depuis quelques années en France, notamment dans l'armée (CAMP, 1996).

Médioligne, le berger hollandais est de gabarit assez léger, mais son corps est puissant et fortement musclé. Il est de taille moyenne avec 55 à 62 cm au garrot (GUILBERT, 1995).

Il a une tête étroite et longue, des yeux sombres légèrement obliques, et de fortes mâchoires en ciseaux. Il possède une grande capacité respiratoire du fait de sa poitrine haute et profonde. Son dos est court, droit et solide. Sa queue touffue est portée basse. Ses membres doivent être musclés et parfaitement droits. Sa robe est de couleur fauve bringée ou argent avec un masque noir. Le poil peut être court, dur ou long. Comme pour le malinois, le sous-poil est laineux (SASIAS, 1989).

De caractère, le berger hollandais se rapproche du malinois, mais semble moins sensible. Ses réflexes sont rapides, il est très dynamique, a besoin de se dépenser et adore travailler (SASIAS, 1989). S'adaptant facilement et étant très endurant, il constitue un excellent candidat aux diverses disciplines de travail (GUILBERT, 1995). De plus, il est très affectueux avec son maître. Par contre, ce dernier devra se montrer autoritaire car le berger hollandais est un chien dominant doté d'un fort tempérament.

Le berger hollandais est à l'origine un chien de troupeau (GUILBERT, 1995). Gardien dans l'âme, il se révèle un excellent défenseur et possède de bonnes qualités de mordant. Du fait de son excellent flair, de sa grande vigilance et de son sens de l'initiative, il est aujourd'hui essentiellement utilisé comme chien d'éclairage (SASIAS, 1989).

- Le berger de Beauce

Avec ses 35 kg pour une hauteur au garrot de 65 à 67 cm, le berger de Beauce impose par sa puissance. Toutefois, il s'agit d'un chien qui se montre élégant, à la fois dans son attitude et dans son allure (SAUVIGNAC, 1993).

Sa conformation est celle d'un médioligne (LEGATTE, 1994).

Sa tête est longue et bien ciselée, avec un museau allongé. Elle porte des yeux ronds, de couleur foncée, empreints de fierté. Sa poitrine est large, haute et profonde. Son dos est droit, son rein est large et se termine par une queue épaisse, portée basse. Ses membres musclés sont droits ; les postérieurs se caractérisent par la présence de doubles ergots. Sa robe est noire et feu, éventuellement arlequin. Le sous-poil est très court, fin et duveteux, alors que le pelage est gros, court et ferme (SAUVIGNAC, 1993).

De caractère, le beauceron est un chien franc et équilibré, très affectueux, qui peut se montrer un peu brutal dans ses démonstrations, sans toutefois être agressif. Attaché à son maître, il se montre méfiant envers les inconnus. Son éducation doit être à la fois ferme et douce car le berger de Beauce a un caractère très dominant de nature. Il est de plus très dynamique et rustique, aimant l'exercice physique (SAUVIGNAC, 1993).

Le beauceron étant peu précoce, son dressage ne doit pas commencer avant l'âge de six mois et doit être progressif, le chien n'étant mature qu'à deux ans. Il a besoin d'un conducteur patient et expérimenté. La balle constitue une excellente motivation, ce qui facilite son éducation (ORTEGA, 1992).

Le berger de Beauce est un très bon chien de garde et de défense grâce à son gabarit dissuasif, à son fort tempérament et à sa vigilance naturelle (LEGATTE, 1994). Il possède, comme les races vues précédemment, un odorat très développé et une très bonne mémoire olfactive. Ses qualités de pisteur sont importantes. En effet, sa tenace et son endurance lui permettent d'obtenir de bons résultats en pistage opérationnel (ORTEGA, 1992). De plus, il constitue un excellent chien de recherche et de sauvetage en décombres et en avalanches. Il dispose en effet d'une grande agilité et d'une excellente aptitude au saut, ce qui lui confère une facilité de progression sur tous types de support. Très résistant, il supporte les pires conditions de travail (chaleur, froid, pluie). Enfin, son travail en tant que chien de recherche fait appel à son intelligence et à son indépendance (SAUVIGNAC, 1993).

- Le labrador

Le labrador doit présenter un corps compact sans lourdeur. Sa tête est volumineuse et bien dessinée ; elle se distingue par un crâne large, un stop marqué et des mâchoires puissantes. Elle porte des yeux marron ou noisette, doux et pétillants d'intelligence. Ses oreilles sont attachées en arrière et tombent contre les joues. Le labrador possède une poitrine large et bien descendue, ainsi qu'un dos court, droit et solide qui se termine par une queue très épaisse à la base et effilée à son extrémité, appelée « queue de loutre ». Les membres ont une bonne ossature. Il faut toutefois faire attention à la dysplasie des hanches fréquente dans la race. Le labrador possède une robe jaune, noire ou marron. Le sous-poil est imperméable ; le poil est court et dense. Ainsi, le labrador résiste bien aux intempéries (GINOULHIAC, 1995).

Le labrador est un chien d'une grande douceur, très affectueux et très démonstratif. Il constitue un excellent chien de famille. Il n'apprécie pas la solitude. Sa souplesse de caractère le rend très sociable aussi bien avec l'homme qu'avec ses congénères. Ce trait de caractère est intéressant pour son utilisation comme guide d'aveugles ou aide pour les handicapés. Très docile, il nécessite tout de même un minimum d'autorité de la part de son maître. Très dynamique et joueur, il a besoin qu'on canalise son énergie débordante. De plus, le labrador est naturellement très curieux et c'est un grand sportif qui aime courir et nager (LEPESQUEUR, 1995).

L'éducation et le dressage du labrador doivent s'aborder en douceur et par le jeu (GINOULHIAC, 1995). Elève précoce et studieux, il apprend vite et beaucoup, grâce à une mémoire exceptionnelle. On utilise ses qualités olfactives surdéveloppées dans différentes disciplines de la détection, comme la recherche de stupéfiants, d'explosifs, de truffes, ou encore comme chien d'avalanches et de décombres (LEPESQUEUR, 1995). Toutefois, de nos jours, la police et l'armée ne l'emploient plus car il n'est pas apte à la défense. En effet, le labrador est trop gentil et peu dissuasif, c'est pourquoi on lui préfère les bergers (GINOULHIAC, 1995). De plus, malgré sa capacité olfactive indéniable, il n'est plus utilisé en recherche d'explosif car il a la fâcheuse manie de gratter ce qu'il trouve. Il conserve quand même la préférence des douaniers pour la détection de drogue. Endurant, persévérant, agile et résistant aux intempéries, il constitue un très bon chien d'avalanche et de décombres (LEPESQUEUR, 1995).

- Le doberman

Le doberman est très impressionnant avec ses 63 à 72 centimètres au garrot et ses 40 kilogrammes. Sa longue tête se caractérise par un crâne plat, dont la ligne supérieure est parallèle au profil du chanfrein, et par des arcades sourcilières bien marquées. Ses oreilles taillées en pointe se maintiennent très droites. Si elles sont entières, elles sont tombantes et collées aux joues. Son corps se distingue par un garrot très apparent, un poitrail large et un ventre nettement relevé. Son dos court et ferme est suivi d'un rein musculeux, d'une croupe arrondie, et se termine par une queue coupée très courte. Ses membres sont longs et musclés, lui donnant une allure élégante, souple et dégagée en mouvement (HARMAND, 1994). Sa robe est noire et feu ou marron et feu. Son poil est ras, très serré et luisant (SASIAS, 1995b).

Le doberman est un chien dominateur et fier, rendant délicats ses rapports avec ses congénères du même sexe. Son maître doit se montrer ferme, mais non brutal. Il est important que la hiérarchie soit bien établie. Exclusif et très affectueux, il se montre collant avec ses proches. Très intuitif, il connaît parfaitement son conducteur. Très actif et joueur, il aime travailler pour s'amuser et satisfaire son propriétaire (HARMAND, 1994).

Assez précoce et attentif, le doberman apprend vite et facilement (SASIAS, 1995b). Si le rapport hiérarchique avec le maître est bien établi, il réalise les exercices avec beaucoup de soin et d'empressement.

De part ses qualités olfactives et physiques (agilité et endurance), il constitue un bon chien de recherche en décombres (SASIAS, 1995b). Pour l'instant, il fait des débuts discrets dans le domaine de la détection, mais en Allemagne, le doberman est utilisé

pour la détection d'explosifs grâce notamment à son excellent flair et à son goût du jeu (SASIAS, 1995b). En outre, il possède un sens inné de la protection du territoire, ce qui fait de lui un excellent chien de garde et de défense (HARMAND, 1994). Cependant, il faut noter que le doberman a souvent tendance à donner des coups de dents répétés, c'est pourquoi la prise en gueule exige un travail important. Mais il se montre consciencieux dans ce domaine.

- Age

Pour le pistage militaire, armée ou gendarmerie, les chiens sont achetés adultes et cela pour plusieurs raisons. L'éducation d'un jeune chiot est longue et elle demande une présence importante du maître chien. Il faudra attendre la maturité du chien avant qu'il ne puisse travailler. Cela demande donc du temps et de l'argent.

Les chiens de la Gendarmerie sont par exemple recrutés entre dix et trente mois. Ceci correspond à la période où, en principe, le caractère de l'animal est déjà bien établi, ses aptitudes pouvant être valablement testées (PELLETIER, 2000). On prendra ainsi peu de risques concernant son évolution dans la spécialité. De plus, des animaux d'un ou deux ans sont aptes à recevoir un dressage assez poussé et parfois un peu ferme (CAMP, 1996). En plus de la détection, bon nombre de ces chiens devront assurer une fonction de défenseur, or, ce n'est qu'après l'âge d'un an qu'il dispose d'une force de caractère suffisante pour ce type de formation. Les plus jeunes (dix mois) sont souvent destinés à la recherche de stupéfiants ou d'explosifs, car ils sont plus malléables et plus faciles à sociabiliser et à familiariser aux milieux.

Les pompiers s'orientent fréquemment vers des sujets de six à douze mois lorsqu'il s'agit de leur premier chien, car à cet âge, ils supportent sans dommage quelques erreurs de conduite. En revanche, en deuxième chien, ils prennent souvent des chiots de deux mois. Il leur faut effectivement, pour le sauvetage en décombres ou en avalanche, des individus très sociables et sans danger pour le public. Par conséquent, ils préfèrent acquérir des chiots qui n'ont pas encore de passif et qui se familiariseront facilement à l'homme et au monde extérieur (CAMP, 1996).

- Sexe

Les animaux choisis dans les équipes militaires (armée et gendarmerie) sont des mâles, malgré des qualités légèrement supérieures chez les femelles (PELLETIER, 2000). Ceci est dû au fait que des femelles en chaleurs ne seraient pas opérationnelles et en outre détourneraient l'intérêt des mâles au travail. De plus, on recherche des tempéraments forts (les chiens doivent être pluridisciplinaires et doivent pratiquer des exercices de mordant). On pourrait utiliser des femelles ovariectomisées. Cependant celles-ci n'ont pas été retenues car une femelle est moins imposante qu'un mâle.

III.3.1.3- Orientation vers une spécialité

Une fois les chiens sélectionnés, ces derniers sont orientés vers l'une ou l'autre des spécialités après une période d'observation et suivant leurs qualités.

Les chiens dotés d'un odorat performant et d'une agressivité forte sans être incontrôlable sont orientés vers la spécialité « piste et défense ».

Les chiens ayant de très bonnes performances olfactives ainsi que des qualités physiques de robustesse et d'endurance sont orientés vers les spécialités « avalanches et décombres ».

Les chiens ayant de très bonnes performances olfactives, un intérêt porté à l'objet très fort, ainsi qu'une réelle envie de jouer sont orientés vers la spécialité « recherche ». Les animaux possédant peu de mordant et un tempérament plus calme seront orientés vers la recherche d'explosifs, les autres vers la recherche de stupéfiants.

Les chiens très agressifs au flair moins bon sont orientés vers la spécialité « garde et patrouille ».

III.3.1.4- Méthodes

A la suite de l'examen cynotechnique, comprenant les examens morphologique et caractériel, les chiens retenus vont subir un examen sanitaire.

- Examen morphologique

L'animal présenté doit correspondre au standard de la race. L'examen comprend deux phases : un examen d'ensemble et un examen détaillé. Lors de l'examen d'ensemble, l'officier acheteur s'intéresse particulièrement, l'animal au repos, à l'allure générale, aux angulations et aux aplombs des membres vus de face et de profil, à la ligne du dessus dans sa conformation, sa robustesse. Sur l'animal en action, de face et de profil, en laisse et en liberté, il observe la souplesse du mouvement, le comportement de la ligne du dos, la poussée arrière des postérieurs, la prise de terrain des antérieurs, les éventuelles boiteries. Lors de l'examen détaillé, il examine de près chaque région pour déceler les qualités ou les défauts. Il s'intéresse notamment à la croupe, au port des oreilles, du fouet, à la pigmentation, à la musculature...

Cet examen peut être éventuellement complété par des mensurations qui renseignent sur la taille au garrot, les proportions...

Cependant, l'aspect « standard » n'est pas primordial. Un chien qui présente toutes les qualités requises pour l'emploi au sein des armées, mais dont l'aspect ne correspond pas exactement au standard de sa race, peut être malgré tout retenu (DAVOUST, 1987).

- Examen caractériel

Lors de l'achat, une approche caractérielle de l'animal est réalisée. Celle-ci porte principalement sur les trois qualités nécessaires au chien militaire, à savoir la vigilance, l'agressivité et la stabilité émotionnelle. Cet examen est réalisé par les instructeurs qui, de par leur expérience, sont de véritables spécialistes cynotechniques.

- Examen sanitaire

Lors de la visite d'achat, un examen clinique général est tout d'abord réalisé. Il consiste, après vérification du tatouage, à peser l'animal, noter son état général, sa température, palper ses nœuds lymphatiques, observer la couleur des muqueuses, évaluer son état d'hydratation. Un examen ophtalmologique, avec la réalisation d'un fond d'œil, est effectué par le vétérinaire biologiste des armées, pour déceler d'éventuels problèmes de kératite, de cécité ou de conjonctivite. De même, ce dernier vérifie l'intégrité de la dentition et réalise un examen approfondi des oreilles. Il ausculte l'appareil cardio-respiratoire, palpe l'abdomen et recherche toute cryptorchidie ou monorchidie. Il vérifie l'intégrité du tissu cutané, examine la truffe. Il réalise un examen complet de l'appareil locomoteur en attachant une attention particulière aux articulations et à l'intégrité des coussinets.

Une radiographie de dépistage de la dysplasie coxofémorale est systématiquement réalisée. Cette radiographie est effectuée sous anesthésie, membres antérieurs en traction, en prenant dans le champ radiographique la totalité du bassin, et en maintenant les fémurs parallèles entre eux et au rachis. Lors de l'interprétation, le vétérinaire juge l'aspect et la conformation de chaque tête fémorale, des acétabulums. Il juge également des rapports entre tête fémorale et acétabulums (couverture crânial et dorsale, coaptation des surfaces articulaires). Il détermine enfin l'angle de Norberg-Olson. Il existe cinq stades pour qualifier le degré de dysplasie. Le stade A représente la meilleure qualification tandis que le stade E est la plus mauvaise. Seuls les stades A ou B sont admis. Chaque hanche est ainsi qualifiée, mais pour déterminer à quel stade appartient le chien, c'est la plus mauvaise des deux hanches qui est retenue. De même, une radiographie des coudes est systématiquement réalisée.

A l'issue de la visite d'incorporation, les empreintes nasales du chien sont prises. Puis le chien est mis dans un chenil d'isolement, en « quarantaine ». Pendant cette période sont effectuées systématiquement les vaccinations de rigueur contre la maladie de Carré, l'hépatite de Rubarth, la parvovirose, les leptospiroses et la rage. C'est à cette période que les animaux reçoivent également tous les traitements nécessaires à leur état de santé (vermifuges, vitamines, traitements particuliers...). Chaque chien reçoit un numéro de matricule et un livret sanitaire qui le suivront tout au long de sa carrière opérationnelle(DAVOUST, 1987).

III.3.1.5- Constitution des équipes

Les performances d'une équipe cynophile reposent sur la compatibilité de tempérament entre l'homme et l'animal.

Pour qu'elle fonctionne, les deux partenaires doivent tenir l'un à l'autre. Cet attachement s'avère fondamental, car c'est notamment la volonté de faire plaisir à son conducteur qui motive l'animal. La confiance mutuelle représente le second atout de la réussite. Le maître ne doit pas douter des performances de son chien, sous peine de le rendre hésitant, voire de le pousser à la faute. De même, le chien ne doit pas douter de son maître, et doit suivre sans hésitation ses directives.

Enfin, pour qu'il y ait collaboration, il faut un respect mutuel.

C'est pourquoi la constitution des équipes revêt une importance capitale, le choix du couple homme-chien ne peut se faire arbitrairement, mais doit être rationnel et orienté.

Le maître-chien doit être parfaitement équilibré tant sur le physique que sur le plan intellectuel et moral.

Il doit avoir un excellent état de santé et de très bonnes qualités sportives, car il lui faut non seulement entraîner son animal afin de le maintenir en forme, mais aussi être capable de le suivre tout au long des recherches.

Il doit être sociable, posséder des qualités de chef, un sens psychologique et avoir le sens de l'éducation.

Les principales qualités morales exigées sont la maîtrise de soi et la patience. Un bon meneur se doit de contrôler ses propres émotions s'il veut se faire respecter et obéir. L'autorité se définit comme la capacité d'obtenir, sans recours à la contrainte physique, un certain comportement de la part d'autrui. Pour y parvenir, il faut que le maître-chien sache faire preuve de fermeté, de persévérance, mais aussi de douceur. Le chien est un animal social, né pour vivre en meute, et ne peut se passer d'une référence fiable. Le maître-chien doit être cohérent et déterminé s'il veut que le chien se soumette à son autorité.

Il doit posséder également toutes les qualités d'un dresseur, même s'il est au début encadré par des instructeurs. Par conséquent, il lui faut se montrer pédagogue et faire preuve de compétence, de méthode, mais aussi d'équité.

Ainsi, en cas d'échec ou de désobéissance, il lui faut se montrer critique envers lui-même. Il ne doit sanctionner son élève qu'à juste titre, en étant absolument certain de ne pas être à l'origine de l'erreur.

Enfin, il doit posséder un bon sens de l'observation. Il s'agit d'une qualité fondamentale dans le dressage à la détection. Le maître doit être capable de « lire » son animal, afin de savoir à quel moment il relève l'odeur de référence. Il est donc obligé d'observer son équipier avec la plus grande précision (CAMP, 1996).

En pratique, dans toutes les armes le candidat doit passer des tests d'aptitudes physiques.

Seule la gendarmerie procède au test de caractérologie, selon l'étude de Gaston Berger, qui permet de donner assez objectivement le profil psychologique du stagiaire.

Les couples sont formés en fonction des résultats obtenus à ce test, des appréciations portées sur le candidat par ses supérieurs et du profil caractériel de l'animal (VIDAL, communication personnelle).

Dans les autres armes, c'est l'instructeur qui décide de l'attribution des chiens et de la constitution des binômes. Il s'appuie pour cela sur sa connaissance de ses hommes, de leurs caractère et compétences. Il évalue le caractère du chien et forme le binôme en fonction de ce qu'il juge être le mieux. Ces sous-officiers possèdent une très grande expérience, et ne se trompent que très rarement. Malgré tout, ce choix n'est pas définitif et si lors de la période de familiarisation le couple ne fonctionne pas, il est encore possible de changer (POMMELET, communication personnelle).

Une fois l'équipe constituée, le dressage va pouvoir commencer.

III.3.2- Dressage des chiens de détection de matière

III.3.2.1- Notion d'éthologie canine

Aux 17e et 18e siècles, ETHOS signifie, en France, la façon d'imiter, de représenter quelqu'un en l'imitant. C'est Isidore Geoffroy de St-Hilaire, au milieu du 19e siècle qui définit le terme d'éthologie dans son acceptation moderne. Par éthologie, on entend: « science qui répertorie et analyse les comportements d'une espèce définie, en étudie les structures, les mécanismes, les causes et les conséquences, l'organisation progressive au cours du développement de l'individu (oncogénèse) et de son espèce (philogénèse) » (BENSCH, 2000).

Un comportement est un ensemble de réactions observables et de réponses de l'organisme placé dans une situation donnée.

Pour faire face aux stimulations de son environnement, le chien peut faire référence tantôt à ses instincts, tantôt à un ensemble de notions qu'il a apprises d'expériences antérieures. Sa réponse peut être également le résultat d'un compromis entre ces deux éléments.

Les instincts sont des facultés spécifiques innées, c'est-à-dire que tout individu de l'espèce canine les possède à sa naissance. Ils lui permettent de répondre automatiquement et toujours de la même façon à une stimulation extérieure. Ces comportements innés ont pour objectif d'assurer la préservation de l'espèce et de l'individu. Ce sont des comportements très bien décrits par l'éthogramme du chien.

À l'opposé du comportement inné, le comportement acquis fait suite à un apprentissage. Autrement dit, c'est un conditionnement particulier de l'animal. Ainsi, on obtiendra du chien des réponses à de nouvelles stimulations, le plus souvent artificielles. Il apparaît donc évident que le dressage ne crée rien chez le chien qui n'existe déjà : il n'est que la préparation à l'obtention d'une réponse comportementale préexistante mais, cette fois, cette réponse sera la conséquence d'un ordre donné.

Certains comportements innés présentent un réel intérêt pour le dressage et il est donc intéressant de mieux les connaître.

- Les comportements innés

- Le comportement exploratoire

A partir du moment où il peut se déplacer et quand ses organes des sens deviennent fonctionnels, le chiot prend contact avec son environnement. Le comportement exploratoire se développe donc en synchronisme avec les systèmes neuro-musculaire et sensoriel. Le chien adulte manifeste un comportement exploratoire très développé. Il est du même niveau que celui des primates et deux à trois fois plus élevé que celui des rongeurs. Ce comportement présente un intérêt dans le dressage des chiens de détection, notamment ceux dont l'action de quêter est à la base même de leur travail (recherche d'explosifs, de stupéfiants, de personnes ensevelies sous des décombres...). Lorsque

ces chiens sont placés, pour les besoins de leur mission, dans un cadre inconnu, on observe chez eux une activité d'investigation qui a pour origine ce comportement exploratoire inné. La prise précoce de contact avec un environnement riche développe l'aptitude à l'apprentissage. Elle est, d'autre part, indispensable à l'établissement du système de référence concernant les seuils de stimulation nécessaire, la vie durant, à l'homéostasie perceptive. Ce phénomène est particulièrement important chez le chien de travail s'il doit pouvoir présenter une bonne stabilité émotionnelle dans un grand nombre de situations (GIFFROY, 1999).

- Le comportement alimentaire

L'instinct de prédation est motivé par la faim. Si la chasse est effectuée en solitaire, elle comprend le repérage de la proie par l'olfaction ou par la vue, son approche, soit un temps d'immobilisation à une certaine distance puis un bond permettant parfois la capture, soit la poursuite de l'animal en fuite. La poursuite d'un animal en fuite peut-être plus ou moins longue. Les stimuli qui déclenchent la poursuite sont les animaux ou les objets en mouvement rapide ou désordonné (GIFFROY, 1999).

Chez le chien domestique nourri par son maître, ce comportement, devenu inutile, perdure malgré tout et trouve diverses manifestations dans la vie courante : poursuite d'animaux, de jouets, de véhicules. Très gratifiant, puisqu'il donne à l'animal un rôle de chasseur, il constitue un outil de choix pour le dressage (CAMP, 1996). Chez certaines races d'utilité ou de sport, le comportement de prédation a été plus ou moins modifié par la domestication. Il se retrouve sous diverses formes : les chiens pisteurs suivent une trace olfactive ; les chiens de détection d'explosifs ou de stupéfiants et les chiens de catastrophe localisent des objets ou des personnes grâce aux aptitudes olfactives qui permettent à leurs homologues sauvages de repérer les proies dont ils se nourrissent (GIFFROY, 1999).

- L'instinct de jeu

Il est très puissant chez le chiot et permet au sein de la meute son éducation sociale. Il s'atténue partiellement à l'âge adulte, mais ne disparaît jamais complètement. De plus, bien entretenu par le maître, il persiste davantage et peut alors servir à la formation du chien. Il est notamment très exploité dans le dressage des chiens de recherche. En effet, la motivation à l'objet est primordiale, car, que ce soit lorsqu'il recherche un individu, des stupéfiants ou des explosifs, le chien recherche en réalité son jouet.

- Le comportement veille-sommeil

Le chien a tendance à être constamment en état d'alerte. Cet instinct de méfiance est inscrit dans les gènes de l'espèce canine depuis la nuit des temps. Ce comportement vient de l'époque à laquelle il devait être en permanence sur le qui-vive afin de ne pas se faire surprendre par d'éventuels prédateurs. Cet état d'alerte permanent, dès la moindre sollicitation sensorielle, est exploité par le dresseur.

- Le comportement social

Bien qu'il fasse également intervenir des comportements acquis, c'est encore un exemple de comportement inné chez le chien. Le comportement social d'un animal se définit comme l'ensemble de ses interactions avec un ou plusieurs autres individus.

Le chien est fondamentalement un animal social. La socialisation est un processus comprenant une composante plutôt active basée sur l'expérience (apprentissage), et une composante plutôt passive basée sur une simple exposition à des stimulations.

Le développement du comportement social du chien est progressif et plutôt tardif si on le compare à celui des espèces précoces tels les herbivores domestiques.

Dans la nature, les relations se limitent aux animaux de la même espèce. La socialisation est donc intraspécifique. Cependant, le chien est une espèce pouvant très facilement être socialisée à l'homme. La socialisation est alors dite interspécifique, les chiens pouvant entretenir des relations avec l'homme, et, parfois, également avec d'autres espèces.

Cette socialisation interspécifique à l'homme est utilisée dans le dressage du chien.

Elle permet d'établir une communication entre l'homme et le chien, faisant appel aux différents organes des sens. C'est pourquoi on parle de communication olfactive, auditive, visuelle et tactile, certains signaux pouvant être mixtes (GRIFFOY, 1999).

Comme animal social, le chien possède de façon innée un très fort instinct grégaire.

Ce comportement de groupe correspond à la tendance du chien à vivre en meute et à l'organiser au moyen d'une structure hiérarchique. La vie communautaire donne lieu enfin à l'instauration entre les différents sujets de liens de sympathie ou d'hostilité, que l'on qualifie de comportements affectifs.

Ce comportement affectif se retrouve dans le cadre de la relation qui s'établit entre l'homme et le chien, puisque ce dernier considère son foyer humain comme sa propre meute. Il se traduit par l'amour du maître et est très exploité par le dresseur. Le chien agira parfois dans le seul but de faire plaisir à son maître.

Le groupe homme-chien correspondant à une meute pour l'animal, ce sont des liens basés sur la dominance et la soumission qui s'établissent à ses yeux .

Ainsi, le chien va tester et analyser les attitudes de son maître et des autres membres du foyer pour déterminer le statut de chacun d'entre eux et y définir sa propre place.

Par conséquent, le maître, pour fixer son rang, doit d'une part agir comme un chef et d'autre part traiter son compagnon comme un subordonné. Il est donc primordial pour le conducteur d'instaurer une organisation hiérarchique dans laquelle l'animal se retrouve au plus bas niveau (BELIME, 1990).

Pour cela, il doit se montrer strict et prohiber toute indulgence ou débordement d'affection, que le chien interprétera comme des signes de faiblesse. Il lui faut néanmoins rester cohérent et juste, s'il ne veut pas voir son compagnon se rebeller ou sombrer dans l'anxiété. La reconnaissance de la supériorité hiérarchique du conducteur trouve diverses applications dans le cadre du dressage.

En effet, elle assied, tout d'abord, l'autorité du maître et lui permet de disposer d'une certaine écoute de la part de son élève. Elle lui confère, de la même façon, un statut de

guide, si bien que le chien non seulement a tendance à l'imiter, ce qui est mis à profit dans l'enseignement du saut ou du grattage, mais est aussi plus ouvert à la réception d'un apprentissage (CAMP, 1996).

- Notion de territorialité

Cette notion territoriale ancestrale semble tout aussi importante pour l'animal que la hiérarchie. Le chien se définit toujours un domaine vital : il s'approprie le territoire où il vit et le défend contre toute agression. Cette tendance est exploitée par le dresseur dans le dressage de spécialisations à la garde.

Cet endroit où il peut s'isoler lui permet de se soustraire à la pression sociale (BELIME, 1990).

Cette notion de territoire détermine également deux distances gérant le niveau de réaction de l'individu. Il existe, en premier lieu, une distance de sécurité de 5-10 mètres au-delà de laquelle l'étranger est considéré comme peu dangereux, et en deçà de laquelle, il devient agresseur. Il existe ensuite une distance critique à partir de laquelle le chien ne peut que fuir ou attaquer, car il s'estime alors très menacé. Il est possible de franchir la distance de sécurité en prenant une attitude d'apaisement ou de soumission vis-à-vis d'un animal inconnu, mais il faut se méfier d'éléments limitatifs qui constituent des points critiques inviolables en l'absence du maître (BELIME, 1990).

- Raisonement canin

Depuis des siècles, on essaie de faire la part de l'instinct et de l'intelligence chez les animaux. Aujourd'hui encore, la limite est difficile à situer. Il s'agit d'abord de déterminer avec précision ce que l'on entend par intelligence chez l'animal. En effet, selon le petit Larousse, l'intelligence est définie comme « la faculté de comprendre et de s'adapter : l'intelligence distingue l'homme de l'animal ». Bien souvent, la notion d'intelligence est considérée comme conditionnelle à la possession d'un langage reconnu, ce qui exclut dès lors l'animal. Une tentative pour définir une intelligence animale, considérée comme étant « la capacité plus ou moins développée de processus d'association, d'abstraction et de coordination » a été faite (ROSSI, 1992).

On peut penser aujourd'hui que le chien sait raisonner, car il est capable d'effectuer des associations entre des événements, de les intégrer et de conserver ce qui lui est le plus profitable. Les mécanismes de ces raisonnements restent encore indéterminés.

- La mémorisation chez le chien

Le chien dispose d'une excellente mémoire qui repose principalement sur les perceptions olfactives. Viennent ensuite, dans l'ordre, les sons, les sensations tactiles, et enfin les images, fortement minoritaires.

Le chien ne possède pas la faculté d'abstraction, et ne vit que dans l'instant présent. Il oublie très vite l'activité qu'il vient d'abandonner.

On distingue, pour l'espèce canine, la mémoire mécanique, la mémoire affective, et la mémoire associative.

La mémoire mécanique consiste en la capacité de mémoriser une action et de la reproduire, les fois suivantes, avec plus de facilité.

Le chien peut associer à une situation un état d'âme particulier. Lorsque la situation se répète, il présentera la même disposition. Cette faculté correspond à la mémoire affective.

La mémoire associative se définit comme l'enregistrement d'évènements à la faveur de répétitions et comme l'aptitude à reproduire une de ces actions, lorsque son signal déclencheur est perçu (ROSSI, 1992).

La mémorisation s'effectue en trois étapes. Une fois reçue, les informations sont filtrées après un court intervalle de temps pendant lequel elles sont toutes disponibles. Ensuite, les messages sont triés par ordre d'importance et certains se voient supprimés. Le stockage ne devient finalement permanent qu'à la faveur d'une maturation qui semble se dérouler lors des phases de sommeil paradoxal (CAMP, 1996).

Pour conserver ces informations en mémoire, il est indispensable, dans le cadre d'un dressage, d'effectuer régulièrement des séances

se matérialiser des capacités ou des habiletés chez l'animal. Il consiste à développer les dispositions naturelles du chien pour le rendre obéissant et lui apprendre à exécuter des exercices particuliers.

- Apprentissages sociaux

- Apprentissage par imitation

Ce type d'apprentissage intervient spontanément dans toute communauté animale. On dit qu'un chien apprend par imitation si celui-ci reproduit le comportement d'un autre animal appelé « modèle ».

- Apprentissage par habitude

Il vise à réduire une réponse à un stimulus particulier en le présentant de façon répétée en l'absence de tout renforcement. Ce procédé intervient surtout dans le traitement de peurs ou de phobies, et sa principale difficulté réside dans l'isolement et la suppression de tous les renforçateurs éventuels.

L'habitude s'installe d'autant plus facilement que le chien est jeune, que le stimulus est présenté à des intensités d'abord faibles puis croissantes. Elle est caractéristique d'un stimulus donné, mais peut être généralisée à d'autres stimuli proches.

- Apprentissages associatifs

- Le conditionnement classique

Il est aussi appelé « conditionnement répondant » ou « conditionnement pavlovien ». Son principe consiste à associer à un stimulus connu, entraînant une réponse déterminée, un nouveau stimulus. L'animal va réagir de la même manière au niveau stimulus qu'au stimulus familier. Il va s'opérer un transfert de la réponse du stimulus connu au nouveau, qui va le remplacer. Le stimulus connu, quant à lui, constitue alors un renforçateur. Les expériences de Pavlov en sont un parfait exemple.

Le conditionnement classique est utilisé chez le chien dans l'apprentissage de la propreté. Il est également utilisé dans l'obéissance pour remplacer un ordre verbal par un ordre gestuel ou pour conditionner le chien à la recherche. La mise en place d'un harnais de travail ou d'un simple collier conditionne l'animal qui sait alors qu'il va devoir effectuer une recherche.

Pour que cet apprentissage réussisse, le stimulus familier (stimulus inconditionnel) et le nouveau stimulus (stimulus neutre) doivent être temporellement très proches. Ainsi, l'animal acquiert une réponse conditionnelle. Si les deux stimuli se superposent, ou si l'intervalle de temps les séparant est trop long, le conditionnement n'aboutit pas.

- Le conditionnement opérant

Contrairement au conditionnement classique, le conditionnement opérant ne fait pas appel au système neurovégétatif mais au système nerveux somatique. Les réponses installées par un conditionnement classique sont de type réflexe, alors que celles installées par le conditionnement opérant sont de nature motrice volontaire (BELIME, 1990).

L'essentiel de l'apprentissage du chien s'effectue sous la forme d'un conditionnement opérant. Ce mode d'apprentissage a été découvert à partir de la mise en évidence du conditionnement instrumental par les travaux de Skinner. Il consiste à fixer ou supprimer une action ou une série d'actions de l'animal, qui se produisent spontanément dans certaines situations, au moyen d'évènements particuliers, qui ont respectivement un effet positif (renforcement) ou négatif (punition) sur l'intéressé. Ce conditionnement est à la base de l'apprentissage par essais et erreurs. L'animal est placé de façon répétée dans la même situation et laissé libre de prendre l'initiative d'un comportement. La première fois, ses tentatives sont purement hasardeuses, mais elles entraînent des conséquences sur lui qui déterminent son envie de reproduire ou non l'action réalisée. Au fil des séances, il produit des approximations successives qui permettent finalement d'obtenir le résultat désiré.

Le plus souvent, l'obtention du comportement désiré s'effectue au moyen d'une série de tentatives de l'animal, qui seront renforcées ou non selon qu'elles sont conformes ou pas à la réponse souhaitée. Ainsi, le conducteur commence par récompenser une action approximative réalisée au hasard par le chien. Au gré des séances, il oriente les actions partielles du chien à l'aide de sa voix. Il sélectionne finalement à chaque fois la meilleure approximation en la renforçant alors qu'il ignore les autres et finit par fixer le comportement désiré. Il ne doit toutefois pas renforcer trop longtemps une approximation car sinon, il risque de bloquer la progression du chien. Il ne doit pas non plus trop intervenir dans le travail de ce dernier car il risque de le distraire ou d'altérer son sens de l'initiative (BELIME, 1990).

Pour orienter le choix de l'animal, le formateur a recours soit au renforcement, soit à la punition.

Le renforcement est un stimulus qui apparaît ou disparaît suite à l'exécution d'une réponse, entraînant une augmentation de la probabilité, de l'intensité, de la fréquence de cette réponse (PELLETIER, 2000).

On distingue le renforcement positif du renforcement négatif. Le renforcement positif, stimulus appétitif qui apparaît suite à une réponse conditionnée, a des suites avantageuses pour l'animal comme la distribution de nourriture, une caresse, ou une félicitation verbale. Le renforcement négatif, stimulus aversif, disparaît ou n'apparaît pas suite à une réponse conditionnée et évite à l'animal un désagrément (suppression d'un choc électrique par exemple).

Parmi ces stimuli renforçateurs, on distinguera les renforcements primaires des renforcements secondaires. Un renforcement primaire correspond à un besoin vital de l'animal. Un renforcement secondaire ne correspond pas à un besoin vital de l'animal, mais est acquis par conditionnement. Le renforcement secondaire n'acquiert de valeur

aux yeux de l'animal qu'à la suite d'une association répétée avec un renforçateur primaire.

La récompense la plus couramment utilisée est la distribution de friandises. C'est un renforcement positif primaire. Elle permet naturellement des résultats rapides, mais son efficacité dépend de l'appétit de l'animal et diminue au fur et à mesure que ce dernier se rassasie. De plus, il n'est pas toujours possible d'avoir de la nourriture sur soi. Son usage est recommandé pour valoriser les renforcements secondaires (félicitations, caresses, jouets).

Parmi les renforcements secondaires, outre les félicitations et les caresses, le jouet représente la récompense suprême et possède l'atout considérable de garder une efficacité constante.

Le jeu consistant à disputer au chien un chiffon ou un boudin de mordant est très gratifiant pour le chien car il stimule son instinct de prédateur et sa combativité. Pour conserver sa motivation intacte, le jeu doit toujours se terminer par l'abandon du jouet à l'animal.

Le lancer de balle ou de jouet avec rapport stimule l'instinct de poursuite du chien. Ce type de récompense reste de plus utilisable lorsque l'animal est éloigné.

Le choix de la récompense doit dépendre de la nature de la réponse demandée, du caractère du chien et du tempérament du maître.

Leur principal intérêt réside dans une complète indépendance des réactions de satiété et leur facilité d'emploi.

De la même façon, on peut distinguer deux catégories de punition :

- la punition positive, qui modifie de manière désagréable l'environnement de l'animal (choc électrique) et qui provoque une disparition rapide du comportement sélectionné,
- la punition négative, qui entraîne la disparition d'un élément favorable du milieu (suppression de la distribution de nourriture) et qui agit donc plus lentement que la précédente.

La punition doit satisfaire à certaines règles pour avoir un effet bénéfique sur le dressage. Elle doit appartenir, dans la mesure du possible, au même système comportemental que la réponse indésirable et survenir dès son apparition (BELIME, 1990). De plus, la sanction doit être juste. La responsabilité de la faute doit être effectivement imputable à l'animal. La punition doit s'appliquer à chaque fois que la mauvaise action se produit. Son intensité doit être proportionnelle à celle de la faute. Elle doit être brève et absolument s'arrêter quand le chien prend une position de soumission. L'attitude du conducteur qui sanctionne son chien est, elle aussi, primordiale. Pour conserver la confiance et le respect de son chien, il lui faut faire preuve de calme et d'autorité. La punition doit être adaptée au caractère de l'animal (du simple « non » prononcé avec fermeté à la punition physique consistant à secouer la peau du cou du chien, en passant par l'isolement).

Pour qu'un dressage réussisse, il est essentiel que le chien soit motivé. Il faut donc privilégier la récompense qui donne de meilleurs résultats que la sanction. Les récompenses doivent survenir immédiatement après la réalisation d'une action correcte.

Si elles arrivent trop tardivement, elles risquent de renforcer un tout autre comportement apparu entre temps (BELIME, 1990).

L'apprentissage est d'autant plus rapide, et le comportement d'autant plus fort, que le délai entre la réponse et le renforcement est court. Le renforcement doit être administré immédiatement après l'accomplissement de la réponse. Il est également indispensable que le renforcement ait un rapport avec la nature de la réponse requise. Il doit y avoir

- Loi de fréquence

Une association du type « stimulus-réponse-renforcement » a d'autant plus de chances d'être mémorisée qu'elle se répète fréquemment. Il ne faut donc pas hésiter à reprendre plusieurs fois un exercice en évitant toutefois de saturer l'animal, sous peine de casser sa motivation.

- Loi de l'extinction

Si le renforcement n'est pas systématique après une bonne réponse, au bout d'un certain temps, le conditionnement disparaît. Le phénomène touche plus rapidement les conditionnements les plus récents. L'existence de ce phénomène nécessite un dressage d'entretien afin de maintenir l'association conditionnée.

- Loi de généralisation

Une réponse conditionnée à un certain stimulus apparaît aussi suite à un stimulus similaire, mais non identique. L'animal généralise son comportement aux stimuli qui ressemblent au stimulus initial. Plus le stimulus sera voisin, plus la réponse sera intense. Ce phénomène permet une grande souplesse d'apprentissage et une grande adaptabilité de l'animal.

- Loi de discrimination

A l'opposé du phénomène précédent, il reste possible d'apprendre au chien à répondre différemment à des stimuli similaires mais non identiques, en renforçant l'un mais pas l'autre.

- Loi des associations antagonistes

Une association a plus de chances de s'implanter quand aucune autre association impliquant le même comportement n'entre en concurrence avec elle.

- Loi de l'effet

Selon Thorndike, tout acte qui, dans une situation donnée, s'accompagne ou est rapidement suivi d'un effet positif pour l'animal a plus de chance de se reproduire si une telle situation se rencontre à nouveau. Inversement, dans le cas où l'acte aurait engendré un effet négatif, la réponse a moins de chances de se répéter à nouveau si la situation de départ se reproduit.

- Organisation du dressage

L'organisation de l'apprentissage doit respecter un certain nombre de précautions, afin de permettre une progression rapide de l'animal.

Le dresseur doit avant tout éviter de saturer son chien par la multiplication des séances d'exercices. Dans le cas d'exercices complexes, il les divise en séquences plus simples, qu'il enseigne à l'animal successivement par ordre croissant de difficulté et qu'il réunit ensuite progressivement pour aboutir au résultat final (BELIME, 1990). De même, un enseignement diversifié s'effectue toujours graduellement, afin de ne pas saturer le chien. En effet, il ne faut jamais vouloir aller trop vite si l'on ne veut pas perdre un temps précieux. Un nouvel exercice ne doit commencer qu'une fois le précédent parfaitement exécuté.

Si le chien présente des signes de saturation ou de blocage sur un exercice particulier, il vaut mieux arrêter de travailler pendant quelques jours. En effet, à la reprise, le conducteur bénéficie d'un phénomène de manque, qui décuple la motivation de son animal.

Afin d'éviter toute fatigue ou lassitude du chien, l'apprentissage doit se dérouler en plusieurs séances quotidiennes ou biquotidiennes d'une durée n'excédant pas trente minutes. Une séance doit toujours débuter sur un exercice connu, pour mettre le chien en confiance et l'ensemble de ses sens en éveil. Il faut alterner des phases de travail et des périodes de détente. Le rythme d'enseignement et le nombre de répétitions nécessaires dépendent de chaque individu et le dresseur doit savoir s'adapter à chaque sujet. Mais pour tous les chiens, le dressage doit être progressif.

Un chien ne progresse que s'il connaît des succès. Il ne faut jamais le laisser sur un échec. Pour cela, le conducteur doit savoir s'adapter aux capacités de son animal, cela implique de connaître parfaitement son compagnon. Les exercices demandés au chien doivent toujours rester dans ses compétences et ne pas dépasser ses limites. Il ne faut pas hésiter à revenir en arrière si cela s'impose, ni à terminer la séance par un exercice parfaitement maîtrisé par le chien.

De même, au commencement, le dresseur ne doit pas être trop exigeant vis à vis de son compagnon et ne pas faire peser trop de contraintes sur ce dernier, afin de préserver son sens de l'initiative et sa motivation.

Le fait d'utiliser en début de dressage le même cadre de travail permet de faciliter l'assimilation de l'enseignement, en exploitant un certain conditionnement au contexte. Il faut néanmoins finir par rompre ce conditionnement en changeant par la suite de lieux, afin de rendre l'apprentissage exploitable dans des conditions opérationnelles.

Après avoir étudié les principes et théories sur lesquels reposent l'apprentissage, nous allons à présent nous intéresser au contenu des programmes de dressage des chiens détecteurs de matières. Nous traiterons uniquement du dressage des chiens de recherche de stupéfiants, et des chiens de recherche d'explosifs, les chiens de ces deux spécialités faisant partie de l'étude concernant les conséquences éventuelles du port d'un collier antiparasitaire imprégné de deltaméthrine sur leurs performances olfactives.

III.3.2.3- Le chien de recherche de stupéfiants

La recherche de stupéfiants est assurée par les équipes cynophiles de diverses administrations ayant chacune leur domaine d'intervention propre.

La gendarmerie et la police se partagent la surveillance du trafic de drogue sur le territoire français. Les douanes, la police de l'air et des frontières, ainsi que la gendarmerie contrôlent les zones frontalières.

Enfin, les unités de l'armée de terre, de la marine et de l'armée de l'air s'occupent principalement des zones militaires. Mais, dans tous les cas, une unité cynophile peut être réquisitionnée localement pour assister un autre organisme en cas de carence en moyens canins.

Les méthodes de dressage diffèrent plus ou moins d'une administration à l'autre. Cela s'explique par les différences de qualification des stagiaires, de durée de stage, de structures et de conditions d'interventions finales.

- Techniques de dressage de la Gendarmerie

La formation d'un chien de recherche de stupéfiants dans la gendarmerie se déroule à l'école de sous-officiers de gendarmerie et centre de formation des maîtres-chiens de Gramat.

L'apprentissage se décompose en deux phases : un débouillage qui dure en général trois à quatre mois et le stage de formation proprement dit qui dure trois mois et se valide par un examen final.

- Le débouillage

Au cours du débouillage sont réalisés un apprentissage du jeu, un apprentissage de la quête, une mémorisation du cannabis, l'apprentissage du marquage, et l'introduction des relances.

L'apprentissage du jeu se réalise pendant des promenades au cours desquelles chaque conducteur joue avec un chien avec un apportable en tissu.

L'objectif est de développer ou de renforcer chez l'animal une véritable passion pour cet objet. Durant cette période, le maître temporaire lance le boudin et invite son chien à le rapporter. Lorsque ce dernier revient, le conducteur joue avec le chien, il lui dispute le boudin tout en l'encourageant par des paroles. A la fin, il lui abandonne l'apportable. Cette façon de jouer stimule l'instinct prédateur du chien et le laisse toujours gagnant.

Progressivement, le boudin, qui était initialement lancé à la vue du chien, va être lancé à son insu, dans des endroits plus difficiles d'accès. Le chien se voit ainsi contraint de chercher son jouet avec son flair.

Par la suite, le dresseur remplace le boudin de toile de jute par un tube cylindrique en PVC pression, creux, fermé à ses extrémités par des bouchons vissés et avec lequel il reprend la même progression.

Pour que le chien puisse détecter ultérieurement la drogue, il faut lui faire mémoriser son odeur. Les instructeurs utilisent, pour y parvenir, le jeu et la passion du chien pour son apportable. Ils placent dans le tube en plastique du cannabis, car sa forte senteur

facilite sa perception. En jouant avec cet objet, le chien perçoit les effluves de la drogue et peu à peu les associe à son jouet. Au bout de deux ou trois jours, il a enregistré cette odeur et la considère comme étant celle de son apportable. La mémorisation, également appelée créancement, est alors obtenue.

Pour éviter que l'apportable ne s'imprègne de nombreuses odeurs parasites et permettre à l'animal de mémoriser uniquement la bonne odeur, il doit être nettoyé soigneusement tous les jours à l'eau claire (CAMP, 1996).

Pour l'apprentissage de la quête, l'animal est équipé d'un harnais ou le conducteur lui passe un collier. Cela permet de créer un conditionnement supplémentaire qui permet au chien de comprendre ce que l'on attend de lui.

Après avoir harnaché le chien, à l'entrée du local, le conducteur le confie à un aide.

Il appelle alors le chien en lui montrant son objet et fait semblant de le poser en divers endroits de la pièce. Finalement, il dissimule le tube discrètement et revient à l'entrée de la salle. Il libère ensuite le chien avec l'ordre « cherche ». Ce dernier se dirige immédiatement vers la dernière cache où il a vu l'homme posé le tube, mais n'y trouve rien. Il se met alors à renifler de part et d'autre. Au moment où il semble avoir pris l'odeur, le maître l'encourage de la voix. Le chien remonte la trace odorante vers la source des effluves et une fois qu'il a localisé l'apportable, le conducteur l'aide à s'en saisir en le félicitant, et joue avec lui.

L'exercice doit être au début facile pour le chien, afin de ne pas le décourager. Ce dernier doit associer la recherche et la découverte du tube au commandement « cherche ». Puis, au fur et à mesure, les caches seront de plus en plus difficiles d'accès.

Il s'agit, en parallèle de l'enseignement de la recherche, d'apprendre au chien à désigner avec précision l'endroit de sa découverte. Ce procédé permet également de fixer l'animal sur le lieu de sa détection. Pour signaler sa découverte, le chien peut aboyer ou gratter. Le grattage fait l'objet d'un véritable enseignement, il se poursuivra en entretien lors du stage. L'objet sera placé dans un lieu où il ne pourra pas être pris en gueule par le chien, en prenant soin de laisser une partie de l'objet visible par le chien. Le conducteur va alors l'exciter de la voix et lui montrer l'exemple en creusant avec ses mains. L'animal, motivé par les encouragements de son maître, l'imité et se met à gratter. Quand il a suffisamment gratté, le conducteur récupère le tube, le lance à son chien et joue avec lui.

Au début, l'animal n'a qu'un apportable à découvrir. Mais, dans un deuxième temps, l'instructeur introduit une première relance. Une fois que le chien a trouvé le premier tube, l'instructeur le lui prend et fait mine de le lancer en renouvelant l'ordre « cherche ». En général, c'est à ce stade que commence le stage de formation.

- Le stage de formation

Il débute par deux semaines de familiarisation. Durant cette période qui doit permettre au maître et au chien de se connaître et de s'apprécier, ces derniers effectuent des promenades à l'écart des autres. Cela est indispensable pour détacher les chiens du moniteur qui était leur conducteur pendant la phase de débouillage. De plus, lors de ces promenades, les chiens seront amenés à faire face à divers stimuli qu'offre le milieu extérieur et ne pourront s'en remettre qu'à leur nouveau maître. Au cours de ces sorties va s'installer une relation de confiance entre le maître et son chien, un attachement qui

permettra de débiter l'apprentissage de l'obéissance. Au cours de la deuxième semaine, l'instructeur apprend au niveau maître comment jouer avec son chien.

Les premières recherches débutent lors de la troisième semaine de stage. Les premiers exercices se déroulent selon le même principe que pour le débouillage, les apportables contenant du cannabis. Mais cette fois-ci, c'est le maître qui lance la recherche.

Le rôle de l'instructeur consiste à cacher le tube et à observer le déroulement de la recherche. L'instructeur doit être vigilant, car les stagiaires ne savent pas toujours bien percevoir les réactions d'un animal qui détecte l'odeur. Il intervient alors en conséquence pour les aider.

Progressivement au cours de cette semaine, la difficulté de l'exercice est augmentée (cache plus difficile, locaux plus grands, relance). Le binôme effectue quotidiennement une recherche ainsi qu'une séance d'obéissance.

Lors de la quatrième semaine, les recherches se poursuivent en devenant plus complexes. En parallèle, le stagiaire découvre la substitution de l'apportable en tissu. En effet, la drogue pure va remplacer les tubes. Afin de pouvoir récompenser son chien et conserver ainsi intacte sa motivation, le stagiaire va porter à la ceinture une sacoche contenant le jouet du chien qu'il positionne dans son dos, hors de la vue de ce dernier. Une fois que le chien détecte la drogue, le stagiaire va placer son jouet à l'endroit de la cache, et ce, à son insu. Ce stratagème vise à faire croire au chien qu'en localisant la drogue, il trouve son objet. Lorsque le chien doit découvrir plusieurs caches, son maître ne lui donne l'apportable qu'à la dernière découverte, se contentant de le féliciter à chaque nouvelle découverte.

A ce stade apparaît la recherche systématique. Ce travail permet de cloisonner des locaux de grande superficie en surfaces réduites, et à faire inspecter successivement chaque parcelle par le chien. L'inspection se fait de manière systématique, le maître désigne les endroits de recherche en les touchant de la main, tout en demandant à son chien « cherche ». Cette recherche méthodique permet au binôme d'inspecter chaque endroit de la pièce, sans rien omettre, afin d'éviter toute négligence. Le maître-chien, par la suite, n'a recours à ce travail sur désignation, que de temps en temps, pour combler des oublis de l'animal. Il est, de ce fait, fondamental de conserver une initiative importante au chien.

La quantité de drogue, les caches et les milieux, les temps de pause (délai entre la pose et la recherche) changent fréquemment, afin d'habituer le chien au plus grand nombre de situations différentes. De nouvelles drogues vont ensuite être introduites, afin que le chien mémorise leur odeur et puisse les détecter. Il s'agit de l'héroïne et de la cocaïne.

L'introduction de l'héroïne se fait avant celle de la cocaïne. Le déroulement du dressage est le même que pour la recherche de cannabis. La mémorisation s'obtient plus rapidement. Le chien est amené ainsi, au cours d'un même exercice, à découvrir des morceaux de cannabis et des doses d'héroïne et de cocaïne.

Lors de la neuvième semaine, le dresseur aborde l'une des dernières difficultés : les odeurs parasites. Il dépose dans les locaux des aliments appétents ou des produits odorants. Des recherches sont également organisées dans des locaux imprégnés d'odeurs de fuel, d'huile ou d'essence. L'animal s'habitue à ces effluves qui seront souvent

présentes dans son activité future. Il apprend à discriminer les odeurs. Au début très discrètes, pour ne pas bloquer le chien, ces odeurs deviennent par la suite plus fortes, afin d'accoutumer l'animal de façon progressive.

L'inspection des véhicules s'effectue en laisse. La recherche se fait en systématique. La recherche sur personne peut se travailler avec ou sans laisse. Il est essentiel pour cela d'avoir un animal sociable.

Au fur et à mesure que la fin du stage approche, le cadre et les conditions des exercices se rapprochent de plus en plus de la réalité. Les dernières recherches consistent en des reconstitutions de cas concrets. La douzième semaine se termine sur l'examen de la spécialité et la treizième comprend une épreuve d'obéissance notée. Néanmoins, trois mois ne suffisent pas à obtenir une équipe cynophile parfaitement opérationnelle. Le maître-chien, de retour dans son unité, devra développer et entretenir ce dressage par des exercices quotidiens sur son lieu d'affectation. Il devra également s'efforcer de varier les milieux et les difficultés. Ces recherches permettront d'adapter l'animal aux conditions et circonstances d'intervention propres à son lieu de travail (CAMP, 1996).

- Dressage des chiens de l'Armée de terre

La formation des chiens de recherche et de stupéfiants dans l'armée de terre comporte un stage initial de 3 mois sur les drogues douces au 132ème B.C.A.T. Les équipes cynophiles partent ensuite en unité pendant deux ou trois mois, puis reviennent à Suippes pour le stage de perfectionnement sur les drogues dures.

Au cours de la période de débouillage, l'instructeur sort les chiens nouvellement arrivés. Ces promenades de familiarisation lui permettent d'évaluer le caractère des animaux et de les accoutumer au milieu extérieur. À l'issue de chaque sortie, il note les réactions du chien par rapport à l'homme et l'environnement. Cela lui permet de suivre les progrès et constater les faiblesses des différents individus. Cette période est aussi l'occasion de faire jouer l'animal avec une poupée de chiffon neutre et de développer le grattage. Chaque chien est finalement attribué à un militaire et le stage initial commence.

Le stage débute par une période de familiarisation de trois semaines qui doit permettre au nouveaux coéquipiers de faire connaissance. C'est au cours de ces promenades placées sous la surveillance de l'instructeur que s'établit la relation de confiance entre le chien et son nouveau maître, attachement indispensable au bon déroulement de la formation. Parallèlement à ces sorties, les chiens apprennent les premiers exercices d'obéissance et à jouer avec des poupées non imprégnées. C'est sur cet amour du jeu que repose toute la formation.

Pour obtenir le créancement, le dresseur utilise des poupées imprégnées. Il place des rouleaux de chiffons avec des morceaux de cannabis dans des boîtes en plastique hermétiquement fermées. Le principe reste toujours le même. Le chien doit assimiler l'odeur de la drogue à la découverte de son objet. Pour éviter qu'il ne mémorise les odeurs parasites qui viennent se surajouter, les poupées sont régulièrement remplacées et lavées sans lessive.

Une fois cette association odeur du stupéfiant-jouet fixée, débute l'apprentissage de la recherche proprement dite. Cet enseignement vise à apprendre au chien le principe de quête et comment remonter vers la source de l'effluve perçue.

Il se pratique en extérieur. Le stagiaire tient son chien en laisse face au vent. L'instructeur excite le chien avec la poupée imprégnée puis la lance. Le stagiaire libère alors son chien avec le commandement « cherche ». Il encourage de la voix son animal au cours de sa progression sur le terrain. Lorsque ce dernier coupe le cône odorant, il remonte vers la source de l'odeur. Le chien rejoint ainsi son chiffon avec lequel il joue. Cet exercice sera par la suite réalisé avec des poses à l'insu du chien. Ce dernier apprend à parcourir le terrain en reniflant, la tête dressée afin de mieux percevoir les effluves, et une fois l'odeur repérée, remonte à la source.

Le marquage se fait par grattage. Son apprentissage se déroule de la même façon que pour la gendarmerie. Le chien est ensuite amené au cours de la formation à réaliser les exercices sur des bagages, des véhicules, ou dans des locaux. L'investigation de locaux se déroule toujours en deux phases. Lors de la première phase, le maître chien fait asseoir son animal à l'entrée du local et lui donne l'ordre de ne pas bouger. Il entre seul dans le local. Il en fait le tour, ferme portes et fenêtres, et range tout ce qui pourrait blesser ou gêner le chien dans sa quête. Dans la deuxième phase, il va retrouver son chien. Il montre son objet au chien, l'excite avec en faisant mine de vouloir jouer, et tout en l'encourageant de la voix, fait semblant de lancer le jouet dans la pièce et lui commande : « cherche ». Il dissimule l'objet dans la sacoche portée à sa ceinture et située dans son dos. Le chien effectue une première investigation en liberté. Afin de le recentrer dans sa recherche, et lorsque le conducteur estime que le chien se disperse, il lui fait effectuer une recherche en systématique. Le conducteur désigne de sa main les endroits ou objets que le chien va devoir renifler, tout en l'encourageant avec des : « cherche », « là »... En général, et afin de ne rien omettre, la recherche débute à un coin de la pièce. Le binôme effectue alors le tour de la pièce dans un sens donné. La recherche s'effectue de bas en haut. Afin d'aider son coéquipier à accéder aux caches situées en hauteur, le maître-chien peut lui permettre de prendre appui avec ses antérieurs, sur sa cuisse maintenu en l'air à l'horizontale, ou, si le poids du chien le permet, en portant ce dernier sur son épaule. La fouille se fait de l'extérieur vers le centre de la pièce.

En matière de récompense, le maître a recours à la substitution de poupées neutres selon le même procédé que celui de la gendarmerie. Si jamais le chien doit découvrir au cours de l'exercice plusieurs caches, son objet ne lui sera donné qu'à la découverte de la dernière. Entre, et à chaque découverte, le maître récompense son chien avec de la nourriture. Cette relance est différente de celle effectuée dans la gendarmerie ou la marine, où, dès lors que le chien a trouvé la première cache, son maître fait mine d'en sortir son objet, lui présente, et fait semblant de le lancer en renouvelant l'ordre « cherche ». Lorsque l'animal effectue correctement la recherche sur poupée imprégnée, le moniteur remplace cette dernière par de la matière pure ou des lanières de cuir imprégnées de la même façon que les poupées. Ces dernières améliorent la précision de l'animal en travaillant sur très peu d'effluves et permettent 0 120.50tsve

même ; il peut y en avoir plusieurs. Le lieu de recherche, les caches, les temps de pose et de recherche varient, les quantités de matière aussi.

Au cours du stage, le cadre des recherches s'élargit et se diversifie, afin que le chien soit confronté à un maximum de situations différentes. Cela habitue le chien à travailler dans des conditions diverses, les plus proches possibles de la réalité des interventions. Il s'accoutume aussi à ignorer diverses odeurs parasites, comme celles de l'essence ou de la peinture. Cette diversification de lieux habitue également les animaux à différents fonds sonores qu'ils finissent par ignorer. L'augmentation de la surface à explorer permet, lorsqu'il y a plusieurs pièces, d'habituer l'animal à ne rien trouver dans certaines. Pour finir, le moniteur prépare des recherches négatives. Cela lui permet d'évaluer la confiance des maîtres en leur compagnon et d'accoutumer les chiens à ce qui les attend dans l'avenir.

Il faut avant tout éviter toute mécanisation. En effet, le chien travaille uniquement motivé par son objet. S'il associe un délai de recherche, un lieu particulier, une ancienne cache avec l'obtention de sa récompense, il sera tenté de faire un faux marquage afin d'obtenir son objet.

Le stage de perfectionnement dure moins longtemps car l'animal connaît déjà les techniques de recherche. Il suffit par conséquent de le créancer sur les drogues dures et de corriger éventuellement certains défauts du chien ou du maître apparus à l'issue du travail sur le terrain. Le chien va devoir mémoriser en parallèle la cocaïne et l'héroïne. La progression des difficultés va ici beaucoup plus vite puisque l'animal travaille en terrain connu.

En fin de stage, un examen vient valider la qualification des équipes. Afin d'adapter l'instruction, chaque chien de stupéfiants possède un carnet de suivi comprenant les fiches d'analyse technique et de recherche de stupéfiants sur toutes les opérations effectuées au cours du stage et de la carrière opérationnelle.

- Dressage des chiens de l'armée de l'air

Dans l'armée de l'air, l'approche de la formation se fait différemment. Le stage proprement dit a lieu au centre de formation cynophile de Nîmes et ne dure que quinze jours. Le nouveau maître poursuit ensuite lui-même le dressage du chien dans son unité. Le stage ne vise, en effet, qu'à enseigner au conducteur la technique à suivre pour apprendre à son chien la détection. Cette façon de procéder permet de gagner du temps et de faire travailler l'animal directement sur son lieu d'affectation. Chaque équipe formée revient tout de même une semaine l'année suivante afin de contrôler les compétences du chien et de corriger d'éventuelles erreurs de dressage.

La mémorisation des drogues se fonde toujours sur l'amour de l'objet, mais cette fois, le dresseur ne met pas en contact le stupéfiant et le jouet. Cela lui permet d'écartier toutes les odeurs parasites et de commencer d'emblée les recherches avec des caches très petites. Il utilise, pour travailler le créancement, une boîte à odeurs.

Dans un premier temps, l'exercice se déroule avec une seule boîte à odeurs. Le chien est équipé d'une bricole, et guidé par son maître au moyen de la laisse. De même, au début, l'instructeur excite le chien de la voix, tout en lui montrant qu'il cache son objet sous la

boîte. Le reste de l'exercice se déroule toujours selon le même principe : départ sur le commandement « cherche », encouragement, marquage, récompense.

L'apprentissage du grattage se fait naturellement grâce à la boîte qui empêche le chien de saisir son objet tout en lui permettant de le voir par un côté perforé de petits trous.

Par la suite, l'excitation préalable avec le jouet et la pose à vue vont être abandonnées. Après quelques répétitions de l'exercice, le chien va associer la boîte, les effluves de la drogue et l'obtention de son jouet. Il fait le rapprochement entre l'attente derrière une porte, l'ordre « cherche » et la découverte de l'ensemble boîte-drogue-jouet.

Afin qu'il ne mémorise pas l'odeur du jouet en plus de celle de la drogue, le moniteur ne la cache plus dans la boîte, mais a recours à la substitution. De plus, il va falloir effacer le conditionnement qu'a l'animal pour la boîte. Pour ce faire, l'instructeur va introduire une deuxième boîte, cette fois neutre d'odeurs, et reprendre l'exercice.

Une fois que le chien aura compris que son objet se situe uniquement dans les boîtes où il perçoit l'odeur de la drogue, le moniteur complique l'exercice par l'introduction d'une troisième boîte, neutre.

En parallèle, l'exercice se complexifie. Le local change. Les pièces sont de plus en plus encombrées. Le maître donne une plus grande liberté au chien et peut même lui retirer la laisse.

Le même procédé sera utilisé par le stagiaire sur son lieu d'affectation pour le créancement sur la cocaïne puis sur l'héroïne.

En ce qui concerne l'apprentissage de la quête, le déroulement et la progression du dressage sont identiques à ceux des autres administrations. Une particularité, malgré tout, caractérise les chiens de l'armée de l'air. Ici, le chien ne travaille jamais en systématique. Le conducteur laisse son équipier quêter selon sa propre initiative. En revanche, la mise en place des exercices va peu à peu habituer l'animal à chercher de façon méthodique.

De plus, le chien n'a toujours qu'une seule dose à découvrir par exercice.

III.3.2.4- Le chien de détection d'explosifs

Différentes administrations utilisent de tels chiens. Leurs effectifs sont en constante augmentation car la demande s'est accrue depuis les événements du 11 septembre 2001. Chacune a ses propres techniques pour former les chiens destinés à la recherche d'explosifs.

Nous traiterons principalement du dressage dans l'armée de terre et la gendarmerie. Les chiens de recherche d'explosifs de la marine nationale sont formés par l'armée de terre, au 132^{ème} B.C.A.T. Nous indiquerons uniquement les particularités du dressage des chiens de l'armée de l'air.

- Formation des chiens de l'armée de terre

Cette formation est beaucoup plus poussée que dans les autres administrations. Elle est assurée par les instructeurs du 132^{ème} B.C.A.T. Avant d'être opérationnel, le chien va suivre un stage de 6 mois, puis passer 6 mois sur le terrain. Les instructeurs disposent ainsi d'une année entière dans le cas des équipes propres au 132^{ème} B.C.A.T.

Mais ils forment également des chiens de détection pour d'autres régiments. Dans ce cas, l'apprentissage s'effectue au cours de deux stages de 3 mois chacun. A l'issue du premier stage qui se termine par un examen, les équipes cynophiles rejoignent pour une durée de 1 mois leur lieu d'affectation. Elles y mettent alors en pratique leur apprentissage. Elles reviennent ensuite au 132^{ème} B.C.A.T. pour le second stage. Celui-ci se termine par un examen qui permet la délivrance du brevet de la spécialité. Dans le cadre de la formation continue, les équipes sont réévaluées une fois par an, pendant deux semaines. Le rythme de travail est intensif : en moyenne trois exercices par jour.

Le chien va être amené à mémoriser quarante produits différents, mais cela peut aller jusqu'à soixante (annexe II). En effet, les instructeurs partent du principe qu'un explosif rencontré, même qu'une seule fois au cours de la formation, sera ensuite plus facilement détecté par le chien. Cela diffère des autres Armes, où le chien ne travaille, au cours de sa formation, que sur les explosifs les plus utilisés et apprend ainsi à mémoriser les constituants à la base de ces explosifs. Le chien sera ensuite capable de détecter n'importe quel explosif, même jamren avnet, cpartoufs

Au bout de 15 jours, le maître change de tube et reprend les mêmes exercices.

En parallèle de ces séances qui permettent la mémorisation des différents explosifs, le chien apprend le marquage. A la différence du chien de recherche de stupéfiants, le chien de détection d'explosifs a pour mission de découvrir des matériaux dangereux. Afin de garantir la sécurité de l'équipe, il faut adapter le dressage en conséquence. Il est en effet hors de question que le chien gratte à l'endroit de sa localisation, car il pourrait déclencher l'explosion. Le marquage se traduit par la position assise. Le maître apprend à son chien à s'asseoir sur ordre.

Une fois le créancement achevé et l'exercice de marquage sur ordre correctement effectué, débute la recherche en latéral. Celle-ci se déroule à l'extérieur, de préférence dans un champ d'herbe haute. Un aide muni de gants avance en ligne droite et lance au cours de sa progression des tubes ne contenant plus qu'un seul explosif. Il repère l'endroit d'où il a lancé chaque tube. Le fait de lancer les tubes plutôt que de les poser permet d'éviter que le chien ne piste l'odeur laissée par le lanceur pour trouver les charges. C'est un défaut fréquent qu'il faut à tout prix éviter. On cherche à développer, dans le cadre du dressage à la détection d'explosifs, comme pour la détection de stupéfiants, la capacité du chien à localiser une source d'odeur immobile ayant une émission constante. Le travail du chien est un travail de quête, il cherche cette émanation d'odeur en suspension dans l'air.

Le maître-chien arrive ensuite sur le terrain, avec son chien tenu en longe. Il progresse parallèlement au trajet du lanceur, à une certaine distance des charges, avec le vent en latéral de telle manière que le vent apporte au chien les effluves dégagée par l'explosif. Lorsque le chien coupe le cône odorant, il s'arrête et donne alors un cou de nez en direction de la charge. Il remonte ensuite vers la source des effluves encouragé par son maître. Cet exercice permet de vérifier que le chien est capable d'individualiser et de mémoriser chacune des trois odeurs d'explosifs de chaque tube. Il conforte le chien qui comprend qu'en présence d'une odeur connue, même incomplète, il doit s'asseoir pour obtenir sa récompense.

L'enseignement des techniques de recherche d'explosifs suit le même déroulement que pour la formation des chiens de recherche de stupéfiants. Par contre, le chien n'est pas excité par son maître préalablement à la recherche comme c'était le cas pour la recherche des stupéfiants. Il est le plus souvent tenu en longe et les distances de marquage font l'objet d'une attention particulière.

- Dressage des chiens de l'armée de l'air

Le lieu et le déroulement de la formation des chiens détecteurs d'explosifs sont les mêmes que pour la recherche de stupéfiants. Par contre, le chien doit mémoriser d'avantage de matières différentes et le marquage, là aussi, est différent (identique au marquage réalisé par les chiens de détection d'explosifs de l'armée de terre).

- Dressage des chiens de la gendarmerie

La formation se déroule à Gramat pendant douze semaines et suit le même déroulement que la formation du chien de stupéfiants à ceci près que le chie

III.3.3- Entretien des effectifs

III.3.3.1- Alimentation

Le type d'aliment utilisé pour tous les chiens en service dans les armées françaises est une ration industrielle sèche, conditionnée sous forme de croquettes. Cet aliment présente l'avantage d'être prêt-à-l'emploi, adapté aux besoins nutritionnels du chien, économique, facile à conserver et à distribuer. Il nécessite un abreuvement à volonté.

III.3.3.2- Habitat

Le chien de recherche n'est en aucun cas la propriété du maître-chien avec qui il fait équipe : il appartient à l'Etat français.

Les chiens vivent donc en chenil. Ces derniers sont constitués de courettes individuelles équipées d'une niche.

III.3.3.3- Aspect sanitaire

Chaque maître-chien est tenu de s'occuper de la santé de son animal. Il réalise les soins courants : désinfection des petites plaies, pansage, retrait de tiques... Il administre également les traitements antiparasitaires externe et interne, ainsi que tout ce qui est prescrit par le vétérinaire.

S'il se rend compte d'un problème de santé, il doit emmener son chien auprès des secteurs vétérinaires interarmées. En cas d'urgence, il peut faire appel à n'importe quelle clinique vétérinaire civile de permanence.

Les vétérinaires du Service de santé des armées suivent régulièrement les effectifs canins. Ils mettent en place les plans de surveillance sanitaire, réalisent la prophylaxie, soignent les chiens au quotidien et sont amenés à effectuer des visites dans les chenils militaires. Ils réalisent les visites et bilans sanguins avant le départ des chiens affectés dans les D.O.M-T.O.M ou à l'étranger en opérations extérieures, et à leur retour. Chaque départ est soumis à l'approbation du vétérinaire.

Un entretien quotidien satisfaisant est une des conditions essentielles de l'efficacité opérationnelle du chien militaire.

Dans le cadre de cette surveillance sanitaire des effectifs canins, il s'est avéré indispensable de prendre des mesures pour lutter contre la transmission de la leishmaniose canine dans les chenils militaires du sud-est de la France.

Deuxième partie

Utilisation de la deltaméthrine dans e r

I- Leishmaniose

I.1- Généralités

Les leishmanioses sont des infections parasitaires, inoculables, exceptionnellement contagieuses. Elles sont caractérisées par des manifestations cliniques polymorphes et une grande diversité épidémiologique.

On distingue dans ces parasitoses trois types épidémiologiquement différents, dus à des agents infectieux peut-être différents, de réservoirs et de symptomatologie différents. On distingue les leishmanioses cutanées, présentes sur le continent eurasiatique et le continent africain, les leishmanioses cutanéomuqueuses, décrites sur le continent américain, et les leishmanioses viscérales.

Les leishmanioses sont des parasitoses communes à l'homme et à de nombreux animaux qui apparaissent sous forme de cas sporadiques ou d'épidémies plus ou moins importantes. Il existe plusieurs formes cliniques chez l'homme, on distingue les leishmanioses viscérales ou kala-azar, dans lesquelles le parasite envahit tout le système réticulo-histiocytaire et les leishmanioses cutanées, ou bouton d'Alep encore appelé bouton d'Orient, dans lesquelles le parasite se limite à la peau. Il existe enfin sur le continent américain des formes cutanéomuqueuses de leishmanioses.

I.1.1- Epidémiologie

I.1.1.1- Prévalence

Avec une prévalence mondiale estimée en 2002 à 12 millions de cas et une incidence annuelle de 2 millions de cas, avec 1,5 million de cas de leishmaniose cutanée et 500 000 cas de leishmaniose viscérale (DESJEUX, 2002a), cette affection pose un problème de santé publique dans de nombreuses régions intertropicales et on note une extension de cette maladie dans des régions autrefois indemnes (MALOSSE, 2003).

Depuis 10 ans, l'incidence des leishmanioses augmente, en raison de leur comportement opportuniste et de la co-infection fréquente avec les virus H.I.V.

La forte prévalence de la leishmaniose dans certaines régions d'Amérique du Sud, d'Afrique, d'Asie occidentale et méridionale, de la Péninsule Arabique est étroitement liée à un certain nombre de facteurs qui affectent soit, de façon sélective, le réservoir humain, le réservoir animal, le vecteur ou le parasite, soit l'ensemble des éléments du cycle.

Ainsi, les transferts et les regroupements importants de populations dus aux catastrophes naturelles ou aux guerres ont des conséquences épidémiologiques importantes sur ces affections. Par exemple, une épidémie de leishmaniose cutanée est apparue début 2002 au Pakistan, dans la zone de Kurram : elle avait touché 738 personnes, en plus des 1500 qu'elle a atteint dans les camps de réfugiés en janvier 2001.

Les variations climatiques (d'origine naturelle ou induites par l'homme) et leur impact sur l'environnement, des conditions socio-économiques particulièrement défavorables, une démographie excessive, des facteurs politiques (guerre civile...) ou culturels (nomadisme de certaines populations...) ont engendré un phénomène de migration croissant au fil des années. Ces flux migratoires importants sont observés entre les zones rurales et les zones péri-urbaines des pays en voie de développement.

Les zones rurales sont désertées au profit des quartiers pauvres à la périphérie des grandes villes, entraînant une urbanisation accélérée et non planifiée.

Ainsi, l'extension des villes vers les campagnes, dans des zones auparavant inhabitées et hautement endémiques, est en partie responsable de la transmission à l'homme de la leishmaniose cutanée zoonotique.

L'urbanisation forcenée a de plus conduit à une déforestation massive des forêts tropicales, modifiant le cycle de transmission et accroissant le risque d'infection.

La pauvreté, la densité de population élevée et les conditions d'hygiène sommaires sont autant de facteurs facilitant les épidémies de leishmaniose cutanée anthroponotique et de leishmaniose viscérale zoonotique.

Les conditions insalubres dans lesquelles vit la population à la périphérie des grandes villes (égouts à ciel ouvert, absence de ramassage des déchets et de traitement des eaux) ont un impact sur le réservoir animal (densité, dynamique de reproduction, longévité, dispersion géographique).

L'augmentation de la population des réservoirs animaux majore le risque de transmission à l'homme.

De plus, la malnutrition fréquente et les conditions sanitaires précaires augmentent le risque de passage d'une forme asymptomatique à la forme cliniquement extériorisée (DESJEUX, 2002b).

Dans ces zones, le vecteur est présent partout. Les conditions environnementales lui sont favorables : importante population constituant les réservoirs humain et animaux, habitat, climat...

I.1.1.2- Répartition géographique

La leishmaniose est une infection très ubiquitaire présente dans de nombreuses régions dans le monde.

Depuis la découverte du parasite au début du siècle, plusieurs foyers de formes variées de leishmaniose ont été décrits à la fois dans le « nouveau » et « l'ancien » monde.

Aujourd'hui, la distribution de la leishmaniose humaine est de plus en plus large dans le monde. La maladie est endémique dans 88 pays, 22 du « nouveau » monde et 66 de « l'ancien » monde (DESJEUX, 2002b), où elle sévit sous forme de foyers localisés.

Ces foyers sont dispersés sur tous les continents exception faite de l'Antarctique, qui n'abrite pas le phlébotome, vecteur de la leishmaniose (DEREURE, 1999).

Ils sont particulièrement présents dans les régions intertropicales, mais il en existe également dans les pays tempérés à étés chauds de l'hémisphère Nord.

Les formes cutanées se rencontrent à l'échelle mondiale, surtout dans les zones où le parasite *Leishmania major* circule entre le vecteur *Phlebotomus papatasi* et le rongeur réservoir (DESJEUX, 2002a).

Les principaux foyers de leishmaniose cutanée (plus de 90 % des cas mondiaux) sont signalés au Brésil, au Pérou et dans les pays d'Asie du Sud Ouest (Afghanistan, Iran, Arabie Saoudite, République Arabe Syrienne).

La majorité des foyers de leishmaniose viscérale se trouve dans des pays comme le Brésil, le Bangladesh, l'Inde, le Soudan (DESJEUX, 2002b).

Le foyer méditerranéen réunit des formes cutanées et viscérales de leishmaniose. Ce foyer concerne l'Afrique du Nord, la Méditerranée orientale et l'Europe du Sud.

En Europe du Sud, la leishmaniose est initialement rurale et s'urbanise rapidement. Des foyers sont décrits aux alentours des grandes villes. Dans ces zones, le vecteur de *Leishmania infantum* est présent partout. Les chiens, réservoirs de *L. infantum*, sont nombreux (DESJEUX, 2002).

Sa répartition n'est pas homogène entre les régions et à l'intérieur de chaque région. Ces différences de localisation sont en rapport avec la répartition des phlébotomes vecteurs, qui affectionnent particulièrement les contrées à climat chaud et humide.

En France, la leishmaniose canine sévit à l'état endémique là où les vecteurs sont nombreux, c'est-à-dire dans le sud de la France. Elle est principalement localisée sur les côtes méditerranéennes, et commence à s'étendre le long de la vallée du Rhône. La zone la plus touchée rentre dans le triangle Andorre- Nice- Lyon (BOURDOISEAU, 2001).

Trois foyers de forte enzootie, présents dans le sud de la France, sont distingués :

- le foyer Cévennes-Languedoc, qui communique avec l'Espagne,
- le foyer Provence-Côte d'Azur, qui communique avec l'Italie et s'étend au Nord, dans la vallée du Rhône, jusqu'en Ardèche,
- le foyer Corse.

Les infections sont saisonnières du printemps à l'automne.

Depuis quelques années, on constate en France une augmentation du nombre de cas de leishmaniose à *L. infantum* chez le chien, notamment dans les départements où la maladie n'existait pas à l'état enzootique, traduisant une avancée de l'aire de répartition du vecteur. Celle-ci est certainement liée aux changements climatiques.

Ces derniers ont un impact plus spécifique sur les vecteurs. Ils peuvent modifier la distribution altitudinale des vecteurs, leur densité, longévité, gîtes larvaires, ainsi que leur distribution longitudinale au Nord (DESJEUX, 2002b).

La présence du vecteur phlébotome étant conditionnée par l'existence de biotopes associant anfractuosités rocheuses, hygrométrie convenable et températures estivales, les changements climatiques, en lui offrant les conditions environnementales nécessaires à son existence, seraient responsables de l'apparition de nouveaux foyers et de l'extension de la leishmaniose canine à des régions jusque là indemnes.

Dans le Sud de la France, les leishmanioses humaines doivent représenter 40 à 50 cas annuels à la fin des années 80, les formes cutanées, ou bouton d'Orient, sont moins souvent observées que les formes viscérales. Si elles sont particulièrement rares dans les départements situés à l'Est du Rhône, elles sont par contre plus fréquentes dans les Cévennes et les Pyrénées-Orientales (MARTY, 1988).

En 1999, 109 cas de leishmanioses humaines ont été déclarés au Centre national de référence des *leishmania* (CHU de Montpellier), dont 22 cas autochtones de leishmaniose viscérale, dans le Sud-Est de la France (BASSET, 2001). Ce nombre de cas autochtones de leishmaniose viscérale a été de 30 en 2000 et de 31 en 2002 (DENEROLLE, 2003).

Dans la plupart des cas, les leishmanioses diagnostiquées en France sont importées d'Afrique du Nord et du Moyen Orient.

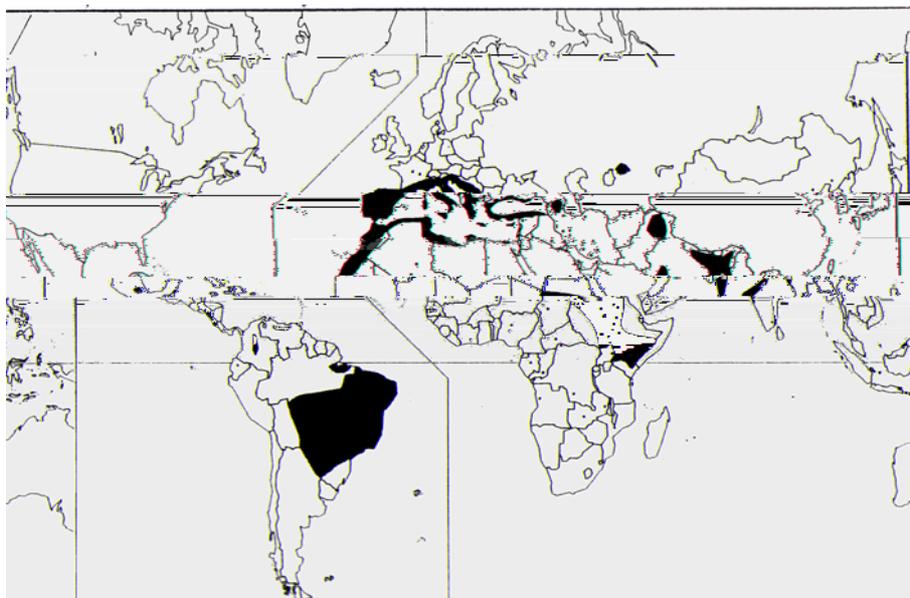


Figure 21 : Distribution mondiale de la leishmaniose viscérale (source : OMS)

I.1.1.3- Agent pathogène

La distinction clinique entre leishmaniose viscérale, cutanée ou cutanéomuqueuse ne correspond pas toujours à des parasites d'espèces différentes, car si certaines espèces de leishmanies, comme *L. tropica* et *L. major* sont retrouvées dans des pathologies cutanées, certaines espèces de parasites à tropisme plutôt viscéral, comme *L. infantum* ou *L. donovani*, par exemple, sont susceptibles d'induire des lésions cutanées.

- Classification taxonomique

Les agents infectieux responsables sont des protozoaires flagellés appartenant à l'embranchement des rhizoflagellés, à la classe des Flagellés, à la famille des Trypanosomatidae et au genre *Leishmania*. On connaît environ une douzaine d'espèces différentes de *Leishmania*, dont le cycle de vie a été globalement peu décrit à ce jour (KILLICK-KENDRICK, 2002).

On distingue de nombreuses espèces dans ce genre morphologiquement et même souvent immunologiquement semblables. En effet, les diverses espèces du genre *Leishmania* présentent de grandes similitudes génomiques, si bien qu'il n'est pas possible de les identifier uniquement à l'aide de critères morphologiques ou par immunologie, c'est pourquoi leur classification est difficile. Par contre les diverses espèces de leishmanies diffèrent par leur distribution géographique, leur équipement enzymatique et leur pathogénicité (MALOSSE, 2003).

Le parasite peut être identifié par son profil enzymatique et groupé en unités taxonomiques appelées zymodèmes.

L'identification du zymodème est réalisée à partir de l'isolement de parasites sur des sujets séropositifs.

Le parasite isolé est mis en culture. Une étude biochimique en vue de caractériser les isoenzymes, c'est-à-dire des molécules chimiquement identiques mais migrant différemment dans un champ électrique, est réalisée. Les souches sont identifiées par électrophorèse des isoenzymes en gel épais d'amidon, avec quinze systèmes enzymatiques. L'isoélectrofocalisation, plus résolutive, est utilisée vis à vis de l'enzyme GOT. Cette identification isoenzymatique permet d'obtenir l'espèce de *Leishmania* et le zymodème des souches (DEDET, 2002).

L'identification moléculaire des leishmanies est réalisée depuis fin 1998. Elle est basée sur le séquençage systématique d'une région variable du gène de la RNA Polymérase II. Cette méthode est la seule qui permet actuellement de distinguer au niveau spécifique toutes les espèces de *Leishmania* pathogènes pour l'homme (DEDET, 2002).

On distingue :

- *L. donovani* et *L. infantum*, agents causaux des leishmanioses viscérales de l'ancien monde (kala-azar). *Leishmania (donovani) infantum* est un parasite zoonosique, agent chez l'homme de la leishmaniose viscérale ou kala-azar méditerranéen (par opposition au kala-azar indien dû à *L. donovani donovani*),
- *L. tropica* et *L. major*

Il est possible que l'infection du chien par le parasite soit accidentelle, le chien serait plus une victime qu'un réservoir à *L. tropica* (DEREURE, 1999).

L'identification précise d'une leishmaniose canine à un double intérêt :

- en tant que mesure épidémiologique pour la surveillance et le contrôle de la leishmaniose viscérale humaine, parce que le chien représente le principal réservoir de l'infection,
- en tant qu'élément nécessaire à une meilleure compréhension de la leishmaniose canine clinique par les vétérinaires praticiens.

- Description (morphologie)

Les leishmanies appartenant à l'espèce *L. infantum* sont des protozoaires flagellés se présentant sous deux aspects morphologiques distincts, en fonction de l'hôte.

➤ Chez les mammifères

Les leishmanies se présentent morphologiquement sous une forme cryptomastigote (ou amastigote). Cette forme possède un tout petit flagelle, intracytoplasmique. Elle est intracellulaire, chez le chien ou l'homme, dans les cellules du système des phagocytes mononucléés (SPM). Elle est observée au sein du cytoplasme des cellules libres ou fixes du SPM : macrophages, nœuds lymphatiques, cellules souches de la moelle osseuse, histiocytes, cellules de Küppfer (BOURDOISEAU, 1993). Elle est présente au sein d'une vacuole parasitophore dans les macrophages parasités. Elle est ovale et mesure 3-4 x 2 µm. Elle renferme un noyau volumineux et un élément en forme de bâton, le kinétoplaste. Les macrophages infectés sont hypertrophiés et prennent souvent un aspect mûriforme (BOURDOISEAU, 2002a).

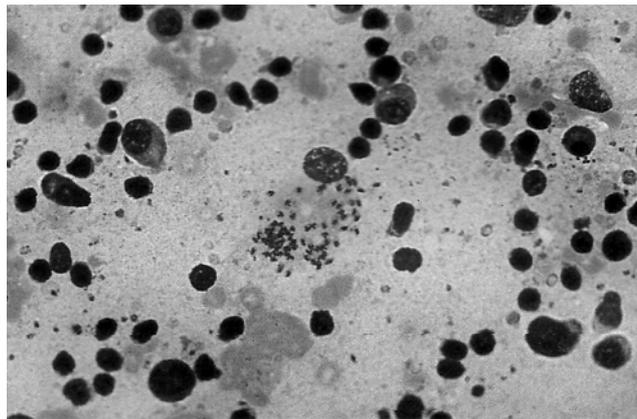


Photo n°2 : Amastigotes de *L. infantum* dans un macrophage
(Mériel France)

Les leishmanies sont exceptionnellement rencontrées dans les monocytes sanguins : la prise de sang est par conséquent un très mauvais prélèvement pour le diagnostic. L'observation des macrophages infectés, après coloration de May-Grünwald-Giemsa fait partie des techniques classiques de diagnostic expérimental.

➤ Chez le vecteur ou en culture

Les leishmanies y ont un aspect morphologique totalement différent : éléments allongés, fusiformes, de 15 à 20 μm de longueur, pourvus d'une portion libre du flagelle importante et d'un noyau en position supranucléaire : c'est la forme promastigote. Ces formes flagellées extracellulaires sont très mobiles.

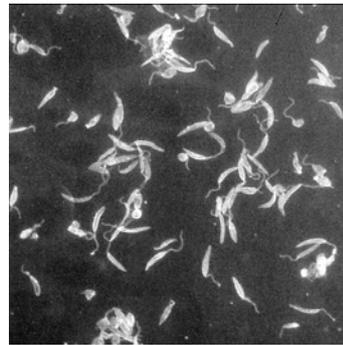


Photo n°3 : Promastigotes de *L. infantum*
(Service de parasitologie de l'E.N.V.L)

- Biologie (cycle)

Les leishmanies vivent au sein des macrophages dermiques, spléniques, hépatiques, ou de la moelle osseuse. Elles survivent à la phagocytose puis à l'agression oxydative du macrophage (BOURDOISEAU, 2002a).

Le cycle évolutif fait intervenir les phlébotomes et les mammifères. Les phlébotomes se contaminent en piquant un homme ou un mammifère infesté, en absorbant les parasites contenus dans les histiocytes dermiques ou plus exceptionnellement dans les monocytes sanguins.

Lors du repas sanguin du phlébotome, les formes cryptomastigotes du parasite, présentes dans la peau de l'hôte vertébré réservoir, sont ingérées. Elles se transforment en leishmanies promastigotes qui se multiplient par division binaire longitudinale.

Le repas sanguin est d'abord confiné dans une membrane péritrophique par les cellules bordant l'intestin du phlébotome. La matrice chitineuse de la membrane est attaquée par les enzymes chitinolytiques produites par les parasites, qui peuvent ainsi s'échapper dans la lumière du tube digestif. Ils s'attachent alors à la paroi intestinale en insérant leur flagelle dans les microvillosités des cellules intestinales. Cet attachement pourrait

se faire grâce au lipophosphoglycane, le principal glucoconjugué présent à la surface des promastigotes, qui varie d'une espèce de *Leishmania* à l'autre.

A mesure que la densité parasitaire augmente, les promastigotes remontent vers la valve stomodéale située à l'avant de l'intestin en partie thoracique. Ils se fixent à la partie chitineuse de la valve (KILLICK-KENDRICK, 2002).

Les formes promastigotes remontent ensuite vers le pharynx qu'elles colonisent. Elles prennent une forme circulaire, courte, appelée paramastigote. Quelques uns de ces paramastigotes se transforment en promastigotes métacycliques (BOURDOISEAU, 1993). Ces formes sont infectieuses pour l'hôte vertébré et diffèrent considérablement des formes de multiplication : elles sont plus petites, avec un flagelle proportionnellement plus long. Elles sont mobiles, ne se divisent pas, et résistent à l'action du complément. Les promastigotes métacycliques s'observent dans les pièces buccales et les glandes salivaires du phlébotome au terme de 15 à 20 jours, en fonction de la température (KILLICK-KENDRICK, 2002).

Les promastigotes infectants vont être inoculés à un nouvel hôte vertébré, au cours du repas sanguin suivant du phlébotome. Ce repas traumatisant permet aux promastigotes d'entrer en contact avec des cellules macrophagiques et d'être phagocytés. Leur multiplication débute ensuite, suivie de leur distribution systémique par phagocytose de macrophages en macrophages et leur répartition dans tout l'organisme (BOURDOISEAU, 2002b).

I.1.1.4- Réservoir

Le principal réservoir des leishmanies est essentiellement animal.

En ce qui concerne les leishmanioses viscérales, les sources indirectes de *L. infantum* sont essentiellement constituées par les canidés domestiques et sauvages et les rongeurs sauvages ou péri-domestiques, cliniquement atteints ou non, qui sont les réservoirs de parasites (SOENEN, 1996).

Le chien domestique représente le réservoir principal. La faune sauvage, et principalement les canidés sauvages, comme les loups, les renards, les chacals joue le rôle de réservoirs secondaires (COURTENAY, 2001).

L'homme infecté développe une leishmaniose viscérale et ne permet pas la poursuite du cycle, excepté pour quelques rares souches dermatropes. L'homme leishmanien constitue, dans ce cas, un cul-de-sac épidémiologique.

Les chats, exceptionnellement infectés, ne jouent aucun rôle épidémiologique. Aucun autre arthropode n'est impliqué dans la transmission (BOURDOISEAU, 2002a).

Par contre, en Inde, c'est l'homme qui constitue le réservoir principal de *L. donovani*.

En ce qui concerne les leishmanioses tégumentaires, on distingue épidémiologiquement trois types de foyers leishmaniens.

Dans les foyers primaires (Asie centrale, Moyen Orient, Afrique ou certaines régions d'Amérique latine), le réservoir animal est constitué d'animaux sauvages appartenant à

de nombreuses espèces, en particulier des rongeurs, rats, souris, des canidés (chacals, renards) ou des primates. Dans ces foyers, l'endémie leishmanienne se maintient chez l'animal et la contamination humaine est exceptionnelle.

Dans les foyers secondaires (pourtour méditerranéen, Chine, certaines régions d'Amérique latine), le réservoir est essentiellement constitué par les animaux domestiques, chats mais surtout chiens. Ces animaux revêtent une importance épidémiologique particulière, en raison de leur nombre et des contacts étroits qu'ils ont avec la population humaine dans les pays à haut développement socio-économique. Dans ces foyers, la contamination humaine est plus fréquente.

Dans les foyers tertiaires (Moyen Orient, corne de l'Afrique), le principal réservoir de parasites est l'homme malade. Ces formes de leishmaniose sont bénignes. Dans ces foyers, la contamination humaine est beaucoup plus fréquente, la maladie évolue selon un mode endémo-épidémique (MALOSSE, 2003).

I.1.1.5- Mode de contamination, vecteur éventuel

- Contamination indirecte

La contamination par les leishmanies se fait quasi exclusivement lors de la piqûre de phlébotomes femelles, des genres *Phlebotomus* et *Lutzomyia*, respectivement dans « l'ancien » monde et dans le « nouveau » monde, qui s'infectent lors du repas sanguin sur un hôte réservoir (infecté) humain ou animal (DESJEUX, 2002b).

Il existe trois mécanismes de transmission de leishmaniose par un phlébotome infecté :

- la régurgitation de promastigotes métacycliques à partir du tube digestif de l'insecte lors du repas sanguin,
- le dépôt de promastigotes métacycliques par la trompe,
- l'inoculation de promastigotes métacycliques à partir des glandes salivaires, avec la salive du phlébotome.

De ces trois voies, la première est sans doute la plus habituelle (KILLICK-KENDRICK, 2002).

Si la contamination se fait d'homme à homme par l'intermédiaire du vecteur, on parle de cycle anthroponotique.

Si le cycle de transmission inclut au moins un réservoir animal, principale source d'infection pour le vecteur, on parle de cycle zoonotique. La leishmaniose est une zoonose majeure.

- Vecteur

Les phlébotomes sont la seule source directe de parasites. Ce sont des insectes diptères, nématocères appartenant à la famille des Phlebotomidae (Psychodidae).

Les phlébotomes pullulent dans les régions au climat chaud et humide, où le vent est faible. Ils abondent donc particulièrement dans les zones intertropicales où le risque de transmission est permanent, par contre les phlébotomes ne piquent que durant la saison estivale dans les régions tempérées.

Les espèces vectrices de *L. infantum* intéressant la France sont *Phlebotomus ariasi* et *Phlebotomus perniciosus*. Un autre genre est présent en France : *Sergentomyia* (*S. minuta*). Mais il n'intervient pas dans l'épidémiologie de la leishmaniose en raison de son herpétophilie très strict (BOURDOISEAU, 1993).

L'adulte est de petite taille (moins de 0,5 cm de long), jaune pâle, velu, bossu avec de gros yeux noirs. Ils présentent des ailes lancéolées dressées en V en position de repos. Sa faible dimension, sa pâle coloration et son vol silencieux font qu'il est rarement remarqué. L'existence d'organes génitaux externes très développés chez le mâle permet de le distinguer facilement de la femelle. L'identification spécifique repose sur l'examen des organes génitaux des mâles, des spermathèques des femelles mais aussi sur la morphologie du cibarium et sur l'étude de la nervation alaire (MARTY, 1988).

Dans nos régions, l'activité du phlébotome est surtout crépusculaire ou nocturne. Le phlébotome se déplace par vol sautillant et saccadé. Les mâles se nourrissent exclusivement de sucs végétaux. Seule la femelle est hématophage. Plusieurs repas sanguins en alternance des repas sucrés sont nécessaires à la maturation des œufs.

Les femelles se nourrissent plusieurs fois au cours de leur vie (environ 3 fois à 10 jours d'intervalle, pour une longévité moyenne de 1 mois). Elles inoculent les leishmanies en piquant les chiens dans les zones glabres (chanfrein, conques auriculaires). Le pelage des chiens ne constituent pas une protection. Le repas du phlébotome est traumatisant, telmophage, créant un lac hémolymphatique qui permet aux promastigotes de rentrer en contact avec des cellules macrophagiques et d'être phagocytés.

Les repas sanguins précèdent la ponte de 3 à 10 jours ce qui correspond au cycle gonotrophique. La femelle peut survivre au moins 29 jours soit 3 à 4 cycles gonotrophiques. Au terme de chaque cycle, la femelle pond un par un une cinquantaine d'œufs. Ceux-ci sont allongés et incurvés et mesurent 300 à 400 microns. Ils sont disposés dans des microhabitats tels que des fissures de murs, des grottes, des terriers de rongeurs à l'abri des courants d'air, avec un bon degré d'hygrométrie et une faible luminosité (MARTY, 1988).

L'évolution ultérieure comprend quatre stades larvaires et un stade nymphal. La larve est terricole, sédentaire, saprophage et phytophage. Dans la nature, les larves sont difficiles à isoler mais les élevages expérimentaux ont permis de déterminer un délai variant de 20 à 75 jours pour le passage de l'œuf à l'imago. Dans le Sud de la France, la larve de 4^{ème} stade entre en diapause pendant la mauvaise saison et les adultes n'apparaissent qu'à la fin du printemps (MARTY, 1988).

Dans les Cévennes et dans le Languedoc, *P. ariasi*, espèce exophile et cynophile, est responsable du foyer sauvage (entre renards) et rural (à partir de ces renards, entretien entre chiens) de leishmaniose canine (BOURDOISEAU, 2002b). Dans le foyer provençal et ailleurs sur le reste du territoire, *P. perniciosus*, espèce vivant près des habitations et cynoanthropophile, est le principal vecteur de leishmaniose canine et est responsable de son caractère zoonotique.



Photo n°4 : Phlébotome, vecteur de la leishmaniose

- Contamination directe

La transmission sans passer par le phlébotome vecteur, que ce soit par voie vénérienne ou bien par voie sanguine, à la faveur d'une transfusion sanguine, d'une transplantation d'organe ou chez les drogués a été démontrée chez l'homme. Elle reste cependant extrêmement rare. La contagion directe est exceptionnelle car il faut un contact entre une plaie avec un exsudat riche en leishmanies et une autre zone lésée.

Quelques cas de leishmaniose canine ont été rapportés chez des chiens qui n'ont jamais vécu dans (ou transité par) des zones d'endémies, mais qui ont cohabité avec des chiens leishmaniens. On peut supposer que la transmission a eu lieu par contact direct, mais elle reste exceptionnelle (KILLICK-KENDRICK, 2002). La transmission *in utero* de mère à chiot constitue une autre voie d'infection possible, mais probablement très rare. Les transmissions vénériennes et transfusionnelles sont démontrées chez le chien (BOURDOISEAU, 2002a).

I.1.1.6- Population à risque

La population à risque est celle vivant dans les régions où la maladie est endémique, au contact du vecteur et du réservoir.

La population à risque est estimée à 350 millions, le nombre de personnes atteintes de leishmaniose dans le monde étant considérablement plus élevé que le nombre de cas officiellement notifiés. Ces derniers cas ne sont obtenus que par sondage passif. Ne sont pas prises en compte les données des organisations non gouvernementales et des médecins privés.

Enfin, la déclaration de la leishmaniose n'est obligatoire que dans 40 des 88 pays où elle est endémique (DESJEUX, 2002b).

Par ailleurs, le nombre de porteurs asymptomatiques est sous estimé. La mise en évidence du parasitisme chez un homme sain est très difficile, voire impossible.

En effet, on ignore quels sont les organes ou tissus hébergeant des cellules infectées et des raisons éthiques interdisent la réalisation de prélèvement profond. De plus, les charges parasitaires sont très faibles.

Seule la mise en évidence d'une réponse immune spécifique de *Leishmania* permet d'affirmer une infection préalable et l'analyse de son évolution au cours du temps nous renseigne sur la durée et l'évolution de ce statut (MARY, 2002).

Les leishmanioses viscérales sont particulièrement fréquentes chez les enfants âgés de 2 ou 3 ans et intéressent de plus en plus les sujets adultes immunodéprimés, en particulier les sujets infectés par le virus de l'immunodéficience humaine. En effet, les co-infections avec le virus de l'immunodéficience humaine sont de plus en plus fréquentes, et déjà décrites à ce jour dans une trentaine de pays (DESJEUX, 2002).

Ceci est lié à l'urbanisation de la leishmaniose et à la ruralisation du Sida, les deux maladies se partageant de plus en plus les mêmes zones géographiques. Les leishmanioses sont à considérer comme des maladies opportunistes chez les patients infectés par les virus H.I.V.

En ce qui concerne les forces armées, les maîtres-chiens séjournant dans les régions d'enzootie leishmanienne du Sud-Est de la France ou amenés à se rendre, avec leur animal, sur un théâtre d'opérations extérieures situé dans des contrées où la maladie est endémique doivent être considérés, du fait de leur contact étroit et prolongé avec leur chien, réservoir de *L. infantum*, comme population à risque. Tout comme les populations locales et les personnels des enceintes militaires (ayant un chenil) implantés tout près des habitations dans des foyers d'enzootie leishmanienne.

Enfin, chez le chien, il n'y a pas de variation de la réceptivité en fonction de la race ou du sexe. L'âge n'est pas directement un facteur de sensibilité, mais en revanche, le risque d'infection croît avec ce dernier.

Le mode de vie est un facteur favorisant l'infection. Les chiens vivant à l'extérieur (chiens de garde, de berger) ont plus de risques d'être piqués par des phlébotomes (BOURDOISEAU, 2002a). Ainsi les chiens militaires du Sud-Est de la France sont particulièrement exposés aux piqûres de phlébotomes. En effet, ces derniers vivent en permanence à l'extérieur, en chenil, avec une concentration importante d'animaux, donc de réservoirs potentiels pour le parasite.

I.1.2- Clinique

I.1.2.1- Chez l'animal

Dans les pays du pourtour méditerranéen, la leishmaniose est due à la multiplication dans les cellules du système des phagocytes mononucléés (SPM) d'un protozoaire appartenant à l'espèce *Leishmania (donovani) infantum*, et transmise par la piqûre d'un diptère du genre *Phlebotomus*.

La leishmaniose canine se caractérise cliniquement par une atteinte viscérale et cutanéomuqueuse, d'où le qualificatif de leishmaniose générale, et sur le plan lésionnel par une atteinte de tous les organes et tissus contenant des cellules macrophagiques. L'importance médicale chez le chien est liée à la gravité de la maladie. Elle évolue en générale progressivement vers la mort de l'animal.

Les symptômes apparaissent après une phase d'incubation très variable, généralement entre 3 mois et 18 mois après inoculation, d'où la possibilité d'observer des leishmanioses sur des chiens ayant séjourné en zone d'endémie il y a plusieurs mois.

La leishmaniose a une symptomatologie très polymorphe, associant de nombreux signes, généraux ou cutanés.

Dans la forme classique de la maladie, on observe assez constamment une modification du caractère du chien, il est apathique, l'appétit est également diminué. Une amyotrophie est également notée, elle intéresse d'abord la tête avec les muscles temporaux et masticateurs. Les fosses temporales se creusent donnant à l'animal une « tête de vieux chien » assez caractéristique. Puis, les membres s'amincissent et les hanches saillent.



Photo n°5 : Cachexie de la leishmaniose canine (ROZE)

Une hyperthermie inconstante et modérée est surtout observée chez le jeune chien de moins de 2 ans. Elle n'est pas systématique.

Une anémie, une leucopénie et une thrombocytopénie sont généralement notées. L'anémie est très fréquente, elle est régénérative au début, mais peut devenir arégénérative. La leucopénie s'accompagne d'une monocytose. Une hyperprotéïnémie est rapidement observée (>80- 90 g/l). Les globulines augmentent, d'où une inversion du rapport albumine/ globuline.

Des signes cutanéomuqueux sont également observés, parmi lesquels :

- une alopecie diffuse touchant préférentiellement les membres, la tête dont le pourtour des yeux, les oreilles, la queue.



Photo n°6 : Dépilation péri-oculaire en forme de lunette
(BOURDOISEAU, E.N.V.L)

- des ulcères cutanés, importants à dépister car ils peuvent servir pour le diagnostic. Ces ulcères peuvent être situés partout, surtout dans les zones exposées aux traumatismes : menton, olécrane...Ils sont indolores, atones, ne saignent pas et ne cicatrisent pas. On peut aussi observer des ulcères muqueux à l'origine d'hémorragies de la muqueuse buccale, intestinale, génitale, nasale avec une épistaxis difficile à stopper, ce qui est un symptôme très évocateur.

- des nodules sous-cutanés de plusieurs centimètres de diamètre, palpables, non douloureux, non adhérents, situés souvent sur le tronc, parfois les muqueuses.

- des troubles de la kératogénèse avec apparition d'un squamosis important, avec de nombreuses squames de grande taille et brillantes, à l'origine du nom donné : « furfure leishmanien ou amiantacé ». Une hyperkératose peut lui être associée, l'épiderme s'épaissit et se pigmente, d'où un aspect plissé et grisâtre de la peau, généralement au niveau de la truffe, des oreilles et des zones de contact avec le sol.



Photo n°7 : Hyperkératose des coussinets plantaires (CABASSU)



Photo n°8 : Furfur amiantacé (Merial France)

- un chancre d'inoculation, ulcère entouré d'une zone érythémateuse, correspondant à la zone d'inoculation et qui se trouve en général sur la face, le chanfrein, la face interne des pavillons auriculaires. Sa présence n'est pas systématique et la lésion, quand elle est présente, disparaît assez rapidement.



Photo n°9 : Chancres d'inoculation de *L. infantum* sur le chanfrein et la face interne de l'oreille (Merial France)



On observe également des symptômes liés à l'atteinte du S.P.M, comme une polyadénomégalie importante, surtout des nœuds lymphatiques superficiels, une splénomégalie modérée non systématique, une hépatomégalie. D'autres signes cliniques peuvent être observés, plus ou moins fréquemment. C'est le cas de l'onchogryphose et des symptômes oculaires : conjonctivite, kératite bleue, ulcère cornéen, uvéite (BOURDOISEAU, 2001).



Photo n°10 : Onychogryphose (Merial France)

Pourtant cette présentation clinique classique, maladie chronique cachectisante accompagnée de symptômes cutanés et d'une polyadénomégalie, tend à disparaître au profit de formes qui pour l'instant sont appelées atypiques. Parmi ces formes atypiques, certaines imitent d'autres affections cutanées : urticaire, pyodermite, tumeur, maladie à médiation immune, épidermolyse bulleuse, syndromes paranéoplasiques (fibromatose nodulaire, érythème nécrolytique migrant). Des formes musculosquelettiques (douleurs musculaires, polymyosite, polyarthrites, synovites), ainsi qu'une insuffisance rénale chronique liée à une glomérulonéphrite. L'abondance des immuns-complexes explique la plupart des troubles cliniques (BLAVIER, 2001) (DENEROLLE, 2002).

Le diagnostic de la leishmaniose canine peut s'avérer déroutant en raison de la rareté de certains symptômes, et du tableau clinique protéiforme et généralement non spécifique de la maladie.

Il repose d'abord sur des considérations épidémiologiques et cliniques.

Il est ensuite différentiel. De nombreuses maladies interviennent dans ce diagnostic, notamment des dermatoses, des pyodermes, l'ehrlichiose, le lupus érythémateux disséminé.

Ce diagnostic devra ensuite être confirmé. Le diagnostic de certitude peut être direct, avec mise en évidence des leishmanies à partir de divers prélèvements : calque cutané sur une lésion ulcérée humide, biopsie cutanée, ponction de ganglion lymphatique périphérique ou des nodules sous-cutanés, ponction de moelle osseuse, et après coloration de May Grünwald Giemsa et observation microscopique à l'immersion.

Mais il peut être indirect, par dépistage sérologique de l'infection, avec l'utilisation de diverses techniques : agglutination, ELISA et immunofluorescence indirecte, méthode de référence recommandée par l'Office International des Epizooties.

Pour que le diagnostic sérologique soit positif, il faut une certaine quantité d'anticorps en circulation, ce qui ne peut se produire que plusieurs mois après l'apparition de l'infection (GRADONI, 2002).

La technique de Polymerase Chain Reaction (PCR) peut être employée, mais elle est surtout utile à la recherche (BOURDOISEAU, 2002a).

Le diagnostic de la leishmaniose canine a une importance pour l'homme, cette maladie est une anthroponose et le chien joue un rôle de sentinelle épidémiologique.

Enfin, le pronostic est très réservé et un traitement ne doit éventuellement être entrepris qu'après réalisation d'un bilan biologique complet. En l'absence de traitement, l'euthanasie est recommandée, car le chien infecté est un réservoir à partir duquel l'homme peut être contaminé.

I.1.2.2- Chez l'homme

Comme cela a été précédemment évoqué, la leishmaniose existe sous deux formes cliniques chez l'homme : les formes cutanées et les formes viscérales.

- Les formes viscérales

Les leishmanioses viscérales humaines, ou kala-azar, maladies très graves, peuvent donner lieu à des épidémies et être à l'origine d'une très forte mortalité. Le premier cas humain de leishmaniose viscérale fut décrit en 1903, en Italie. En France, le premier cas de leishmaniose viscérale humaine, publié en 1918, concernait deux enfants à Nice (DEREURE, 1999).

Classiquement, après une incubation silencieuse qui dure de 1 à 6 mois, apparaissent une fièvre irrégulière, une pâleur extrême, une perte de poids et une splénomégalie très importante (DESJEUX, 2002b).

Mais les formes dissociées sont nombreuses et ces pathologies se présentent sous plusieurs aspects cliniques, en fonction de la localisation géographique. On a décrit la forme méditerranéenne de la leishmaniose viscérale, mais aussi la forme indienne et la forme chinoise que nous ne traiterons pas ici.

Le kala-azar méditerranéen n'apparaît que sous forme de cas sporadiques. Son évolution est lente, l'incubation dure de 1 à 4 mois, le début est insidieux, avec une fièvre modérée, une anorexie et un amaigrissement progressif, accompagnés parfois d'une diarrhée. A la période d'état, la fièvre est anarchique accompagnée d'une baisse notable de l'état général, avec amaigrissement, anémie, essoufflements, pâleur, des œdèmes fugaces de la face et des membres, des souffles cardiaques, une hépatomégalie et une splénomégalie très importante. Au tableau clinique sont associées des perturbations métaboliques, particulièrement marquées par une anémie normochrome dégénérative, une leucopénie et une thrombopénie (MALOSSE, 2003).

En l'absence de traitement, cette pathologie entraîne inexorablement, en quelques mois, le décès du malade dans un tableau clinique associant une cachexie, de l'ascite, des hémorragies, une agranulocytose terminale et un coma.

En cas de rétablissement, les patients peuvent développer une leishmaniose cutanée chronique appelée leishmaniose dermique post-kala-azar, impliquant un traitement long et coûteux (DESJEUX, 2002b).

- Les formes cutanées

Ces formes cutanées sont habituellement bénignes et guérissent spontanément.

Les leishmanioses cutanées présentent un large spectre de formes cliniques, du simple ulcère cutané à la maladie cutanéomuqueuse, dont les lésions localisées au niveau des muqueuses produisent des mutilations sévères. Une autre forme, la leishmaniose cutanée diffuse, se produit chez les individus dont l'immunité à médiation cellulaire est déficiente. Elle provoque des lésions nodulaires, semblables à celles de la lèpre

lépromateuse, qui ne guérissent jamais spontanément et récidivent dans la plupart des cas à l'arrêt du traitement (DESJEUX, 2002b).

Les leishmanioses cutanées se caractérisent par leur forte morbidité. Actuellement, on estime leur incidence annuelle mondiale à 1,5 millions.

- Diagnostic

Le diagnostic repose sur la clinique et l'épidémiologie. Le diagnostic de laboratoire fait appel à la détection des anticorps spécifiques. L'utilisation de l'immunoblot, technique la plus sensible et la plus spécifique disponible, s'impose. Dans certaines conditions épidémiologiques, il peut être associé à un ELISA permettant l'identification des anticorps. Les tests d'immunité cellulaire peuvent compléter utilement les informations fournies par la sérologie ; cet apport est variable selon la zone d'endémie et la situation épidémiologique (MARY, 2002).

I.1.3- Traitement

I.1.3.1- Chez l'animal

Pour le propriétaire de chien et son vétérinaire, le succès du traitement correspond à une rémission clinique. Cette approche est recevable dans les régions où la maladie ne peut se transmettre, faute de phlébotomes, notamment en Europe du Nord où ont été décrits des cas importés de zone d'endémie. Elle est en revanche inacceptable dans les zones de leishmaniose endémique, où la maladie est transmissible à l'homme (BANETH, 2002).

De plus, il faut être conscient que l'utilisation, pour traiter le chien, de molécules utilisées dans le traitement des leishmanioses humaines engendre l'apparition de souches résistantes de parasite, au détriment de l'homme.

Un traitement ne devra être entrepris qu'à bon escient et après un bilan biologique complet pour vérifier que l'état général de l'animal le permette. Il devra toujours être accompagné d'un suivi sérieux de l'animal, clinique, biologique et sérologique, afin de mettre en évidence d'éventuelles rechutes (GROUX, 1999).

Le traitement ne permet, dans la majorité des cas, qu'une guérison clinique momentanée. Il n'entraîne pas l'élimination des parasites et des rechutes ont lieu régulièrement.

Le traitement de choix associe l'antimoniote de méglumine (Glucantime®) et l'allopurinol (Zyloric®).

L'antimoniote de méglumine inhibe les enzymes leishmaniennes impliquées dans la glycolyse et l'oxydation des acides gras (BANETH, 2002).

Il est employé à la posologie de 100 mg/kg, tous les jours, par administration sous-cutanée, pendant 20 à 30 jours. Du fait d'une certaine stibio-intolérance il est conseillé d'utiliser des demi-doses les 3 premiers jours du traitement. Du fait d'une action

possible sur le foie et les reins, une thérapie de soutien sera mise en place par administration de protecteurs hépatiques et de diurétiques.

L'allopurinol est un analogue de la purine, métabolisé par le parasite et incorporé dans son ARN engendrant une désorganisation de l'acide nucléique et l'interruption de la synthèse protéique. La dose leishmaniostatique chez le chien est de 15 mg/ kg, *per os*, 2 fois par jour. Il est employé en cure de 30 jours. Son absence de toxicité relative, son efficacité dans l'amélioration clinique, son faible coût et sa facilité d'administration font qu'il peut être utilisé dès le premier jour, lors de la confirmation diagnostique, même si l'état de l'animal nécessite une thérapie de soutien rénal qui interdit l'administration immédiate d'antimoniote de méglumine.

Ce traitement sera poursuivi par la prise d'allopurinol 1 semaine par mois, à vie, à la posologie de 20 mg/kg. En l'absence de poursuite du traitement, des rechutes apparaissent sur la majorité des chiens dans les mois qui suivent l'arrêt de la chimiothérapie. La poursuite de l'administration d'allopurinol semble limiter la reprise des multiplications parasitaires, d'où l'absence de rechutes. Toutefois, l'allopurinol ne stérilise pas l'animal sur le plan parasitaire, le parasite pouvant être mis en évidence chez des chiens ayant retrouvé un état clinique satisfaisant, et ce plusieurs mois après la poursuite du traitement (BOURDOISEAU, 2000).

Compte tenu de l'insuffisance rénale parfois prononcée, il peut être nécessaire de retarder le traitement spécifique et de privilégier un soutien de cette fonction par des perfusions et l'utilisation de corticoïdes non-retard en vue de diminuer la formation des complexes-immuns et des lésions induites (prednisone à 1 mg/kg *per os* durant 4-5 jours) (BOURDOISEAU, 2002a). Dans certains cas, notamment lors de polyarthrites ou de troubles oculaires, une amélioration clinique peut être obtenue par la mise en place d'une corticothérapie à doses immunosuppressives.

I.1.3.2- Chez l'homme

Le traitement de ces affections est très long et contraignant, il peut nécessiter de fréquentes hospitalisations. De plus, il est dangereux, car les produits efficaces contre les parasites sont toxiques. Enfin, certaines formes cliniques sont bénignes.

Pour toutes ces raisons, l'indication thérapeutique est à discuter en fonction de la forme clinique.

Toutes les formes cutanéomuqueuses des leishmanioses tégumentaires et les leishmanioses viscérales doivent obligatoirement être traitées par chimiothérapie.

Actuellement, trois types de produits peuvent être prescrits :

- des antimoniaux pentavalents, comme l'antimoniote de méglumine (Glucantime®) par voie intramusculaire profonde, en commençant par 15 mg/ kg/ jour, pour atteindre 60 mg/ kg/ jour en 4 jours. Ce traitement dure 10 à 15 jours, la cure doit être suivie d'un arrêt de 4 à 6 semaines, puis une nouvelle cure identique est généralement prescrite. Ces produits peuvent induire de nombreux effets secondaires, à type de stibio-intolérance (fièvre, toux quinteuse coqueluchoïde, tachycardie, myalgies, vomissements, diarrhées, éruptions cutanées, hémorragie) ou à type de stibio-intoxication, avec une atteinte hépato-rénale, cardiaque ou nerveuse. En raison de leur extrême gravité, l'apparition de

ces signes impose l'arrêt immédiat du traitement. De plus une stibio-résistance est possible, primaire lorsque la cure initiale n'est suivie d'aucune amélioration clinique ou parasitologique, secondaire lorsque des rechutes surviennent, malgré un traitement bien suivi.

Ces produits sont utilisés essentiellement dans les pays francophones et en Amérique latine.

- de la diamidine ou iséthionate de pentamidine (Pentacarinat®), par voie intramusculaire profonde ou par voie intraveineuse, à la dose de 3 à 4 mg/ kg, un jour sur deux, pendant au maximum 10 jours. Une seconde cure quelques semaines plus tard peut être nécessaire. Des troubles du métabolisme glucidique, de la fonction rénale, de l'hémogramme ou de l'ECG peuvent apparaître. D'autre part, des cas de pancréatite aiguë ont été décrits.

- de l'amphotéricine B (Fungizone®), en perfusion lente, à la dose de 0,5 à 1 mg/ kg/ jour, un jour sur deux, cette dose doit être atteinte progressivement en commençant par 0,1 mg/ kg/ jour. La toxicité rénale de ce produit ne permet pas de l'utiliser en première intention, on ne le prescrit qu'en cas de résistance aux dérivés stibiés ou chez les sujets immunodéprimés. L'amphotéricine B est un macrolide produit par *Streptomyces nodosus*. C'est avant tout un antifongique, présentant également une activité contre les protozoaires. L'amphotéricine se lie aux stérols, particulièrement dans la membrane cellulaire, modifiant la perméabilité des cellules et permettant la sortie du potassium et d'autres constituants.

Pour les leishmanioses cutanées, le traitement repose sur les mêmes produits, aux mêmes doses, mais avec des durées de traitement variables, car ces formes ne réagissent pas au traitement avec la même constance que les formes viscérales. L'attitude thérapeutique dépend de la localisation, de l'extension et de la multiplicité des lésions. Ainsi, par exemple, pour une affection bénigne comme le bouton d'Orient, on se contente habituellement de traitements locaux occlusifs, de pommade à l'émétine. La cryothérapie, la radiothérapie et la chirurgie sont indiquées, en seconde intention, dans certains cas.

Sous traitement, l'amélioration de l'état général du malade est rapide, la fièvre disparaît en quelques jours, la splénomégalie régresse moins rapidement, les tests biologiques se normalisent également moins vite. Il est à noter que chez les sujets infectés par les virus H.I.V., ce traitement est généralement inefficace ou actif de façon très temporaire.

En raison de la toxicité importante des produits classiquement utilisés pour traiter les leishmanioses, de leur relative inefficacité contre les formes amastigotes du parasite, de l'apparition de résistances et de l'intérêt croissant pour ces maladies, de nombreuses tentatives sont réalisées depuis une dizaine d'années, afin de proposer d'autres traitements efficaces et non dangereux. Par exemple, l'association itraconazole (Sporanox®)-allopurinol (Allopurinol MSD®) a été utilisée pour traiter des cas de leishmaniose viscérale. L'efficacité de la terbinafine (Lamisil®), à raison de 250 à 400 mg/ jour pendant 4 semaines, a également été testée (MALOSSE, 2003).

I.1.4- Prophylaxie

Parmi les options envisagées pour le contrôle de la leishmaniose canine, l'abattage de tous les chiens infectés est moins efficace pour réduire l'incidence de l'infection que la vaccination, si elle devenait un jour possible, ou encore que la pulvérisation d'insecticides dans les foyers où le vecteur phlébotome se situe près des zones habitées. Ce n'est pas le cas des régions méditerranéennes, dans lesquelles les vecteurs *P. ariasi* et *P. perniciosus* sont principalement exophages et exophiles, rendant inefficace la pulvérisation d'insecticides dans les habitations (DYE, 1996).

L'éradication totale des leishmanioses semble impossible, en raison de l'importance du réservoir animal et de l'existence d'un réservoir sauvage échappant totalement au contrôle de l'homme.

De plus, l'élimination de tous les chiens infectés est inenvisageable et la prophylaxie au sein du réservoir domestique reste très limitée.

On peut diminuer l'incidence de cette affection par son dépistage précoce et son traitement lorsque l'homme est le principal réservoir de parasites comme c'est le cas dans les foyers tertiaires.

La leishmaniose cutanée fait partie avec le choléra, la fièvre jaune et les fièvres hémorragiques africaines, la peste et le typhus exanthématique, des maladies du deuxième groupe, c'est-à-dire des maladies très rares, mais très graves et/ ou très contagieuses qui nécessitent une notification immédiate, dans le cadre de mesures nationales ou internationales exceptionnelles, une expertise dans un centre de référence et, suivant les cas, une notification à l'OMS.

La prophylaxie des leishmanioses se limite à la lutte contre les insectes vecteurs par l'emploi dans les maisons et les alentours d'insecticides de contact à activité rémanente. Les moustiquaires sont en général inefficaces contre les phlébotomes.

Enfin, il n'existe pas de vaccin humain efficace contre les leishmanies. Des vaccins utilisant la forme amastigote d'une souche vivante de *L. major* inactivée par irradiation gamma sont testés, tout comme l'efficacité de vaccins synthétiques fabriqués à partir d'une glycoprotéine de surface du parasite.

Conclusion

La leishmaniose viscérale à *L. infantum* est une maladie extrêmement grave pour l'homme, d'autant plus que les traitements actuels sont très toxiques et ne permettent pas une guérison parasitaire.

En France, cette anthroponose est de plus en plus fréquente chez le chien. Cette augmentation du nombre de cas est due à l'accroissement de la population canine et à l'avancée de l'aire de répartition du vecteur.

L'importance de la leishmaniose canine, autant liée à sa fréquence qu'à la gravité des symptômes dans les formes cliniques, dépasse l'intérêt strictement vétérinaire.

L'enjeu en terme de santé publique est que le chien représente le réservoir de parasites pour l'homme. Ainsi, les tentatives de contrôle de la leishmaniose canine visent à réduire les risques d'infestation de l'homme, plutôt qu'à simplement protéger les chiens.

C'est pourquoi l'épidémiologie et la prévention de la leishmaniose canine s'avèrent nécessaires.

I.2- La situation dans les effectifs canins militaires

I.2.1- Données épidémiologiques

La surveillance épidémiologique de la leishmaniose canine dans les armées repose sur la déclaration des cas cliniques et la réalisation d'enquêtes de séroprévalence (DAVOUST, 1994).

La première enquête de séroprévalence a été menée en 1984 dans les effectifs canins militaires du Sud-Est méditerranéen (Toulon, Hyères, Nice, Istres, Aix-en-Provence, Miramas, Nîmes, Tarascon, Corse). La totalité de la population de chiens militaires testée (n=419) était indemne.

Dans les années qui suivirent, la création de chenils dans des zones à risque a été à l'origine de l'apparition de cas en milieu militaire à Marseille, Nîmes, Toulon, Saint-Mandrier et en Corse. Ainsi, en 1993, la séroprévalence globale de la leishmaniose canine s'est élevée à 9% (31 cas sur 352) dans les effectifs de chiens militaires du Sud-Est de la France.

La leishmaniose canine atteint essentiellement des animaux stationnés en région méditerranéenne. Bien qu'il y ait des chiens des armées et de la gendarmerie sous toutes les latitudes (Pacifique, Océan Indien, Afrique, Amérique du Sud, Antilles...), ceux-ci ne semblent pas atteints par la leishmaniose sauf dans les Balkans (DAVOUST, communication personnelle).

Ces chiens vivant à l'extérieur sont plus souvent piqués par des phlébotomes que les chiens vivant à l'intérieur.

Dans les chenils militaires, la leishmaniose a été et demeure à l'origine de cas asymptomatiques et de cas cliniques quelquefois graves. Ainsi, entre 1986 et 1993, 17 chiens atteints de leishmaniose ont dû être euthanasiés.

Des foyers d'endémie leishmanienne, avec des cas sporadiques, sont situés dans les Bouches du Rhône, le Gard, le Var, les Alpes Maritimes et la Corse. Dans les années 80, il existait deux foyers où la leishmaniose est enzootique : le Camp de Ste Marthe (Marseille) et la base aéronavale de St Mandrier (Var) (DAVOUST, 1994).

En 2001, une enquête de séroprévalence exhaustive a été réalisée sur 310 chiens militaires répartis dans 56 chenils du Sud-Est méditerranéen. La séroprévalence globale était de 2,9% (9/310). Six chiens séropositifs ont présenté des signes cliniques de la maladie et trois chiens étaient asymptomatiques (DAVOUST, communication personnelle).

I.2.2- Méthodes de lutte dans les effectifs canins militaires

Comme nous l'avons précédemment évoqué, la leishmaniose canine est une maladie grave. C'est une zoonose majeure qui pose de réels problèmes en terme de santé publique. En terme de santé animale, la gravité des symptômes peut conduire à l'euthanasie des chiens infectés. Cela représente un coût à la fois financier et humain. Ainsi, la formation d'un chien de recherche d'explosifs peut durer jusqu'à douze mois (armée de terre) et est estimée à 35 000 euros.

La mise en place de mesures prophylactiques efficaces s'avère donc une nécessité dans les effectifs canins militaires. Les principales mesures sont les suivantes :

- tous les chiens introduits dans les effectifs canins militaires subissent un dépistage sérologique systématique et sont indemnes de leishmaniose lors de leur incorporation ;

- des enquêtes sérologiques annuelles sont réalisées dans l'ensemble de l'effectif canin militaire situés dans les départements des Pyrénées-Orientales, Aude, Aveyron, Hérault, Gard, Bouches-du-Rhône, Vaucluse, Var, Alpes-Maritimes, Corse du Sud, Haute-Corse. Ces enquêtes sont réalisées chaque année à la même période. Le diagnostic sérologique se fait par immunofluorescence indirecte. Les résultats de la sérologie (titre IFI) permettent de distinguer des chiens faiblement séropositifs (1/100 et 1/200), moyennement séropositifs (1/400 et 1/800) et fortement séropositifs (supérieur ou égal au 1/1600) (DAVOUST, communication personnelle).

Les chiens sérologiquement douteux font l'objet d'un second contrôle (DAVOUST, 1994) ;

- les chiens infectés (malades ou asymptomatiques) sont soit traités, soit euthanasiés. La décision est prise, en l'absence de disposition réglementaire en matière de conduite à tenir devant un cas de leishmaniose canine clinique, au cas par cas et en fonction de critères cliniques, épidémiologiques et cynotechniques (DAVOUST, 1994).

Les médecins de santé publique ne demandent pas l'euthanasie des chiens infectés. Le vétérinaire a le devoir de les traiter. Les chiens gravement atteints doivent être euthanasiés (DAVOUST, communication personnelle).

Si la décision est prise de traiter le chien, le traitement type (Glucantime®-Zyloric®) pourra être substitué par l'emploi du métronidazole à la posologie de 25mg/kg, *per os*, une fois par jour pendant 90 jours (DAVOUST, communication personnelle).

Les chiens traités seront suivis tous les six mois par la réalisation d'un bilan clinique et biologique complet (hématologique, biochimique, sérologique et parasitologique).

Les traitements sont long et coûteux mais ils sont de plus en plus efficaces. Un chien traité présente peu de risque pour l'homme. En effet, le dépistage préventif de la leishmaniose canine dans les armées conduit le plus souvent le vétérinaire à traiter des animaux simplement suspects d'être porteurs (chiens asymptomatiques et faiblement séropositifs). Pour la plupart de ces animaux, une séronégativité est observée après traitement (DAVOUST, communication personnelle) ;

- pour la protection contre les phlébotomes, l'emploi de collier imprégné de deltaméthrine est indiqué à partir de mi-avril pour tous les chiens militaires du pourtour méditerranéen ;
- de même, les chenils les plus exposés devront être traités fin avril par pulvérisation avec de la deltaméthrine ;
- enfin, la plantation de bougainvilliers (*Bougainvillea glaba*) dans les chenils exposés est recommandée puisque l'activité répulsive de cet arbre vis-à-vis des phlébotomes a été montrée.

L'application systématique et à bon escient de ces mesures doit permettre de contrôler la progression de la leishmaniose au sein des effectifs canins militaires (DAVOUST, 1994).

II- Deltaméthrine dans la prévention de la leishmaniose

La prophylaxie pour prévenir la leishmaniose canine reste très limitée du fait de l'absence de vaccination et de l'impossibilité de réaliser, dans le milieu extérieur, une lutte chimique visant à détruire le vecteur.

La limitation des piqûres de phlébotomes par l'emploi de molécules, pour l'essentiel des pyréthrinoïdes, fait partie des mesures indiquées.

Ainsi, parmi l'ensemble des dispositions mises en place dans les effectifs canins militaires du Sud-Est, un collier contenant de la deltaméthrine est utilisé.

II.1- Structure-classification

Les pyréthrinoïdes sont des composés de synthèse qui dérivent d'une molécule naturelle d'origine végétale : la pyréthrine. Les effets insecticides de la poudre du chrysanthème sont connus depuis l'antiquité. Les composés naturels sont des esters formés de la réaction d'un acide avec un alcool. Ils sont peu toxiques envers les mammifères, mais très instables à la lumière. Les chimistes ont travaillé pour améliorer les performances insecticides des composés naturels, et surtout pour augmenter leur photostabilité, tout en conservant leur faible toxicité pour les mammifères (FEVE, 1992).

Les recherches ont aboutis à deux générations de pyréthrinoïde. Les composés de la première génération sont peu utilisés, car instables. Parmi les composés de synthèse de la seconde génération, photostables, on distingue la perméthrine, la cyperméthrine, la deltaméthrine et le fenvalerate.

Ces composés sont classés selon leurs effets sur les insectes (type I ou II) et sur les mammifères (type T ou Cs). Ainsi, on distingue les composés de type I ou T, non cyanés, comme la perméthrine et la cyperméthrine, des composés de type II ou Cs, cyanés, comme la deltaméthrine et le fenvalerate.

Le type I correspond chez l'insecte à un effet de mortalité, ou killing,

Le type II correspond chez l'insecte à un effet d'abattage, ou knock- down,

Le type T se traduit chez les mammifères par des tremblements,

Le type Cs se traduit chez les mammifères par de la choréo-athétose, des troubles du système nerveux, des tremblements et une augmentation de la fréquence respiratoire.

La chorée correspond à des contractions cloniques, l'athétose à des mouvements involontaires et incoordonnés, de grande amplitude, touchant l'extrémité des membres et la face (JAUSSAUD, 2001).

La deltaméthrine, synthétisée en 1974 par ELLIOTT et ses collaborateurs, est désignée par les chimistes sous le nom de : (1*R*, 3*R*)-3 (2,2-dibromovinyl)-2,2-diméthylcyclopropane carboxylate de (*S*)- α -cyano-3-phénoxybenzyle.

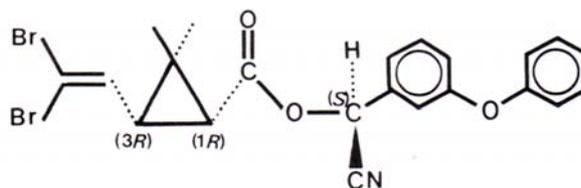


Figure 18 : Structure de la deltaméthrine
(TESSIER, 1982)

Sa formule chimique est la suivante : $C_{22}H_{19}Br_2NO_3$.

Son poids moléculaire est de : 505,22 g.

Cette structure possède trois carbones asymétriques soient huit stéréoisomères. Parmi les huit stéréoisomères existants, les deux seuls produits possédant une activité insecticide sont la deltaméthrine et, dans une moindre mesure, son diastéréoisomère (1*R*, 3*S*), α *S* ou (1*R*)- *trans*, α *S*.

L'isomère le plus actif, la deltaméthrine, est obtenu par synthèse stéréospécifique, dont nous ne rappelons ici que les principales étapes :

- synthèse de l'acide *dl-trans* chrysanthémique,
- synthèse de la copule alcoolique,
- estérification (TESSIER, 1982).

Il existe une étroite relation entre la configuration spatiale et l'activité biologique. L'activité des pyréthriinoïdes est totalement dépendante de l'intégrité de la liaison ester. Ces molécules flexibles doivent adopter une conformation spatiale optimale qui permettra aux sites actifs de la molécule d'entrer en contact avec les sites membranaires sensibles des axones de l'insecte (POTIER, 1989).

II.2- Propriétés physico-chimiques

La deltaméthrine est un solide blanc, faiblement volatile, qui s'obtient facilement à un haut degré de pureté par simple cristallisation de ses solutions, par exemple de l'isopropanol.

Son point de fusion instantané est de 101-102°C (banc Koeffler).

La deltaméthrine possède une exceptionnelle stabilité thermique qui se traduit par une absence de dégradation à 100°C pendant 24 heures, cette stabilité thermique ne s'affaiblit qu'au delà de 190°C (TESSIER, 1982).

Elle est peu polaire, ce qui lui confère une faible solubilité dans l'eau et dans les autres solvants hydroxylés. C'est un composé très lipophile.

Les fonctions présentes sur la molécule de deltaméthrine : halogène, double liaison, fonction ester, groupe nitrile, sommet benzylique, constituent autant de points d'attaque possibles de la structure par des réactifs variés :

- fonction ester : très stable en milieu acide, saponifiable en milieu alcalin,
- fonction benzylique : racémisation en milieu alcalin,
- fonction nitrile : addition (acide sulfhydrique, cystéine),
- fonction éthylénique : fixation d'halogène (chlore...).

Comme les composés de synthèse de la seconde génération, elle présente une meilleure photostabilité que les pyréthrinoïdes de la première génération et que les pyréthrines (JAUSSAUD, 2001).

II.3- Pharmacocinétique

II.3.1- Pénétration

Chez l'insecte, la pénétration de la deltaméthrine se fait par voie orale ou cuticulaire. La deltaméthrine se dissout dans la couche cireuse externe de la cuticule avant de se répartir au sein des couches profondes.

Selon Noble-Nesbitt (1970), la pénétration tégumentaire s'effectue aussi bien au travers des canalicules cireux qui forment un réseau anastomosé au sein de la cuticule que par des revêtements trachéens aisément accessibles par les spiracles. Selon Carle (1985), elle se produit par migration latérale cuticulaire puis descente par voie lipidique dans les revêtements trachéens (CHALVET- MONFRAY, 1996).

La vitesse de pénétration dépend de l'isomère considéré ainsi que de l'insecte. La pénétration n'est pas toujours complète, une partie du toxique reste fixée de manière irréversible à la cuticule.

Selon Lagadic (1993), les phénomènes de pénétration ne suivent pas une cinétique simple. Dans la majorité des cas, la pénétration est biphasique. Schématiquement, la pénétration est rapide dans une première phase et lente dans une seconde phase (CHALVET- MONFRAY, 1996).

II.3.2- Distribution et diffusion

Après pénétration, le transit et la distribution dans l'organisme de l'insecte s'effectuent par l'hémolymph, pour laquelle la deltaméthrine présente peu d'affinité. La deltaméthrine s'accumule particulièrement dans les zones lipophiles comme la corde nerveuse ou les corps gras. Par ailleurs, la deltaméthrine s'accumule préférentiellement dans les cellules par rapport au milieu extracellulaire, et une partie se fixe de manière non-covalente aux protéines, tandis que l'autre est localisée dans les structures lipidiques (CHALVET- MONFRAY, 1996).

Chez les mammifères, la deltaméthrine administrée par voie orale se retrouve principalement dans les graisses, la peau et l'estomac (HERVE, 1982).

II.3.3- Activité et utilisation thérapeutique

La deltaméthrine est un insecticide lipophile puissant qui diffuse sur l'ensemble du tégument et du pelage du chien.

Les pyréthriinoïdes, par action sur les neurorécepteurs sensoriels, provoquent d'abord un réflexe de fuite en éloignant les insectes volants : c'est l'effet répulsif (HERVE, 1982). Si l'insecte reste en contact avec l'antiparasitaire, il va en subir les effets toxiques.

Lors de l'intoxication d'un insecte par la deltaméthrine, on assiste en premier lieu à une phase d'agitation intense de l'insecte, suivie très rapidement d'une paralysie générale. Cette phase d'arrêt complet d'activité peut présenter elle-même deux stades :

- ou bien l'insecte recouvre, après quelques dizaines de minutes, la faculté de se mouvoir,
- ou il meurt.

Cette particularités des produits de la famille des pyréthriinoïdes est de présenter, selon les molécules, mais aussi selon la dose utilisée, un effet d'abattage ou knock-down ou un effet de mortalité ou killing (HERVE, 1982).

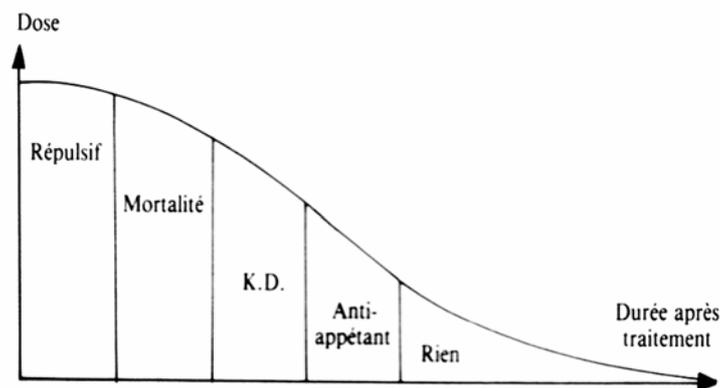


Figure 19 : Effets toxiques de la deltaméthrine en fonction de la dose et du temps
(HERVE, 1982)

La nature des symptômes constatés lors d'intoxication par les insecticides pyréthrinoïdes fait penser que ces composés agissent sur le système nerveux.

La deltaméthrine pénètre rapidement par contact, grâce à son caractère lipophile, à travers la cuticule des insectes, et va se situer dans les structures membranaires de leur tissu nerveux, sur lequel elle va avoir une action neurotoxique.

Les insectes peuvent aussi se contaminer abondamment par les chimiorécepteurs des tarsi (FEVE, 1992).

L'action de la deltaméthrine modifie les conductances sodique et potassique. Elle agit préférentiellement sur les canaux ioniques sodiques dépendant du voltage des membranes, au niveau de l'axone, en se fixant sur la porte h du canal (celle donnant sur le milieu extracellulaire), lorsque celle-ci est en position ouverte, ralentissant sa fermeture.

Elle induit donc le prolongement de l'ouverture des canaux sodiques, soit une augmentation du flux d'entrée d'ion sodium dans la cellule, ce qui se traduit par un prolongement de la phase de dépolarisation du potentiel d'action qui peut entraîner l'apparition d'une activité électrique répétitive.

L'activité électrique répétitive va produire une libération intensive de neurotransmetteurs musculaires, d'où l'effet de contracture permanente observé chez les insectes dans la première phase d'intoxication, puis va bloquer par la suite la conduction nerveuse (HERVE, 1982) (CHALVET- MONFRAY, 1996).

Elle agit également au niveau des récepteurs synaptiques en activant les récepteurs à l'acétylcholine et en inhibant les récepteurs GABA-ergiques (JAUSSAUD, 2001).

Il semble que l'effet d'excitation, suivi de l'effet knock-down soit principalement produit par l'effet précoce du pyréthrinoïde sur le système nerveux périphérique, mais cet effet ne paraît pas être, à lui seul, la cause de la mortalité (HERVE, 1982).

Une hypothèse pour expliquer l'effet létal des pyréthrinoïdes a été proposée par Samaranayaka- Ramasamy (1978) et reprise par Lund (1986). Selon eux, l'action de la deltaméthrine sur les protéines-kinases provoquerait une libération non-sélective de neuromédiateurs qui normalement contrôlent de nombreux processus physiologiquement importants. Cette perturbation dans le système neurosécréteur produisant divers changements comportementaux et physiques conduirait à une désorganisation des mécanismes homéostatiques. Cette désorganisation serait suivie par une altération significative de la composition du milieu intérieur qui ne serait plus alors compatible avec l'intégrité cellulaire et conduirait finalement à la mort (CHALVET-MONFRAY, 1996).

Cet effet toxique est utilisé, entre autres, dans la lutte contre les arthropodes vecteurs d'agents pathogènes.

II.3.4- Biotransformation

Les études les plus complètes sur les voies métaboliques de la deltaméthrine ont été effectuées chez les rongeurs. La molécule se dégrade rapidement, principalement par hydrolyse de la fonction ester, oxydation, puis conjugaison. Ces biotransformations se font par des mécanismes enzymatiques.

II.3.5- Elimination

Des études de la biodégradation de la deltaméthrine ont été réalisées *in vivo*, chez le rat et la souris par Ruzzo et ses collaborateurs. Elle montre que l'élimination de la deltaméthrine ou de ses métabolites, dans les urines et les fèces, est rapide. La deltaméthrine ne persiste pas dans l'organisme.

II.4- Efficacité antiparasitaire préventive

Parmi les différentes formes galéniques contenant de la deltaméthrine, il existe des colliers, des shampoings et des sprays. Dans le cadre de notre étude, nous nous intéresserons uniquement au collier.

L'activité d'un collier (Scalibor®, laboratoire Intervet) utilisé pour la protection des chiens contre les vecteurs de la leishmaniose a été étudiée.

Pour mesurer l'effet létal et l'effet anti-gorgement de ce collier sur *Phlebotomus perniciosus*, une étude a été réalisée dans les Cévennes sur sept chiens de race Beagle pendant 34 semaines.

Deux lots de chiens ont été périodiquement anesthésiés, puis exposés pendant deux heures dans une moustiquaire à la piquûre de centaines de femelles phlébotomes provenant d'une colonie de *P. perniciosus* élevée en laboratoire.

Cinq chiens porteurs de colliers en PVC imprégnés de 0,8 gramme de deltaméthrine constituait le premier lot, deux chiens témoins, ne portant pas le collier, le second lot.

Il y a eu huit expositions au total, au cours de ces 34 semaines, toutes se sont déroulées dans l'obscurité, après la tombée du jour.

Les résultats de cette étude indiquent que 75 femelles phlébotomes ont été retrouvées gorgées sur les chiens portant le collier contre 1911 sur les chiens sans collier, alors que tous les chiens avaient été mis en présence de 3000 moustiques en moyenne. Le collier en PVC imprégné de deltaméthrine a protégé les chiens de 96% des piquûres de phlébotomes (effet anti-gorgement).

En outre, le taux de mortalité des femelles phlébotomes est significativement plus important lorsque ces dernières sont mises en présence de chiens portant le collier (KILLICK- KENDRICK, 1997).

Ces résultats ont été confirmés par une étude similaire réalisée en Espagne. Les résultats indiquent un effet anti-gorgement de 91,5%. Des colliers placebo ont été utilisés pour les chiens témoins de cette étude, permettant de conclure que la protection est due au pyréthriinoïde et non pas à l'excipient triphényl phosphate du collier (LUCIENTES, 1999).

Semaines après la pose du collier	Effet antigorgement (%) (Killick-Kendrick)	Effet antigorgeme
-----------------------------------	---	-------------------

D'autres essais ont été réalisés afin de déterminer un éventuel effet protecteur du collier contre d'autres vecteurs de la leishmaniose.

Ainsi, une expérience réalisée en Iran sur sept chiens a révélé que huit jours après la mise en place du collier au cou des chiens, le collier s'est avéré les protéger de 80% des piqûres de femelle *P. papatasi*, vecteur de *L. major*, agent des leishmanioses cutanées de l'ancien monde. L'étude n'a pas mis en évidence d'effet létal du collier contre *P. papatasi* (HALBIG, 2000).

Une autre étude réalisée sur sept chiens au Brésil pendant 35 semaines a révélée un effet anti-gorgement de 96% contre *Lutzomyia longipalpis*, vecteur reconnu de *L. chagasi*, connu sous le nom de *L. infantum* dans le pourtour méditerranéen, agent responsable de la leishmaniose viscérale en Amérique latine, et *Lutzomyia migonei*, vecteur probable de *L. brasiliensis*, agent causal des leishmanioses cutanéomuqueuses du continent américain (DAVID, 2001).

Au vu de ces résultats, il apparaît que ce collier réduit les contacts entre le vecteur (phlébotome) et le réservoir (chien). On peut donc supposer que le port du collier a des conséquences sur la prévalence de la leishmaniose du chien.

Une étude de terrain consistant à évaluer l'efficacité du collier dans le contrôle de la transmission de la leishmaniose canine dans un foyer très endémique de l'Italie du Sud a été réalisée. Durant deux saisons consécutives de transmission (juin-octobre 1998 et 1999), les colliers furent posés sur 70% de la population canine de San Sebastiano al Vesuvio, estimée à 500 chiens. Un groupe de chiens provenant de quatre villes voisines ont servi de témoins négatifs à cet essai. La prévalence des chiens séropositifs est à peu près la même dans ces cinq villes.

A la fin de chaque période de transmission, les taux de séroconversion sur chaque groupe de chiens séronégatifs en début de saison ont été déterminés.

Les résultats obtenus suggèrent que l'impact d'une utilisation massive du collier est négligeable lorsque la transmission est faible, mais peut être élevé lorsque la transmission est forte (MAROLI, 2001).

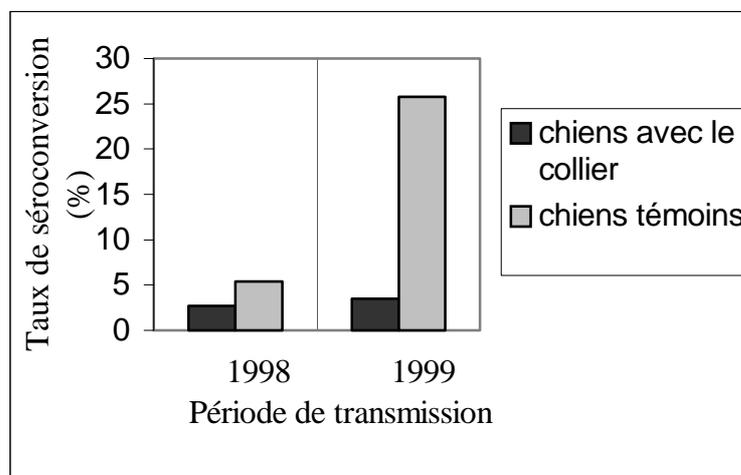


Tableau II : Protection contre la leishmaniose à l'aide du collier

Enfin, une autre étude de terrain dont l'objectif est, cette fois, d'évaluer l'impact du collier dans le contrôle de la maladie humaine est en cours de réalisation au Brésil.

D'après ces études, l'utilisation d'un collier contenant de la deltaméthrine est efficace dans la prévention des leishmanioses. Toutefois cette mesure est limitée, car le collier n'assure pas une protection totale et il suffit d'une seule piqûre pour être infecté.

II.5- Toxicité, effets secondaires

Un traitement trop long, trop concentré, le léchage après un traitement cutané, l'ingestion d'un collier contenant de la deltaméthrine, la répétition du traitement peuvent être à l'origine d'une intoxication du chien. La multiplication de traitements antiparasitaires à base de pyréthriinoïdes peut également aboutir à un surdosage et à un effet toxique sur l'animal.

Le délai d'apparition des symptômes dépend de la voie d'absorption. Si l'absorption est orale, les troubles apparaissent généralement en moins de quelques heures, si elle est cutanée, entre quelques heures et 48 heures, par inhalation, il ne faut que quelques secondes à quelques minutes pour voir apparaître les premiers symptômes d'une intoxication.

Les symptômes observés sont nerveux et se traduisent par des troubles du comportement, de l'agitation, des tremblements, une myoclonie et des convulsions. Ils peuvent être également digestifs, avec dans ce cas de l'hypersalivation et des vomissements (JAUSSAUD, 2001). Ces symptômes peuvent perdurer de quelques minutes à 48 heures.

Le diazépam est utilisé comme traitement, mais reste peu efficace. En cas de convulsions, l'animal devra être anesthésié, car le risque d'anoxie cérébrale est présent.

Enfin, par toxicité aiguë sur la souris (voie intrapéritonéale), Ruzzo et ses collaborateurs ont établi, en 1977, que les produits issus de la photolyse de la deltaméthrine dans des conditions normales d'irradiation solaire, sont globalement moins toxiques qu'elle (TESSIER, 1982).

Troisième partie

Etude expérimentale

La mise en place de mesures prophylactiques afin de prévenir l'apparition de la leishmaniose chez le chien est nécessaire. Une de ces mesures consiste à faire porter aux chiens se trouvant en région d'enzootie un collier qui diffuse un insecticide pyréthrianoïde, la deltaméthrine, ayant un effet répulsif vis-à-vis du phlébotome vecteur de *Leishmania infantum*.

Selon le dossier d'AMM, ce collier est contre-indiqué chez les chiots de moins de 7 semaines par précaution et il reste efficace même quand le chien est mouillé.

En ce qui concerne les chiens militaires et de la gendarmerie, il a été rendu obligatoire que les chiens en service dans le Sud-Est méditerranéen soient munis d'un tel collier. Les chiens le portent du 15 avril jusqu'au 15 octobre (DAVOUST, communication personnelle). Si l'hiver est doux, le collier est mis à disposition des maîtres-chiens avant le 15 avril. D'autre part, ce collier est systématiquement posé une semaine avant leur départ, aux chiens partant en opérations extérieures dans des pays où la maladie est présente (Balkans par exemple).

La plupart des chiens militaires sont utilisés en fonction de leurs capacités olfactives, or, la défaillance d'une équipe cynophile (chien et conducteur) a des conséquences sur la mission.

Il nous a semblé utile d'évaluer les conséquences éventuelles du port de ce collier imprégné de deltaméthrine sur les performances olfactives du chien. Celles-ci peuvent être dues :

- soit à l'existence d'une éventuelle toxicité de la deltaméthrine sur les cellules réceptrices de la muqueuse nasale (aucune étude n'ayant été réalisée pour déterminer celle-ci, car il est très délicat d'isoler ces cellules chez le chien),
- soit par compétition au niveau des récepteurs olfactifs de la muqueuse nasale entre la deltaméthrine et les molécules composant explosifs et stupéfiants,
- soit par diffusion d'effluves parasites qui affecteraient le chien dans sa recherche. Ce dernier point semble infirmé par les données en notre possession sur le pouvoir de discrimination de l'odorat du chien et par le dossier technique du collier fourni par le laboratoire,
- enfin, le collier pourrait indirectement diminuer les performances du chien en gênant ce dernier par irritation cutanée au niveau de l'encolure.

I- Matériels et méthodes

I.1- Matériels

I.1.1- Chiens

Tous les chiens visés par cette étude sont des chiens militaires. Les forces armées possèdent de nombreux chiens de détection, et pour des raisons pratiques, il nous a été plus aisé de pouvoir réaliser ce travail dans cette population canine. D'autre part, le professionnalisme, la rigueur et le sérieux des spécialistes militaires de la cynotechnie uniformisent le dressage et l'évaluation de ces chiens. Ces chiens sont conditionnés à réagir d'une certaine façon à une odeur donnée.

Ces chiens, propriété de l'Etat, sont en service dans la gendarmerie nationale, l'armée de terre, l'armée de l'air, ou la marine nationale.

La population de chiens militaires étudiée est composée de 75 chiens mâles :

- 60 chiens, soit 80%, appartiennent à la race Berger Belge Malinois,
- 9 chiens, soit 12%, appartiennent à la race Berger Allemand,
- 3 chiens, soit 4%, appartiennent à la race Berger Belge Tervueren,
- 1 chien, soit 1,3%, appartient à la race Berger Belge Gronendael,
- 1 chien, soit 1,3%, est Croisé berger,
- 1 chien, soit 1,3%, appartient à la race Labrador

L'âge de ces chiens est compris entre 2 et 10 ans avec une moyenne de 5,12 ans et un écart type de 2 ans.

Notre étude porte sur la population des chiens ayant la spécialité « détection d'explosifs » ou « détection de stupéfiants ». Ces deux spécialités sont celles qui ont le plus de points communs :

- la matière à détecter est inerte,
- la source d'odeur est immobile et a une émission constante,
- le chien quête, et ne piste pas, les effluves dégagés par la matière. Ces dernières sont en suspension dans l'air, et ne sont pas fixées sur le sol.

Ces chiens doivent être en bonne santé. Il est impératif qu'ils ne soient pas traités dans les jours précédents la première évaluation. Pendant toute la durée de l'étude, les chiens ne doivent pas avoir un traitement en cours.

I.1.2- Collier

Le collier utilisé dans cette étude est fabriqué en PVC. C'est le modèle grand chien, qui pèse 25g et renferme 1g de cristaux d'un pyréthrianoïde : la deltaméthrine.

La deltaméthrine est un insecticide puissant qui, de part son pouvoir répulsif sur les arthropodes vecteurs, a un effet protecteur contre la piroplasmose, l'éhrlichiose et la maladie de Lyme, maladies parasitaires transmises par les tiques, et la leishmaniose, transmise par les phlébotomes.

Ce collier est à utiliser seul, car toutes les molécules de la famille des pyréthrianoïdes ont des effets toxiques comparables, ce qui a pour conséquence que l'association de deux molécules puissent avoir un effet cumulatif, et augmenter le risque d'allergie cutanée (INTERVET, 2003).

Par précaution, la deltaméthrine bien que n'ayant pas d'effets toxiques comparables avec les molécules d'autres familles chimiques, il est déconseillé d'utiliser ces molécules pendant la période de port du collier (source : dossier d'AMM).

La libération de la deltaméthrine se fait par dissolution, et non pas par évaporation. La diffusion de ce composé très lipophile se faisant par osmose dans le film lipidique sécrété par les glandes sébacées. Cette dissolution étant facilitée par le frottement du collier sur la peau du chien.

Les expériences réalisées ont montré que cette molécule a une affinité importante pour le triphényl phosphate (TTP) contenu dans le PVC. Ce composé étant spontanément refoulé en périphérie du PVC, la deltaméthrine se retrouve donc à la surface du collier, en contact avec la peau du chien. Dans le sébum, il se produit une migration spontanée de la deltaméthrine aboutissant à un gradient de concentration. Des études ont montré qu'une semaine est nécessaire pour que la deltaméthrine soit retrouvée au niveau de la partie postérieure de l'animal.

Les colliers utilisés dans l'étude font partie du même lot. Pour éviter une altération de leurs propriétés répulsives, leur emballage protecteur doit être intact.

I.2- Méthode

I.2.1- Protocole

Afin d'étudier les conséquences éventuelles du port du collier sur les performances olfactives du chien, un protocole a été mis au point (Annexe I). Ce protocole repose sur la comparaison des résultats des performances transcrites sur un questionnaire reprenant les conditions et résultats de deux évaluations (le chien étant son propre témoin). Les performances évaluées au cours de cette étude se traduisent concrètement sur le terrain par la découverte, plus ou moins rapide, par l'équipe cynophile de la matière recherchée. Enfin, toutes les évaluations ont été réalisées entre le 12 mars et le 15 avril 2003.

Ce questionnaire a été adressé en 186 exemplaires :

- 94 aux maîtres de chiens de détection de stupéfiants,
- 92 aux maîtres de chiens de détection d'explosifs.

Chaque chien est évalué deux fois :

- une première évaluation des performances du chien est réalisée sans le collier,
- ensuite, le collier est ajusté au cou de l'animal sans le serrer, l'excédent de longueur du collier étant coupé en laissant 5 cm après la boucle. Une fois le collier mis autour du cou de l'animal, le chien devra le porter en permanence, au moins jusqu'à la fin de la seconde évaluation,
- une deuxième évaluation du chien avec collier se fait entre le 6^{ème} jour et le 10^{ème} jour inclus après la pose du collier.

Les conditions de cette évaluation devant être les plus proches possibles des conditions de réalisation de la première, afin de limiter au maximum les modifications dues aux facteurs extérieurs.

Ainsi, il est impératif pour la validité du test que le maître-chien et la personne appréciant la performance du chien soient les mêmes pour les deux évaluations.

La nature et le déroulement de l'épreuve devront être similaires entre la première évaluation et la seconde :

- même configuration du lieu dans lequel va évoluer l'équipe cynophile, même terrain,
- même matière à rechercher (nature, conditionnement, quantité),
- il serait souhaitable que la seconde évaluation se fasse dans des conditions météorologiques proches de celles de la première évaluation,
- essayer de respecter les mêmes horaires pour les deux tests. L'idéal serait aussi que les deux tests soient effectués à des horaires éloignés des repas, et que le délai entre le repas du chien et son évaluation soit le même dans les deux tests.

La période de 6 jours minimum entre les deux évaluations doit impérativement être respectée, car bien que la deltaméthrine soit certainement présente avant 6 jours au niveau de la tête, le produit diffusant à partir du cou de l'animal, nous ne disposons pas de données spécifiant à partir de quel moment la deltaméthrine est présente dans le film lipidique cutané au niveau de la région de la truffe . Il est fort probable que ce moment varie d'un animal à l'autre et en fonction des conditions environnementales.

La seule donnée établie par le laboratoire dont nous disposons, est qu'une semaine est nécessaire pour que la deltaméthrine soit retrouvée au niveau de la partie postérieure de l'animal (source : dossier d'AMM). Fixer une date avant 6 jours est donc hasardeux.

Nous avons fixé à 10 jours maximum la période entre les deux évaluations. D'une part, ce délai permet au maître-chien de réaliser la seconde évaluation dans les conditions météorologiques les plus proches de la première, et tient compte des jours fériés et des week-end, d'autre part, des difficultés pratiques rendent impossible la réalisation d'une évaluation après 10 jours.

Afin de mieux pouvoir comparer les résultats entre les deux évaluations, il est nécessaire que ceux-ci soit quantifié et donc que le chien soit évalué sur un exercice qu'il maîtrise parfaitement.

Pour apprécier la performance de l'animal, nous avons choisi deux items très différents l'un de l'autre, « excellent » et « acceptable », afin de simplifier le nombre de notations qui diffèrent d'une unité à l'autre.

La question concernant l'avis du maître-chien sur une possible influence du collier sur l'odorat de l'animal a été rédigée pour pouvoir secondairement étudier si l'avis du maître a un effet sur son appréciation des capacités de son chien lors de la seconde évaluation avec collier. En effet, les réactions du chien sont extrêmement sensibles au comportement du maître. De plus, le maître étant dans la majorité des cas à la fois le conducteur du chien et juge de ses performances, il peut être responsable d'un biais influençant les résultats.

Les performances olfactives des chiens ont donc été évaluées dans les conditions normales d'intervention en exploitant leur conditionnement opérant.

I.2.2- Analyse statistique des résultats

Le test qui va être utilisé pour cette analyse est un test bilatéral : test du χ^2 (khi- deux) qui permet de rejeter ou de confirmer l'hypothèse nulle H_0 selon laquelle au risque α , fixé à 5%, il n'y a pas de différence significative entre les effectifs observés et calculés. On rejette l'hypothèse nulle H_0 , au risque α , si $\chi_c^2 \geq \chi_{\alpha}^2$ (SCHWARTZ, 1994).

$$\chi^2 = \sum_{i,j} \frac{(O_{ij} - C_{ij})^2}{C_{ij}}$$

avec : O_{ij} : effectifs observés
 C_{ij} : effectifs théoriques

II- Résultats

- Concernant la comparaison entre les performances olfactives des chiens évalués sans et avec le collier, les résultats sont les suivants : sur les 75 réponses, 8 indiquent un changement quant à la performance du chien évalué avec ou sans collier et 67 ne rapportent aucune modification.

Le tableau suivant résume la répartition des effectifs observés :

	a		b	
	Résultats	Evaluation sans collier	Evaluation avec collier	Total
x	Excellent	42	36	78
y	Acceptable	33	39	72
	Total	75	75	150

Tableau III : Comparaison entre les performances olfactives des chiens évalués sans et avec le collier (effectifs observés)

On calcule les effectifs théoriques C_{ij} si H_0 est vraie, et on dresse le tableau suivant :

Résultats	Evaluation sans collier	Evaluation avec collier	Total
Excellent	39	39	78
Acceptable	36	36	72
Total	75	75	150

Tableau IV : Comparaison entre les performances olfactives des chiens évalués sans et avec le collier (effectifs calculés)

L'effectif calculé d'une case est obtenu en multipliant les effectifs des marges correspondantes à cette case et en divisant le résultat par le total général.

$$C_{11} = ((ax + ay)(ax + bx)) / (ax + ay + bx + by)$$

On peut alors calculer le χ^2 :

$$\chi_c^2 = 0,96 \text{ (non significatif au risque 5\%)}$$

Ces résultats seront commentés dans la partie discussion.

- Concernant la question « Pensez-vous que ce collier peut avoir une influence sur l'odorat ? », sur les 75 réponses obtenues, on dénombre :

- oui : aucune réponse
- non : 33 réponses, soit 44%
- peut-être : 13 réponses, soit 17,3%
- sans opinion : 29 réponses, soit 38,7%

On peut faire une analyse plus détaillée des réponses obtenues à cette question en essayant de voir si l'avis du maître-chien a un effet sur son appréciation des performances de son chien. Cela permet d'obtenir les tableaux suivants :

- **Tableau V** : Avis du maître-chien: non

Evaluation Appréciation	Sans collier	Avec collier	Total
Excellent	22 (21,5)	21 (21,5)	43
Acceptable	11 (11,5)	12 (11,5)	23
Total	33	33	66

Les effectifs observés et les effectifs calculés sont portés sur le même tableau, les effectifs calculés entre parenthèses.

On peut alors calculer le χ^2 :

$$\chi_c^2 = 0,06 \text{ (non significatif au risque 5\%)}$$

- **Tableau VI** : Avis du maître-chien: peut-être

Evaluation Appréciation	Sans collier	Avec collier	Total
Excellent	8 (7)	6 (7)	14
Acceptable	5 (6)	7 (6)	12
Total	13	13	26

On peut alors calculer le χ^2 : $\chi_c^2 = 0,62$ (non significatif au risque 5%)

- **Tableau VII** : Avis du maître-chien: sans opinion

Evaluation Appréciation	Sans collier	Avec collier	Total
Excellent	12 (10,5)	9 (10,5)	21
Acceptable	17 (18,5)	20 (18,5)	37
Total	29	29	58

On peut alors calculer le χ^2 : $\chi_c^2 = 0,67$ (non significatif au risque 5%)

III- Discussion

- Concernant la comparaison entre les performances olfactives des chiens évalués sans et avec le collier, le test du χ^2 nous donne $\chi_c^2 = 0,96$.

Or, au risque $\alpha = 5\%$, on a $\chi^2_{\text{théorique}} = 3,84$ à 1 ddl (d'après la table du khi deux).

On a par conséquent :

$$\chi_c^2 < \chi^2_{\text{théorique}}$$

On n'a pas mis pas en évidence, dans cette étude, de différence significative entre la performance olfactive des chiens avec ou sans le collier.

En observant les résultats portés sur le questionnaire, on constate 8 modifications des performances. Parmi ces 8 chiens :

- 7 chiens évalués initialement excellents voient leur performance évaluée avec le collier comme étant acceptable. Deux des maîtres-chiens ont signalé une gêne dans le travail de leur chien due, selon eux, au port du collier.

- 1 chien, dont la performance sans port du collier était évaluée comme acceptable, a vu cette dernière qualifiée d'excellente lors de l'évaluation avec collier. Mais son maître-chien l'avait jugé « débordant de motivation, un peu brouillon dans sa recherche » pour la première évaluation sans collier, ce qu'il attribue à 12 jours sans travail (maître-chien en permission). Pour la deuxième évaluation, le maître-chien indique : « aucune difficulté rencontrée. Les entraînements dans la période de référence ont été réalisés sans aucun changement d'attitude du chien ».

- Concernant une éventuelle relation entre l'avis du maître-chien et son appréciation des performances olfactives de son chien, les différents tests du χ^2 nous donnent :

$$\chi_c^2 = 0,06$$

$$\chi_c^2 = 0,62$$

$$\chi_c^2 = 0,67$$

Or, au risque $\alpha = 5\%$, on a $\chi^2_{\text{théorique}} = 3,84$ à 1 ddl (d'après la table du khi deux).

On a par conséquent :

$$\chi_c^2 < \chi^2_{\text{théorique}}$$

On n'a pas mis pas en évidence, dans cette étude, de différence significative entre la performance olfactive des chiens avec ou sans le collier, et ce, quelque soit l'avis du maître-chien quant à l'éventuelle influence de ce collier sur les performances olfactives de son chien.

IV- Limites de l'étude

L'objectif était d'évaluer les répercussions du port d'un collier anti-parasitaire, dont l'efficacité dans la prévention de la leishmaniose a été prouvée, sur les performances olfactives des chiens militaires.

L'évaluation de la fonction olfactive est très délicate, car si la perte de l'odorat peut être facilement mise en évidence, une diminution est par contre plus difficilement quantifiable. Cela aurait pu être réalisé avec un olfactomètre, cet appareil émettant une dilution gazeuse contrôlée et permettant d'étudier quantitativement la sensibilité olfactive du chien pour un corps odorant donné.

L'olfactométrie nécessite que l'expérimentateur sache déterminer avec précision la concentration en molécules odorantes de l'air délivré par l'olfactomètre, et que le chien soit dressé à réagir d'une certaine façon à une odeur donnée.

L'enregistrement des réponses repose principalement sur des méthodes basées sur le comportement inné, sur le conditionnement (opérant et classique) et sur les techniques électrophysiologiques (HIRANO, 2000) (MYERS, 1991) (MYERS, 1985).

Les réponses enregistrées sont représentées soit par des réactions spontanées d'attraction ou de répulsion, on parle d'olfactométrie subjective, soit par des réactions conditionnées, soit par l'enregistrement de divers réflexes végétatifs mis en jeu par la perception des odeurs (réflexes olfacto-pupillaire, olfacto-tentationnel, olfacto-cardiaque...), on parle alors d'olfactométrie semi-objective. La réponse peut également être enregistrée à l'aide d'un électroencéphalographe ou d'une électro-olfactographe, on parle dans les deux cas d'olfactométrie objective. Néanmoins, ces deux dernières méthodes plus objectives demandent une anesthésie et un équipement plus important. Pour des raisons pratiques, il a été impossible d'utiliser l'olfactométrie.

IV.1- Concernant le choix de la population

La population des chiens de détection a été prise dans son ensemble. En effet, pour des raisons d'ordre pratique et au vu du faible nombre d'individus la composant, il aurait été illusoire de vouloir la sous-diviser en fonction des critères de races et d'âges. De plus, les critères de jugement sont les mêmes, que les chiens fassent partie de la spécialité détection d'explosifs, ou détection de stupéfiants, ou qu'ils appartiennent à la gendarmerie, la marine, l'armée de terre, ou l'armée de l'air.

Dans tous les cas, les chiens sont évalués sur leurs capacités olfactives, et par rapport à la présence d'un collier imprégné de deltaméthrine.

Nous avons initialement envisagé d'inclure dans cette étude la population des chiens de recherche en décombres qui sont particulièrement exposés au risque d'infestation par les parasites de par leurs missions. Mais la plupart de ces chiens travaillent sans collier pour éviter, d'après les maîtres-chiens, de s'accrocher aux divers éléments du terrain.

Il aurait pu également être intéressant d'évaluer la répercussion de ce collier dans les conditions météorologiques de la haute montagne. Mais pour des raisons d'ordre pratique et de faible nombre de chiens de la spécialité « sauvetage en avalanche », cette évaluation n'a pu être mise en place.

La population des chiens de « pistage-défense » n'a pas, non plus, été retenue dans cette étude. Cette spécialité est très différente des autres spécialités cynotechniques puisqu'elle repose sur le pistage et non plus sur la quête. La principale difficulté réside dans le fait de mettre en place une évaluation standardisée. En effet, il y a beaucoup de facteurs extérieurs liés au milieu qui peuvent influencer sur les résultats, que ce soient les conditions atmosphériques, météorologiques ou le terrain. Il est alors impossible pour des raisons d'ordre pratique de définir des critères de jugement.

Bien que les chiens « garde-patrouille » représentent la population la plus nombreuse des effectifs canins, ils n'ont pas été inclus dans cette étude, car cette spécialité ne fait pas intervenir exclusivement l'olfaction et il est impossible de définir des critères de jugement.

A noter qu'il aurait été intéressant de réunir de plus grands effectifs pour la comparaison entre les résultats des chiens évalués sans le collier et ceux évalués avec le collier.

IV.2- Concernant le protocole expérimental

Sur les 186 questionnaires adressés aux maîtres-chiens, 75 réponses exploitables ont été obtenues, soit un retour de 40,3% des questionnaires. Parmi les 111 absences de réponses, seulement 37 ont été justifiées par les maîtres-chiens et 74 sont restées sans motif. Dans 37,8% des cas (soit 14 non-réponses), la raison est un traitement médical en cours, ce qui rend l'animal non incorporable dans l'étude, tel que le stipulent les conditions de validité du questionnaire.

Dans 62,2% des cas (soit 23 non-réponses), l'équipe cynophile n'était pas disponible au moment de l'étude.

L'élaboration d'un questionnaire normalisé a été nécessaire afin de pouvoir comparer les deux évaluations, mais il est impossible, en raison du caractère non objectif de celle-ci, de s'affranchir d'une certaine part de subjectivité de la part du maître-chien.

Ce questionnaire pour être exploitable devait être précis, mais pas trop long à renseigner, sous peine d'être fastidieux et par conséquent rempli de façon incomplète.

Pour aboutir au résultat escompté, l'équipe cynophile s'appuie principalement sur les capacités olfactives du chien, mais il ne faut pas négliger le rôle que joue la formation de ce dernier. En effet, sans le dressage, l'apprentissage des techniques de recherche et

de marquage, le maître ne pourrait découvrir la matière recherchée, quand bien même son chien aurait détecté les effluves de cette dernière. Enfin, le résultat repose également sur l'aptitude du maître à conduire son chien et savoir interpréter la moindre de ses réactions, car bien que les maîtres-chiens soient des spécialistes de la cynotechnie militaire, ils restent seuls juges des performances de leur chien, ce qui a pour conséquence un certain manque d'objectivité.

Cette expérimentation aurait bénéficiée d'une réalisation en double aveugle, avec l'utilisation de colliers placebo, mais il a été impossible, pour des raisons techniques, d'obtenir des colliers placebo auprès du laboratoire.

Enfin, il peut être objecté que le chien a le temps, en 6 jours, de s'accoutumer à la deltaméthrine. Les résultats obtenus lors de la seconde évaluation (avec collier) ne révéleront pas alors une éventuelle influence du collier sur les performances olfactives du chien entre l'instant de sa pose et la seconde évaluation.

Cette possibilité a été envisagée :

- comme il est indiqué dans le questionnaire, le maître-chien doit signaler tout comportement inhabituel de son chien suite à la pose du collier,

- selon le dossier technique, le relargage de la deltaméthrine ne se fait pas par évaporation. L'évaporation entraîne une perte de matière active dans l'atmosphère associée à une forte odeur. Le collier est sans odeur et l'éventualité d'une gêne provoquée par des effluves dans les instants suivant sa pose est discutable.

Il peut être par ailleurs reproché à ce travail de ne pas prendre en compte un éventuel effet du collier au delà de 10 jours de port, suite à une accumulation du produit. D'après les données fournies par le laboratoire, le relargage de la deltaméthrine est régulier au cours du temps, ce qui permet, en tenant compte de la photodégradation de la deltaméthrine, de maintenir une dose constante à la surface de l'animal (INTERVET, communication personnelle).

Conclusion

Comme nous venons de l'évoquer, le chien possède naturellement certaines qualités qui en font un auxiliaire de choix pour des missions de défense, de prévention et de sauvetage. Ces qualités sont physiques, psychologiques et sensorielles.

Le chien d'utilité publique est principalement sélectionné sur ses aptitudes physiques et son caractère. La majorité des chiens retenus par les armées, la gendarmerie et la sécurité civile appartient aux races berger belge malinois et berger allemand.

L'une des qualités les plus remarquable du chien est son odorat. Le chien est capable de discriminer les odeurs sur le plan quantitatif et qualitatif. Il peut discerner une odeur parmi plusieurs autres, même proche, et remonter vers la source des émanations en suivant un gradient croissant d'intensité d'effluves. Il a également une excellente mémoire olfactive.

Afin d'exploiter au mieux leur prédisposition naturelle pour la détection, les chiens sélectionnés pour la recherche de stupéfiants et d'explosifs sont amenés à suivre une formation reposant sur la motivation du chien pour le jeu, et au cours de laquelle le chien mémorise un certain nombre de matières et apprend les techniques de marquage et de recherche propre à chaque spécialité et à chaque Arme.

Parmi l'ensemble des dispositions préventives vis-à-vis de la leishmaniose canine mises en place dans les effectifs canins militaires du Sud-Est, un collier contenant de la deltaméthrine est utilisé. Il apparaît que ce collier réduit les contacts entre le vecteur phlébotome et le chien, et donc, a des conséquences sur la prévalence de la leishmaniose canine.

Par ailleurs, l'étude réalisée ne nous a pas permis de mettre en évidence d'effet significatif du port du collier imprégné de deltaméthrine sur les performances olfactives du chien. Mais les conditions de cette évaluation ne nous ont pas permis de révéler un éventuel impact positif du port du collier sur le travail du chien. Pourtant, on ne peut pas à priori exclure un effet bénéfique du collier sur les performances de l'animal. On peut penser notamment aux recherches se déroulant dans les zones d'enzootie leishmanienne, où l'effet répulsif du collier vis-à-vis du phlébotome pourrait éviter au chien des piqûres perturbantes.

QUESTIONNAIRE

OBJET :

Influence d'un collier imprégné de deltaméthrine sur les capacités olfactives du chien de détection.

PROTOCOLE :

- 1^{ère} évaluation du chien (test sans collier). Résultats de l'évaluation.
- Pose du collier à la fin de la première évaluation.
- 2^{ème} évaluation du chien (test avec collier) entre le 6^{ème} jour et le 10^{ème} jour inclus après la pose du collier. Résultats de l'évaluation.

CONDITIONS DE VALIDITE :

1. Il est impératif pour la validité du test que le maître chien et la personne notant le chien (si différente du maître chien) soient les mêmes pour les 2 tests.
2. Laisser le collier au cou du chien, jour et nuit, au moins jusqu'à la fin de la 2^{ème} évaluation.
3. Respecter l'intervalle de 6-10 jours entre les 2 évaluations (soit J0 : le jour de pose du collier, la seconde évaluation devra avoir lieu soit à J6, J7, J8, J9 ou J10).
4. Pour la 2^{ème} évaluation, il est impératif de reproduire autant que possible les conditions de la 1^{ère} évaluation : la nature et le déroulement de l'épreuve devront être similaires entre le test sans collier et le test avec collier :
 - même configuration du lieu dans lequel va évoluer l'équipe cynophile, même tracé de la piste, même terrain.
 - même matière à rechercher (nature, conditionnement, quantité), ou mêmes personnes/objets à retrouver.
 - il serait souhaitable que la 2^{ème} évaluation se fasse dans des conditions météorologiques proches de celles de la 1^{ère} évaluation.
 - essayer de respecter les mêmes horaires pour les deux tests. L'idéal serait aussi que les deux tests soit effectués à des horaires éloignés des repas, et que le délai entre le repas du chien et son évaluation soit le même dans les deux tests.
5. Si vous remarquez d'éventuelles baisses de performance ou que votre chien vous semble gêné par l'odeur du collier dans son travail, entre l'instant où le collier est posé et la seconde évaluation, merci de l'indiquer dans les remarques en fin de questionnaire.

Je vous remercie par avance pour le temps que vous consacrerez pour réaliser ces tests et répondre au questionnaire ci-joint.

Merci de bien vouloir me le renvoyer, ainsi que d'éventuelles pièces jointes, à l'adresse suivante avant le 30 avril 2003 :

Vétérinaire Biologiste Aspirant ROQUEPLO
36, rue Thévenet
69004 LYON

Pour tout renseignement, n'hésitez pas à me contacter au

Bien entendu, je vous communiquerai les résultats obtenus.

Evaluation du chien sans collier

Date :

Heure du début de l'exercice :.....

Heure de la fin de l'exercice :.....

L'épreuve se déroule en terrain

Extérieur

Intérieur

Nature de l'épreuve (description sommaire) :.....

.....

.....

.....

.....

.....

Configuration du lieu dans lequel va évoluer l'équipe cynophile (pouvez vous faire un schéma simple au dos de la feuille ?).

En fonction de la spécialité du chien et du lieu dans lequel il évolue, certaines questions qui suivent resteront sans réponse.

Vents : Absence

Faible

Fort

Température :.....°C

Temps (plusieurs réponses possibles):

Sec

Humide

Orageux

Givre

Neige

Brouillard

Pluie fine

Forte pluie

Terrain : Plat

Peu accidenté

Accidenté

Prox. ligne à haute tension

Découvert

Végétation légère

Végétation dense

Dur, sec (sable, roche, route)

Meuble, humide (prairie, ss bois)

Mixte (labours, herbe dense)

Intérieur : Aéronef

Véhicule

Bâtiment ou entrepôt

Autres :.....

Courants d'air :

Oui

Non

Matière recherchée :.....Conditionnement :.....Quantité :.....

Résultats

Appréciation de la performance : Excellent Acceptable

Si vous disposez d'un système de notation (grille, fiche récapitulative...), pouvez-vous me la joindre en annexe ou du moins indiquer la note obtenue et l'échelle ? :...../.....

Difficultés rencontrées et remarques éventuelles :

.....

.....

.....

Evaluation du chien avec collier

Date :

Heure du début de l'exercice :.....

Heure de la fin de l'exercice :.....

Indiquez les éventuels traitements en cours (médicaments...) :.....

Si vous avez été contraint d'apporter des modifications par rapport à l'épreuve sans collier, merci d'indiquer les éventuels changements ci-dessous :

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Vents : Absence Faible Fort

Température :.....°C

Temps (plusieurs réponses possibles): Sec Humide

Orageux

Givre Neige Brouillard

Pluie fine Forte pluie

Courants d'air : Oui Non

Résultats

Appréciation de la performance : Excellent Acceptable

Si vous disposez d'un système de notation (grille, fiche récapitulative...), pouvez-vous me la joindre en annexe ou du moins indiquer la note obtenue et l'échelle ? :...../.....

Difficultés rencontrées et remarques éventuelles :

.....
.....
.....
.....
.....

Annexe II

Les principaux types d'explosifs

Il faut savoir que de nos jours sur les dix millions de tonnes d'explosifs consommés annuellement dans le monde, moins de cinq pour cent le sont par les militaires. C'est l'industrie civile qui en utilise le plus. La nitroglycérine est par exemple utilisée en médecine, c'est un excellent vasodilatateur.

- La dynamite

Sa composition relève d'un mélange de nitroglycérine et d'un produit stabilisant qui peut lui aussi être une substance explosive. Une des formes les plus connues de la dynamite est la dynamite gomme, c'est un mélange de 92% de nitroglycérine et de coton poudre.

La dynamite est un produit d'étonnant. Sa vitesse de détonation est de 7.500 mètres par seconde. Sa puissance est environ cinquante pour cent supérieure à celle du T.N.T.

Il y a trois grandes sortes de dynamite : la dynamite-Guhr, la dynamite gomme claire, la dynamite plastique.

Ces trois types de dynamite se trouvent sous la forme de cartouches. L'évolution tend à transformer la dynamite sous forme de dynamite gel.

- La tollite

Connu sous le nom de T.N.T, abréviation de trinitrotoluène. C'est un corps pur cristallisé qui ressemble à du sucre brun. On l'utilise comme ciment pour former des blocs avec d'autres explosifs dangereux à faire fondre.

Elle peut avoir une odeur âcre, sa vitesse de détonation est de 6.971 m/s, ce qui lui donne un caractère brisant. C'est l'explosif le plus fabriqué au monde.

- Les plastics

Ce sont des mélanges de produits explosifs et d'un liant qui donnent une pâte malléable ressemblant à de la pâte à modeler ou à du mastic.

Les plastics les plus connues sont :

La Plastrite : explosif plastic français, il est composé de pentrite qui est un explosif très puissant. Sa couleur peut aller du blanc au jaune sale et dégage une odeur de gomme et est souvent grasse au toucher (utilisé dans l'attentat du DC 10 UTA au-dessus du Ténééré, dans l'est du Niger faisant 171 victimes).

Le C4 : explosif plastic américain, il est composé d'hexogène (autre explosif puissant) et d'un liant. Sa texture ressemble à de la pâte d'amande.

Le C4 est généralement blanc. Il existe également du C1, C2, C3 (utilisé dans l'attentat à la voiture piégée devant la boîte de nuit de Bali).

Le Semtex : était fabriqué en ex-Tchécoslovaquie. il est composé de pentrite, d'hexogène, de caoutchouc, et d'huile de paraffine.

Sa couleur est orange clair, il sent la gomme et il a été pendant un bon moment le plastic préféré des terroristes (utilisé dans l'attentat du Boeing 747 Pan-Am au-dessus de Lockerbie en Ecosse faisant 270 victimes).

Le Formex : il se présente sous forme de plaque. Il est composé de pentrite et de caoutchouc. Ce dernier a la caractéristique de sentir et de ressembler à de la gomme.

Caractéristiques explosives des plastics: ce sont des produits détonants à effet brisant, la vitesse de détonation de l'hexocrine un des plastic les plus puissant est de 8.621 m/s. La puissance des plastics les plus réputées (Semtex ou C4) est environ trente pour cent supérieure à celle de la T.N.T.

- **Les explosifs artisanaux** : On peut les diviser en trois catégories. Les explosifs à base de poudre, les explosifs à base de nitrate, les explosifs à base de chlorate.

La menace terroriste

Selon le Larousse : « le terrorisme est un ensemble d'actes de violence commis par des groupements révolutionnaires ». Cette violence terroriste se caractérise par l'atteinte aux personnes et aux biens.

Le terrorisme d'aujourd'hui, quels qu'en soient les modes d'expression, justifie le plus souvent son action par un idéal, par volonté, à ses yeux, de rétablir la justice sociale. Son but est de déstabiliser une institution ou une structure sociale. Issues d'un trafic et d'un marché incontrôlable, les armes du terrorisme frappent brutalement, en pleine cité, aux heures d'affluence. On compte aujourd'hui plus de 500 mouvements terroristes dans le monde.

On peut distinguer cinq formes principales de terrorisme :

- Terrorisme de droit commun :

Le terrorisme de droit commun est l'usage de la terreur pour satisfaire des objectifs exclusivement criminels. Dans cette catégorie, tombe le terrorisme de la mafia en Italie, UNABOMB aux USA, le narcoterrorisme en Amérique du Sud ou le terrorisme aux Philippines.

- Terrorisme marginal :

Le terrorisme marginal est le fruit d'une poignée d'illuminés, qui tentent d'entamer un processus révolutionnaire, mais sans aucun support populaire. Ces mouvements revendiquent généralement la théorie du Foco de Che Guevara, qui prône l'action terroriste pour mobiliser les masses. Dans cette catégorie figurent la bande à Baader, les Brigades Rouges ou Action Directe.

- Terrorisme politique :

Bien qu'en dehors d'un processus révolutionnaire, il constitue l'outil armé clandestin de partis politiques officiels, dont il exploite le soutien populaire. C'est le cas de l'Irish Republican Army (IRA), de l'Euskadi Ta Askatsuna (ETA) Sa distinction avec le terrorisme de guérilla est souvent délicate. Un des objectifs du terrorisme politique est de faire connaître le mouvement et ses objectifs.

- Terrorisme de guérilla :

Le terrorisme de guérilla s'inscrit dans un processus révolutionnaire ou dans une guerre de libération en cours qui bénéficie d'un large soutien populaire. Il s'agit par exemple de la résistance contre l'occupant nazi durant la deuxième guerre mondiale, l'Irgoun tamoul ou la résistance afghane.

- Terrorisme religieux :

Le plus récent, au moins sous sa forme moderne, il s'inscrit dans une croisade contre « l'infidèle ». Il se veut porteur d'un message religieux. Il se rapproche du terrorisme politique, mais s'en distingue par une violence plus intense. Dans cette catégorie tombe le terrorisme islamiste, la secte AUM Shinri Kyo...

Annexe IV

Médicaments toxiques pour l'odorat (VADUREL, 1997)

Classification	Molécule	Dysosmie
Anesthésiques locaux	Cocaïne Tétracaïne	Anosmie passagère Anosmie passagère
Antibiotiques	Néomycine Doxycycline Streptomycine	Anosmie Anosmie/parosmie Cacosmie/anosmie partielle
Antimitotique	Cisplatine	Anosmie
Antiinflammatoire	Noramidopyrine	Hyposmie
Anticholinergique	Scopolamine	Hyposmie Défaut détection odeur
Antithyroïdiens	Carbimazol Méthylthiouracile propylthiouracile	Anosmie Anosmie réversible Hyposmie réversible
Médicaments à visée cardio-vasculaire	Diltiazem Dipyridamole Enalapril Nifédipine Captopril Amrinone Métoprolol Acébutolol Nifédipine	Hyposmie Parosmie Parosmie Parosmie Parosmie Dysosmie Anosmie réversible Anosmie réversible Dysosmie
Opiacés	Codéine Morphine	Hyposmie Hyposmie
Sympathomimétiques	Amphétamine	Hyposmie
Usage répété de gouttes nasales vasoconstrictrices	Fénoxazoline	Anosmie
	Tymazoline	Anosmie
	Oxymétazoline	Anosmie
Divers	HCL	Hyposmie
	Menthol	Hyposmie
	Strychnine	Hyposmie
	Sulfate de zinc	Anosmie

Anosmie : perte de sensibilité à une ou plusieurs substances odorantes.

Hyposmie : diminution de la sensibilité olfactive.

Parosmie : perception olfactive ne correspondant pas à la stimulation.

Cacosmie : perception d'une mauvaise odeur liée à une infection de la sphère orolaryngée.

BIBLIOGRAPHIE

BANETH G. (2002)

Traitement. Les limites thérapeutiques.

In : Action vétérinaire (édition spéciale 2002) : Deuxième forum sur la leishmaniose canine, 6-9 février 2002, Séville, 10-12.

BARONE R. (1984)

Anatomie comparée des mammifères domestiques, Tome III.

2ème Edition Vigot, Paris, Fasc I, 627, 647-649.

BARONE R. (1976)

Anatomie comparée des mammifères domestiques, Tome I.

Edition Vigot, Paris, Ostéologie, 87-89, 121-122, 141-142.

BASSET D., PRATLONG F., RAVEL C., PUECHBERTY J., DEREURE J., DEDET J.P. (2001)

Les leishmanioses déclarées en France en 1999.

Bulletin épidémiologique hebdomadaire n°5, Janvier 2001, Centre national de référence des *Leishmania*.

BELIME C. (1990)

Contribution à l'étude du dressage du chien, données de base. Socialisation, communication et apprentissage.

Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Nantes, 161 p.

BENSCH C. (2000)

Présentation de l'éthologie et des comportements.

Ethologie des animaux domestiques et pathologie du comportement des animaux familiers, Document pédagogique ENVT, 2-3.

BERGMAN U. (2000)

Transfer and toxicity of some drugs and chemicals in the olfactory mucosa and bulb.

Thèse de doctorat, Swedish University of Agricultural Sciences, UPPSALA.

BLAVIER A., KEROACK S., DENEROLLE P., GOY- THOLLOT I., CHABANNE L., CADORE J.L., BOURDOISEAU G. (2001)

Atypical forms of canine leishmaniosis.

Veterinary Journal, **162**, 108- 120.

BOUDEHANE K. (1999)

L'indétrônable Berger Allemand.

Atout Chien, Décembre 1999, **166**, 22-29.

BOURDOISEAU G. (2001)

La leishmaniose générale du chien.

Document pédagogique de l'ENVL.

BOURDOISEAU G. (1993)

La leishmaniose canine.

Service de parasitologie de l'ENVL.

BOURDOISEAU G., BEUGNET F. (2002a)

Leishmaniose générale du chien à *Leishmania infantum*.

Guide des principales maladies vectorielles des carnivores domestiques, Merial, 65-76.

BOURDOISEAU G., FRANC M. (2002b)

Leishmaniose canine.

In : *Encyclopédie vétérinaire*, vol 5, **1500**, 2-8.

BOURDOISEAU G., DENEROLLE P. (2000)

Traitement de la leishmaniose : actualités.

Revue de médecine vétérinaire, **151**, 5, 395-400.

BOUVELIER C. (1965)

L'olfaction.

Revue du Service biologique et vétérinaire, **2** (18), 86-95.

BULLIER J. (1983)

Les cartes du cerveau.

La recherche, **14** (148), 1202-1214.

CAMP N. (1996)

Le dressage des chiens de détection.

Thèse de doctorat vétérinaire, Université Paul Sabatier, Toulouse, 286 p.

CAMPBELL W.E. (1989)

Guide pratique à l'usage des chiens pour éduquer leurs maîtres.

Acropole Editions, Paris, 274 p.

CHALVET- MONFRAY K. (1996)

Synergie entre la deltaméthrine et le prochlorazé chez l'abeille. hypothèses de mécanismes d'action testées par modélisation.

Thèse de doctorat, Université Claude Bernard, Lyon, 335p.

CHAUMETTE J.C. (1987)

Les animaux dans les guerres de l'antiquité.

Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Nantes, 131p.

COURTENAY O., QUINNELL R.J., DYE C. (2001)

The role of foxes (carnivora : canidae) in the maintenance and transmission of leishmania infantum : implications for peridomestic control.

In : *Summaries of presentations at the International Canine leishmaniasis Forum*, 20-24 mai 2001, Crète, Grèce, 17.

DAVID J.R., STAMM L.M., BEZERRA H.S., SOUZA R.N., KILLICK-KENDRICK R., LIMA J.W.O. (2001)

Scalibor® ProtectorBand® prevents *Lutzomyia longipalpis* and *Lutzomyia migonei* from feeding on dogs.

In : *Summaries of presentations during the 18th international conference of the World association for the advancement of veterinary parasitology*, 26-30 août 2001, Stresa, Italy, 1-4.

DAVOUST B. (1987)

Le chien dans les armées.

Société Française de Cynotechnie, tome 3, 562-588.

DAVOUST B., TOGA I., DUNAN S., QUILICI M. (1994)

Leishmaniose dans les effectifs canins militaires.

Médecine et armées, **22**, 1, 33-38.

DEDET J.P., PRATLONG F. (2002)

Le Centre national de référence des *Leishmania*.

In : Deuxième journée d'actualités sur les Leishmanioses, Nice, Novembre 2002, 25.

DENEROLLE P. (2002)

Formes cliniques atypiques de la leishmaniose canine.

In : Deuxième journée d'actualités sur les Leishmanioses, Nice, Novembre 2002, 10-13.

DENEROLLE P. (2003)

La leishmaniose : données actuelles en France.

Le point vétérinaire, Juin 2003, **236**, 46-48.

DEREURE J., PRATLONG F., DEDET J.P. (1999)

Geographical distribution and the identification of parasites causing canine leishmaniasis in the Mediterranean Basin.

Hoechst Roussel Vet, Janvier 1999, 18-25.

DESJEUX P. (2002a)

L'urbanisation des leishmanioses humaines.

In : *Action vétérinaire* (édition spéciale 2002) : Deuxième forum sur la leishmaniose canine, 6-9 février 2002, Séville, 15-16.

DESJEUX P. (2002b)

Les leishmanioses humaines dans le monde.

In : Deuxième journée d'actualités sur les Leishmanioses, Novembre 2002, Nice, 3-8.

DUPAS A. (1986)

Le chien de recherche et de sauvetage en décombres.

Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon, 109 p.

DYE C. (1996)

The logic of visceral leishmaniasis control.

American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, **55**, 125-130.

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON [1]

Appareil respiratoire.

Document du service d'anatomie.

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON [2]

Arthromyologie de la tête.

Document du service d'anatomie.

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON [3]

Les nerfs crâniens.

Document du service d'anatomie.

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON [4]

L'appareil respiratoire.

Document du service d'histologie.

EVANS H.E., CHRISTENSEN G.C. (1979)

Miller's anatomy of the dog, 2^{ème} Ed Saunders, Londres, 136.

FERRAN A. (1991)

Berger Allemand.
Edition de Vecchi, 1991, 160 p.

FEVE C. (1992)

Lancement d'une nouvelle spécialité vétérinaire sur le marché des antiparasitaires externes.
Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Nantes, 96p.

FIORONE F. (1991)

Chiens de bergers belges.
Edition de Vecchi, 1991, 264 p.

FUKS V. (1998)

Les équipes cynotechniques de la brigade de sapeurs pompiers de Paris.
Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Créteil, 146 p.

GIFFROY J.M. (1999)

L'éthogramme du chien.
Ethologie des animaux domestiques et pathologie du comportement des animaux familiers, Document pédagogique de l'ENVT, 48 p.

GIFFROY J.M. (1994)

Le comportement social du chien.
In : Séminaire de la Société Francophone de la Cynotechnie, Nantes, 29 Octobre 1994, 85-101.

GINOULHIAC L. (1995)

Le Labrador.
1^e Edition Paris : Ed de Vecchi, 156 p.

GRADONI L. (2002)

Diagnostic, les nouvelles techniques.
In : Action vétérinaire (édition spéciale 2002) : Deuxième forum sur la leishmaniose canine, 6-9 février 2002, Séville, 6-9.

GRANDJEAN D., MOQUET N., PAWLOWIEZ S., TOURTEBATTE A., BORIS J., BACQUE H. (1999)

Guide pratique du chien de sport et d'utilité.
Royal Canin Ed, 415 p.

GROUX D., BENSIGNOR E. (1999)

Leishmaniose : actualités thérapeutiques.
Action vétérinaire, **1484**, 14-18.

GUILBERT S. (1995)

En toute sécurité : le Berger Hollandais.
30 Millions d'amis, Août 1995, **102**, 38.

HAHN I., SCHERER P.W., MOZELL M.M. (1994)

A mass transport model of olfaction.
J. Theor. Biol., **167**, 115-128.

HALBIG P., HODJATI M.H., MAZLOUMI-GAVAGNI A.S., MOHITE H., DAVIES C.R. (2000)

Further evidence that deltamethrin-impregnated collars protect domestic dogs from sandfly bites.
Medical and Veterinary Entomology, **14**, 223-226.

HARMAND A. (1994)

Le Dobermann.

Nouvelle édition Paris : Ed de Vecchi, 179p.

HERVE J.J. (1982)

Le mode d'action des pyréthrinoïdes et le problème de la résistance à ces composés.

In : Deltaméthrine- Monographie, Roussel-Uclaf Ed., Paris, 69-107..

HESTIN M. (2002)

Les chiens de la gendarmerie nationale.

Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Créteil, 31-77.

HIRANO Y., OOSAWA T., TONOSAKI K. (2000)

Electroencephalographic olfactometry (EEGO) analysis of odour responses in dogs.

Veterinary Science, **69**, 263-265.

HOLLEY A. (1975)

La perception des odeurs.

La recherche, **58** (6), 629-639.

HOLLEY A., SICARD G. (1994)

Les récepteurs olfactifs et le codage neuronal de l'odeur.

Médecine et sciences, **10**, 1091-1098.

HOLLEY A., MAC LEOD P. (1977)

Transduction et codages des informations olfactives chez les vertébrés.

Journal de Physiologie, **73**, 725-828.

HONHON J. (1967)

L'olfaction chez le chien. Son rôle dans le pistage et la localisation d'une source odorante.

Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Créteil, 94 p.

JAUSSAUD P. (2001)

Cours de toxicologie de 3^{ème} année de second cycle d'étude vétérinaire.

KILLICK-KENDRICK R. (2002)

Cycle leishmanien. Transmission du vecteur au chien.

In : Action vétérinaire (édition spéciale 2002) : Deuxième forum sur la leishmaniose canine, 6-9 février 2002, Séville, 2-3.

KILLICK-KENDRICK R., KILLICK-KENDRICK M., FOCHEUX C., DEREURE J., PUECH M.P., CADIERGUES M.C. (1997)

Protection of dogs from bites of phlebotomine sandflies by deltamethrin collars for control of canine leishmaniasis.

Medical and Veterinary Entomology, **11**, 105-111.

LECOMTE A. (1979)

L'olfaction chez le chien. Recherche des stupéfiants.

Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Créteil, 99 p.

LEGATTE P., VADAKARN J.L. (1994)

Beauceron.

Edition de Vecchi, 1994, 159 p.

LE MAGNEN J. (1992)

Olfaction.

In : Encyclopédie universelle, **16**, 836-839.

LE MAGNEN J. (1976)

Olfaction.

In Kayser : Physiologie du système nerveux et des muscles, Tome II.

3ème Edition Flammarion, Paris, 933-977.

LE MAGNEN J. (1953)

L'olfaction, le fonctionnement olfactif et son intervention dans les régulations psychophysiologiques.

Journal de Physiologie, **45**, 285-326.

LESENFANT P. (1998)

Connaître et comprendre le pistage.

Thèse de doctorat vétérinaire, Université Paul Sabatier, Toulouse, 255 p.

LEPESQUEUR O. (1995)

Le Labrador : le champion des rapporteurs.

Revue Chiens 2000, Juillet- Août 1995, **212**, 22-33.

LEPESQUEUR O. (1994)

Le Berger Allemand, le préféré des Français.

Revue Chiens 2000, Juin 1994, **200**, 26-37.

LEPESQUEUR O. (1993)

Le Malinois, un sensible de compétition.

Revue Chiens 2000, Mai 1993, **188**, 24-32.

LOMBARD O. (1993)

Les chiens de sauvetage : chiens d'avalanches, chiens de sauvetage nautique.

Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Nantes, 137 p.

LUCIENTES J. (1999)

Laboratory observations on the protection of dogs from the bites of *Phlebotomus perniciosus* with Scalibor® Protectorbands : preliminary results.

In : Proceedings of a Canine Leishmaniasis Forum, 28-31 January 1999, Barcelona, 92-94.

MALOSSE D. (2003)

Leishmaniose, leishmaniose cutanéomuqueuse et leishmaniose viscérale.

Document non publié.

MAROLI M., MIZZONI V., SIRAGUSA C., D'ORAZI A., GRANDONI L. (2001)

First field trial of the effect of deltamethrin-impregnated dog collars on canine leishmaniosis : evidence for an impact on the infection incidence.

In : Summaries of presentations during the 18th international conference of the World association for the advancement of veterinary parasitology, 26-30 août 2001, Stresa, Italy, Stresa, 11-16.

MARTY P., LE FICHOUX Y. (1988)

Epidémiologie de la leishmaniose dans le sud de la France.

Pratique médicale et chirurgicale de l'animal de compagnie, Novembre 1988, **23**, 12-15.

MARY C. (2002)

Portage asymptomatique de leishmania. Données acquises chez l'homme.

In : Deuxième journée d'actualités sur les Leishmanioses, Nice, Novembre 2002, 19-21.

MONCRIEFF R.W. (1954)

The characterization of odors.
Journal of Physiologie London, **125**, 453.

MOTT A.E., LEOPOLD D.A. (1991)

Disorders in taste and smell.
Medicine Clinics of North America, **75** (6), 1321-1353.

MYERS L.J. (1991)

Use of innate behaviors to evaluate sensory function in the dog.
Veterinary Clinics of North America : Small Animal Practice, **2** (21), 389-399.

MYERS L.J. (1985)

Thresholds of the dog for detection of inhaled eugenol and benzaldehyde determined by electroencephalographic and behavioural olfactometry.
American Journal Veterinary Research, **46** (11), 2409-2412.

ORTEGA J. (1994)

Le Berger Allemand.
1^{er} Edition Versailles, Atout Chien P.B.Ed, 160 p.

ORTEGA J. (1992)

Aptitudes des races au R.C.I. : Le Beauceron.
Sans Laisse, Février 1992, **53**, 38-39.

PARLEE M.B. (1983)

Menstrual rhythms in sensory processes : a review of fluctuation in vision, olfaction, audition, taste and touch.
Psychologie Bulletin, **93**, 539-548.

PELLETIER C. (2000)

L'olfaction chez le chien : application à la recherche d'explosifs en Gendarmerie.
Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon, 116 p.

POPESKO P. (1980)

Atlas d'anatomie topographique des animaux domestiques.
Edition Maloine, Paris, vol. I, 187, 191.

PORTAL A. (2002)

Les chiens d'utilité.
Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Créteil, 56-86.

POTIER G. (1989)

Pouvoir acaricide de la deltaméthrine sur la tique domestique du chien : *Rhipicephalus sanguineus*.
Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Nantes, 93 p.

PRADEAU A. (2000)

Utilité du chien dans la lutte contre les stupéfiants.
Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon, 85-98.

RICHARD S., LAMOUR T., ROMAND O., GINESTA J. (2000)

L'olfaction chez le chien.
Document pédagogique du 132^{ème} B.C.A.T, 18 p.

ROSSI V. (1992)

Guide complet du dressage du chien.
Première Edition Paris : Editions de Vecchi, 196 p.

SALAZAR I., BARBER P.C., CIFUENTES J.M. (1992)

Anatomical and immunohistological demonstration of the primary neural connections of the vomeronasal organ in the dog.
Anat Rec, **233** (2), 309-313.

SASIAS G. (1997)

Le malinois, un sportif bien dans sa tête.
Atout Chien, Novembre 1997, **141**, 20-27.

SASIAS G. (1995a)

Portrait : le Berger Allemand, le premier tout simplement.
Atout Chien, Octobre 1995, **116**, 31-39.

SASIAS G. (1995b)

Le Dobermann, l'équilibre des formes et du caractère.
Atout Chien, Juillet 1995, **113**, 31-39.

SASIAS G. (1989)

Le Berger Hollandais.
Revue Chiens 2000, Mai 1989, **144**, 65-67.

SAUVIGNAC R. (1993)

Le Berger de Beauce.
1^e Edition Paris : Ed de Vecchi, 223 p.

SCHWARTZ D. (1994)

Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes, 3^{ème} édition.
Flammarion, Paris, 314 p.

SHEPHERD G.M. (1977)

The nervous system.
Handbook of physiology, section I, **1**, Part 2, 945-968.

SOENEN I. (1996)

Réservoirs animaux de la leishmaniose humaine: étude bibliographique.
Thèse de doctorat vétérinaire, Université Paul Sabatier, Toulouse, 165 p.

SURGET Y. (1994)

Le chien de Berger Belge.
1^e Edition Paris : Ed Robert Thenlot, 319 p.

SYROTUCK W.G. (1986a)

L'olfaction chez le chien.
En tout sens, Février 1986, **86**, 16-18.

SYROTUCK W.G. (1986b)

L'olfaction chez le chien (suite).
En tout sens, Mars 1986, **87**, 20-23, 26.

TESSIER J. (1982)

Structure, synthèse et propriétés physico-chimiques de la deltaméthrine.
In : Deltaméthrine- Monographie, Roussel-Uclaf Ed., Paris, 37-66.

VADUREL A. (1995)

Physiologie et pathologie de l'odorat du chien.
Thèse de doctorat vétérinaire, Université Paul Sabatier, Toulouse, 130 p.

VADUREL A., GOGNY M. (1997)

L'odorat du chien : aspects physiologiques et facteurs de variation.
Le Point vétérinaire, **28**, 181, 9-16.

WLOSNIIEWSKI A. (1989)

Les chiens au service des administrations françaises de la défense, de l'intérieur et des finances : genèse et actualités.
Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon, 268 p.

INFLUENCE DU PORT D'UN COLLIER CONTENANT DE LA DELTAMETHRINE SUR LES PERFORMANCES OLFACTIVES DU CHIEN

Nom et Prénom : ROQUEPLO Cédric

RESUME :

Les multiples qualités du chien sont exploitées par les armées, la gendarmerie et la sécurité civile dans des missions de défense, de prévention et de sauvetage. Bien que le chien d'utilité soit avant tout sélectionné sur ses aptitudes physiques et son caractère, ce sont ses performances olfactives exceptionnelles qui en font l'élément indispensable des équipes cynophiles de détection.

Par ailleurs, dans le Sud-Est de la France sévit une protozoose infectieuse, la leishmaniose, anthroponose dont le réservoir animal est constitué essentiellement par le chien. Parmi l'ensemble des mesures prophylactiques mises en place dans les effectifs canins militaires, le port d'un collier qui diffuse un insecticide pyréthriné, la deltaméthrine, possédant un effet répulsif vis-à-vis du phlébotome vecteur de *Leishmania infantum* est préconisé d'avril à octobre.

Etant donné les missions que sont amenés à remplir ces chiens, il est important de déterminer les conséquences éventuelles du port de ce collier sur leurs performances olfactives. Pour cela, un protocole a été mis au point. Il repose sur la comparaison des résultats des performances transcrites sur un questionnaire reprenant les conditions et résultats de deux évaluations. L'étude réalisée ne nous a pas permis de mettre en évidence d'effet significatif du port du collier contenant de la deltaméthrine sur les performances olfactives du chien.

Mots-Clés :

- OLFACTION
- LEISHMANIOSE
- DELTAMETHRINE
- CHIEN
- MILITAIRE
- DETECTION

JURY :

Président	Pr
Directeur	Pr GRANDJEAN
Assesseur	Dr POLACK
Invité	Dr MALOSSE

Adresse de l'auteur :

ROQUEPLO Cédric
10, rue Lavoisier
69300 CALUIRE

CONSEQUENCES OF THE WEARING OF A DELTAMEHRIN-IMPREGNATED COLLAR ON THE DOG'S OLFACTIVE PERFORMANCES

SURNAME : ROQUEPLO

Given name : Cédric

SUMMARY :

Dogs are selected by French armies for their physical aptitudes and character, but dog handlers used them above all for their olfactive performances.

Otherwise, in the south-east of France, leishmaniosis is a zoonotic disease of which the dog is the main reservoir. Among the preventive measures set up, the military canine numbers use deltamethrin-impregnated dog collars. These collars protect dogs from sand fly bites. Indeed, the mosquito *Phlebotomus perniciosus* is the *Leishmania infantum* vector.

Because of the importance of the missions conducted by military dogs, it was necessary to determine the possible consequences of the wearing of a deltamethrin-impregnated collar on their olfactive performances. So a protocol was set up. It consists to compare the results of the performances obtained at the time of two different evaluations. These results are transcribed on a questionnaire. The study did not allow to underline a significant effect of the collar's wearing on the olfactive performances of dogs.

KEY WORDS :

- OLFATORY
- LEISHMANIOSIS
- DELTAMETHRIN
- DOG
- MILITARY
- DETECTION

JURY :

President	Pr
Director	Pr GRANDJEAN
Assessor	Dr POLACK
Guest	Dr MALOSSE

Author's Address :

ROQUEPLO Cédric
10, rue Lavoisier
69300 CALUIRE