

Année 2015

**DE L'UTILITÉ DU CHIEN DANS LA
RECHERCHE DE NOYÉS**

THÈSE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant

LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE CRÉTEIL

le.....

par

Margaux, Danielle, Monique COSTE

Née le 11 septembre 1989 à Paris 20^{ème}

JURY

Président : Pr.

Professeur à la Faculté de Médecine de CRÉTEIL

Membres

Directeur : M. GRANDJEAN

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Assesseur : Mme GILBERT

Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT

Directeur : M. le Professeur GOGNY Marc

Directeurs honoraires : MM. les Professeurs : COTARD Jean-Pierre, MIALOT Jean-Paul, MORAILLON Robert, PARODI André-Laurent, PILET Charles, TOMA Bernard. Professeurs honoraires : Mme et MM. : BENET Jean-Jacques, BRUGERE Henri, BRUGERE-PICOUX Jeanne, BUSSIERAS Jean, CERF Olivier, CHERMETTE René, CLERC Bernard, CRESPEAU François, DEPUTTE Bertrand, MOUTHON Gilbert, MILHAUD Guy, POUCHELON Jean-Louis, ROZIER Jacques.

DEPARTEMENT D'ELEVAGE ET DE PATHOLOGIE DES EQUIDES ET DES CARNIVORES (DEPEC)

Chef du département par intérim : M. GRANDJEAN Dominique, Professeur - Adjoint : M. BLOT Stéphane, Professeur

UNITE DE CARDIOLOGIE - Mme CHETBOUL Valérie, Professeur * - Mme GKOUNI Vassiliki, Praticien hospitalier - Mme SECHI-TREHIOU, Praticien hospitalier UNITE DE CLINIQUE EQUINE - M. AUDIGIE Fabrice, Professeur - Mme BERTONI Lélia, Maître de conférences contractuel - Mme BOURZAC Céline, Maître de conférences contractuel - M. DENOIX Jean-Marie, Professeur - Mme GIRAUDET Aude, Praticien hospitalier * - Mme MESPOULHES-RIVIERE Céline, Praticien hospitalier - Mme TRACHSEL Dagmar, Maître de conférences contractuel UNITE D'IMAGERIE MEDICALE - Mme PEY Pascaline, Maître de conférences contractuel - Mme STAMBOULI Fouzia, Praticien hospitalier UNITE DE MEDECINE - M. AGUILAR Pablo, Praticien hospitalier - Mme BENCHEKROUN Ghita, Maître de conférences - M. BLOT Stéphane, Professeur* - M. CAMPOS Miguel, Maître de conférences associé - Mme FREICHE-LEGROS Valérie, Praticien hospitalier - Mme MAUREY-GUENEC Christelle, Maître de conférences UNITE DE MEDECINE DE L'ELEVAGE ET DU SPORT - Mme CLERO Delphine, Maître de conférences contractuel - M. FONTBONNE Alain, Maître de conférences - M. GRANDJEAN Dominique, Professeur * - Mme MAENHOUDT Cindy, Praticien hospitalier - M. NUDELMANN Nicolas, Maître de conférences - Mme YAGUIYAN-COLLIARD Laurence, Maître de conférences contractuel	DISCIPLINE : NUTRITION-ALIMENTATION - M. PARAGON Bernard, Professeur DISCIPLINE : OPHTALMOLOGIE - Mme CHAHORY Sabine, Maître de conférences UNITE DE PARASITOLOGIE ET MALADIES PARASITAIRES - M. BLAGA Radu Gheorghe, Maître de conférences (rattaché au DPASP) - Mme COCHET-FAIVRE Noëlle, Praticien hospitalier - M. GUILLOT Jacques, Professeur * - Mme MARIGNAC Geneviève, Maître de conférences - M. POLACK Bruno, Maître de conférences - Mme RISCO CASTILLO Verónica, Maître de conférences (rattachée au DSBP) UNITE DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE - M. FAYOLLE Pascal, Professeur - M. MAILHAC Jean-Marie, Maître de conférences - M. MANASSERO Mathieu, Maître de conférences - M. MOISSONNIER Pierre, Professeur* - Mme RAVARY-PLUMIOEN Bérangère, Maître de conférences (rattachée au DPASP) - Mme VIATEAU-DUVAL Véronique, Professeur - M. ZILBERSTEIN Luca, Maître de conférences DISCIPLINE : URGENCE SOINS INTENSIFS - Mme STEBLAJ Barbara, Praticien Hospitalier DISCIPLINE : NOUVEAUX ANIMAUX DE COMPAGNIE - M. PIGNON Charly, Praticien hospitalier
---	---

DEPARTEMENT DES PRODUCTIONS ANIMALES ET DE LA SANTE PUBLIQUE (DPASP)

Chef du département : M. MILLEMANN Yves, Professeur - Adjoint : Mme DUFOUR Barbara, Professeur

UNITE D'HYGIENE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE - M. AUGUSTIN Jean-Christophe, Maître de conférences - M. BOLNOT François, Maître de conférences * - M. CARLIER Vincent, Professeur UNITE DES MALADIES CONTAGIEUSES - Mme DUFOUR Barbara, Professeur* - Mme HADDAD/HOANG-XUAN Nadia, Professeur - Mme PRAUD Anne, Maître de conférences - Mme RIVIERE Julie, Maître de conférences contractuel UNITE DE PATHOLOGIE DES ANIMAUX DE PRODUCTION - M. ADJOU Karim, Maître de conférences * - M. BELBIS Guillaume, Assistant d'enseignement et de recherche contractuel - M. MILLEMANN Yves, Professeur - Mme ROUANNE Sophie, Praticien hospitalier	UNITE DE REPRODUCTION ANIMALE - Mme CONSTANT Fabienne, Maître de conférences - M. DESBOIS Christophe, Maître de conférences (rattaché au DEPEC) - Mme MASSE-MOREL Gaëlle, Maître de conférences contractuel - M. MAUFFRE Vincent, Assistant d'enseignement et de recherche contractuel - Mme EL BAY Sarah, Praticien hospitalier UNITE DE ZOOTECHNIE, ECONOMIE RURALE - M. ARNE Pascal, Maître de conférences - M. BOSSE Philippe, Professeur* - M. COURREAU Jean-François, Professeur - Mme DE PAULA-REIS Alline, Maître de conférences contractuel - Mme GRIMARD-BALLIF Bénédicte, Professeur - Mme LEROY-BARASSIN Isabelle, Maître de conférences - M. PONTER Andrew, Professeur - Mme WOLGUST Valérie, Praticien hospitalier
---	--

DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PHARMACEUTIQUES (DSBP)

Chef du département : Mme COMBRISSON Hélène, Professeur - Adjoint : Mme LE PODER Sophie, Maître de conférences

UNITE D'ANATOMIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES - M. CHATEAU Henry, Maître de conférences* - Mme CREVIER-DENOIX Nathalie, Professeur - M. DEGUEURCE Christophe, Professeur - Mme ROBERT Céline, Maître de conférences DISCIPLINE : ANGLAIS - Mme CONAN Muriel, Professeur certifié UNITE DE BIOCHIMIE - M. BELLIER Sylvain, Maître de conférences* - Mme LAGRANGE Isabelle, Praticien hospitalier - M. MICHAUX Jean-Michel, Maître de conférences DISCIPLINE : BIostatISTIQUES - M. DESQUILBET Loïc, Maître de conférences DISCIPLINE : EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE - M. PHILIPS Pascal, Professeur certifié DISCIPLINE : ETHOLOGIE - Mme GILBERT Caroline, Maître de conférences UNITE DE GENETIQUE MEDICALE ET MOLECULAIRE - Mme ABITBOL Marie, Maître de conférences - M. PANTHIER Jean-Jacques, Professeur*	UNITE D'HISTOLOGIE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE - Mme CORDONNIER-LEFORT Nathalie, Maître de conférences* - M. FONTAINE Jean-Jacques, Professeur - Mme LALOY Eve, Maître de conférences contractuel - M. REYES GOMEZ Edouard, Maître de conférences UNITE DE PATHOLOGIE GENERALE MICROBIOLOGIE, IMMUNOLOGIE - M. BOULOUIS Henri-Jean, Professeur - Mme LE ROUX Delphine, Maître de conférences - Mme QUINTIN-COLONNA Françoise, Professeur* UNITE DE PHARMACIE ET TOXICOLOGIE - Mme ENRIQUEZ Brigitte, Professeur - M. PERROT Sébastien, Maître de conférences - M. TISSIER Renaud, Professeur* UNITE DE PHYSIOLOGIE ET THERAPEUTIQUE - Mme COMBRISSON Hélène, Professeur - Mme PILOT-STORCK Fanny, Maître de conférences - M. TIRET Laurent, Maître de conférences* UNITE DE VIROLOGIE - Mme LE PODER Sophie, Maître de conférences * DISCIPLINE : SCIENCES DE GESTION ET DE MANAGEMENT - Mme FOURNEL Christelle, Maître de conférences contractuel
--	---

* responsable d'unité

REMERCIEMENTS

Au Professeur à la faculté de Médecine de Créteil,

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse,
Hommage respectueux.

À Monsieur GRANDJEAN Dominique,

Professeur à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort,

Pour avoir accepté de diriger cette thèse et pour m'avoir guidée tout au long de la réalisation de ce travail.

Hommage respectueux et sincères remerciements.

À Madame GILBERT Caroline,

Maître de conférences à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort,

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter l'assessorat de ma thèse,

Remerciements respectueux.

À Madame CLERO Delphine,

Maître de conférences contractuel à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort,

Pour sa disponibilité et sa gentillesse en toutes circonstances,

Sincères remerciements.

Aux membres du groupe cynotechnique de la Brigade des Sapeurs pompiers de Paris,

Pour leur aide et leur accueil chaleureux,

Sincères remerciements.

Aux membres du groupe cynotechnique du SDIS 29,

Pour leur gentillesse et la belle visite de la région,

Sincères remerciements.

À mes parents,

Pour leur amour et leur soutien toutes ces années malgré les périodes de doutes,
Je vous aime et vous remercie du fond du cœur.

À Denis,

Pour m'avoir soutenue et aidée au quotidien même dans les moments difficiles,
Je t'aime.

À mes grands parents,

Pour leur patience et leur aide,
Merci encore pour tout.

À mes frères,

Pour leur soutien depuis toujours,
Merci.

Au groupe 7,

Pour ces 5 années passées ensemble,
Merci.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	11
Première partie : Molécules olfactives et leur utilisation chez le chien	13
I. SYNTHÈSE ET DONNÉES RÉCENTES SUR L'OLFACTION CANINE	15
A. Bases anatomiques et histologiques du système olfactif	15
1- Anatomie	15
a) Les narines.....	15
b) Les cavités nasales	16
c) Les sinus paranasaux	17
d) Organe voméro-nasal	18
e) Le système nerveux olfactif.....	18
2- Histologie	18
a) La muqueuse olfactive.....	18
b) Le bulbe olfactif.....	20
B. Physiologie de l'olfaction.....	22
1- Transport des molécules odorantes jusqu'à l'organe olfactif.....	22
2- Réception du signal chimique.....	23
3- Codage de l'information	26
4- Intégration du message (Vadurel et Gogny, 1997).....	26
II. SEUILS DE PERCEPTION OLFACTIVE ET DISCRIMINATION CHEZ LE CHIEN.....	28
A. Les caractères de la sensation olfactive	28
1- Le seuil de perception olfactive	28
2- Temps de latence.....	28
3- Variation d'intensité.....	28
4- Fatigue et adaptation.....	28
5- Phénomène de persistance	28
B. Les variations de l'acuité olfactive.....	29
1- Facteurs individuels.....	29
a) La race.....	29
b) Le sexe	29
c) L'âge.....	29
d) La nutrition	29
e) L'exercice.....	30
2- Facteurs environnementaux	30
3- Facteurs pathologiques.....	31
a) Dysosmies acquises	31
b) Dysosmies congénitales	33
c) Dysosmies iatrogènes	33
d) Dysosmies liées à la pollution.....	33
III. NATURE DES MOLÉCULES DE DÉCOMPOSITION CADAVERIQUE ET LEUR ÉVOLUTION EN MILIEU AQUATIQUE.....	36
A. Le processus de décomposition cadavérique	36
1- Les étapes de la décomposition	36
2- Les particularités du milieu aquatique	37
B. Les molécules odorantes d'un cadavre.....	38
1- Évolution de l'odeur au cours de la décomposition cadavérique.....	38
2- Les substances odorantes lors des premières heures	38
a) Les cellules mortes.....	38
b) Les glandes sudoripares.....	38
c) Les glandes sébacées.....	40
d) Les bactéries commensales	40
e) Les facteurs de variation de l'odeur corporelle	40
3- La période réfractaire.....	41
4- Les effluves putréfiantes	41

C. La diffusion des effluves en milieu aquatique.....	43
1- Principe de la diffusion des effluves	43
2- La diffusion des effluves dans l'eau.....	43
3- Diffusion des effluves à la surface de l'eau.....	45
Deuxième partie: Aide à la localisation de personnes noyées par la recherche olfactive canine	49
I. IMPORTANCE DU DANGER NOYADE	51
A. Physiologie de la noyade	51
1- Définition de la noyade	51
2- Types de noyade	51
3- Position du corps	52
B. Statistiques des noyades.....	53
1- Statistiques mondiales	53
2- Statistiques en France	53
3- Facteurs de risques.....	54
a) L'âge.....	54
b) Sexe.....	54
c) Accès à l'eau	54
d) Autres facteurs de risque.....	54
C. Objectifs opérationnels.....	55
II. IMPORTANCE DU CHIEN DE RECHERCHE DE NOYÉS	55
A. Historique	55
B. Place du chien parmi les autres moyens de recherche	56
1- Equipements nécessaires à la recherche de noyés.....	56
a) Petit équipement.....	56
b) Systèmes de marquage	57
c) Equipements pour remonter le corps	57
2- Le bateau	58
a) Sélection du bateau.....	58
b) Type de bateau	58
c) le conducteur	60
3- Le sonar	60
4- GPS.....	61
5- Les plongeurs	61
III. SÉLECTION ET FORMATION DES CHIENS	62
A. Sélection des chiens.....	62
B. Formation d'un couple maître-chien à la recherche de personne noyées	63
1- Formation à la navigation et à la sécurité	63
2- Formation au contact avec l'eau	63
3- Les différentes techniques de formation	64
a) Utilisation de plongeurs (Judah, 2011).....	64
b) Utilisation de sauveteurs	65
c) Utilisation de restes humains.....	65
d) Utilisation de capsules : méthode SOKKS®	65
e) Utilisation de générateurs d'odeurs.....	66
C. Fausses alertes.....	67
IV. DÉROULEMENT D'UNE RECHERCHE DE PERSONNE NOYÉE.....	68
A. Aide apportée par les témoins	68
1- Dernier endroit où a été vue la victime	68
2- Type de noyade	68
B. Etablissement d'une stratégie	68
C. Déroulement général d'une recherche.....	69
D. Recherche en rivière	70
E. Recherche en lac/ étang.....	72
F. Recherche en mer	72
V. ETAT DES LIEUX DE LA RECHERCHE DE VICTIMES NOYÉES	73

A. En France.....	73
1- Brigade des Sapeurs-pompiers de Paris	73
2- Services départementaux	73
B. Dans le monde.....	75
1- Canada.....	75
2- Etats-Unis.....	77
3- Pays-Bas	77
4- Brésil	78
Troisième partie: Mise en place de protocoles dédiés pour la recherche de victimes noyées.....	81
I. CONSTAT DE LA SITUATION EN ILE-DE-FRANCE.....	83
A. Histoire de la BSPP (Rolland, 2012)	83
B. Problématique de l’Ile-de-France (BSPP, 2013).....	83
C. But des protocoles	84
II. DÉFINITION DES PROCÉDURES OPÉRATIONNELLES.....	84
A. Protocoles de la BSPP.....	84
1- Exercice au lac des Chanteraines	84
2- Exercice au lac de Créteil	87
3- Exercice Pont de Champigny	90
4- Exercice Parc de Chanteraines	93
5- Exercice Pantin	96
B. Exercice réalisé par le SDIS 29.....	99
III. DISCUSSION.....	106
CONCLUSION	109
BIBLIOGRAPHIE	111
ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE ENVOYE AUX EQUIPES CYNOTECHNIQUES	115

INDEX DES FIGURES

Figure 1 : Cartilages du nez du chien (Chatelain)	15
Figure 2 : Coupe sagittale de la tête osseuse d'un chien (Barone, 1997)	16
Figure 3 : Coupe transversale des cornets et méats nasaux du chien (Chatelain).17	
Figure 4 : Les sinus du chien (Chatelain)	18
Figure 5 : Coupe transversale de la muqueuse olfactive (Vadurel et Gogny, 1997)	20
Figure 6 : Coupe transversale du bulbe olfactif (Vadurel et Gogny, 1997)	21
Figure 7 : Les courants aériens (Vadurel, 1995)	23
Figure 8: Interactions entre molécules odorantes et récepteurs (Ache et Young, 2005)	24
Figure 9 : La transduction du signal par deux types de messagers (Ache et Young, 2005)	25
Figure 10: Organisation fonctionnelle des cellules du bulbe olfactif (Holley, 1975)	27
Figure 11: Facteurs environnementaux (Vadurel et Gogny, 1997)	31
Figure 12 : Schéma glandes sudoripares (Combre, 2006)	39
Figure 13: Distribution des classes de molécules selon le nombre de jours post- mortem (Dekeirsschieter et al., 2012)	42
Figure 14: Diffusion d'une odeur dans l'eau (Rebmann et al, 2000)	44
Figure 15: Hémisphère d'effluve (Rebmann et al, 2000)	45
Figure 16: Cône d'effluve (Rebmann et al, 2000)	46
Figure 17: Cône d'effluve vertical dû à la chaleur (Rebmann et al, 2000)	46
Figure 18 : Gilet de sauvetage pour chien (crédit photo : http://marinafortin.ida2k.com/store/index.php?cPath=3_165)	57
Figure 19: Canne à pêche télescopique (Judah, 2011)	58
Figure 20: Carène plate (Judah, 2011)	59
Figure 21: Carène à déplacement (Judah, 2011)	59
Figure 22 : Carène en « V » (Judah, 2011)	59
Figure 23: Fonctionnement d'un sonar à balayage latéral (Judah, 2011)	60
Figure 24 : Exemple de carte avec localisation GPS des alertes de 3 chiens (Judah, 2011)	61
Figure 25 : Tube à odeur odeur (Rebmann et al, 2000)	65
Figure 26 : Cage à odeur (Rebmann et al, 2000)	66
Figure 27: Pompe à odeur (Rebmann et al, 2000)	66

Figure 28: Recherche contre vent et courant, vue du dessus (Rebmann et al, 2000)	70
Figure 29 : Recherche a contre-courant dans le sens du vent, vue de dessus (Rebmann et al, 2000)	71
Figure 30: Recherche dans le sens du courant face au vent, vue du dessus (Rebmann et al, 2000)	71
Figure 31 : Recherche dans le sens du vent et du courant, vue de dessus (Rebmann et al, 2000)	72
Figure 32 : Lieu de mise en place de l'exercice (https://maps.google.fr/)	85
Figure 33 : Déroulement de l'exercice au Parc des Chanteraines (https://maps.google.fr/)	86
Figure 34 : Lieu de l'exercice au lac de Créteil (https://maps.google.fr/)	88
Figure 35 : Déroulement de l'exercice au lac de Créteil (https://maps.google.fr/)	89
Figure 36 : Lieu de l'exercice au Pont de Champigny (https://maps.google.fr/)	91
Figure 37 : Déroulement de l'exercice au Pont de Champigny (https://maps.google.fr/)	91
Figure 38 : Lieu de l'exercice au lac du Parc des Chanteraines (https://maps.google.fr/)	94
Figure 39 : Déroulement de l'exercice au Parc des Chanteraines (https://maps.google.fr/)	95
Figure 40 : Lieu de l'exercice de Pantin (https://maps.google.fr/)	97
Figure 41 : Déroulement de l'exercice de Pantin (https://maps.google.fr/)	97
Figure 42 : Lieu et conditions des exercices à Lesconil	100
Figure 43 : Déroulement des exercices à Lesconil (https://maps.google.fr/)	101

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : Dysosmies iatrogènes chez l'homme (Vadurel et Gogny, 1997)	34
Tableau 2 : Liste des polluants provoquant des dysosmies (Vadurel, 1995)	35
Tableau 3 : Caractéristiques des chiens impliqués dans l'exercice	85
Tableau 4: Caractéristiques des chiens impliqués dans l'exercice	87
Tableau 5: Caractéristiques des chiens impliqués dans l'exercice	90
Tableau 6 : Caractéristiques des chiens impliqués dans l'exercice	93
Tableau 7 : Caractéristiques des chiens impliqués dans l'exercice	96
Tableau 8 : Caractéristiques des chiens du SDIS 29.....	99

INDEX DES PHOTOGRAPHIES

Photographie 1 : Marquage par le saut (CASSDA, 2013)	76
Photographie 2 : Chien se préparant au saut (CASSDA, 2013).....	76
Photographie 3: Maître-chien récompensant son chien par le jeu (CASSDA, 2013)	77
Photographie 4: Chien de la SIGNI au travail à l'avant d'un bateau (SIGNI, 2013)	78
Photographie 5 : immersion d'un plongeur lors d'une recherche opérationnelle de ABRESC (ABRESC, 2013)	79
Photographie 6 : recherche opérationnelle sur un lac (ABRESC, 2013).....	79
Photographie 7 : Position du chien sur le zodiac.....	89
Photographie 8 : Remontée du plongeur devant le chien.....	92
Photographie 9 : Recherche en cours au lac de Créteil.....	95
Photographie 10 : Recherche en cours au Chemin de Halage	98
Photographie 11 : Lieu des exercices à Lesconil.....	100
Photographie 12 : Sauveteur en semi-immersion.....	102
Photographie 13 : Chien en cours de recherche.....	102
Photographie 14 : Chien nageant jusqu'à la victime.....	103
Photographie 15 : Sauveteur caché sous le goémon.....	103
Photographie 16 : Marquage par l'abolement une fois la victime trouvée.....	103
Photographie 17 : Récompense par le jeu effectuée par la victime	104
Photographie 18 : Motivation à vue pour habituer le chien à sauter à l'eau	105
Photographie 19 : Saut à l'eau	105

INTRODUCTION

Le chien, *Canis lupus familiaris*, est la première espèce animale à avoir été domestiquée par l'Homme. Il accompagne l'Homme depuis la Préhistoire, au départ pour la chasse, puis pour ses fonctions de gardien de troupeaux, de chien d'assistance, de chien de guerre ...

L'odorat hors du commun du chien a permis de développer de nombreuses fonctions utilitaires : chiens de recherche d'explosifs, de stupéfiants, de restes humains ou encore chiens de recherche en décombres ou en avalanche.

Mais, il existe un domaine où le chien n'avait, jusqu'à récemment, encore jamais été utilisé : la recherche d'une victime sous l'eau.

Dans un pays comme la France, où l'on trouve de nombreux fleuves, rivières et lacs, les noyades ou les accidents menant à tomber dans l'eau sont courants.

L'odorat exceptionnel du chien est mis à profit afin de retrouver des victimes immergées, décédées la plupart du temps. Le chien vient alors s'ajouter aux moyens utilisés généralement, notamment les plongeurs et les sonars. Nous nous consacrerons ici uniquement à la recherche de personnes noyées.

On peut se demander si le chien se révèle utile lors de la recherche d'une victime immergée. Comment l'odeur d'une victime sous l'eau peut elle être perçue par un chien à la surface ?

Cette thèse a pour but d'étudier, dans un premier temps la physiologie du système olfactif canin, le seuil de perception olfactive ainsi que les molécules de décomposition cadavérique et leur évolution en milieu aquatique.

Dans une deuxième partie, après avoir vu l'importance du chien de recherche de noyés, sa sélection et sa formation, nous étudierons les équipes et méthodes déjà existantes en France et à l'international.

Enfin, nous testerons les capacités des chiens en recherche de noyés grâce à des procédures opérationnelles réalisées avec les pompiers.

Première partie : Molécules olfactives et leur utilisation chez le chien

I. SYNTHÈSE ET DONNÉES RÉCENTES SUR L'OLFACTION CANINE

Notre but est de rappeler synthétiquement la structure et le fonctionnement du système olfactif.

A. Bases anatomiques et histologiques du système olfactif

1- Anatomie

Le chien possède deux cavités nasales qui assurent le passage de l'air lors de la respiration et qui sont le siège de l'olfaction. Chaque cavité nasale est constituée d'une narine, d'un vestibule du nez, d'une cavité contenant les cornets et les méats nasaux et enfin des sinus paranasaux (Barone, 1997).

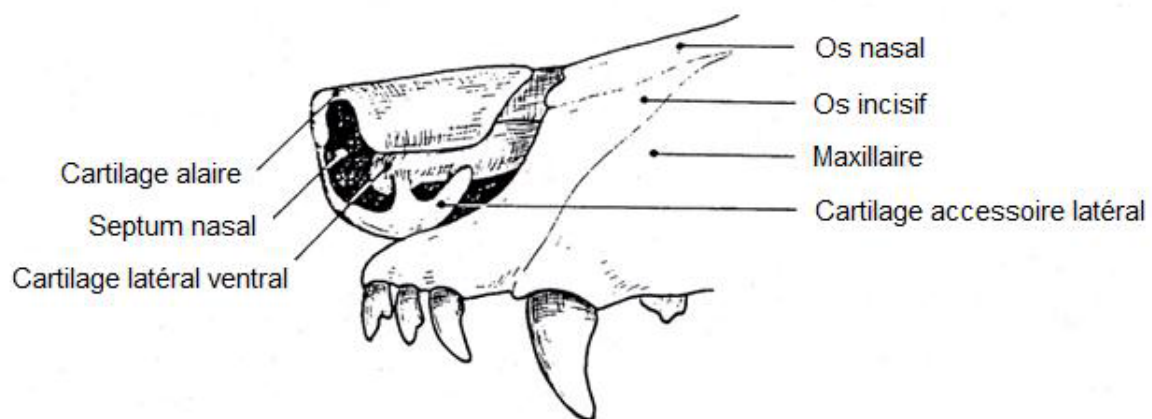
a) Les narines

La truffe du chien est glabre, humide, généralement pigmentée, et entaillée en son milieu par le philtrum, un sillon naso-labial étroit.

L'orifice de chaque narine est en forme de virgule, et constitue la voie d'entrée de l'air et des substances odorantes (Collin, 2003).

Une charpente cartilagineuse permet de maintenir les narines béantes (figure 1). L'aile du nez est portée par le cartilage alaire, qui est le plus important (Barone, 1997).

Figure 1 : Cartilages du nez du chien (Chatelain)



Les mouvements des narines sont assurés par une musculature permettant de mobiliser les cartilages. On peut citer le muscle releveur naso-labial et le canin. Le muscle dilatateur des narines permet au chien de flairer (Evans, 1993).

Le vestibule nasal s'étend de la narine à la cavité nasale. Chez le chien, il est étroit et tapissé d'une muqueuse très différente de la muqueuse nasale. Le canal lacrymal s'ouvre par l'ostium naso-lacrymal (Barone, 1997).

b) Les cavités nasales

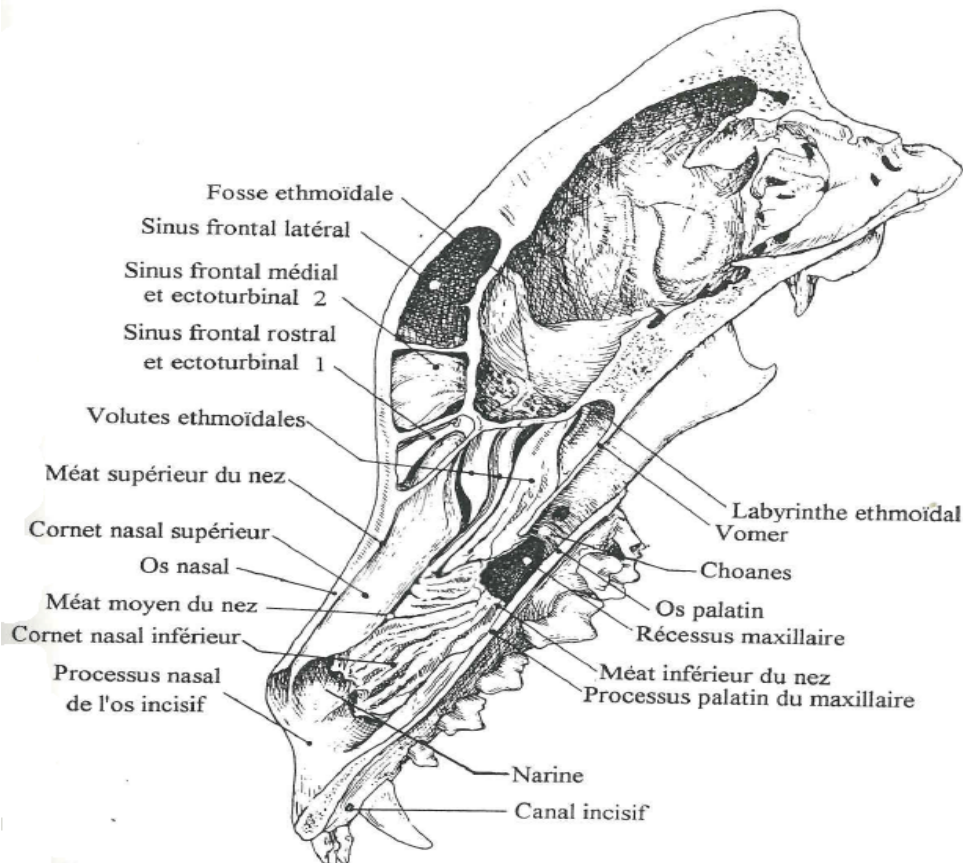
Le chien possède deux cavités nasales séparées par une cloison médiane, le septum médian, s'étendant du bord caudal du vestibule à l'os ethmoïde, qui la sépare de la cavité crânienne. Elles communiquent à leur extrémité caudale avec le nasopharynx par le méat naso-pharyngien, aboutissant aux choanes.

Les cavités nasales sont composées de plusieurs cornets nasaux délimitant des espaces appelés méats. L'extrémité caudale de la fosse nasale correspond au labyrinthe ethmoïdal, lieu privilégié de l'olfaction (Barone, 1997).

Les cornets nasaux (figure 2 ; Barone, 1997 ; Vadurel et Gogny, 1997).

- Le cornet dorsal est relativement réduit, long et fin. Il est constitué d'une lamelle osseuse gaufrée, sans enroulement.
- Le cornet moyen est volumineux et s'avance jusqu'à mi-longueur des cavités nasales.
- Le cornet ventral est volumineux, mais plus court, il occupe les deux tiers rostraux de la cavité nasale. Il est constitué d'une structure gaufrée, enroulée ventralement et qui donne naissance à cinq lamelles secondaires, portant elles-mêmes des lamelles tertiaires.

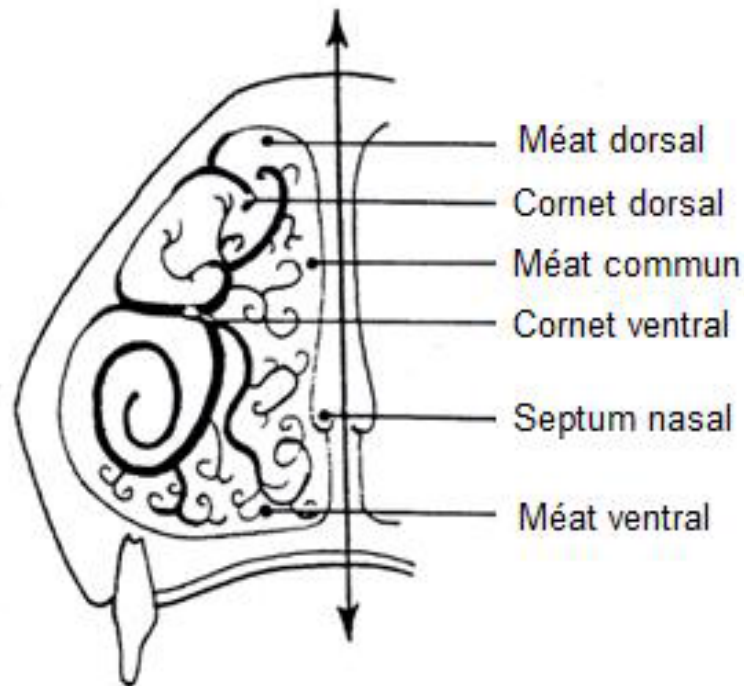
Figure 2 : Coupe sagittale de la tête osseuse d'un chien (Barone, 1997)



Les méats (figure 3).

Les méats sont des espaces délimités par les cornets nasaux et le septum nasal. Il existe trois méats, un dorsal, un moyen et un ventral, communiquant médialement par le méat commun.

Figure 3 : Coupe transversale des cornets et méats nasaux du chien (Chatelain)



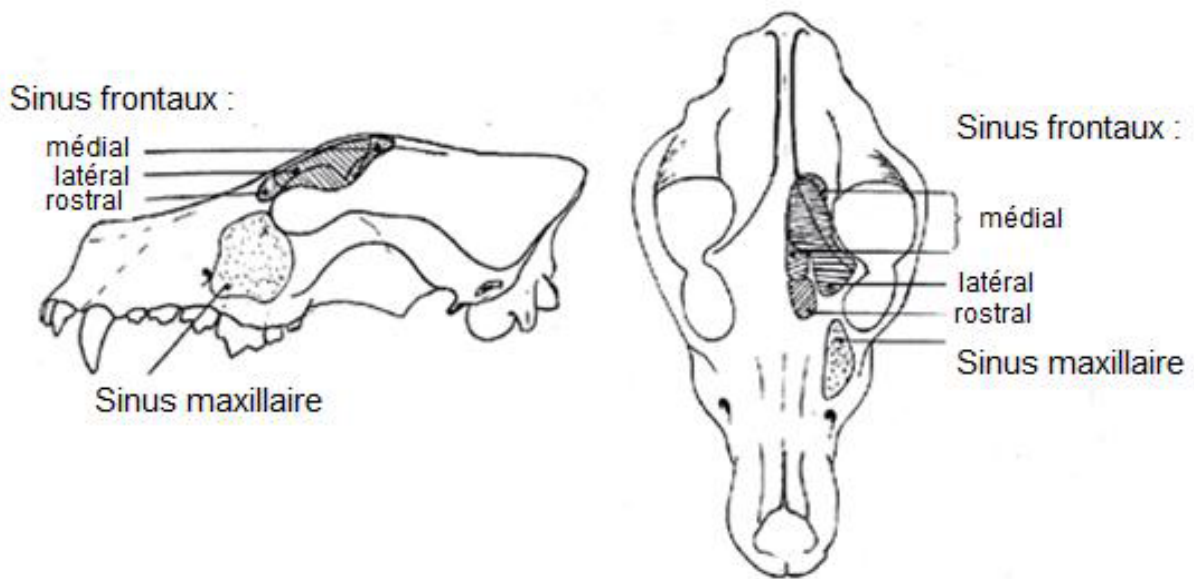
Le labyrinthe ethmoïdal.

La partie postérieure des cavités nasales est occupée par les volutes ethmoïdales qui sont des feuillets osseux enroulés sur eux-mêmes. Elles sont nombreuses et particulièrement longues chez le chien. Les volutes sont recouvertes de la muqueuse olfactive. Ces structures forment un labyrinthe qui freine la progression des odeurs.

c) Les sinus paranasaux

Les sinus paranasaux (figure 4) sont des cavités anfractueuses qui communiquent avec les cavités nasales. Les sinus paranasaux du chien sont le sinus maxillaire et le sinus frontal, composé de trois compartiments, rostral, latéral et médial (Barone, 1997).

Figure 4 : Les sinus du chien (Chatelain)



d) Organe voméro-nasal

Anciennement nommé organe de Jacobson, l'organe voméro-nasal, pair, est une annexe du système olfactif impliqué dans la détection des phéromones. Il est constitué d'un conduit voméro-nasal pair logé dans le plancher de la cavité nasale et d'un conduit incisif faisant communiquer la cavité nasale et la cavité buccale.

e) Le système nerveux olfactif

Les cavités nasales sont innervées par quatre nerfs : le nerf nasal, ethmoïdal, voméro nasal et olfactif. Les nerfs olfactifs innervent la muqueuse olfactive à la face ventrale du bulbe olfactif, au travers des trous de la lame criblée. Cette dernière est une lame osseuse perforée de fins et multiples trous, séparant la partie postérieure des cavités nasales de la cavité crânienne.

Le bulbe olfactif est le centre olfactif primaire. Il est composé de deux expansions symétriques, cylindriques et allongées se trouvant en avant et à la base du cerveau, contre la lame criblée. Le bulbe olfactif est composé de couches concentriques riches de connexions synaptiques complexes (Vadurel, 1997).

Il se poursuit par le pédoncule olfactif qui le relie aux centres olfactifs secondaires par l'intermédiaire des tractus olfactifs latéral et médial. Les centres secondaires se trouvent au sein du rhinencéphale et sont le cortex olfactif, le lobe piriforme, les noyaux amygdaliens, l'hippocampe (Barone, 2004) ...

2- Histologie

a) La muqueuse olfactive

La muqueuse nasale tapisse la totalité des cavités nasales. Elle est toujours couverte d'un mucus abondant qui la protège du dessèchement et qui emprisonne une grande partie des poussières et des microorganismes, les empêchant ainsi de rejoindre

les voies respiratoires inférieures. Elle est composée d'une région respiratoire et d'une région olfactive.

La muqueuse olfactive, de couleur brun jaunâtre, couvre le labyrinthe ethmoïdal et déborde sur la partie adjacente des sinus. Elle contient les récepteurs olfactifs, c'est donc le lieu où débute le codage des signaux olfactifs.

Elle est constituée d'un épithélium pigmenté, très altérable, pseudo-stratifié et cylindrique. Celui-ci est dépourvu de cils vibratiles et comporte trois types d'épithéliocytes (Barone, 1997 ; figure 5):

- les épithéliocytes basaux :

Ce sont des cellules irrégulières, situées contre la lame basale à l'origine de la neurogénèse des cellules neuroréceptives ;

- les épithéliocytes de soutien :

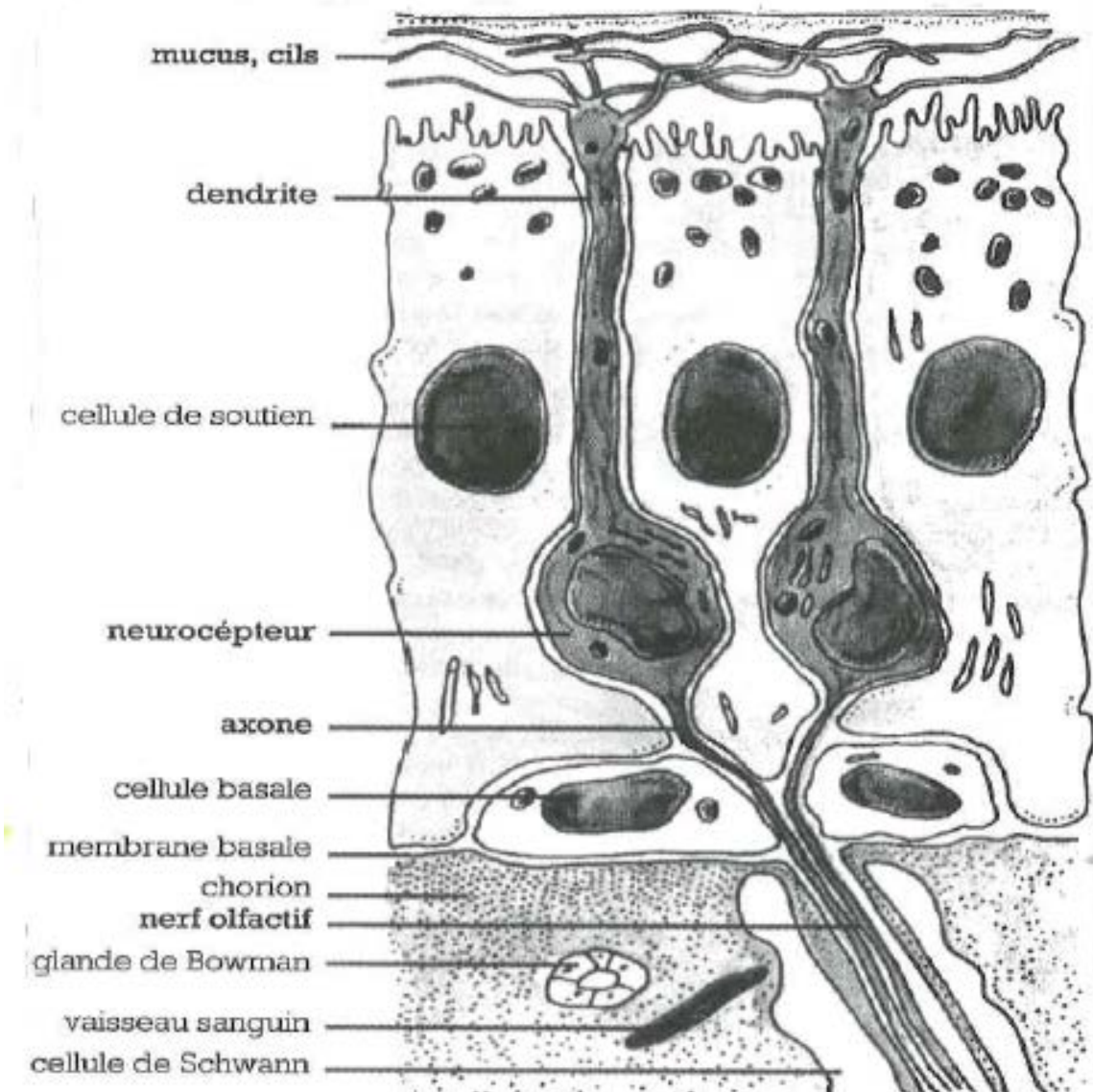
Ce sont des cellules prismatiques et hautes. Leur partie profonde repose sur la lame basale et leur partie superficielle comporte de nombreuses microvillosités atteignant la lumière des cavités nasales ;

- les épithéliocytes olfactifs :

Ce sont des neurones bipolaires intercalés entre les épithéliocytes de soutien, pourvus d'une unique dendrite qui porte à son extrémité renflée, appelée vésicule olfactive, des longs cils baignant dans le film de mucus qui recouvre l'épithélium. La densité des cils olfactifs permet de piéger efficacement les molécules odorantes (Holley, 1975).

Le prolongement axonal traverse la membrane basale et entre dans la constitution des nerfs olfactifs qui rejoignent la substance grise du bulbe olfactif. Plusieurs millions d'épithéliocytes olfactifs recouvrent le labyrinthe ethmoïdal.

Figure 5 : Coupe transversale de la muqueuse olfactive (Vadurel et Gogny, 1997)



La lame basale repose sur un chorion qui renferme des glandes de Bowman élaborant le mucus dans lequel baignent les cils.

b) Le bulbe olfactif

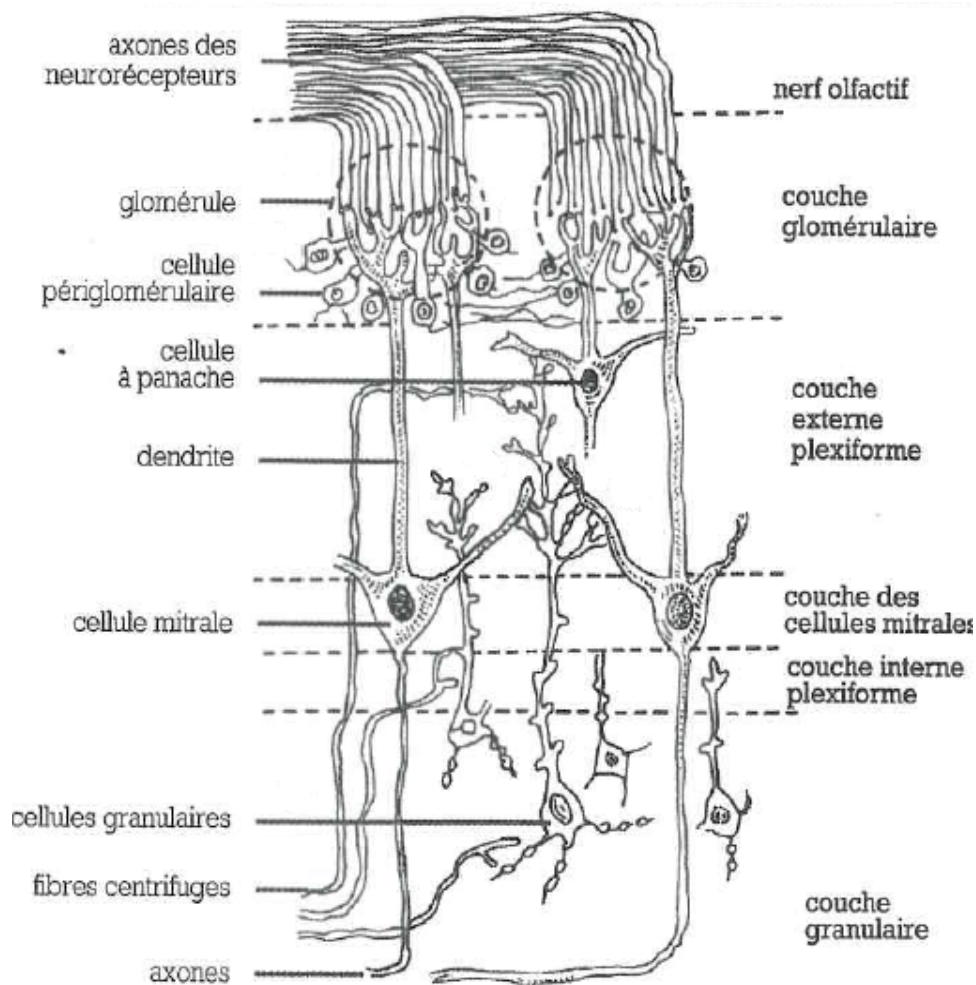
Le bulbe olfactif, qui reçoit des millions d'axones sensoriels, a une organisation en strates (figure 6 ; Holley, 1975).

- couches de fibres olfactives : cette première couche qui s'appuie contre la lame criblée de l'ethmoïde est constituée de fibres des nerfs olfactifs ;
- couche glomérulaire : les glomérules olfactifs, volumineux, sont le lieu des connexions synaptiques entre les fibres des nerfs optiques et les dendrites des cellules mitrales et à panache. Dans chaque glomérule convergent environ 25000 axones sensoriels qui contactent quelques dizaines de cellules mitrales.

Des cellules périglomérulaires sont également présentes dans cette couche et participent à la constitution des glomérules ;

- couche plexiforme externe : couche traversée par les dendrites des cellules mitrales, caractérisée par la présence de cellules à panache ;
- couche de cellules mitrales : couche qui regroupe les corps cellulaires des cellules mitrales, neurocytes les plus gros mais les moins nombreux ;
- couche plexiforme interne : couche composée des axones des cellules mitrales et à panache ainsi que des dendrites des cellules granulaires ;
- couche des grains : couche la plus épaisse comportant les corps cellulaires des cellules granulaires, qui assurent des synapses avec les dendrites basales des cellules mitrales et à panache ;
- substance blanche: couche la plus profonde constituée des axones des cellules mitrales et à panache.

Figure 6 : Coupe transversale du bulbe olfactif (Vadurel et Gogny, 1997)



B. Physiologie de l'olfaction

Les recherches sur la physiologie de l'olfaction connaissent depuis quelques années un développement rapide et un renouveau d'intérêt, et ce principalement depuis la découverte par Linda Buck et Richard Axel de la famille de gènes codant pour les récepteurs olfactifs au début des années 1990 (Holley, 2006).

L'odorat est un sens chimique, faisant intervenir des molécules olfactives créant un stimulus olfactif (Beidler, 1971).

1- Transport des molécules odorantes jusqu'à l'organe olfactif

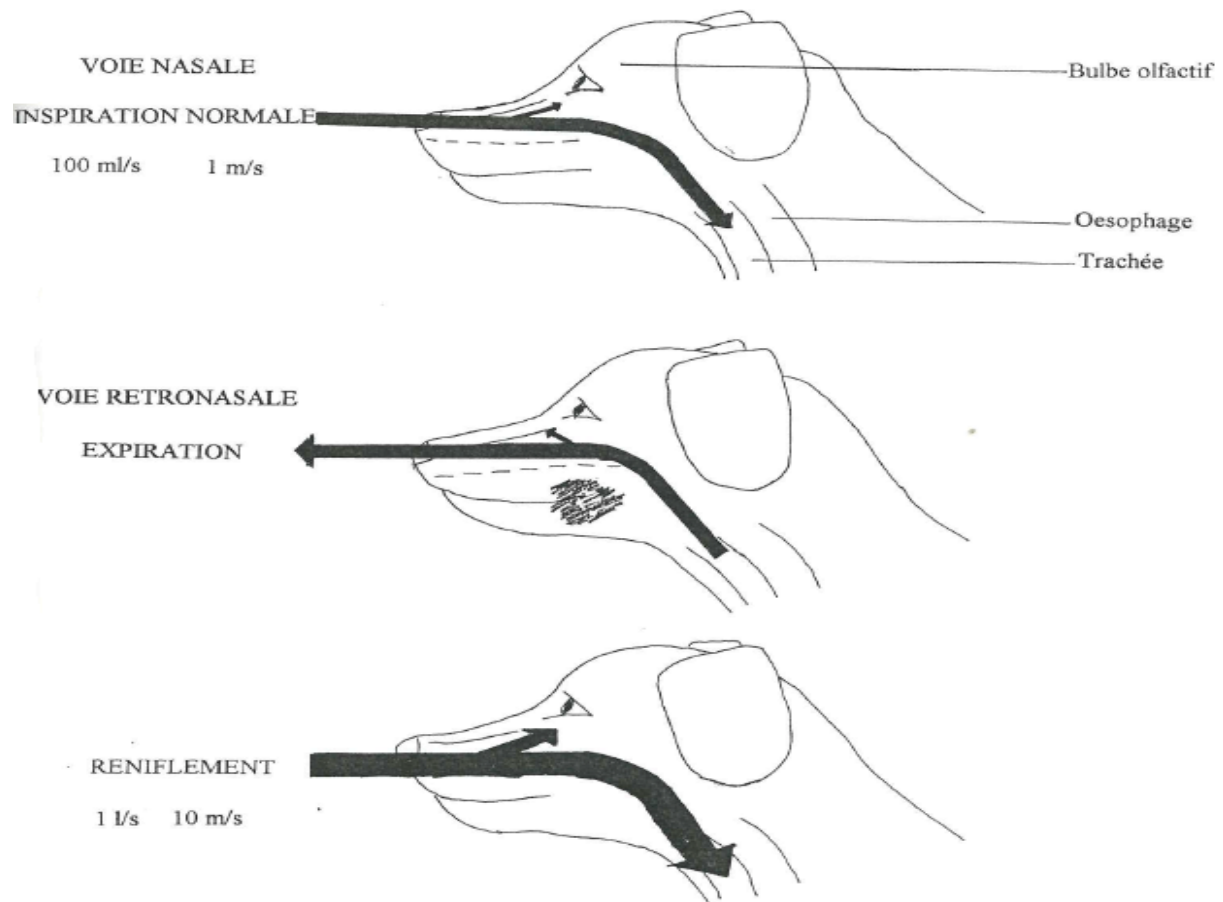
A température ordinaire, les molécules odorantes sont des substances volatiles. Elles parviennent à l'organe olfactif par un courant aérien, qui peut emprunter deux voies d'accès à l'épithélium olfactif (figure 7) :

- La voie nasale : lors de l'inspiration, un courant d'air gagne les fosses nasales puis est conduit jusqu'au pharynx et achemine donc les particules odorantes. Seule une très faible part de l'air inspiré, 7 %, gagne l'organe olfactif par diffusion (Roqueplo, 2003). Le reste longe l'étage inférieur vers les choanes (Vadurel et Gogny, 1997).
- La voie rétro-nasale : l'air atteint l'organe olfactif lors de l'expiration. Lorsque la cavité buccale contient des aliments, cette voie contribue à la perception du goût (Vadurel et Gogny, 1997).

Le débit de courant aérien d'une inspiration normale est de 100 millilitres par seconde, et sa vitesse de 1 mètre par seconde. Lors du reniflement les performances sont nettement augmentées, le débit passe à 1 litre par seconde et la vitesse du courant aérien à 10 mètres par seconde. Le courant d'air est dévié vers le plafond des fosses nasales, ce qui améliore les performances olfactives.

Le flehmen, comportement particulier de certaines espèces, notamment le cheval ou le chat, est assez rarement observé chez le chien. Il consiste en l'élévation de la lèvre supérieure afin d'ouvrir le conduit incisif. Il permet la perception des phéromones par l'organe voméro-nasal (Vadurel et Gogny 1996).

Figure 7 : Les courants aériens (Vadurel, 1995)



2- Réception du signal chimique

Les récepteurs aux molécules odorantes sont portés par les cils des cellules neuro réceptrices baignant dans le mucus au niveau de la muqueuse olfactive. La forte densité de cils olfactifs forme un dispositif particulièrement adapté au piégeage des molécules odorantes (Holley, 1975). La membrane des cils héberge les macromolécules réceptrices, qui sont environ 40 000 par cellule (Holley, 1975). Ces récepteurs appartiennent à la famille des protéines couplées à des protéines G (Holley, 2006).

Ils sont codés par une famille de gènes découverts par Buck et Axel en 1991 (Buck et Axel, 1991). Cette année là, ils réussissent à cloner les récepteurs olfactifs, et obtiennent ainsi le prix Nobel de physiologie et médecine en 2004.

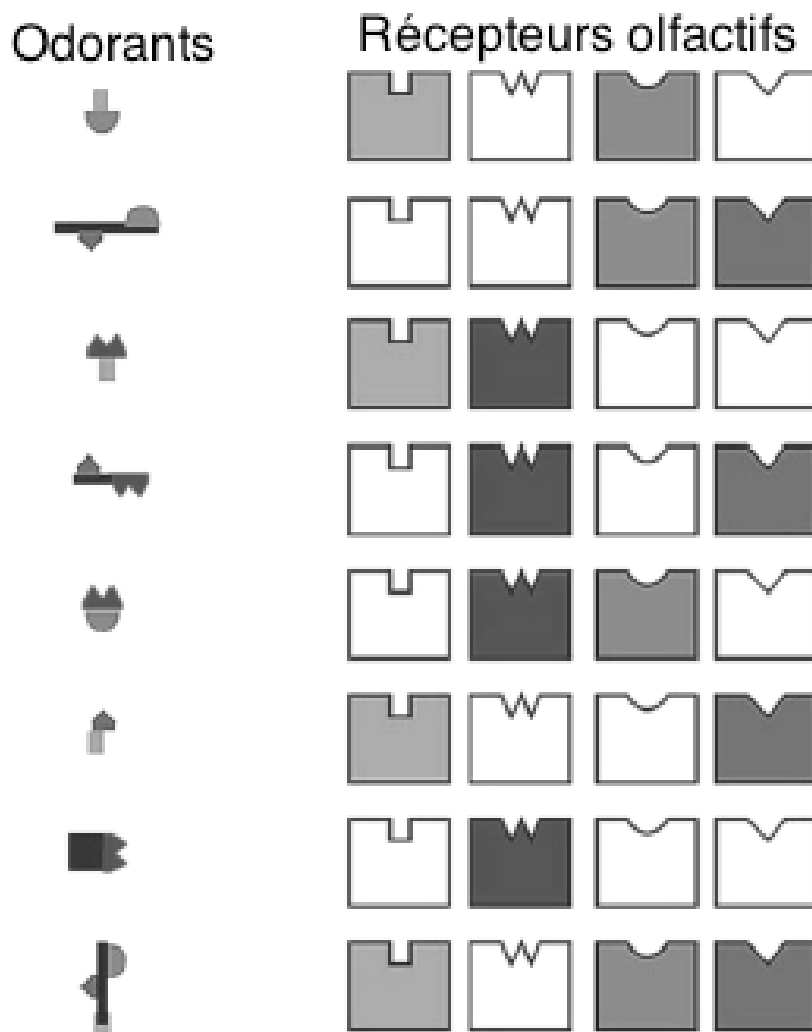
Chez le chien, ces gènes sont au nombre de 1300 soit environ 3 % du génome (Ache et Young, 2005).

Les récepteurs portent un site de reconnaissance pour un groupe de molécules odorantes (Vadurel et Gogny, 1997). Ils reconnaissent un groupement chimique au niveau de la molécule appelée odotope. La liaison est faible, réversible et peu spécifique

(Holley, 1994). Ainsi une même molécule odorante est capable de former une liaison avec un grand nombre de récepteurs. De même un récepteur peut fixer plusieurs molécules odorantes différentes (figure 8).

La reconnaissance d'une odeur est caractérisée par l'interaction de nombreuses molécules avec plusieurs types de récepteurs différents (Vadurel et Gogny, 1997).

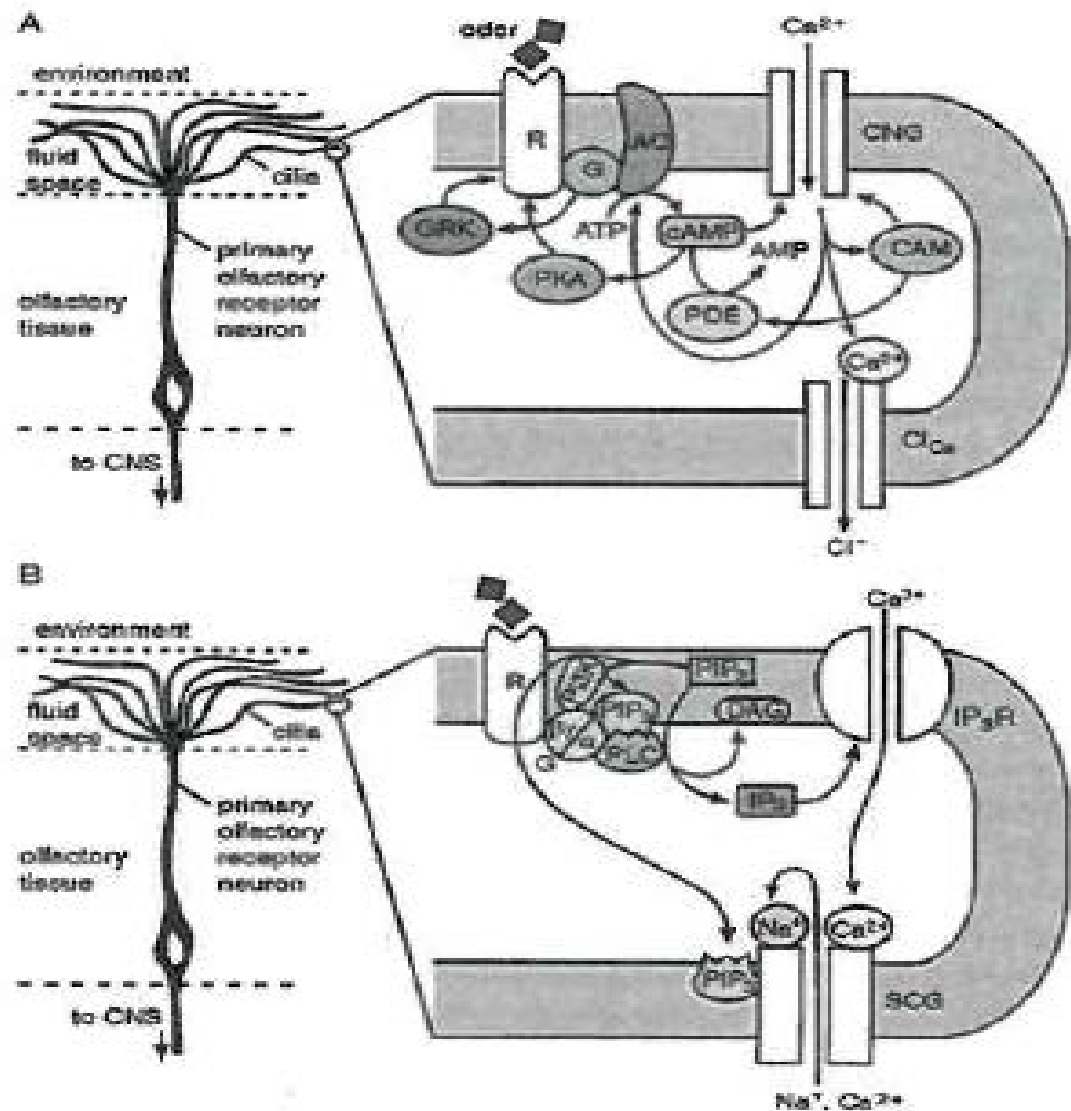
Figure 8: Interactions entre molécules odorantes et récepteurs (Ache et Young, 2005)



Lorsqu'un récepteur olfactif est activé, il y a transduction du signal olfactif, qui commence par l'activation d'une protéine G trimérique. Puis deux systèmes utilisant des seconds messagers différents peuvent être activés en parallèle (Vadurel et Gogny, 1997 ; figure 9) :

- une adényl-cyclase spécifique est activée, provoquant l'augmentation d'AMPc intracellulaire, ce qui entraîne l'ouverture des canaux sodiques à l'origine d'une dépolarisation ;
- une phospholipase C provoque l'augmentation d'IP3 intracellulaire et donc l'ouverture des canaux calciques à l'origine d'une dépolarisation.

Figure 9 : La transduction du signal par deux types de messagers (Ache et Young, 2005)



Il n'existe pas de lien entre la molécule odorante et le type de deuxième messenger utilisé. Dans une même cellule, les deux systèmes peuvent fonctionner en parallèle.

Ainsi, l'information est amplifiée et la dépolarisation de la membrane crée un potentiel d'action (Vadurel et Gogny, 1997).

3- Codage de l'information

Le codage quantitatif dépend du nombre de récepteurs stimulés et de la fréquence des potentiels d'action dans l'ensemble de la muqueuse olfactive. Il permet d'évaluer l'intensité de l'odeur (Vadurel et Gogny, 1997).

Une odeur est la résultante de l'interaction de nombreuses molécules avec plusieurs types de récepteurs différents, et est donc caractérisée par une « image » sur la muqueuse. Une molécule peut activer certains récepteurs et en inhiber d'autres. Le codage qualitatif est caractérisé par l'« image » sur la muqueuse olfactive interprétée par le cerveau (Vadurel et Gogny, 1997).

A une faible concentration de molécules odorantes, seuls les récepteurs à seuils d'excitation très bas sont excités. L'odeur peut être détectée mais elle n'est pas encore identifiable. Lorsque la concentration augmente, l'image est caractéristique et le message identifiable par le cerveau. Puis, quand la concentration devient trop forte, l'image perd de sa finesse (Holley, 1975).

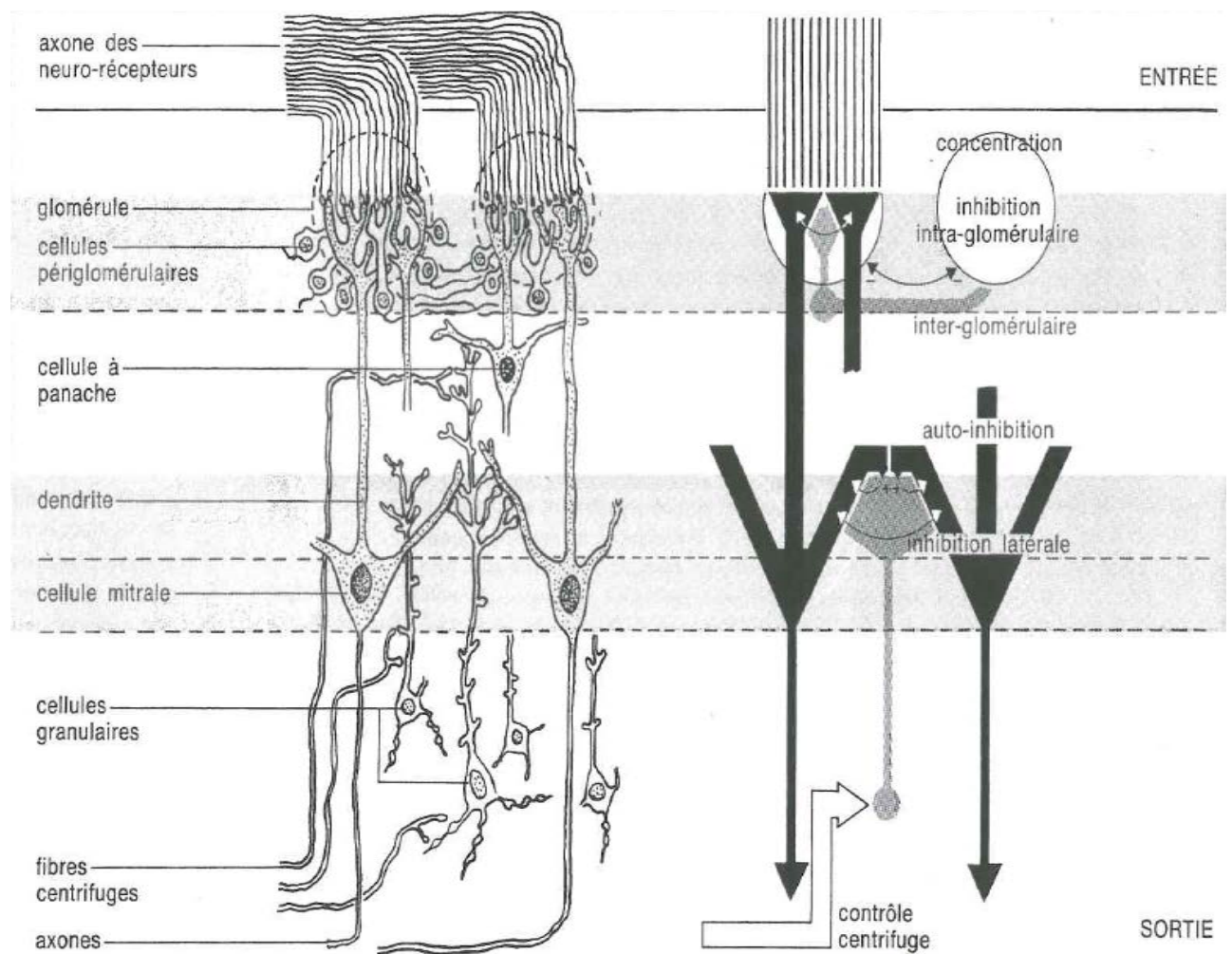
Les informations sont acheminées par le nerf olfactif jusqu'au bulbe olfactif, sans aucun relais synaptique. L'image est alors lue et interprétée par le cerveau (Vadurel et Gogny, 1996).

4- Intégration du message (Vadurel et Gogny, 1997)

Lors de trois étapes successives, le bulbe olfactif modifie l'information apportée par le nerf olfactif (figure 10) :

- un très grand nombre d'axones des cellules neuroréceptrices de la muqueuse converge vers un très petit nombre (10) de cellules mitrales, au niveau de la couche glomérulaire. Ceci entraîne la perte d'une partie de l'information mais aussi son amplification. De plus, les cellules périglomérulaires ont une action inhibitrice sur les cellules mitrales ;
- au niveau de la couche plexiforme externe, les cellules granulaires réalisent une rétro-inhibition des cellules mitrales, et inhibent aussi les cellules mitrales qui leurs sont voisines. La rétro-inhibition atténue les effets de la convergence, et stabilise donc l'image lors de fluctuations quantitatives de la molécule odorante. Cependant, l'inhibition des cellules voisines amplifie pour la seconde fois le contraste de l'image ;
- après le cortex olfactif, les projections vers le néocortex comportent un relais : l'hypothalamus ou le thalamus. La voie trans-thalamique contribue à la perception directe des odeurs, et la voie trans-hypothalamique à l'intégration de la mémoire olfactive et le contrôle des comportements.

Figure 10: Organisation fonctionnelle des cellules du bulbe olfactif (Holley, 1975)



II. SEUILS DE PERCEPTION OLFACTIVE ET DISCRIMINATION CHEZ LE CHIEN

Nous allons étudier les caractéristiques de la perception olfactive ainsi que les différents facteurs pouvant la faire varier.

A. Les caractères de la sensation olfactive

1- Le seuil de perception olfactive

Le seuil de perception est défini comme la plus petite concentration de substance odorante présente dans l'air entraînant une sensation olfactive. Il est très faible chez le chien, et peut varier en fonction de la substance odorante et de l'apprentissage (Vadurel et Gogny, 1997).

2- Temps de latence

Le temps de latence se définit comme la durée existante entre le contact avec une molécule odorante et la perception olfactive, et correspond à la durée pendant laquelle la molécule odorante traverse le mucus avant d'atteindre les récepteurs olfactifs (Vadurel et Gogny, 1997).

3- Variation d'intensité

Au delà du seuil de perception, la sensation olfactive croît lorsque l'intensité des stimulations augmente. Cependant, la perception du stimulus augmente moins vite que son intensité réelle. Ainsi la réponse est optimale à partir de concentrations en molécule odorante 10 à 15 fois supérieures au seuil de perception, et l'intensité maximale est alors atteinte (Vadurel et Gogny, 1997).

De plus, l'intensité perçue d'un mélange de deux odeurs est inférieure à l'addition des intensités des sensations olfactives de chacune des odeurs, mais plus élevée que la moyenne de ces intensités (Roqueplo, 2003).

4- Fatigue et adaptation

Après un stimulus continu ou de nombreux stimuli rapprochés, la sensation olfactive diminue puis disparaît, ce qui correspond au phénomène d'adaptation. Il correspond à l'élévation du seuil de perception pour une substance odorante, mais l'appareil olfactif reste sensible à d'autres odeurs. Ce phénomène est prononcé et durable, pouvant durer de 3 à 30 minutes (Vadurel et Gogny, 1997).

La fatigue olfactive survient après une heure de travail intensif, parfois même avant (Vadurel et Gogny, 1997).

5- Phénomène de persistance

Des concentrations en substances odorantes en dessous du seuil de perception peuvent finir par s'additionner et dépasser le seuil, ainsi l'intensité perçue augmente avec le nombre d'inhalations. Le phénomène de persistance correspond donc à un phénomène de sommation. Ceci explique qu'un chien de pistage ne soit efficace que sur une piste d'au minimum 600 m (Vadurel et Gogny, 1997).

B. Les variations de l'acuité olfactive

1- Facteurs individuels

a) La race

L'acuité olfactive varie selon les races et les lignées de chien. Les différences sont liées à la surface de la muqueuse olfactive, au nombre de récepteurs et à l'anatomie qui modifie le courant aérien (Vadurel et Gogny, 1997). Un Berger Allemand possède 200 millions de récepteurs, un Fox Terrier en possède 147 millions, un Teckel en possède 125 millions et un Bouledogue 100 millions (Vadurel, 1995).

L'acuité olfactive varie aussi selon la pigmentation de la muqueuse olfactive. Les chiens à robe sombre seraient plus performants et les albinos auraient un odorat imparfait. De plus, elle dépend aussi de l'anatomie. Chez les chiens brachycéphales, le raccourcissement et la déformation du crâne créent un obstacle à la circulation du courant d'air. L'orientation plus latérale des narines des mesocéphales les rend plus performants que les dolichocéphales (Vadurel, 1995).

b) Le sexe

Les femelles sont en général plus sensibles aux odeurs que les mâles. La sensibilité des femelles dépend du cycle sexuel et notamment de l'imprégnation oestrogénique (Vadurel et Gogny, 1997). Leur performance est maximale au moment de l'ovulation. Un traitement aux oestrogènes améliore l'acuité olfactive des femelles, alors que les androgènes la déprime.

Chez les mâles, une injection de testostérone augmente la qualité de l'olfaction, mais l'acuité olfactive diminue après castration (Vadurel, 1995).

c) L'âge

Une atrophie et une dégénérescence de l'épithélium olfactif ont été observées chez le chien à partir de 14 ans. Ces changements deviendraient importants à partir de l'âge de 17 ans (Hirai *et al.*, 1996).

d) La nutrition

D'après une étude réalisée par Aimé et ses collaborateurs (Aime *et al.*, 2007), le jeûne augmente l'acuité olfactive des rats, ce qui permettrait aux animaux de plus facilement trouver de la nourriture et de déceler l'odeur des prédateurs. L'acuité olfactive diminue lorsque l'animal est rassasié.

L'acuité diminue lors de la digestion, et plus particulièrement dans l'heure suivant le repas (Honhon, 1967).

Une étude (Alton *et al*, 2003) a recherché les effets de la composition en acides gras de la ration sur l'olfaction. Ils ont démontré que les chiens mâles Pointer nourris avec des acides gras saturés présentaient une diminution progressive de leur perception olfactive.

Ainsi, une ration composée principalement d'acides gras saturés peut affecter l'acuité olfactive du chien.

e) L'exercice

Un effort physique intense provoque chez le chien une augmentation de la température corporelle, du rythme d'halètement et du temps de recherche. Il provoque donc la diminution du rythme de reniflements, car le chien ne peut pas renifler et haleter simultanément, et donc une diminution des performances olfactives (Gazit et Terkel, 2003).

Les chiens n'ayant pas d'entraînement physique régulier présentent une forte diminution de leur acuité olfactive suite à l'effort et au stress d'une intervention. Ainsi, un entraînement physique modéré mais régulier permet aux chiens de maintenir leur acuité olfactive lors de périodes d'effort intense (Alton *et al*, 2003).

Cependant, le chien possède une capacité d'adaptation au travail dans des conditions physiques difficiles et ses performances peuvent être améliorées par un bon entraînement, qui permettra d'habituer le chien à faire l'effort d'augmenter sa fréquence de reniflement malgré l'augmentation de la fréquence d'halètement (Gazit et Terkel, 2003).

2- Facteurs environnementaux

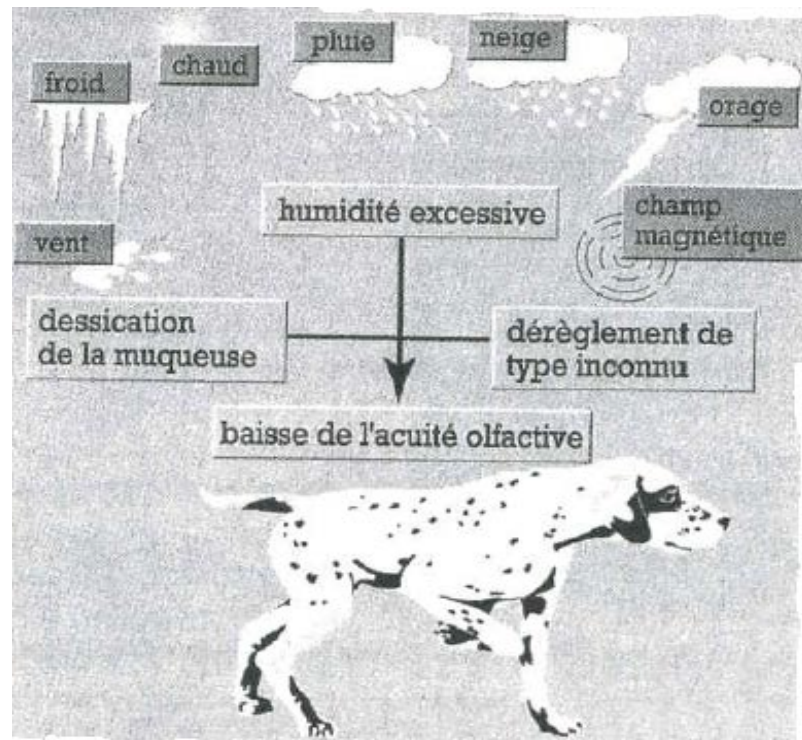
Les principaux facteurs environnementaux pouvant faire varier l'acuité olfactive sont d'ordre météorologiques (figure 11). Des hautes températures dessèchent la muqueuse olfactive et diminuent donc fortement l'acuité olfactive. De plus, si les chiens halètent, leur acuité olfactive est moindre.

Le vent et l'humidité ont une action plus faible et favorisent le processus de dessiccation de la muqueuse.

Les flocons de neige ou les gouttelettes de pluie perturbent le bon fonctionnement de l'appareil olfactif en formant à la surface de la muqueuse olfactive une couche liquidienne. Ils diminuent donc l'acuité olfactive (Vadurel et Gogny, 1997).

Les champs magnétiques, une baisse brutale de la pression atmosphérique ou un temps orageux diminueraient l'acuité olfactive brutalement, sans que le mécanisme ne soit encore connu (Vadurel et Gogny, 1997).

Figure 11: Facteurs environnementaux (Vadurel et Gogny, 1997)



3- Facteurs pathologiques

Les dysosmies sont des troubles de l'odorat quantitatifs ou qualitatifs. Il existe plusieurs moyens d'étudier l'acuité olfactive du chien : le test de la perméabilité des fosses nasales à l'aide d'un miroir, l'examen neurologique et l'olfactométrie.

Cette dernière permet d'étudier quantitativement la perception olfactive. Elle peut être parfois subjective et se baser sur le comportement du chien vis à vis de différentes concentrations d'une substance odorante, ou être objective et se baser sur des techniques électrophysiologiques (Myers, 1991).

L'olfactométrie objective est composée de l'éléctroencéphalogramme et de l'électro-olfactographie (EOG). Lors d'un EOG, un olfactomètre délivre un stimulus à l'aide de vapeur contenant des substances odorantes directement dans la narine à l'aide d'un cathéter. Cette technique donne des informations sur le fonctionnement de l'épithélium olfactif, et dans un deuxième temps sur son degré de fonctionnement (Myers *et al.*, 1984).

a) Dysosmies acquises

- Les dysosmies de transmission (Vadurel et Gogny, 1997) :

Ce sont des atteintes de l'odorat mais la muqueuse et les circuits de l'olfaction sont intègres. Elles sont liées à un obstacle mécanique ou inflammatoire perturbant l'écoulement normal du courant aérien, et empêchant donc une bonne transmission des molécules odorantes à l'épithélium olfactif. Ainsi, tout jetage entraîne une dysosmie de transmission.

Un obstacle mécanique peut être une déformation du squelette nasal, un corps étranger ou une tumeur.

Des phénomènes inflammatoires, comme une sinusite ou une rhinite peuvent former un obstacle.

Enfin, une anomalie de la ventilation des cavités nasales, comme lors d'imperforation des choanes ou de trachéotomie, provoque une dysosmie de transmission.

- Les dysosmies de perception :

Ce sont des atteintes de l'odorat secondaires à une lésion de l'épithélium olfactif, des voies ou des centres olfactifs.

- Lésion de l'épithélium olfactif (Vadurel, 1995 ; Vadurel et Gogny, 1997) :
Elle provoque une dysosmie de réception et peut avoir différentes origines.
L'âge provoque une diminution du nombre de récepteurs et de glomérules.
Certaines infections virales engendrent des lésions de la muqueuse, comme une atrophie de la muqueuse olfactive lors de maladie de Carré ou une inflammation de la muqueuse respiratoire lors de virus parainfluenza.
La tuberculose peut elle aussi provoquer une atrophie de la muqueuse.
Certaines maladies endocriniennes provoquent aussi des lésions, comme le syndrome de Cushing, le diabète sucré et l'hypothyroïdie.
Une malnutrition sévère diminue le renouvellement de l'épithélium provoquant ainsi une hyposmie, c'est-à-dire une diminution de la sensibilité olfactive.
Enfin, il existe des tumeurs de la muqueuse olfactive appelées neuroblastomes.

Les allergies provoquent des dysosmies mixtes de réception et de transmission, par inflammation du sinus ethmoïdal.

- Lésion du tractus olfactif (Vadurel, 1995 ; Vadurel et Gogny, 1997) :
Ces lésions sont à l'origine de dysosmies de conduction en touchant les nerfs, le bulbe ou le tractus olfactif.
Un traumatisme crânien peut provoquer des lésions osseuses, notamment une fracture de la lame criblée qui est particulièrement vulnérable, et peut alors engendrer des lésions du nerf olfactif. S'il y a section complète des fibres nerveuses, l'anosmie est irréversible.
Même sans fracture, l'hématome dû au traumatisme peut lui aussi être à l'origine d'une anosmie par compression des fibres nerveuses avec possibilité de récupération de l'odorat.
Une dysosmie peut aussi survenir lors de lésion compressive provoquée par une tumeur ou un traumatisme crânien, ou encore de lésion dégénérative.
- Lésion centrale (Vadurel et Gogny, 1997) :

Une lésion centrale se manifeste par des troubles qualitatifs comme des hallucinations olfactives. Les causes peuvent être l'épilepsie, une tumeur cérébrale, une hypertension intracrânienne, une infection (maladie de Carré, toxoplasmose, rage).

- Cacosmie (Vadurel et Gogny, 1997) :
Certaines atteintes métaboliques comme un diabète sucré, un syndrome urémique ou une cirrhose du foie peuvent causer des cacosmies. Les métabolites produits sont alors perçus lors de l'expiration comme des molécules odorantes.
Une infection de la sphère oro-laryngée peut aussi être à l'origine d'une cacosmie.

b) Dysosmies congénitales

Elles sont rares et peuvent être héréditaires ou périphériques.

Les dysosmies héréditaires sont la sténose des narines et l'hypertrophie du voile du palais. Les chiens brachycéphales y sont prédisposés, mais ces deux anomalies peuvent être traitées chirurgicalement (Vadurel, 1995).

Les dysosmies périphériques sont l'absence de certaines protéines réceptrices spécifiques d'une odeur provoquant alors une anosmie partielle, et l'agénésie du nerf olfactif provoquant une anosmie complète (Vadurel, 1995).

c) Dysosmies iatrogènes

Les médicaments perturbant le goût agissent aussi sur l'odorat, car les deux sont étroitement liés. Chez l'homme de nombreux médicaments provoquent des dysosmies avérées (tableau 1). Les vasoconstricteurs, les vasodilatateurs et les antimétoprokinétiques sont les principaux perturbateurs de l'odorat (Vadurel et Gogny, 1997).

d) Dysosmies liées à la pollution

La muqueuse olfactive est sensible à toute pollution, les substances pouvant l'atteindre par l'air inspiré ou par les aliments et l'eau ingérés (Schiffman et Nagle, 1992). Il existe de nombreuses substances pouvant provoquer des dysosmies (tableau 2).

Les polluants peuvent altérer la perception olfactive mais aussi détruire la muqueuse. La plupart détériorent les récepteurs olfactifs et peuvent provoquer une anosmie plusieurs années après l'exposition.

Les polluants atmosphériques peuvent agir au niveau du système nerveux central.

De plus, la sensibilité olfactive peut aussi être réduite par l'inspiration passive de fumée de tabac.

Enfin, les tumeurs des cavités nasales sont souvent associées à des substances chimiques comme le formaldéhyde, le nickel, la poussière de bois, ...

Tableau 1 : Dysosmies iatrogènes chez l'homme (Vadurel et Gogny, 1997)

Classification	Molécule	Dysosmie
Anesthésiques locaux	Cocaïne Tétracaïne	Anosmie passagère Anosmie passagère
Antiacnéique	Isotrétinoïne	Hyposmie
Antibiotiques	Néomycine Doxycycline Streptomycine	Anosmie Anosmie/parosmie Cacosmie/anosmie partielle
Antimitotique	Cisplatine	Anosmie
AINS	Noramidopyrine	Hyposmie
Antirhumatismal	Sels d'or	Anosmie
Anticholinergique	Scopolamine	Hyposmie Défaut détection odeur
Antithyroïdiens	Carbimazol Méthylthiouracile Propylthiouracile	Anosmie Anosmie * Hyposmie *
Médicaments à visée cardio-vasculaire	Diltiazem Dipyridamole Enalapril Nifépidine Captopril Amrinone Métoprolol Acébutolol Nifédipine	Hyposmie Parosmie Parosmie Parosmie Parosmie Dysosmie Anosmie * Anosmie * Dysosmie
Opiacés Sympathomimétiques	Codéine Morphine Amphétamine Imipramine	Hyposmie Hyposmie Hyposmie
Usage répété de gouttes nasales vasoconstrictrices	Fénoxazoline Tymazoline Oxymétazoline	Anosmie Anosmie Anosmie
Divers	HCl Menthol Strychnine Sulfate de zinc	Hyposmie Hyposmie Hyposmie Anosmie

* : dysosmies réversibles dès l'arrêt du traitement

Tableau 2 : Liste des polluants provoquant des dysosmies (Vadurel, 1995)

Classe	Molécule	Modification de la muqueuse olfactive
Solvant	Héxaméthylphosphoramide Toluène Styrène	
Herbicide	Dichlobénil	Destruction épithélium olfactif
Fongicide	Carbamate Triadiméfon	Dégénérescence épithélium olfactif
Insecticide	Hexachlorocyclohexane	
Désinfectant	Formaldéhyde	Modification histologique
Brouillard	Méthylfuran	Nécrose
Fumée de tabac	Nitrosodiéthanolamine	Tumeurs olfactives
Parfumerie	Méthylindole Acétaldéhyde	Modifications histologiques Tumeurs
Métal	Cadmium Chrome Plomb Mercure Nickel Argent Zinc (exposition chronique)	
Poussière	Cendre (exposition chronique)	
Composés organiques non métalliques	Ammoniac Chlore Fluorure (exposition chronique)	
Composés organiques	Acétone Benzène Menthol (exposition chronique)	

III. NATURE DES MOLÉCULES DE DÉCOMPOSITION CADAVERIQUE ET LEUR ÉVOLUTION EN MILIEU AQUATIQUE

Afin de comprendre comment un chien peut trouver un cadavre dans l'eau, il est important de comprendre le processus de décomposition d'un corps, les molécules odorantes qui s'en dégagent et l'évolution de ces dernières dans l'eau.

A. Le processus de décomposition cadavérique

1- Les étapes de la décomposition

La décomposition cadavérique pour un corps exposé à l'air ambiant commence immédiatement après la mort et est composée de 5 étapes jusqu'à ce qu'il ne reste que le squelette (Rebmann *et al*, 2000 ; Lasseter *et al.*, 2003 ; Bil, 2008) :

- Première étape :
Le cadavre est frais, le corps ne présente que très peu de changements extérieurs et aucune décoloration. A l'intérieur du corps, le processus d'autolyse débute et se définit comme la digestion des protéines par les enzymes du cadavre. En effet, après le décès les enzymes digestives s'attaquent d'abord à l'estomac puis à l'œsophage et les cavités pleurales.
La putréfaction, qui consiste en la décomposition des matières organiques mortes par les bactéries, se met ensuite en place. Après la mort, les bactéries présentes se multiplient rapidement et digèrent les tissus mous.
L'odeur du cadavre est alors détectable par le chien mais pas par l'homme.
- Deuxième étape:
Le cadavre change de couleur. La couleur rose/blanc due à l'absence de circulation sanguine se transforme en une coloration verdâtre par l'action des micro-organismes qui dégradent la matière organique en gaz et fragments protéiques. L'abdomen se gonfle sous l'effet des gaz accumulés. La peau commence à se détacher par endroit et les cheveux tombent.
Une coloration brune apparaît ensuite au niveau des doigts, du nez et des oreilles.
Finalement, l'ensemble du cadavre devient brun et une coloration noire peut être visible au niveau des bras et des jambes.
Après le gonflement du cadavre par les gaz, la consistance de la peau peut ressembler à du cuir.
Lors de cette deuxième étape, les insectes sont présents et accélèrent la décomposition.
L'odeur du cadavre est alors décelable par un homme à distance.
- Troisième étape :
Lors de la décomposition avancée, les chairs se détachent du corps et la cavité abdominale s'affaisse après l'évacuation des gaz. Les chairs restantes sont noires. Selon l'environnement dans lequel se trouve le cadavre, la momification peut commencer.

Si le corps se décompose dans un environnement très humide ou dans l'eau, il peut y avoir production d'adipocire, substance savonneuse grise blanchâtre, produit de la décomposition des tissus gras par des bactéries anaérobies particulières.

- Quatrième étape :

Cette étape correspond à l'état « squelettique » du cadavre. Les tissus se liquéfient et les os sèchent. L'odeur du cadavre s'affaiblit.

- Cinquième étape :

C'est la décomposition extrême, c'est-à-dire la décomposition du squelette. Cette étape peut prendre plusieurs années et est accélérée par le soleil.

A.A. Vass (Vass, 2001) a mis au point une formule simple permettant d'estimer la durée de décomposition d'un cadavre à l'état de squelette. Cette formule s'applique seulement aux corps allongés sur le sol, elle permet donc juste de donner un ordre d'idée, car la décomposition d'un corps enterré ou immergé diffère.

Cette formule est :

Nombre de jours pour atteindre l'état de squelette = $1285 / \text{moyenne de température ambiante en degré Celsius}$.

2- Les particularités du milieu aquatique

Dans l'eau, le processus de décomposition varie légèrement. Une immersion prolongée ralentit le processus de décomposition.

La température de l'eau intervient aussi sur la vitesse de décomposition car un corps se décompose plus rapidement lorsque l'eau est chaude.

Un corps dans l'eau peut se faire attaquer par des prédateurs aquatiques, mais aussi terrestres ou aériens lorsqu'il remonte à la surface.

De plus, en milieu aquatique il faut prendre en compte la flottaison du cadavre. Lors du décès par noyade, le corps coule car les poumons sont vidés d'air et la densité du corps est supérieure à celle de l'eau. Mais le corps peut remonter à la surface du fait de la production de gaz lors de la putréfaction. Ainsi, selon le temps de production des gaz et leur localisation, la flottaison du cadavre peut être primaire ou secondaire (Judah, 2011).

Lors de flottaison primaire, la remontée du corps résulte de gaz produits dans l'appareil digestif et apparaît entre 24 à 72 heures après la mort dans une eau à 20 °C.

Lors de flottaison secondaire, les gaz sont produits dans d'autres parties du corps.

Différents facteurs peuvent influencer le temps entre la mort et la flottaison primaire. Si la profondeur du milieu aquatique est supérieure à 30 mètres de profondeur, le corps ne remontera jamais à la surface (Judah, 2011). De même si la température de l'eau est inférieure à 2,7 °C, car dans ce cas il n'y a pas d'action bactérienne produisant les gaz. Enfin, si le corps n'est pas intact et que la cavité abdominale ou la cage thoracique sont ouvertes, la remontée du corps est impossible.

De plus, la flottaison est beaucoup plus rapide dans l'eau de mer du fait de la densité en sel (Bil, 2008).

B. Les molécules odorantes d'un cadavre

1- Évolution de l'odeur au cours de la décomposition cadavérique

L'odeur d'un cadavre n'est pas une seule odeur mais une gamme d'odeurs produites durant les différentes étapes de la décomposition. L'odeur n'est pas spécifique d'un individu, car les réactions chimiques associées à la décomposition sont essentiellement les mêmes pour tous les individus.

Les odeurs changent au fur et à mesure de l'avancée de la décomposition et du changement des molécules libérées (Rebmann *et al*, 2000).

Il a été décrit à plusieurs reprises qu'il existait trois périodes très différentes dans l'évolution d'un corps humain, pour lesquels les chiens décelaient des effluves très différents. Aucune publication scientifique ne décrit ce phénomène, mais il est très clairement rapporté par les maîtres-chiens.

Ainsi, pendant les premières heures après la mort, le chien décèle des effluves identiques à un homme vivant, par rémanence des effluves humains dans l'air.

Puis, entre une à trois heures après la mort, apparaît une période réfractaire pendant laquelle le chien ne localise pas le cadavre.

Passée cette période réfractaire, le chien décèle ensuite les effluves dus à la décomposition du corps.

Ainsi, selon l'heure du décès, les molécules odorantes d'un corps seront très différentes.

2- Les substances odorantes lors des premières heures

Lors des premières heures après le décès, les effluves sécrétés sont des effluves identiques à un homme vivant. Nous allons donc nous intéresser à l'odeur corporelle humaine.

Chaque être humain possède sa propre odeur. Un homme peut reconnaître son odeur, celle d'un proche ou bien même distinguer plusieurs individus par leur odeur (Penn *et al*, 2007). L'effluve humain est composé de plusieurs éléments : les cellules mortes cutanées, les sécrétions cutanées, et leur dégradation par des bactéries.

a) Les cellules mortes

A chaque seconde, cinquante millions de cellules meurent et vont marquer notre environnement. Cela concerne principalement les cellules de notre peau, mais aussi des voies respiratoires et de l'appareil digestif (Combre, 2006).

b) Les glandes sudoripares

La sueur est l'un des composants principaux de l'odeur corporelle humaine. Elle est composée à 99 % d'eau, mais aussi d'ions, d'anticorps, de vitamine C et de déchets métaboliques. Sa composition exacte varie entre chaque individu en fonction de l'alimentation et de la génétique (Combre, 2006).

Les composés volatiles qui composent la sueur sont principalement des hydrocarbures, des alcools, des acides carboxyliques, des cétones et des aldéhydes (Penn *et al*, 2007).

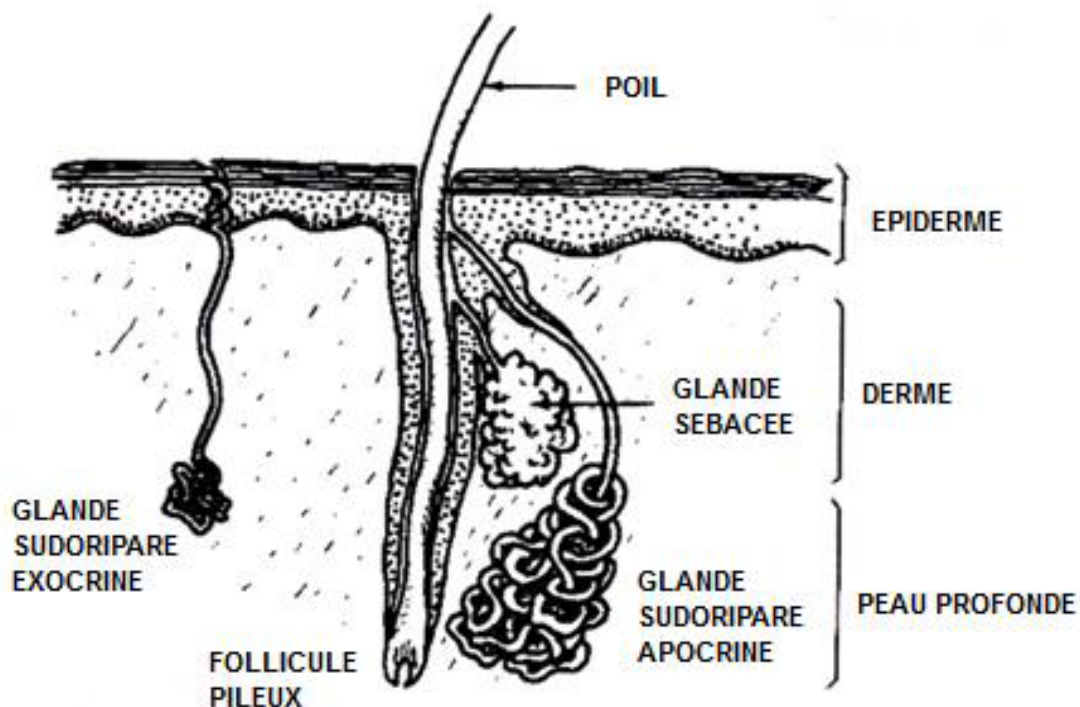
Il existe deux types de glandes sudoripares : les glandes sudoripares exocrines et apocrines (figure 12).

Les glandes sudoripares exocrines sont abondantes sur pratiquement toute la surface du corps et sont principalement impliquées dans la thermorégulation du corps. Elles peuvent être stimulées par des facteurs mentaux ou émotionnels ou bien par la chaleur (Hart, 1980). Elles sont particulièrement abondantes sur le front, la paume des mains, la plante des pieds et les aisselles. A mesure qu'elles synthétisent leur solution aqueuse, elles l'expulsent par exocytose (Combre, 2006).

Les glandes sudoripares apocrines sont situées sur les aisselles, la région anogénitale, le canal auditif et les paupières. La sécrétion se fait en plus grande quantité au niveau des aisselles, là où les glandes sont les plus larges (Hart, 1980).

Contrairement aux glandes exocrines, le conduit des glandes apocrines débouche dans un follicule pileux. Elles libèrent leurs sécrétions accumulées quand l'apex de la cellule se détache. Leur sécrétion est plus opaque et riche en lipides et en albumine (Combre, 2006).

Figure 12 : Schéma glandes sudoripares (Combre, 2006)



c) Les glandes sébacées

Les glandes sébacées sont un appendice des follicules pileux, qui sont présents sur tout le corps à l'exception de la paume des mains et la plante des pieds. Elles sécrètent une substance huileuse légèrement aromatique, le sébum, qui s'étale à la surface de la peau (Hart, 1980).

La sécrétion des glandes sébacées contient des cires et des acides gras mais dépend aussi de chaque individu.

d) Les bactéries commensales

Les bactéries commensales sont présentes sur la peau et influencent le milieu, particulièrement au niveau du visage, de la nuque, des aisselles, de l'aîne et de la voute plantaire. Les bactéries sont principalement des Gram positifs, notamment *Staphylococcus aureus*.

L'odeur corporelle provient principalement de la dégradation des cellules mortes qui baignent dans les sécrétions cutanées par ces bactéries. Ainsi les produits de dégradation de la sueur sont par exemple l'ammoniac, le méthane et l'hydrogène sulfuré.

Ce sont les produits de ces dégradations qui possèdent une odeur caractéristique (Combre, 2006).

Des facteurs peuvent influencer l'activité de ces bactéries : l'humidité et une température pas trop basse sont indispensables à une bonne activité des bactéries.

e) Les facteurs de variation de l'odeur corporelle

- Variations individuelles :

Avant d'atteindre la puberté, les enfants ne possèdent pas de glandes sudoripares apocrines. Avec l'âge, l'activité des glandes apocrines diminue (Kroelly, 2011).

Ainsi, un enfant, un adulte ou une personne âgée auront une odeur différente (Chen et Haviland-Jones, 1999). De plus, chez la femme, les cycles menstruels, la lactation ou la grossesse peuvent faire varier l'odeur corporelle (Kroelly, 2011).

Certains états émotionnels, comme le stress ou la peur, déclenchent une sécrétion de sueur plus abondante.

Enfin, certaines maladies génèrent une odeur particulière, détectable par le chien. Ainsi, certains chiens peuvent aider au diagnostic de certains cancers, déceler une crise d'épilepsie imminente ou une crise d'hypoglycémie chez un patient diabétique. Certaines maladies cutanées peuvent augmenter considérablement la desquamation cutanée (Browne *et al.*, 2006).

- Variations ethniques (Hart, 1980) :

La principale variation de l'odeur corporelle entre les ethnies est due aux glandes sudoripares. Chez les populations africaines, les glandes sudoripares apocrines sont présentes en plus grand nombre, sont de plus grosse taille et sécrètent une sueur opaque.

La sueur des populations caucasienne est claire à opaque et les glandes apocrines sont en plus petit nombre. Les populations orientales sont celles qui

en possèdent le moins et dont l'activité est la plus faible, et possèdent donc l'odeur corporelle la moins forte.

- Différences alimentaires et culturelles :

L'hygiène joue un rôle dans l'odeur corporelle. En effet, une mauvaise hygiène augmente le nombre d'éléments cellulaires liés à la desquamation à la surface de la peau.

Les cosmétiques utilisés peuvent avoir un effet masquant, et certains anti-transpirants régulent la production de sueur (Kroelly, 2011).

La présence de pilosité axillaire augmente l'odeur corporelle (Hart, 1980).

De plus, les habitudes alimentaires peuvent modifier l'odeur corporelle. Ainsi, certaines odeurs, comme le tabac ou l'alcool sont exhalés par les voies respiratoires, alors que d'autres le sont par la peau (oignon, ail, ...) (Combre, 2006).

- Vêtements :

L'action des vêtements sur l'odeur peut être de deux types : une modification de l'odeur humaine de par la composition du vêtement, comme le cuir par exemple, ou bien une conservation de l'odeur par l'action physique du vêtement. En effet, certains tissus absorbent mieux la sueur, comme le coton. D'autres vont au contraire favoriser le réchauffement et donc la sécrétion de sueur.

De plus, les vêtements s'imprègnent des odeurs culinaires et domestiques.

Ainsi, lors des premières heures après le décès, les effluves humains rémanents sont particulières à un individu. C'est le mélange de tous les facteurs vus précédemment qui crée l'odeur corporelle individuelle.

3- La période réfractaire

Très peu d'informations sont connues à ce jour sur la période réfractaire. Il semble qu'entre une et trois heures post-mortem, il n'existe pas d'effluves que le chien soit capable de déceler.

4- Les effluves putréfiantes

Passé la période réfractaire, les effluves qui émanent du corps sont le résultat de la décomposition. Certains maîtres-chiens ont remarqué un comportement particulier de leurs chiens face à un cadavre datant de plusieurs jours (approximativement 3 jours pour les chiens de décombres) (Kroelly, 2011).

A partir de ce délai, le marquage des chiens change et ils adoptent des attitudes particulières. Certains urinent ou défèquent, hérissent les poils, marchent en cercle, hurlent, ou se couchent. Ces comportements peuvent être considérés comme des signes d'aversion et d'appréhension (Rebmann *et al*, 2000).

Vass *et al.* (2004) ont analysé les différents composants volatiles présents en dessous, au dessus et à la surface de quatre tombes humaines. Ils ont trouvé 424 composés volatiles libérés lors de la décomposition d'un corps enterré, mais n'ont pas détecté de diamines (putrescine et cadavérine). Or, pendant longtemps on a cru que la

cadavérine et la putrescine étaient les deux molécules qui permettaient au chien de trouver un cadavre.

Verplaetse *et al.* (2007) ont analysé les composants volatiles de reste humains et d'autres animaux. Ils ont conclu que la plupart des composants étaient communs à toutes les espèces. Eux non plus, n'ont pas détecté de putrescine et de cadavérine.

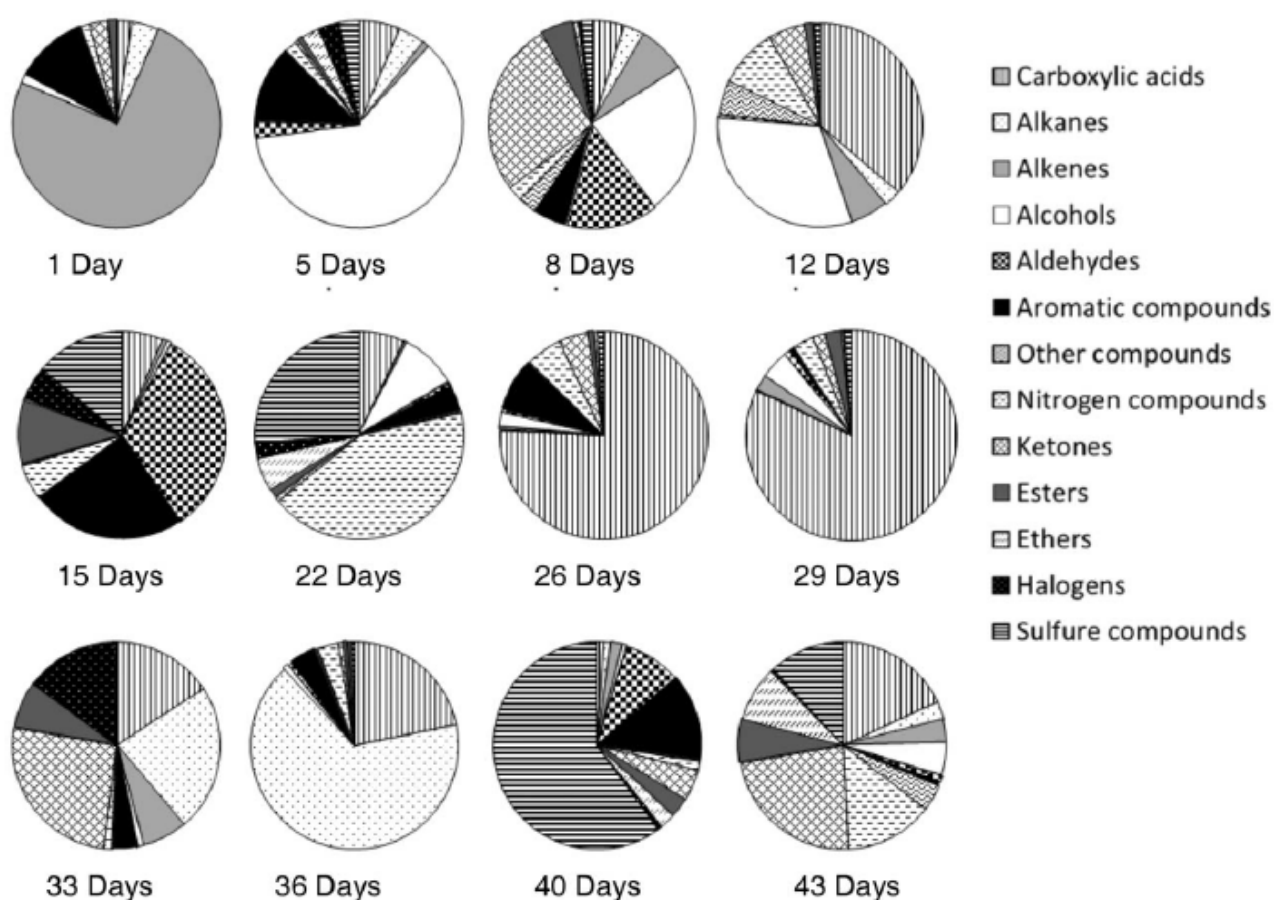
Ainsi, les composés volatiles principalement retrouvés sont organiques et inorganiques. Les composés inorganiques sont des gaz, comme H₂S, CO₂, SO₂, NH₃, H₂, ...

Les composés organiques retrouvés appartiennent à plusieurs classes de molécules : hydrocarbures, aldéhydes, cétones, acides, esters, composés aromatiques et sulfure.

Ils ont aussi montré que certains composés étaient spécifiques d'une espèce notamment parmi les hydrocarbures cycliques (Verplaetse *et al.*, 2007).

Dekeirsschieter *et al.* (2012) ont étudié les composants volatiles qui émanent de carcasses de cochon, animal le plus utilisé comme analogue pour étudier le corps humain. Ils ont trouvé 832 composés volatiles organiques. Ils ont aussi évalué les proportions des différents composés au cours de la décomposition (figure 13).

Figure 13: Distribution des classes de molécules selon le nombre de jours post-mortem (Dekeirsschieter et al., 2012)



Peu de composés volatiles ont été retrouvés lorsque le corps est frais (première journée post-mortem). La décomposition avancée est l'étape de décomposition où la signature olfactive est la plus forte et où le plus de composés ont été retrouvés. Lors de décomposition avancée, les composés principaux de l'effluve sont les composés soufrés, notamment le diméthyl disulfide (DMDS). Cependant la masse volumique du DMDS est plus grande que celle de l'eau, il est donc peu probable que ce composé puisse être perçu à la surface de l'eau par un chien (Bil, 2008).

Ainsi, les effluves putréfiants humaines sont un ensemble de nombreux composés volatiles, dont certains sont communs à la décomposition d'autres espèces. Les proportions de ces composés changent lors du processus de décomposition.

C. La diffusion des effluves en milieu aquatique

Les mouvements d'air et d'eau permettent aux effluves d'atteindre la surface d'un milieu aquatique. Nous allons étudier quels sont ces mouvements.

1- Principe de la diffusion des effluves

Les effluves en milieu aquatiques sont basés sur deux lois de chimie : la diffusion et le phénomène d'évaporation. Chaque personne produit une odeur corporelle en permanence, qu'elle soit à la surface ou sous l'eau. Or le corps produit des solides, liquides et gaz solubles et insolubles.

Ces composés solubles, par diffusion, vont se disperser dans l'eau entourant le corps. Certains composés vont atteindre la surface de l'eau, où le phénomène d'évaporation a lieu. Une fois à l'état gazeux, les composés sont entraînés dans les courants d'air et sont alors identifiables par un chien.

Les composés insolubles, de poids moléculaire plus faible que l'eau environnante, vont remonter à la surface et flotter, pouvant aussi être détectés par un chien (Hardy, 1992).

Ainsi un corps immergé peut produire une odeur pendant plusieurs années.

De plus, lors de l'entrée du corps dans l'eau, les cellules mortes et les sécrétions huileuses présentes sur la peau vont flotter à la surface de l'eau formant une « tache d'huile ». Ainsi, peu de temps après l'entrée du corps dans l'eau, l'odeur détectable par un chien se compose des effluves mais aussi de la « tache d'huile ».

2- La diffusion des effluves dans l'eau

- Influence de la température de l'eau et du courant :

Dans l'eau, les courants d'eau éloignent l'odeur d'un corps immergé.

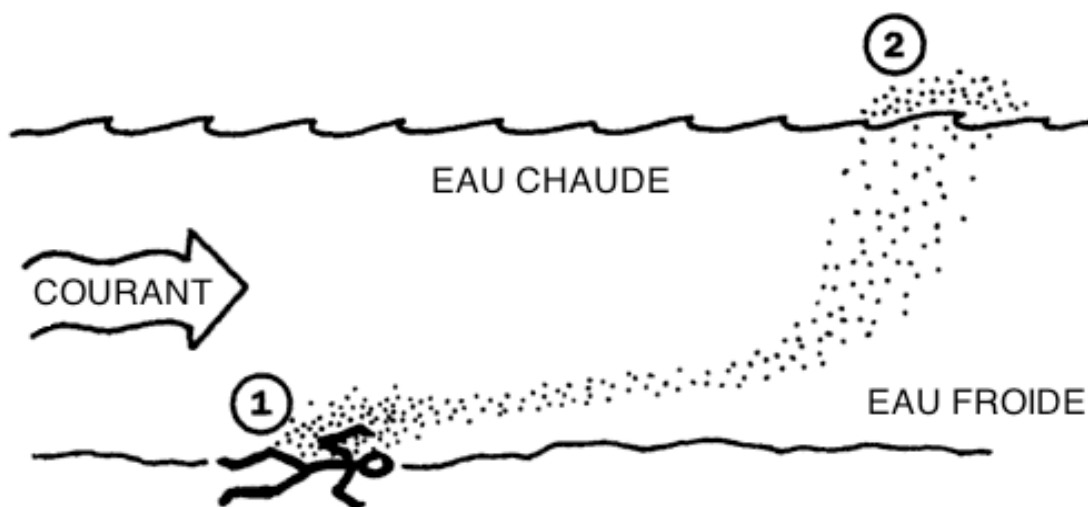
La thermocline est la zone de transition thermique rapide entre les eaux profondes et les eaux superficielles.

A la surface de l'eau, les rayons du soleil frappent et sont absorbés, réchauffant ainsi les eaux superficielles. Le vent et les vagues distribuent uniformément cette

chaleur sur les dix premiers mètres de profondeur. Sous les eaux superficielles, la température chute d'environ vingt degrés jusqu'aux eaux profondes. La thermocline est cette zone de transition de température. Il existe plusieurs couches d'eau de température différentes formant des colonnes d'eau (Snovak, 2004).

Les colonnes d'eau chaudes vont faire remonter l'effluve, alors que les colonnes froides vont garder l'effluve à la même profondeur mais la disperser selon le courant (Rebmann *et al*, 2000). Selon la disposition des colonnes d'eau près d'un corps immergé, l'effluve peut remonter à la surface de l'eau à la verticale du corps ou loin du corps (figure 14).

Figure 14: Diffusion d'une odeur dans l'eau (Rebmann et al, 2000)



Il se forme donc à la surface de l'eau un hémisphère d'effluves pouvant être éloigné de la verticale du corps selon le courant et les colonnes d'eau. Ainsi, les effluves seront à un endroit très différent de la verticale du corps selon que l'on se trouve dans de l'eau stagnante, de l'eau vive.

- Influence de la présence d'obstacles :

Les molécules odorantes peuvent, dans l'eau, être piégées dans des herbes, entre des rochers, ou au niveau de n'importe quel obstacle immergé, avant de faire surface (Snovak, 2004).

- Influence du type d'eau :

Les effluves sont dispersés de façon très différente en eau vive et en eau stagnante.

- En eau stagnante, la diffusion des effluves dépend de la profondeur, des colonnes d'eau et des obstacles, mais il n'y a pas de courants. L'eau stagnante est composée des lacs, étangs, mares et marais. Cependant, il a été démontré que des courants peuvent exister au fond d'un lac. Ils peuvent résulter du courant des eaux des nappes phréatiques causé par un

système karstique (paysage tourmenté, creusé de nombreuses cavités par l'érosion de la roche) sous le plancher du lac (Ruffel, 2014).

- En eau vive, il y a de forts courants, dispersant les effluves en aval du corps jusqu'à plusieurs kilomètres.

Le corps lui-même peut être porté par le courant et donc en mouvement.

Si le corps est immergé depuis longtemps, des tissus peuvent se séparer du corps et être portés par les courants. Si ces tissus se coincent dans des rochers ou des herbes, ils forment alors une autre source d'odeur au même titre que le corps lui-même, même si l'odeur qui en émane est moins forte (Snovak, 2004).

L'eau vive se compose des fleuves, rivières, cours d'eau, ainsi que des mers et des océans.

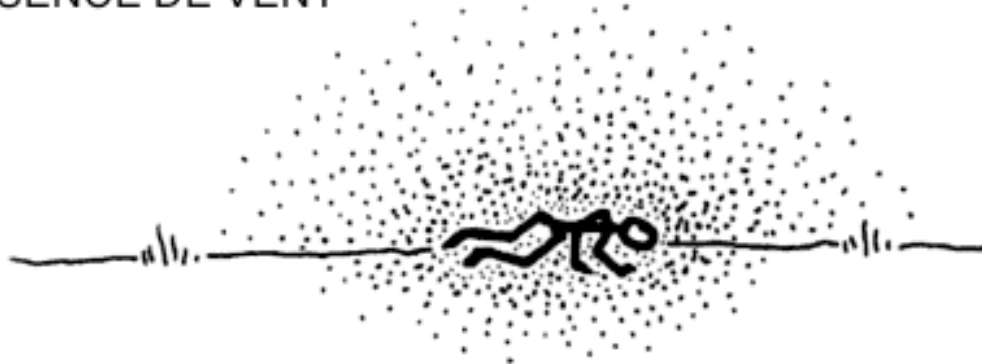
3- Diffusion des effluves à la surface de l'eau

Ce sont les mouvements d'air autour d'un corps qui vont permettre la dissipation d'une odeur dans l'air.

Ainsi, lorsqu'un corps est immobile, et qu'il n'y a pas de vent, il se forme autour du corps un hémisphère d'effluve (Rebmann *et al*, 2000 ; figure 15).

Figure 15: Hémisphère d'effluve (Rebmann *et al*, 2000)

ABSENCE DE VENT



A la surface de l'eau, les effluves arrivant à la surface vont former elles aussi un hémisphère d'effluve semblable à celui formé directement autour d'un corps à l'air libre (figure 14).

S'il y a du vent, le courant d'air va écarter l'odeur du lieu de remontée des effluves de l'eau, dans le sens du vent et former un cône d'effluve. La concentration en molécules odorantes décroît progressivement dans le cône plus on s'éloigne du lieu où l'effluve remonte et donc où la concentration de ces molécules est la plus forte (Rebmann *et al*, 2000 ; figure 16).

Figure 16: Cône d'effluve (Rebmann et al, 2000)

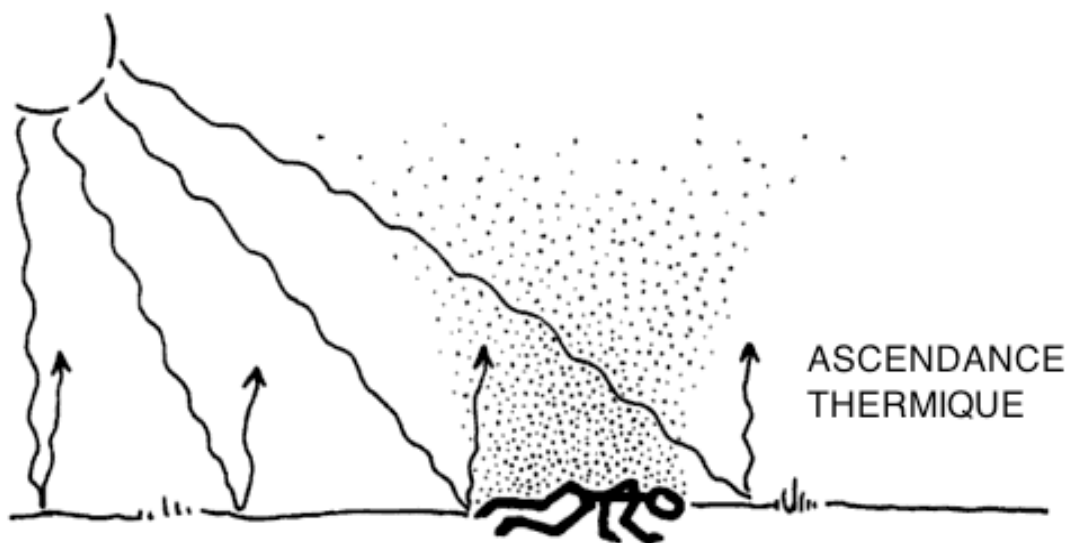


- Influence de la température extérieure :

La chaleur accroît la vitesse de diffusion des odeurs et à long terme détruit les molécules odorantes (Honhon, 1967).

Avec la chaleur, les courants d'air ont tendance à monter, le cône peut alors se disperser verticalement au point de remontée des effluves dans l'eau (figure 17).

Figure 17: Cône d'effluve vertical dû à la chaleur (Rebmann et al, 2000)



- Influence du vent :

De plus, selon la force et la direction du vent présent à la surface de l'eau, l'hémisphère d'effluve formé peut encore se déplacer. La dispersion des molécules odorantes et de leur concentration augmente plus le vent est fort. Si le vent est multidirectionnel, le cône d'effluve peut s'interrompre et les odeurs ne sont pas dispersées uniformément (Rebmann et al, 2000).

La présence de vent facilite le travail du chien car en l'absence de vent il faut passer près de la victime pour déceler les effluves. De plus, si le vent est dos au chien, ce dernier ne peut sentir les effluves qu'à condition d'avoir dépassé le corps (Honhon, 1967).

- Influence de l'humidité :

Si l'humidité est forte, l'air est saturé et les molécules odorantes sont donc moins disponibles (Honhon, 1967).

- Influence des précipitations :

Une forte pluie fait fortement diminuer la quantité de molécules odorantes. Cependant, une faible pluie n'a pas d'action sur les effluves (Honhon, 1967).

Ainsi pour localiser un corps immergé, il faut prendre en considération la diffusion des effluves dans l'eau mais aussi à sa surface.

Deuxième partie: Aide à la localisation de personnes noyées par la recherche olfactive canine

Nous avons vu dans une première partie le fonctionnement de l'olfaction canine ainsi que des effluves en milieu aquatique. Nous allons maintenant nous intéresser à la place du chien dans une recherche en milieu aquatique, le déroulement de la recherche ainsi que l'entraînement du chien.

I. IMPORTANCE DU DANGER NOYADE

La France est un pays comportant de nombreuses zones côtières (mers et océan), ainsi que de nombreux canaux naturels et artificiels et des lacs et bassins. L'eau étant autant présent dans notre milieu, il paraît logique que la France élargisse son champ de recherche de personnes du milieu terrestre au milieu aquatique.

Le milieu aquatique est peu enclin à la survie de la victime, la notion d'urgence de la recherche est d'autant plus importante.

A. Physiologie de la noyade

La compréhension des changements physiologiques ayant lieu lors d'une noyade, permet aux sauveteurs de mettre en place la meilleure stratégie pour retrouver la victime, et de mieux conseiller autrui.

1- Définition de la noyade

La noyade se définit comme une mort par asphyxie provoquée par l'inondation des voies respiratoires suite à une submersion (totalité du corps dans l'eau) ou à une immersion (face de la victime).

Lors de l'immersion, le temps avant de trouver la mort dépend de l'âge de la victime et de la température de l'eau. Si l'eau est chaude, la mort se produit en 3 à 10 minutes. Une eau très froide provoque une hypothermie rapide pouvant avoir un rôle protecteur vis-à-vis des organes et augmenter le délai de survie. Le plus souvent, une personne perd conscience dans les 3 premières minutes d'immersion.

Le type d'eau, salée ou non, a très peu d'influence sur la survie de la victime si une réanimation est initiée (Judah, 2011).

2- Types de noyade

Il existe deux types de noyade (Judah, 2011) :

- la noyade passive, qui a lieu lorsqu'un individu coule sans mouvements, si l'individu est inconscient, après un accident ou une pathologie ;
- la noyade active à lieu lorsqu'une personne suffoque par manque d'oxygène en ne parvenant pas à garder la bouche en dehors de l'eau, soit parce qu'elle ne sait pas nager, est épuisée ou en hypothermie, soit parce qu'elle est en détresse ou que quelque chose l'empêche de remonter à la surface.

Lorsque le cerveau manque d'oxygène arrive l'hypoxie. Le laryngospasme se produit au moment où l'eau commence à entrer par la trachée et dure 2 à 5 minutes, empêchant l'eau d'entrer dans les poumons. L'eau est alors avalée en grande quantité remplissant l'estomac. Lorsque le laryngospasme prend fin, l'eau est alors inhalée dans

l'arc trachéo-bronchique et la mort survient.

La noyade sèche correspond aux cas où il n'y a pas ou seulement très peu d'eau dans les poumons, ce qui peut arriver si la victime est décédée avant l'immersion ou bien lors de choc thermique en eau très froide. Ce ne sont donc pas forcément des cas de noyade au sens propre, la noyade n'étant pas la cause de la mort.

Les noyades sèches représentent 15 % des noyades (Rebmann *et al*, 2000).

Lorsque le visage est plongé dans l'eau froide le réflexe d'immersion des mammifères se met en place (bradycardie et hypertension artérielle). Dans les cas d'hydrocution, ce réflexe entraîne l'arrêt de la respiration et du cœur, l'eau ne pouvant donc pas entrer dans les poumons (Rebmann *et al*, 2000).

3- Position du corps

Après le décès, la tête est penchée en arrière dans l'eau, la bouche ouverte au niveau de la surface de l'eau. Le corps va alors couler et atteindre le fond du milieu aquatique sauf s'il rencontre un obstacle en chemin.

Lors de sa descente, la flottabilité du corps diminue progressivement accroissant sa vitesse de descente. Cette baisse de flottabilité est due à la dissolution des gaz dans les tissus et à la condensation de l'air dans les poumons. En règle générale, le corps coule à une vitesse d'environ 0.6 m/s (Judah, 2011).

Généralement, le corps s'étend au fond de l'eau dans la zone immersion. Cependant, il existe certaines exceptions où le corps peut être déplacé sur une petite distance lors de sa descente : en eaux très peu profondes et lors de courants forts atteignant des vitesses supérieures à 15 nœuds (27,8 km/h) (Judah, 2011).

Lors de noyade sèche, les poumons contenant encore de l'air, le corps est beaucoup plus faiblement déplacé avant d'atteindre le fond (Rebmann *et al*, 2000).

Dans certains cas, le corps reste suspendu dans l'eau sans atteindre le fond, lors de présence d'obstacles ou de plantes aquatiques.

La position du corps dans l'eau dépend de la flottabilité du corps dans l'eau. Le corps est généralement face contre terre, relaxé, bras et jambes légèrement courbés.

Comme étudié dans la première partie, la décomposition du corps commence après la mort et le corps peut ensuite être amené à remonter à la surface. Cette remontée dépend de très nombreux facteurs: type d'eau, température de l'eau, thermoclines, courant, taille et poids de la victime, et de très nombreux autres facteurs en rapport avec la victime.

Si la température de l'eau est de 21°C, le corps refait surface en 24 h. Plus la température est haute plus la remontée sera rapide. En dessous de 3,3°C le corps reste au fond et ne remontera que si la température de l'eau augmente.

Une fois à la surface le corps peut être déplacé par le courant, des tourbillons ou dériver avec le vent.

Parfois les gaz s'échappent du corps à la surface et celui ci coule alors pour une seconde fois. Continuant à se décomposer, de nouveaux gaz sont produits permettant parfois au corps de faire surface une seconde fois, et donc de se déplacer de nouveau (Judah, 2011).

B. Statistiques des noyades

1- Statistiques mondiales

D'après l'Organisation Mondiale de la Santé, la noyade représente la 3ème cause de décès par traumatisme non intentionnel dans le monde et représente 7 % des décès par traumatisme.

Dans le monde environ 388 000 personnes meurent de noyade par an.

Les enfants, les personnes de sexe masculin et les personnes souvent en contact avec l'eau sont le plus exposés à la noyade. Les traumatismes représentent près de 10 % de la mortalité totale au niveau mondial. La noyade est la troisième cause de décès par traumatisme non intentionnel, soit 7 % de l'ensemble des décès liés à des traumatismes (OMS, 2012).

Les noyades ont lieu partout dans le monde, cependant 96 % des décès par noyade non intentionnelle se produisent dans des pays à faible revenu ou à revenu intermédiaire, particulièrement en Asie du Sud-Est et en région Pacifique occidentale (60 % des noyades enregistrées).

L'Afrique possède le nombre de décès par noyade le plus élevé puis la Chine et l'Inde qui à elles deux représentent 43 % des décès par noyade enregistrées dans le monde (OMS, 2012).

Le total des noyades enregistrées dans le monde ne comprend pas les noyades dues aux crues ou inondations (cataclysmes), aux activités nautiques et aux accidents lors du transport maritime ou fluvial. Ainsi, une grande incertitude persiste quant au nombre réel de décès par noyade, les chiffres donnés par l'OMS sous estimant le nombre réel.

De plus, pour de nombreux pays les statistiques sur les noyades n'ayant pas entraîné la mort ne sont pas faciles à obtenir ou ne sont pas fiables (OMS, 2012).

2- Statistiques en France

En France, chaque année 500 décès sont dus aux noyades accidentelles. Chez les enfants de 1 à 4 ans, elles constituent la deuxième cause de décès accidentel après les accidents de la circulation (INVS, 2012).

Par exemple, entre le 1^{er} juin et le 30 septembre 2012, 1 456 noyades suivies d'une hospitalisation ou d'un décès ont été recensées par l'Institut National de Veille Sanitaire.

La répartition des noyades était la suivante :

- 1 238 noyades accidentelles (85 % de l'ensemble des noyades) ;
- 186 noyades intentionnelles (suicide, tentative de suicide ou agression, 13 %) ;
- 32 noyades d'origine non connue (2 %).

Parmi ces noyades, 663 ont été suivies de décès (soit 46 % des 1 456 noyades). Ces décès sont répartis en :

- 497 décès par noyade accidentelle (75 % de l'ensemble des décès) ;

- 141 décès par noyade intentionnelle (21 %) ;
- 25 décès par noyade d'origine non connue (4 %).

Plus des deux tiers des victimes étaient des hommes et plus de la moitié des noyés étaient des personnes résidant dans le département de la noyade.

La majorité des noyades survient en mer (52 % du total), essentiellement dans la bande des 300 mètres.

En piscine privée (13 % des noyades), plus de la moitié des victimes étaient des enfants de moins de 6 ans qui ont échappé à la surveillance des adultes.

En piscine publique ou privée d'accès payant (4 % des noyades), plus de la moitié des victimes étaient des enfants de moins de 13 ans et la moitié ne savait pas nager.

En cours d'eau (17 % des noyades), les victimes étaient en majorité des adultes et la noyade était souvent associée à une chute ou à une baignade en zone interdite.

En plan d'eau (10 % des noyades), les noyés étaient majoritairement des adultes, chez lesquels une chute a souvent été signalée et se baignant fréquemment dans une zone non surveillée.

Dans les autres lieux (4 % des noyades), les noyades ont été majoritairement le fait d'enfants de moins de 6 ans ayant échappé à la surveillance des adultes (INVS, 2012).

3- Facteurs de risques

a) L'âge

L'âge est l'un des principaux facteurs de risque, et est souvent associé à un relâchement de la surveillance. Ce sont les enfants de moins de 5 ans qui ont le taux de mortalité par noyade le plus élevé, à l'exception du Canada et de la Nouvelle-Zélande où les adultes de sexe masculin ont un taux de mortalité encore plus élevé (OMS, 2012).

b) Sexe

Les hommes ont un taux de mortalité global deux fois supérieur à celui des femmes. Le risque d'hospitalisation par suite d'une noyade n'ayant pas entraîné la mort est plus élevé chez les hommes que chez les femmes. Ils ont un taux de mortalité par noyade supérieur aux femmes car ils sont davantage en contact avec l'eau et ont un comportement plus risqué, comme le fait de nager seul, de boire de l'alcool avant d'aller se baigner seul ou de pratiquer des activités nautiques (OMS, 2012).

c) Accès à l'eau

Les personnes qui exercent une activité dans le domaine de la pêche commerciale ou dont le moyen de subsistance est la pêche – qui, dans les pays à faible revenu, utilisent de petites embarcations – sont plus exposées à la noyade. Les enfants vivants à proximité d'étendues d'eau non closes, comme les fossés, les mares, les canaux d'irrigation ou les bassins ou piscines, sont particulièrement exposés (OMS, 2012).

d) Autres facteurs de risque

Laisser des nourrissons sans surveillance ou seuls avec un autre enfant dans une baignoire, les déplacements à bord de navires ou embarcations peu sûrs ou trop chargés et qui ne sont pas munis de dispositifs de flottaison suffisants, la consommation d'alcool

à proximité de l'eau ou dans l'eau, des affections médicales (par exemple l'épilepsie), l'ignorance des touristes qui ne connaissent pas les risques et particularités des milieux aquatiques locaux, la survenue de crues ou inondations, ou autres événements cataclysmiques comme les raz-de-marée, constituent d'autres facteurs de risques de noyade (OMS, 2012).

C. Objectifs opérationnels

Lors de la recherche d'une personne noyée, l'intervention des chiens n'a pas pour but de localiser l'endroit exact où se trouve la victime, mais plutôt de réduire le champ d'intervention afin de permettre de retrouver la victime plus facilement grâce aux autres moyens de recherches (plongeurs, sonars, ..)

Les chiens permettent donc de sectoriser la zone aquatique et ainsi de gagner du temps dans la recherche.

II. IMPORTANCE DU CHIEN DE RECHERCHE DE NOYÉS

A. Historique

Le chien est associé à l'homme depuis presque toujours. Grâce à certains dessins retrouvés dans des caves datant de plus de 5000 ans, on sait qu'il existait déjà une relation d'échange avec le chien à cette époque.

Les moines de l'hospice de St Bernard en Suisse, ont été les premiers à utiliser le chien pour la recherche de personnes dans les années 1700. Ces chiens cherchaient et trouvaient souvent des voyageurs (ou le corps) bloqués dans la montagne entre la Suisse et l'Italie. Plus tard les chiens sont utilisés lors de la Première et de la Seconde Guerre mondiale, afin de localiser les victimes sur les champs de batailles (Fenton, 1992).

Dans le début des années 1980, l'idée que des chiens pourraient permettre de retrouver des victimes sous l'eau a commencé à émerger aux Etats-Unis (Graham, 1985). L'idée est venue du fait que des particuliers ainsi que des équipes de recherche de personne égarées et de décombres aient remarqués que les chiens étaient capables de détecter des victimes immergées. Cependant, ces observations n'étaient pas encore bien comprises ni acceptées.

Certaines personnes très intéressées par cette idée ont alors mis en place aux Etats-Unis le Water Search Report en 1984, afin de collecter des informations sur toutes les recherches de personnes immergées dans la communauté des équipes cynotechniques.

En 1988, le rapport est publié se basant sur 122 recherches de victimes immergées. Sur les 130 victimes impliquées, 84 d'entre elles furent trouvées grâce aux chiens, 24 furent retrouvées en dehors de la zone de recherche, et 22 ne furent jamais retrouvées.

Sur les 22 victimes non retrouvées, 9 ont été signalées par les chiens, mais la recherche n'a pas pu être menée à terme (conditions trop difficiles pour les plongeurs, zone trop profonde,...). La conclusion de ce rapport fut que le chien peut retrouver un corps humain immergé (Hardy, 1992).

D'autres rapports ont été publiés dans les années 1980, montrant l'utilité du chien dans la recherche de personnes noyées.

Ainsi, la recherche de noyés s'est d'abord développée aux Etats-Unis et au Canada.

Puis l'Autriche a créé des équipes cynotechniques travaillant sur le sujet avec 25 chiens depuis plus de 10 ans maintenant.

Petit à petit, de nombreux pays européens s'y sont intéressés, comme la Suisse depuis 2005 (Rolland, 2012).

La France commence elle tout juste à développer cette nouvelle activité. Depuis 1979 la France possède un centre de secours cynotechnique et de capture de la Brigade des Sapeurs Pompiers de Paris (BSPP) qui au départ était constitué de 2 conducteurs et réalisait environ 10 interventions par an (BSPP, 2012). Depuis les effectifs ont beaucoup augmenté avec en 2011, 851 interventions (capture, recherche en décombres, quêtes ...) pour 16 personnels.

De plus en plus d'équipes cynotechniques de pompiers de toute la France commencent à s'intéresser à la recherche de personnes noyées.

B. Place du chien parmi les autres moyens de recherche

Le chien de recherche ne représente qu'un aspect de la recherche d'une personne noyée. Il détecte l'odeur humaine à la surface de l'eau, mais d'autres compétences et d'autres équipements sont indispensables pour localiser le corps.

1- Equipements nécessaires à la recherche de noyés

a) Petit équipement

De nombreux équipements sont utiles lors de recherches de noyés, particulièrement à bord d'un bateau (Judah, 2011) :

- gilets de sauvetage : toute personne montant sur un bateau doit porter un gilet de sauvetage, afin d'éviter tout accident ;
- gilets de sauvetage pour chiens (figure 18) ;

Figure 18 : Gilet de sauvetage pour chien (crédit photo : http://marinafortin.ida2k.com/store/index.php?cPath=3_165)



- conteneurs et poubelles résistants à l'eau : des conteneurs résistants à l'eau permettent de protéger le matériel, tels que les téléphones portables, les radios, les cartes ...
- vestes de refroidissement pour chien : il en existe dans le commerce, mais elles sont généralement chères et lourdes. Il est possible d'en créer soi-même à l'aide de pains de glace. Elles peuvent permettre d'éviter les coups de chaleur après une recherche très intense;
- carte de la zone ;
- thermomètre.

b) Systèmes de marquage

Afin de pouvoir marquer le lieu indiqué par le chien, des systèmes de marquage sont indispensables (Judah, 2011) :

- bouées de marquage : dans chaque bateau doivent figurer des bouées de marquage colorées et voyantes ainsi que des poids permettant de les garder en position ;
- marquage au sol lors de recherche à partir d'une rive.

c) Equipements pour remonter le corps

Une fois la victime localisée, plusieurs outils permettent de remonter le corps : (Judah, 2011)

- cannes à pêche télescopiques : permettent d'assister un plongeur, mais aussi de remonter des habits ou tout autre objet (figure 19) ;

Figure 19: Canne à pêche télescopique (Judah, 2011)



- sac de transport pour le corps.

2- Le bateau

Certaines équipes possèdent leur propre bateau, d'autres utilisent le bateau d'autres équipes locales afin d'effectuer les recherches. En général, l'équipe utilise le type de bateau disponible. Cependant, si le choix est possible certains facteurs du bateau peuvent faciliter la recherche.

a) Sélection du bateau

Le choix du type de bateau dépend de la localisation, mais aussi de la situation. Idéalement, le bateau doit posséder une plateforme à l'avant et être assez bas dans l'eau.

En effet, c'est à la surface de l'eau que se trouvent les odeurs. Un bateau le plus près possible de la surface de l'eau facilitera donc la recherche. (Rebmann *et al*, 2000)

Il doit aussi être assez léger afin de pouvoir être porté sur une rive.

Il doit pouvoir avancer très lentement afin de laisser le temps au chien de renifler. Un moteur permet de faibles vitesses et ne produit pas de fumée. Un moteur à essence peut être utilisé en faisant attention à garder la fumée dans le sens du vent afin qu'elle ne perturbe pas le chien (Rebmann *et al*, 2000).

Un bateau sans moteur peut être utilisé sur un lac.

b) Type de bateau

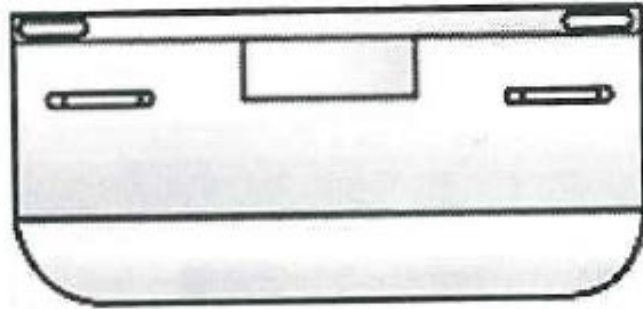
Le type du bateau à utiliser dépend de la zone aquatique à rechercher : eau calme ou agitée, profonde ou non, ...

Il faut aussi choisir le bateau le plus bas au dessus de l'eau possible.

La coque du bateau peut avoir différentes formes, notamment au niveau de la carène, qui est la partie la plus basse de la coque (Judah, 2011) :

- carène plate : ce type de bateau est très stable en eau calme, mais possède une vitesse limitée. Il peut être utilisé en eau peu profonde (figure 20) ;

Figure 20: Carène plate (Judah, 2011)



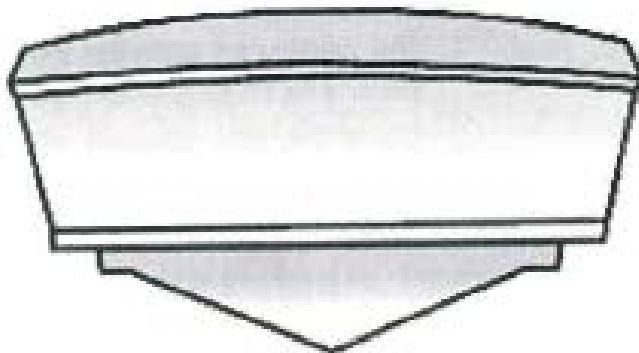
- carène à déplacement : ces carènes poussent de l'eau pour avancer, et cette coque confère une vitesse relativement lente (figure 21) ;

Figure 21: Carène à déplacement (Judah, 2011)



- carène en « V » : probablement la plus répandue, elle permet la navigation en eau agitée et une vitesse plus élevée, mais l'avant du bateau est très haut au dessus de la surface de l'eau (Figure 22) ;

Figure 22 : Carène en « V » (Judah, 2011)



- bateau ponton : bateau soutenu par deux coques constituée de flotteurs en aluminium, très stable avec un pont haut au dessus de la surface de l'eau.

Par ailleurs, les bateaux pneumatiques sont beaucoup utilisés et idéaux pour la recherche de noyés. Plus difficiles à manœuvrer qu'un bateau rigide, ils sont cependant stables et très maniables à faible vitesse. De plus, ils sont facilement transportables et le chien peut se positionner très près de la surface de l'eau (Rebmann *et al*, 2000).

Il est préférable que le bateau possède une plateforme à l'avant où le chien peut se tenir. De plus, il faut pouvoir habituer les chiens à plusieurs types de bateaux.

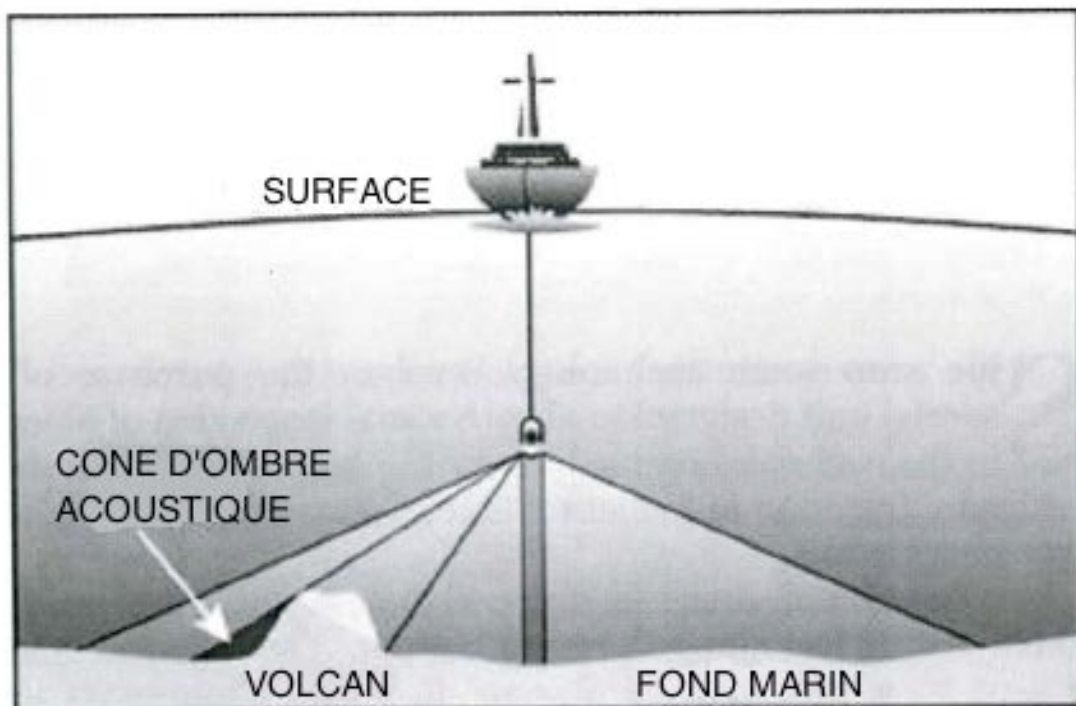
c) le conducteur

Le conducteur doit diriger le bateau de façon à suivre les signes donnés par le chien. Il faut laisser le chien « diriger » le bateau. Pour cela, le conducteur doit être à l'écoute du maître-chien qui observe toutes les attitudes de son chien (Judah, 2011).

3- Le sonar

Un sonar à balayage latéral permet une inspection visuelle des objets présents dans l'eau et au fond d'une étendue d'eau, comme présenté ci-dessous par la figure 23. Cet appareil utilise des ultrasons médicaux. Il est placé sous le bateau et est tracté à plusieurs dizaines de centimètres du fond de l'étendue d'eau. L'image émanant du sonar peut être vue en temps réel.

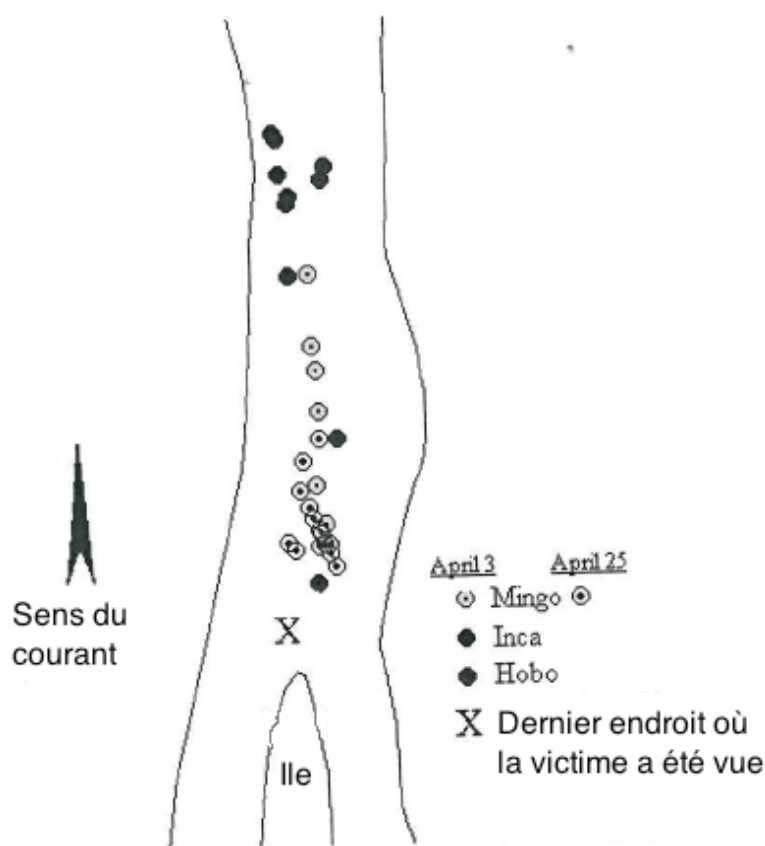
Figure 23: Fonctionnement d'un sonar à balayage latéral (Judah, 2011)



4- GPS

Certains types de GPS peuvent être utilisés lors de recherche de personnes noyées. Ils permettent l'enregistrement de la localisation et du temps au moment où un maître-chien observe une alerte de la part de son chien (figure 24). L'intensité du marquage peut aussi y être annotée.

Figure 24 : Exemple de carte avec localisation GPS des alertes de 3 chiens (Judah, 2011)



Echelle: le diamètre d'un cercle représente environ 9 mètres

Ce dispositif permet de faire passer un autre chien au lieu exact du marquage d'un autre chien, mais aussi d'enregistrer les lieux de marquage à transmettre aux plongeurs.

5- Les plongeurs

Les plongeurs participent activement à la recherche de la victime, et ce sont généralement eux qui trouvent le corps. La recherche par les plongeurs est un problème à trois dimensions, et peut se révéler difficile. Les conditions au fond du plan d'eau (courant, eau trouble, tronc d'arbres immergés, ...) peuvent empêcher les plongeurs de chercher une zone ou leur faire manquer la victime (Judah, 2011).

Ainsi, une victime non retrouvée par les plongeurs ne veut pas dire que le corps est absent de la zone.

III. SÉLECTION ET FORMATION DES CHIENS

A. Sélection des chiens

Lors du choix d'un chien de recherche, les capacités olfactives sont importantes mais ne sont pas le seul critère à prendre en compte.

En France, l'activité recherche de noyés n'étant pas encore reconnue officiellement, les chiens y travaillant ont tous reçu au préalable une autre formation (questage, décombres, ...). Ainsi, la sélection des chiens au départ consiste en la sélection d'un chien de recherche.

Cette sélection se base sur plusieurs critères (Kroely, 2011) :

- la race : comme nous l'avons vu dans la première partie, toutes les races n'ont pas la même acuité olfactive, mais le choix de la race se base aussi sur des critères physiques et morphologiques. En effet, le chien de recherche doit être endurant, résistant et agile. Sa taille doit être moyenne afin que le chien puisse travailler sur différents types de terrains parfois instables. Son pelage doit lui permettre de résister à des conditions climatiques parfois difficiles (intempéries, chaleur ...)
- bonne santé : un chiot sélectionné pour devenir chien de recherche doit être exempt de toute maladie héréditaire et de dysplasie coxo-fémorale. Le dépistage radiographique est nécessaire ;
- intérêt pour le jeu : le chiot doit porter un grand intérêt pour le jeu car une grande partie de l'apprentissage repose sur son utilisation ;
- qualités psychologiques : le chien doit être stable émotionnellement, volontaire et doit pouvoir rester concentré.

Nous ne développerons pas en détails la formation des chiens à la recherche de personnes ensevelies ou égarées. Cette formation commence dès l'acquisition du chiot, par la sociabilisation du chiot et l'apprentissage de l'obéissance et du franchissement. Ensuite, selon les administrations les méthodes de formation sont très différentes.

La technique utilisée par les équipes cynotechniques de la BSPP s'appuie principalement sur l'utilisation du jeu. Le maître-chien apprend au chien tout d'abord à être extrêmement motivé pour un jouet en particulier. Il utilise ensuite ce jeu en récompense, en commençant par faire chercher au chien son maître à vue (le chien voit son maître se cacher) pour récupérer le jouet, puis un individu à vue et un individu à l'insu. Le nombre de victimes est augmenté petit à petit pour que le chien ne s'habitue pas à ne chercher qu'une seule personne (Kroely, 2011).

Un stage d'évaluation aboutissant à un Brevet National de Maître-chien de sauvetage et de recherche en décombres (Décret n° 82-619 du 13 juillet 1982) permet de valider la formation du chien. Le chien doit avoir entre 18 mois et 5 ans pour pouvoir participer à ce stage (Legifrance, 2013).

Pour sélectionner ensuite un chien pour la recherche de noyés, il faut en premier lieu que celui-ci n'ait pas peur de l'eau. Mais la sélection ne s'effectue plus seulement sur le chien mais aussi sur le maître-chien. Celui-ci doit savoir nager et se former sur la dynamique de l'eau, les effluves dans l'eau, les types d'eau, les conditions environnementales et les différentes stratégies de recherche de personnes noyées (Judah, 2011).

B. Formation d'un couple maître-chien à la recherche de personne noyées

Le marquage du chien se définit par l'ensemble des attitudes et mouvements corporels réalisés par le chien lorsqu'il localise une molécule odorante. Ce sont ces différents signaux qui vont permettre au maître-chien de savoir que son chien a repéré une odeur.

Le but de cette formation est en premier lieu de faire comprendre au chien qu'une victime peut être trouvée sous l'eau, mais aussi d'observer le marquage naturel du chien et si besoin de renforcer ce marquage afin qu'il soit franc (Rebmann *et al*, 2000). Cependant, la formation ne porte pas seulement sur le chien mais aussi sur le maître-chien.

1- Formation à la navigation et à la sécurité

Le maître-chien ainsi que le chien doivent savoir nager et être à l'aise à bord des différents types de bateaux. Ils doivent aussi être à l'aise en eau calme (lac, étangs, ...) mais aussi en eau agitée (rivière avec courant). L'agilité et la confiance du chien à bord sont primordiales (Hardy, 1992b).

Le maître-chien doit connaître les consignes de sécurité à bord d'un bateau, ainsi que le comportement à avoir lors d'une chute dans l'eau ou si le bateau se retourne. Il doit pouvoir reconnaître les dangers tels qu'un barrage à faible hauteur, un rebord, un tourbillon ou n'importe quel obstacle présent dans l'eau (Hardy, 1992b).

2- Formation au contact avec l'eau

La méthode la plus utilisée afin de signaler au chien qu'une victime peut être immergée est l'utilisation de plongeurs équipés de matériel de plongée sous-marine. Le plongeur entre dans l'eau et se place à quelques dizaines de centimètres de profondeur. Lorsque le chien passe sur la rive dans le sens du vent, il peut marquer de différentes façons le plongeur : en donnant un coup de patte ou un coup de nez, en gémissant, en aboyant, en se raidissant, en redressant la queue, ou encore en essayant de sauter dans l'eau. A bord d'un bateau, le chien peut gratter le plancher. Le maître-chien reconnaît alors le marquage de son chien et signale au plongeur de remonter. Ils récompensent le chien tous les deux à l'aide de son jouet. Le chien peut être surpris par le plongeur la première fois. Il est très important pour l'apprentissage du chien, que le plongeur remonte le plus rapidement à la surface même si cela n'est pas toujours facile. Si le plongeur est peu en profondeur, il est possible de frapper le bord du bateau ou de frapper deux bâtons métalliques entre eux sous l'eau. Une autre technique est

d'attacher un fil de pêche au plongeur et qu'un assistant tire dessus pour signaler au plongeur de remonter sous ordre du maître-chien (Hardy, 1992b).

Une fois qu'il a été montré au chien qu'il était possible qu'une odeur puisse venir d'une victime immergée, il est de la responsabilité du maître-chien de s'entraîner à lire et comprendre les marquages de son chien. Le travail du chien est de réagir à une odeur, et celle du maître-chien d'interpréter les signaux. Pour cela, il est préférable au début de la formation, que le maître-chien connaisse la position du plongeur.

Une autre possibilité est de commencer avec un plongeur visible pour le chien, puis de réaliser un autre passage avec le plongeur invisible (Hardy, 1992b).

Les mêmes exercices peuvent être réalisés d'une rive ou d'un bateau.

Une autre technique peut être utilisée pour introduire l'idée d'une victime immergée au chien, les restes humains ou leur odeur (vêtements). Cette technique est parfois privilégiée de peur que le chien ne marque les bulles du plongeur remontant à la surface (Judah, 2011).

Cependant, les plongeurs peuvent être en circuit fermé et donc ne pas émettre de bulles. Les plongeurs sont alors équipés d'un recycleur, qui récupère l'air expiré pour le recycler grâce à de la chaux.

3- Les différentes techniques de formation

Comme nous l'avons vu précédemment, la méthode la plus courante est l'utilisation de plongeurs pour la formation des chiens.

Des entraînements réguliers en conditions différentes (rivière, lac, étang ...) depuis la rive ou depuis un bateau permettent d'habituer les chiens au plus grand nombre de situations possible, et au maître-chien d'améliorer sa « lecture » de son chien.

Cependant, les plongeurs n'étant pas toujours disponibles pour les entraînements, les équipes cynotechniques peuvent avoir recours à d'autres méthodes.

a) Utilisation de plongeurs (Judah, 2011)

La formation à l'aide de plongeurs possède un grand avantage sur les autres techniques, car elle permet au chien de comprendre qu'il est possible qu'un être humain soit immergé. Dans ce but, il est possible de montrer au chien un plongeur s'habillant puis entrant dans l'eau. Un deuxième avantage est que le plongeur lui-même récompense le chien.

Cependant les plongeurs ont des protocoles ainsi que des consignes de sécurité à respecter. Ainsi ils sont limités si la visibilité ou les conditions sous l'eau ne sont pas idéales.

Il est important que les plongeurs comprennent ce qu'il est attendu d'eux lors d'un entraînement, par exemple s'il doit rester immobile ou avancer, mais aussi comment récompenser le chien.

Lorsque le plongeur est en circuit ouvert, des bulles remontent à la surface. Il est important de ne pas amener le chien directement vers les bulles, mais plutôt de le placer en vent arrière par rapport aux bulles et de remonter dans leur direction.

b) Utilisation de sauveteurs

Les sauveteurs nagent dans l'eau et restent donc strictement à la surface. Ils sont utilisés pour faire comprendre au chien qu'un être humain peut se trouver dans l'eau et pour l'entraînement à la recherche d'une victime à la surface.

c) Utilisation de restes humains

Peu utilisé en France, les restes humains sont pourtant assez courants aux Etats-unis et au Canada. La méthode consiste à placer des cheveux ou des placentas humains ou encore des vêtements sous l'eau (Judah, 2011).

d) Utilisation de capsules : méthode SOKKS®

Il existe des capsules se dissolvant dans l'eau portant l'odeur de cadavre. Le système des capsules est très utilisé dans la formation à la recherche de drogues et d'explosifs. Des molécules odorantes de synthèse sont enfermées dans une capsule ce qui permet de travailler sur une odeur sans avoir besoin de la source réelle d'odeur.

Ainsi, le travail avec des capsules permet de n'utiliser ni plongeurs ni restes humains. La capsule est placée dans un contenant. Celui ci peut être un tube en plastique ou en verre percé de trous (figure 25), ou bien une cage (figure 26).

Figure 25 : Tube à odeur odeur (Rebmann et al, 2000)

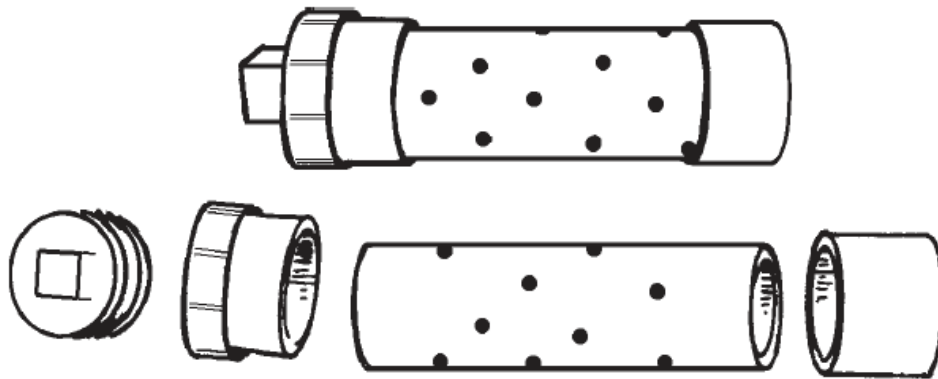


Figure 26 : Cage à odeur (Rebmann et al, 2000)

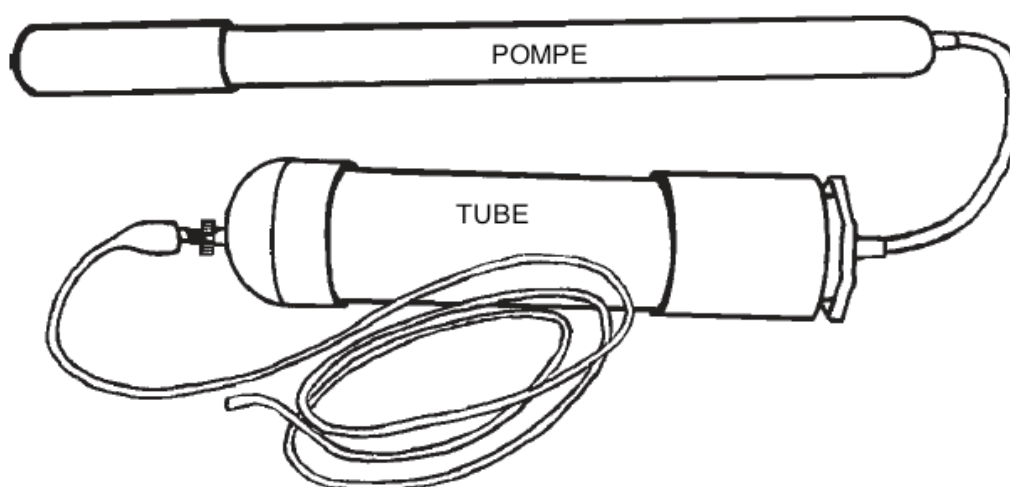


Le contenant à l'intérieur duquel est placée la capsule est immergé et relié à un fil permettant de le remonter. Une capsule dure de 10 à 45 minutes selon la température de l'eau (la dissolution est plus rapide dans l'eau chaude). L'utilisation d'un tube ou d'une cage permet d'avoir quelque chose à montrer au chien lorsqu'il marque l'odeur (Rebmann *et al*, 2000).

e) Utilisation de générateurs d'odeurs

La source d'odeur est placée dans un tube. L'air est pompé du tube et déversé dans l'eau en utilisant de l'air comprimé ou une pompe à vélo manuelle (figure 27). L'utilisation de ce dispositif est réservé à un travail plus avancé car il est préférable pour un chien débutant dans cette discipline d'avoir un objet sur lequel il puisse se concentré lorsqu'il marque une odeur (Rebmann *et al*, 2000).

Figure 27: Pompe à odeur (Rebmann et al, 2000)



C. Fausses alertes

Un problème récurrent lors de recherches où le chien ne peut pas atteindre la victime (recherche de personnes immergées, ensevelies ...) est que le maître-chien induit parfois le chien en erreur et le mène à faire de fausses alertes. Une fausse alerte a lieu lorsque le chien marque non pas parce qu'il a senti une odeur humaine mais à cause du langage corporel de son maître (Hardy, 1992a).

Un maître-chien a souvent la volonté de renforcer le marquage de son chien (particulièrement pour les chiens ayant un marquage très discret). Dans ce but, lorsque le maître-chien pense que son chien a décelé une odeur, il incite parfois son chien à marquer. Si aucune odeur n'était présente, le chien peut être désorienté par l'incitation du maître. Et si jamais le chien réagit à l'incitation de son maître en montrant de l'intérêt ou en accentuant son marquage, il sera ensuite félicité. De cette manière, le chien peut être amené à marquer aux attitudes de son maître et non plus parce qu'il a senti une odeur humaine (Hardy, 1992a).

Ainsi, il est recommandé de ne pas inciter le chien. En effet, l'intensité du marquage reflète l'intensité de frustration du chien à ne pouvoir atteindre la source de l'odeur. Si nécessaire, la frustration du chien peut être augmentée à l'entraînement seulement lorsque le maître-chien est certain que le chien ait marqué une odeur (Hardy, 1992a).

Afin d'éviter toute fausse alerte, il est important que le maître-chien connaisse le marquage de son chien et qu'il le laisse travailler en faisant attention à ne pas l'induire en erreur.

IV. DÉROULEMENT D'UNE RECHERCHE DE PERSONNE NOYÉE

Les méthodes de recherches utilisées dépendent principalement du type d'étendue d'eau où la recherche est effectuée.

A. Aide apportée par les témoins

Avant de débiter toute recherche, il est utile d'interroger tous les témoins. Ces derniers peuvent apporter des informations indispensables à l'établissement d'une stratégie de recherche.

1- Dernier endroit où a été vue la victime

L'interrogation des éventuels témoins permet de rechercher le dernier endroit où a été vue la victime, et si cela est possible le point d'immersion de la victime dans l'eau.

Déterminer le dernier endroit où a été vu la victime peut se révéler difficile : le lieu diffère parfois selon les témoins, un témoin traumatisé par ce dont il a été témoin ne focalise pas forcément son attention sur l'endroit exact où était la victime, les distances estimées par les témoins peuvent être fausses, ...

Il est donc important, lorsqu'il y a un témoin visuel, de l'emmener à l'endroit exact où il pense avoir vu l'accident (Judah, 2011).

Retrouver le lieu exact est difficile dans le cas où il n'y a qu'un témoin. Avec plus d'un témoin, les lieux donnés par les différents témoins sont triangulés afin d'estimer la dernière localisation de la victime (Rebmann *et al*, 2000).

Dans le cas où il n'y a aucun témoin visuel, aucun indice ne pouvant indiquer où a pu tomber la victime (tel qu'un bateau vide, des objets ...), l'équipe ne possède alors aucun point de départ pour la recherche. La recherche devient alors spéculative et la zone potentielle à rechercher augmente fortement (Rebmann *et al*, 2000).

2- Type de noyade

Un témoin visuel permet aussi d'indiquer les conditions dans lesquelles la victime est tombée dans l'eau et donc d'extrapoler le type de noyade. En effet, s'il est rapporté que la victime a été frappée par un objet, on peut s'attendre à une noyade sèche, et donc à ce que le corps ait flotté et se soit déplacer avec le courant (Rebmann *et al*, 2000).

B. Etablissement d'une stratégie

Avant de commencer la recherche plusieurs critères sont à prendre en considération afin de définir si la recherche sera lancée de la rive où à partir d'un bateau.

Tout d'abord, l'équipe doit se renseigner sur la taille et la profondeur de l'étendue d'eau, la direction et la force du vent, mais aussi la température de l'air et de l'eau et enfin sur le courant. Il est important de faire attention au moindre indice,

comme un fond visible, la présence d'algues, un accès aisé à l'eau, une perturbation dans la flottaison des lentilles d'eau ...

Le plus souvent les victimes dans les lacs et les étangs peuvent être recherchées de la rive. Les rivières, cours d'eau et ruisseau sont abordés de la rive ou bien d'un bateau. Si l'étendue d'eau est assez large, un bateau peut être utilisé. Pour rechercher une victime dans une carrière inondée, l'utilisation d'un bateau est préférable car la rive est parfois très en hauteur par rapport au niveau de l'eau (Hardy, 1992b).

Si les conditions idéales sont réunies, il est préférable de faire travailler le chien face au vent.

Il est important de décider l'ordre dans lequel les outils de travail vont être déployés en fonction de leur disponibilité : plongeurs, chiens, radars... Les chiens permettent de réduire la zone de recherche mais l'analyse préalable des fonds de la zone aquatiques permet aussi d'interpréter de façon plus précise le marquage des chiens (Ruffel, 2014).

Enfin, chaque marquage par un chien doit être signalé par un flotteur ou observé de la rive afin d'avoir un point de référence pour la recherche par les plongeurs (Hardy, 1992b). Il est parfois possible de placer un flotteur lorsque le chien rencontre pour la première fois le cône d'effluve, puis un deuxième lorsqu'il perd l'odeur. Ainsi, en approchant la zone par différentes directions, il est possible d'identifier une zone réduite de recherche pour les plongeurs.

Cependant, certains chiens marquent les flotteurs. Ceux-ci peuvent donc n'être placés qu'une fois le travail du chien terminé (Judah, 2011).

La prise en compte de tous ces éléments permet de mettre en place une stratégie adaptée au lieu de recherche.

C. Déroulement général d'une recherche

Une fois la stratégie de recherche mise en place, un premier chien est mis au travail. Il est important de savoir où se trouvent les personnes sur la rive (personnes appartenant à l'équipe de recherche, public éventuel, ...) afin d'éviter de laisser le chien détecter les odeurs provenant de la rive. Il est préférable de ne pas faire travailler les chiens lorsque les plongeurs sont immergés, car le chien risque de marquer les plongeurs (Judah, 2011).

Lors d'un travail à partir d'un bateau, le chien doit avoir la possibilité de sentir les personnes présentes à bord (Judah, 2011). Lorsque le chien marque, la localisation peut être notée grâce à un GPS, un flotteur ou bien notée par un observateur.

Un deuxième chien travaille ensuite sur la même zone. Il est préférable que le maître-chien ne connaisse pas le lieu de marquage du premier chien. Si un deuxième chien localise la victime au même endroit que le premier, il y a confirmation de la zone à chercher par les plongeurs (Judah, 2011).

Si le deuxième chien ne marque pas cette zone, cela ne veut pas dire que le corps n'est pas présent. En effet, le corps a pu être déplacé, un des deux chiens peut s'être trompé, le cône d'effluves a pu changer de direction ...

D. Recherche en rivière

La recherche d'une victime dans une rivière à partir d'un bateau doit se faire en quadrillant la zone par des allers-retours d'une rive à l'autre. Une personne à bord dirige le quadrillage de façon à ce que le maître-chien puisse se concentrer sur son chien.

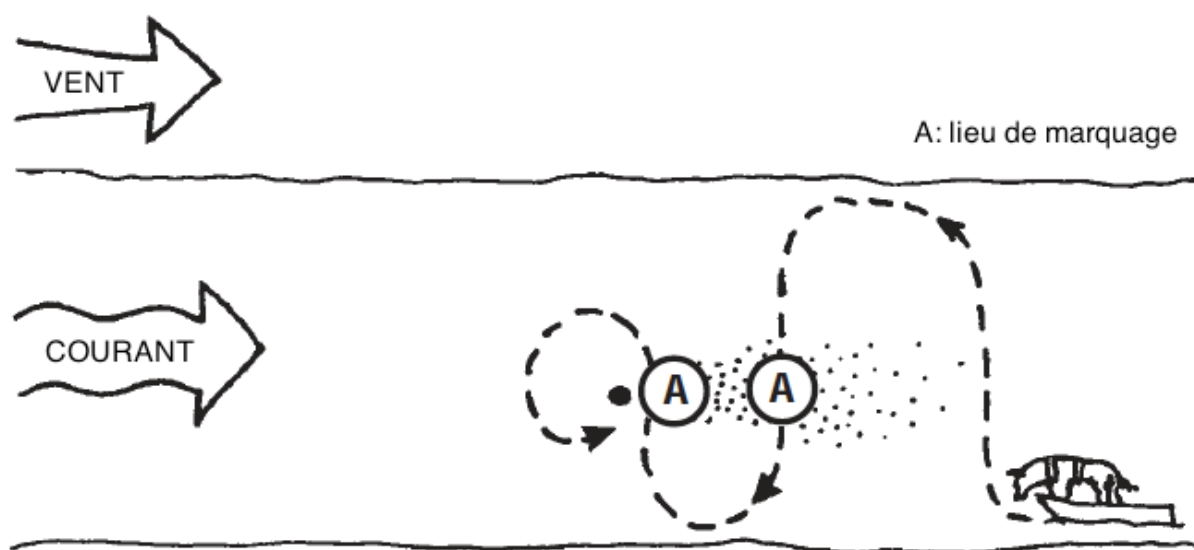
Une rivière achemine le vent dans le sens de sa longueur, dans le sens du courant ou à contre courant. Il y a donc quatre façons d'aborder la recherche en rivière :

- Recherche à contre-courant dans le sens inverse du vent (Rebmann *et al*, 2000 ; figure 28):

Ceci représente la situation idéale. Le bateau quadrille la zone à contre-courant en remontant vers le dernier endroit où a été vue la victime, face au vent. Cependant ce type de recherche n'est pas toujours possible. En eau vive par exemple, seule la recherche dans le sens du courant est possible.

La recherche dans le sens inverse du vent et du courant permet de noter l'entrée dans le cône d'effluve. L'alerte sera progressive car le vent dirige l'effluve vers le chien. Lorsque le chien perd l'odeur, le bateau a dépassé le corps.

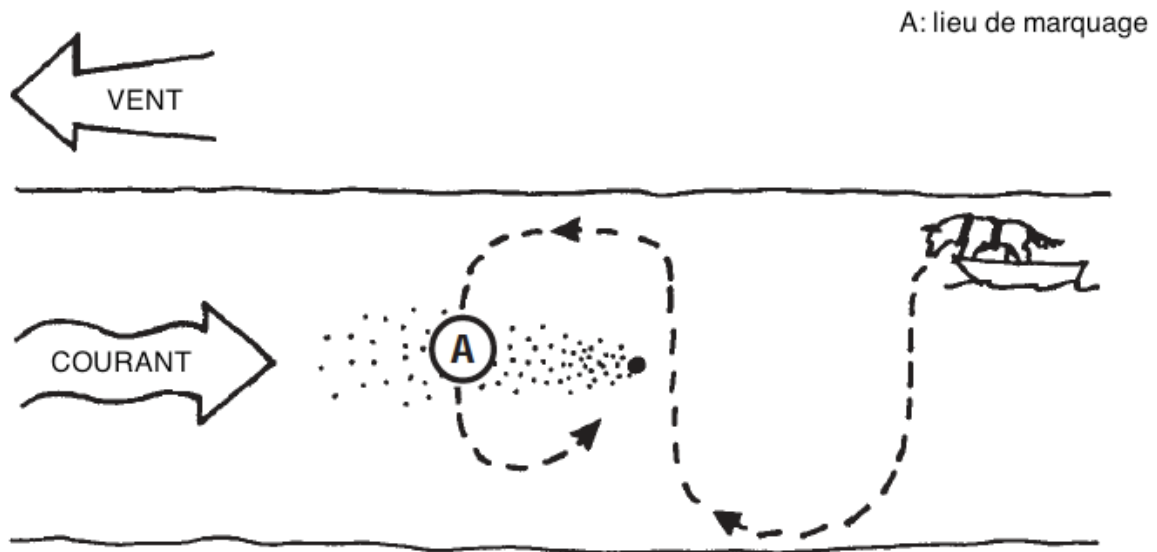
Figure 28: Recherche contre vent et courant, vue du dessus (Rebmann *et al*, 2000)



- Recherche à contre-courant dans le sens du vent (Rebmann *et al*, 2000 ; figure 29):

Le travail se fait de manière identique à la situation précédente. Cependant, dans cette configuration, le chien ne marquera l'odeur qu'une fois avoir dépassé la victime. En effet, le vent éloigne l'effluve du chien. L'alerte du chien sera soudaine, contrairement au cas précédent.

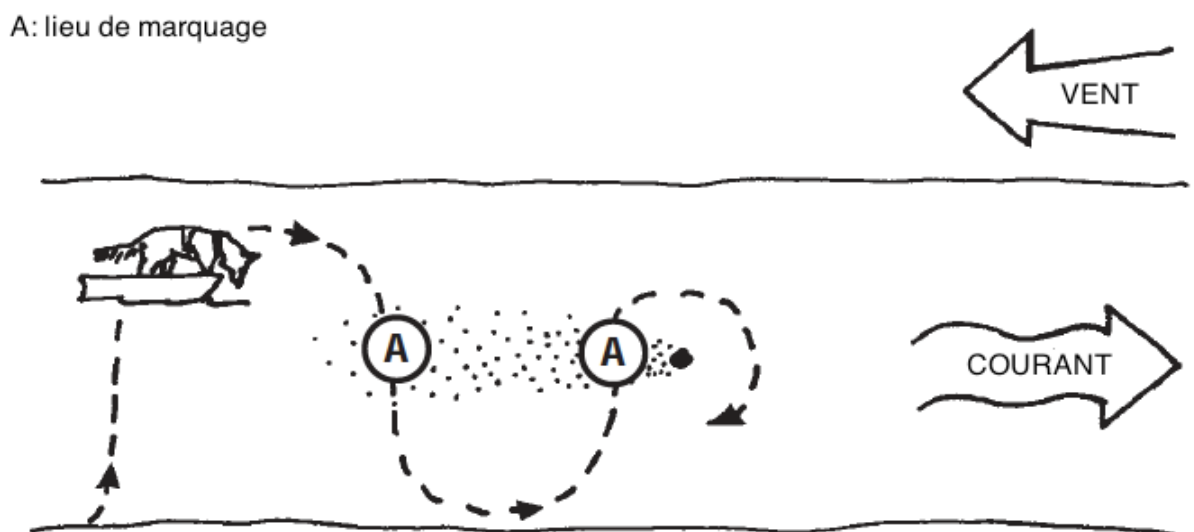
**Figure 29 : Recherche a contre-courant dans le sens du vent, vue de dessus
(Rebmann et al, 2000)**



- Recherche dans le sens du courant dans le sens inverse du vent (Rebmann *et al.* 2000 ; figure 30):

Le point de départ de la recherche se situe en amont du dernier endroit où a été vue la victime. Le cône d'effluve est dirigé vers le chien. Ce dernier marquera donc à partir de l'entrée dans le cône et cessera son alerte une fois le corps de la victime dépassé.

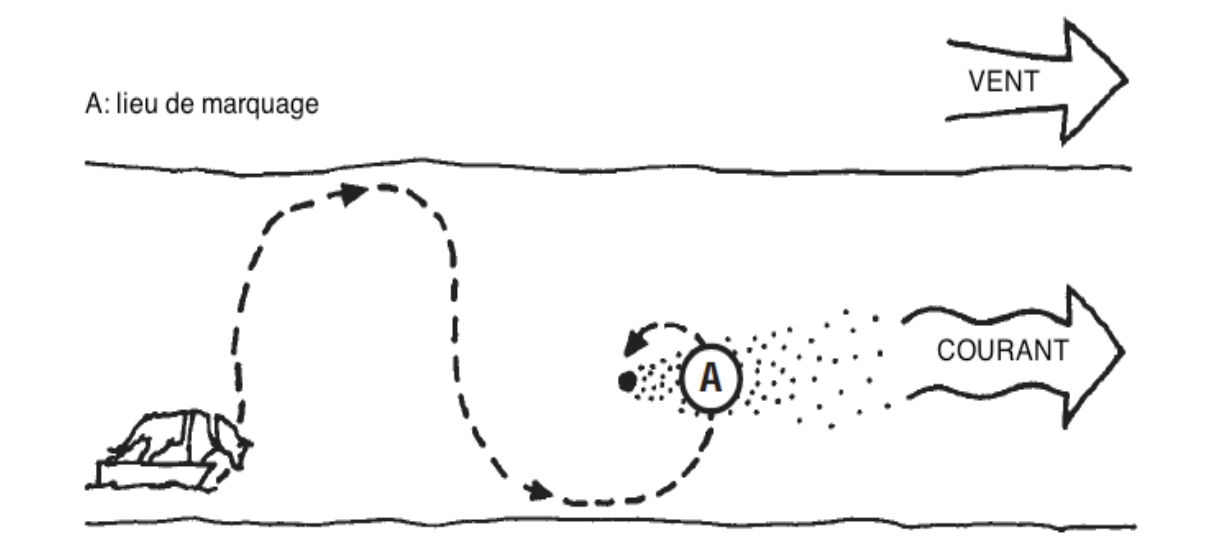
**Figure 30: Recherche dans le sens du courant face au vent, vue du dessus
(Rebmann et al, 2000)**



- Recherche dans le sens du courant et du vent (Rebmann *et al*, 2000 ; figure 31):

Cette situation est assez semblable à une recherche à contre courant mais dans le sens du vent. Encore une fois, dans le sens du vent le chien marquera soudainement une odeur une fois que le bateau aura dépassé la victime. Puis en s'éloignant de la victime, le marquage sera de plus en plus faible.

Figure 31 : Recherche dans le sens du vent et du courant, vue de dessus (Rebmann *et al*, 2000)



E. Recherche en lac/ étang

Dans la mesure du possible, le travail du chien doit se faire face au vent. La surface d'un lac de petite taille peut être découpée en secteurs. Ainsi, si aucun chien n'alerte dans un secteur, celui-ci peut être éliminé des recherches (Rebmann *et al*, 2000).

Une étude préalable des systèmes karstiques et des courants pouvant exister au fond du plan d'eau peut permettre d'aider à la recherche et d'expliquer les résultats des chiens (Ruffel, 2014).

F. Recherche en mer

Le travail de la rive peut se révéler très difficile car les côtes sont souvent recouvertes de rochers escarpés ou de galets qui empêchent le chien de se déplacer aisément. Lors du travail en bateau, les vagues ainsi que la profondeur de l'eau doivent être pris en considération.

V. ETAT DES LIEUX DE LA RECHERCHE DE VICTIMES NOYÉES

La recherche de personne noyée est principalement développée en Europe et en Amérique du Nord. Cependant, chaque pays utilise des techniques différentes. Nous allons donc étudier les différences pouvant exister entre la France et d'autres pays, d'après les réponses aux questionnaires (annexe 1) envoyés à de nombreuses équipes cynotechniques.

A. En France

En France, de nombreuses équipes cynotechniques de pompiers s'initient à la recherche de personnes noyées. Pourtant, cette discipline n'est pas reconnue en tant que telle. Ainsi il n'existe ni formation ni examen permettant à un couple maître-chien d'être officiellement opérationnel en recherche immergée.

D'après le Guide National des Références des Sapeurs-pompiers (DDSC, 1999), les missions officielles des équipes cynotechniques des sapeurs-pompiers comprennent la recherche de personnes ensevelies et de personnes égarées. C'est pourquoi tous les couples maîtres-chiens travaillant en recherche immergée possèdent un Brevet National de Maître-chien de sauvetage et de recherche en décombres.

1- Brigade des Sapeurs-pompiers de Paris

La Brigade des Sapeurs-pompiers de Paris (BSPP) couvre Paris et sa petite couronne. Dans les Services Départementaux d'Incendie et de Secours (SDIS) du reste de la France, les maîtres-chiens ne font pas exclusivement un travail cynotechnique, ils sont aussi soldat du feu. A la différence de ces SDIS, les équipes cynotechniques de la BSPP réalisent des recherches de personnes égarées ou ensevelies, mais aussi des interventions de captures d'animaux dangereux ou sauvages sur la voie publique ou chez des particuliers.

En 2013, la BSPP compte 15 chiens opérationnels en recherche de personnes ensevelies et égarées, ainsi que 3 en formation. Les chiens sélectionnés et formés pour la recherche de noyés sont des chiens déjà opérationnels pour la recherche de personnes ensevelies ou égarées, afin de ne pas interférer avec la formation classique. (BSPP, 2013)

La formation commence avec une personne semi-immergée, puis en utilisant des plongeurs en circuit ouverts et fermés.

2- Services départementaux

De nombreux départements ne pratiquent pas la recherche de noyés principalement car cette spécialité n'est pas reconnue, mais aussi car certains départements ne possèdent que très peu d'étendues d'eau. Ainsi, aucune donnée exacte sur le nombre de départements s'initiant à la recherche de noyés ou le nombre de chiens n'existe. Un questionnaire envoyé aux responsables cynotechniques de chaque SDIS a permis de recueillir des informations sur l'installation de cette spécialité dans

certains départements. Très peu des SDIS ayant répondu au questionnaire ont déclaré faire de la recherche de noyés.

Dans le Rhône par exemple, 18 chiens sont opérationnels en recherche de personnes égarées et ensevelies (SDIS69, 2013). La recherche de noyés n'est pas réalisée en tant que telle, mais les chiens sont confrontés au cas particulier de victime à l'eau lors de leur travail de quête de personne égarée. Les chiens sont conditionnés de façon identique à leur travail de quête habituel, sans marquage standardisé pour ce type de détection.

Les marquages rapportés par les maîtres chiens sont principalement des aboiements, une fixation, ou des chiens se jetant à l'eau.

Ce SDIS effectue en moyenne 12 à 15 questages par an, mais seule une minorité sont proches de plan d'eau. Dans ce département, deux quêtes ont eu un résultat positif avec des victimes immergées :

- une victime décédée a été retrouvée dans un lac à 17 mètres de la berge et à 7,5 mètres de profondeur par les plongeurs de la gendarmerie après marquage de la zone par 3 chiens sapeurs-pompiers ;
- une victime décédée puis tombée dans l'eau localisée dans un cours d'eau dissimulée par la végétation.

Jusqu'ici, aucun questage de personne proche d'une étendue d'eau n'a eu de résultat négatif dans ce département.

Dans le SDIS 71 (2013) de la Saône-et-Loire, le travail autour de l'eau a débuté en 2009. Le milieu aquatique n'est abordé pour l'instant que dans la formation d'un chien du groupe cynotechnique. La recherche de personne noyée est effectuée si l'occasion se présente, sans que les chiens n'aient été spécifiquement formés, simplement dans le cadre d'une quête habituelle.

Tous les couples maîtres-chiens du SDIS 18 (2013) du Cher, soit 7 équipes opérationnelles et 2 en formation, sont sensibilisés à la recherche de personnes immergées dans le cadre de la quête de bordure. Les chiens sont équipés de harnais spécifiquement lors de recherche de bordure d'étendue d'eau. Deux à trois recherches opérationnelles de personnes noyées sont effectuées par an. Les principales erreurs relevées par les conducteurs cynotechniques sont la détection du marquage de leur chien.

Le groupe cynotechnique du SDIS 29 (2013) du Finistère est composé de 4 équipes pratiquant la recherche en décombres et la quête. Depuis 2012, ces équipes sont initiées à la recherche de personne immergée. L'apprentissage commence par le contact avec l'eau en eau calme puis en eau vive. Ensuite un sauveteur d'abord semi-immergé dans les rochers est présenté au chien, puis complètement immergée. Les entraînements sont hebdomadaires, mais ne concernent la recherche de noyés que rarement.

Les difficultés supplémentaires rencontrées dans le Finistère sont :

- la présence de rochers sur toute la côte très abrasifs pour les coussinets des chiens ;
- l'eau salée possédant une odeur et pouvant gêner le chien au niveau de la truffe ;
- les odeurs parasites des algues, des coquillages, du goémon.

B. Dans le monde

La France ne s'est intéressée à cette spécialité que tardivement en comparaison d'autres pays. Le Canada et les pays d'Europe de l'Est sont les précurseurs. En Europe, l'Autriche et la Suisse ont particulièrement développé cette discipline.

1- Canada

Au Canada, il existe plusieurs associations de chiens de recherche et de décombres. Ces associations composées de volontaires entraînent et déploient leurs chiens localement, nationalement et parfois même internationalement pour des missions de recherche et de sauvetage. Elles répondent aux demandes des autorités en offrant leurs services.

Les chiens possèdent une certification pour le travail de recherche à l'eau. Cependant, la plupart des chiens ayant ce certificat sont aussi des chiens de recherches de restes humains, c'est-à-dire des chiens habitués à ne rechercher que des odeurs de cadavre.

Un exemple d'association est la Canadian Search and Disaster Dogs Association (CASSDA). La CASSDA est membre de l'IRO (International Rescue dog Organization), qui est une Organisation internationale de chien de sauvetage représentant mondialement 115 organisations de chiens de sauvetage de 39 pays et partenaire de l'ONU (IRO, 2013).

D'après une communication personnelle avec la CASSDA (2013), celle-ci a commencé l'activité de recherche de personne noyées en 2008. Elle possède actuellement 13 équipes cynotechniques travaillant cette activité mais seulement 6 certifiées. Les chiens sont de races très diverses : Berger Belge Malinois, Berger Allemand, Border Collie, Springer Spaniel et croisés.

La formation des chiens commencent sur terre : ils doivent être capables de rechercher un cadavre sur terre, puis en bordure d'un plan d'eau. Les chiens sont ensuite entraînés à sauter d'un bateau en mouvement, puis à localiser une odeur en eaux profondes. Le marquage spécifique utilisé est le saut dans l'eau lorsque le chien sent l'odeur à sa concentration maximale (photographies 1,2 et 3).

Les entraînements, au nombre de 4 à 6 par mois en été, se font à l'aide de plongeurs et de restes humains (placenta, cheveux, dents). Les bateaux utilisés sont des zodiacs équipés de sonars à balayage latéral.

Photographie 1 : Marquage par le saut (CASSDA, 2013)



Afin de diversifier le plus possible le travail des chiens, les lieux d'entraînements sont des rivières, lacs, lacs glaciaires, eaux vives et étangs. Les chiens portent systématiquement des gilets de sauvetage. Le nombre de recherches de noyés opérationnelles s'élève de 5 à 10 par an. Certains chiens marquent une victime de façon beaucoup plus précise que d'autres.

Depuis 2008, le groupe a rencontré deux résultats négatifs. Les maîtres-chiens rapportent parfois une incompréhension des plongeurs, parfois réticents à chercher une zone marquée par un chien. Un autre problème rencontré est le marquage d'objets immergés retenant des odeurs humaines, comme une voiture par exemple, ou de plantes en décomposition.

Photographie 2 : Chien se préparant au saut (CASSDA, 2013)



Photographie 3: Maître-chien récompensant son chien par le jeu (CASSDA, 2013)



2- Etats-Unis

Plusieurs associations pratiquent la recherche de noyés aux Etats-Unis, comme l'American Rescue Dog Association (ARDA, 2013).

La très grande majorité des chiens de recherche de personnes noyées américains sont avant cela des chiens de recherche de restes humains. L'utilisation de plongeurs et de molécules odorantes sont les méthodes les plus fréquemment utilisées à l'entraînement.

3- Pays-Bas

Aux Pays-Bas, nombreuses sont les associations membres de l'IRO. La fondation SIGNI est spécialisée dans la recherche de noyés et de décombres depuis 2004 et réputée dans le monde entier. Elle peut être appelée par les organismes ou autorités (pompiers, police, organismes de secours) ou bien des particuliers. Le groupe est actuellement composé de 3 chiens opérationnels et 3 chiens en formation dans l'activité de recherche de noyés, uniquement des Bergers Belges Malinois.

Les entraînements (photographie 4) ont lieu 2 fois par semaine d'un bateau ou de la rive, et se font uniquement à l'aide de restes humains (cheveux, placentas, vêtements appartenant à une personne décédée). Le marquage des chiens est le saut dans l'eau.

Avec environ 20 recherches opérationnelles de recherche de noyés par an, SIGNI ne compte jusqu'à aujourd'hui aucune réelle erreur de la part de ses chiens.

Photographie 4: Chien de la SIGNI au travail à l'avant d'un bateau (SIGNI, 2013)



4- Brésil

Au Brésil, l'association ABRESC (2013), Association de chien de recherche et de sauvetage du Brésil, réalise de la recherche de personnes noyées depuis 2003. Parmi les 12 groupes cynotechniques opérationnels en recherche de personnes égarées et ensevelies constitués exclusivement de Labradors Retrievers, 4 sont aussi opérationnels en recherche de noyés.

Un entraînement est réalisé par semaine à bord d'un bateau à l'aide de chaire humaine submergée.

Chaque année, le groupe réalise 15 recherches opérationnelles, jusqu'ici sans aucune erreur (photographies 5 et 6).

Photographie 5 : Immersion d'un plongeur lors d'une recherche opérationnelle de ABRESC (ABRESC, 2013)



Photographie 6 : Recherche opérationnelle sur un lac (ABRESC, 2013)



Troisième partie: Mise en place de protocoles dédiés pour la recherche de victimes noyées

Nous avons vu dans la deuxième partie le fonctionnement d'une recherche de personne noyée ainsi qu'un état des lieux des équipes et méthodes existantes. Nous allons maintenant nous intéresser plus précisément à la mise en place de protocoles opérationnels avec la Brigade des Sapeurs Pompiers de Paris.

I. CONSTAT DE LA SITUATION EN ILE-DE-FRANCE

Le développement d'une activité telle que la recherche subaquatique par les équipes cynotechniques de la BSPP doit prendre en compte la problématique de l'eau en Ile-de-France ainsi que les avantages que peuvent apporter une telle activité.

A. Histoire de la BSPP (Rolland, 2012)

Le centre de secours cynotechnique et de capture de la BSPP a été créé en 1979 et se composait alors de 2 conducteurs cynotechniques pour 10 interventions dans l'année.

En 1995, les missions de capture représentent environ 100 interventions.

Dans les années 2000, le phénomène des Nouveaux Animaux de Compagnie se développe et provoque une très forte augmentation du nombre d'interventions, de capture notamment, avec environ 350 interventions par an.

En 2011, le centre de secours cynotechnique et de capture de la BSPP réalisa 851 interventions, dont 9 décombres et 18 quêtes.

Le centre de secours cynotechnique et de capture est composé en 2012 de 4 sous-officiers et de 12 militaires du rang, mais aussi de 4 officiers vétérinaires faisant partie de L'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort et de la DDPP. Les chiens sont au nombre de 20 dont 15 sont opérationnels, parmi lesquels 16 Bergers Belges Malinois et 4 Bergers Belges Tervueren. Le centre dispose de 3 véhicules et une remorque.

Les missions du centre de secours cynotechnique et de capture sont :

- la recherche de personnes ensevelies et la recherche de personnes égarées ;
- la capture d'animaux dangereux ;
- l'assistance aux animaux blessés ou en difficulté.

B. Problématique de l'Ile-de-France (BSPP, 2013)

La région parisienne possède 145 kilomètres de voies navigables ainsi que des plans et des pièces d'eau. Les crues sont périodiques et les courants parfois forts sur certaines voies navigables.

Le tourisme fluvial est très développé à Paris et on dénombre environ 8 millions de passagers par an, auxquels s'ajoutent les nombreux touristes sur les quais, ponts et berges.

Nombreux aussi sont les habitations fluviales (146 à Paris et environ 700 sur le secteur de la BSPP) et les établissements recevant du public (environ 50 à Paris et 70 sur le secteur de la BSPP).

La problématique de la recherche de noyés est donc fortement à prendre en considération, car elle représente potentiellement 250 interventions par an.

En effet, en 2011 la BSPP a fait face à 211 interventions nautiques dont :

- 210 personnes tombées en cours d'eau,
- 108 secours à victime,
- 26 feux de bateau,
- 23 bateaux menaçant de couler,
- 23 véhicules tombés à l'eau,
- 19 bateaux à la dérive,
- 1 accident fluvial,
- 1 feu de voie sur berge.

C. But des protocoles

L'idée d'expérimenter la recherche de personnes noyées à la BSPP est née de diverses discussions. En s'inspirant des activités déjà existantes à l'étranger et en France, les équipes souhaitent mettre en place des expérimentations propres au secteur afin d'aider à la sectorisation. Pour cela, il a d'abord fallu convaincre la hiérarchie et les différents acteurs de ces expérimentations (équipes de spécialistes en intervention subaquatiques, maîtres-chiens, plongeurs pour l'entraînement ...).

En 2012, 4 interventions cynotechniques subaquatiques ont été effectuées.

En plus des entraînements, la mise en place de protocoles opérationnels permet de tester les chiens dans des conditions les plus réelles possibles, afin de se rendre compte de leur progression. En effet, des plongeurs en circuits fermés appartenant au 31^e régiment de génie plongeur ont bien voulu participer. Le circuit fermé permet de reproduire de façon plus réaliste la présence d'un corps car aucune bulle d'air ne remonte à la surface.

II. DÉFINITION DES PROCÉDURES OPÉRATIONNELLES

Afin de mettre en pratique les entraînements à la recherche de noyés, nous allons aborder le déroulement des procédures opérationnelles permettant aux équipes d'être dans des conditions les plus proches possibles d'une intervention.

A. Protocoles de la BSPP

Les protocoles mis en place par la BSPP regroupent des intervenants et des moyens non disponibles dans les entraînements quotidiens, comme des plongeurs en circuits fermés.

1- Exercice au lac des Chanteraines

Date : 11 décembre 2012 (entre 12h et 13h)

Personnel : 2 maîtres-chiens et leurs chiens respectifs, 2 plongeurs faisant partie du 31^e régiment de génie plongeur en circuits fermés ainsi qu'une équipe de spécialistes en intervention subaquatique (SIS) chargée d'aider à la mise en place des exercices.

Tableau 3 : Caractéristiques des chiens impliqués dans l'exercice

Nom	Age	Statut opérationnel	Familiarisation au travail à l'eau
Brennus	8 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage	Oui
Calife	7 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage	Oui

Lieu : Lac des Chanteraines, Genevilliers

Conditions :

Figure 32 : Lieu de mise en place de l'exercice (<https://maps.google.fr/>)



- Température extérieure : 0°C,
- Température de l'eau : 2°C,
- Vent faible (figure 32),
- Lac de 2 mètres de profondeur.

Facteurs favorisant le travail du chien :

- Vent de face,
- Températures,
- Absence de courant,
- Matériel de plongée (combinaison, accessoires, ...).

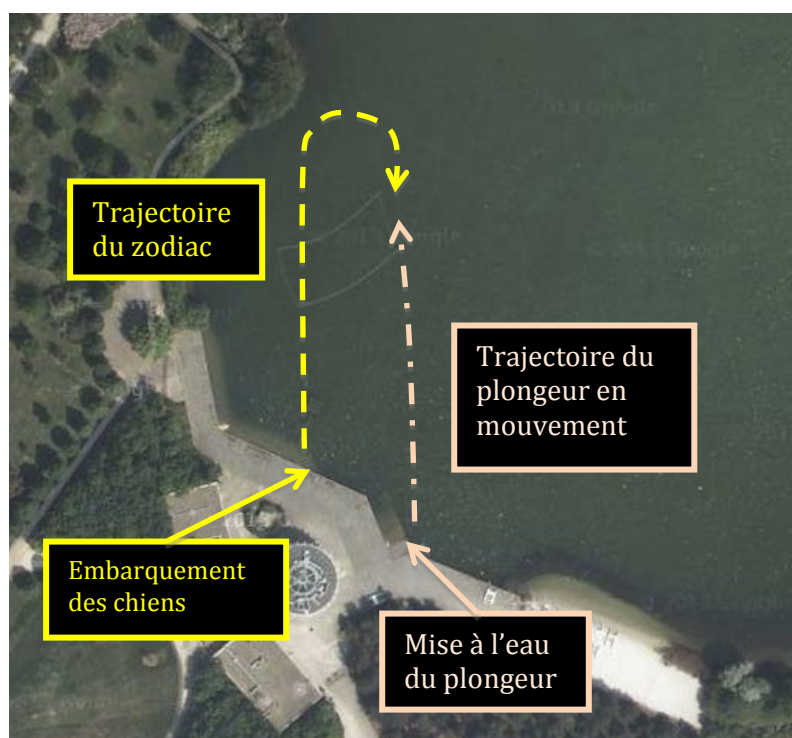
Facteurs défavorisant le travail du chien :

- Plongeur en mouvement,
- Plongeur en circuit fermé.

Protocole :

- Le plongeur est mis à l'eau à l'abri du regard des chiens et des maîtres-chiens.
- Un maître-chien et son chien sont embarqués sur le zodiac et le bateau se place de façon à se situer en face du plongeur, qui est en mouvement et s'avance vers le bateau (figure 33).
- S'il y a marquage du chien, le plongeur remonte et le chien est récompensé.

Figure 33 : Déroulement de l'exercice au Parc des Chanteraines
(<https://maps.google.fr/>)



Résultats :

- Passage 1 : Brennus, chien Berger Belge Malinois. Lors de l'avancée du plongeur, le chien marque une première fois à 8 mètres du plongeur en bloquant sa respiration, reniflant, se léchant le nez et en réalisant un mouvement de fouet (mouvement de queue). Puis à 2 mètres du plongeur, le chien réalise le même marquage. La recherche aura duré 8 minutes.
- Passage 2 : Calife, chien Berger Belge Tervueren. Lors du premier passage du plongeur près du bateau, le chien ne montre aucun signe de marquage. Au deuxième passage, le chien réalise un coup de nez, bloque sa respiration et aboie craintivement lors du passage du plongeur sous le bateau. La recherche aura duré 7 minutes.

Conclusion :

Des conditions plutôt favorables sont réunies lors de cet exercice. Mais malgré la difficulté du plongeur en mouvement, les deux chiens pourtant encore peu expérimentés dans la recherche subaquatique ont localisé le plongeur à l'aide d'un marquage franc.

2- Exercice au lac de Créteil

Date : 12 décembre 2012

Personnel : 5 maîtres-chiens et leurs chiens (tableau 4), un maître-chien réalisant l'exercice avec deux chiens différents, 2 plongeurs du 31^e régiment de génie plongeur en circuits fermés, et une équipe de spécialistes en intervention subaquatique (SIS) chargée d'aider à la mise en place des exercices.

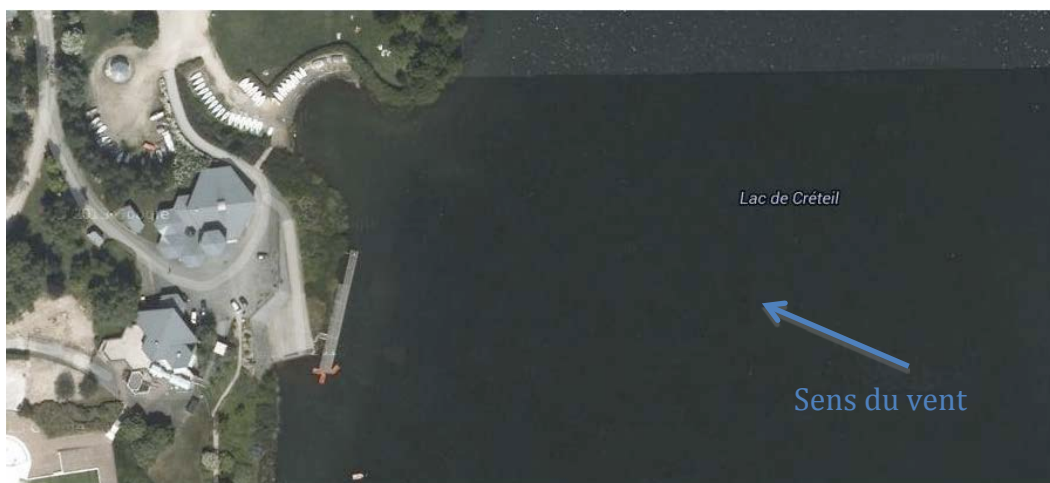
Tableau 4: Caractéristiques des chiens impliqués dans l'exercice

Nom	Age	Statut opérationnel	Familiarisation au travail à l'eau
Brennus	8 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage	Oui
Calife	7 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage	Oui
Boss	8 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage	Oui
Boumer	8 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage	Oui
Apache	9 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage	Oui
Ugo	11 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage	Oui

Lieu : Lac de Créteil, Val de Marne (10h-12h)

Conditions :

Figure 34 : Lieu de l'exercice au lac de Créteil (<https://maps.google.fr/>)



- Température extérieure : 0°C,
- Température de l'eau : 2°C,
- Vent faible (figure 34),
- Lac de 4 mètres de profondeur.

Facteurs favorisant le travail du chien :

- Températures,
- Absence de courant,
- Matériel de plongée (combinaison, accessoires, ...).

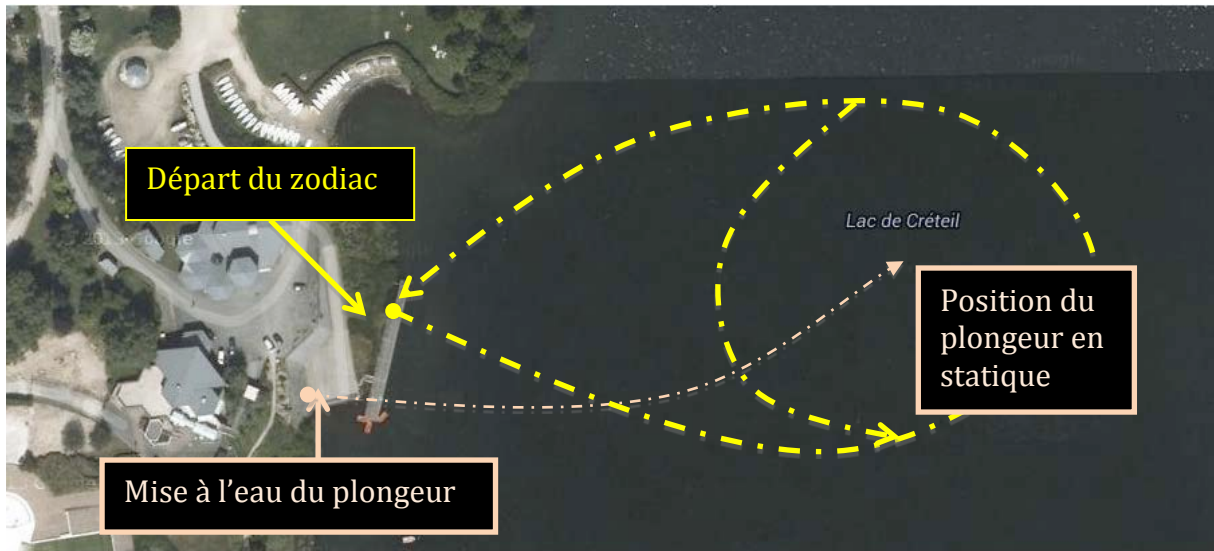
Facteurs défavorisant le travail du chien :

- Plongeur en circuit fermé,
- Eléments de distraction pour les chiens : bouées, présence de personnes sur le quai et mise à l'eau de bateaux.

Protocole :

- Le plongeur est mis à l'eau à l'abri du regard des chiens et des conducteurs.
- Le plongeur se place en position statique à environ 30 mètres de la rive à 2 mètres de profondeur (figure 35).
- Les chiens embarquent les uns après les autres en se plaçant sur le boudin du zodiac (photographie 7) et le bateau réalise plusieurs passages à faible vitesse au dessus de la zone où se trouve le plongeur.
- Lorsqu'un chien localise le plongeur, une personne à bord signale à l'aide d'un son métallique au plongeur de remonter à la surface et le chien est récompensé par son maître.

Figure 35 : Déroulement de l'exercice au lac de Créteil (<https://maps.google.fr/>)



Résultats :

- Passage 1 : Brennus. Le bateau fait plusieurs cercles dans la zone. Le chien réalise un marquage avec fouet, halètement, et blocage de la respiration. On demande alors au plongeur de remonter mais celui-ci se trouve à plus de 20 mètres du zodiac.

Photographie 7 : Position du chien sur le zodiac



Le plongeur s'immerge à nouveau et le bateau continue à naviguer dans la zone. Le chien marque de nouveau de la même façon. Le plongeur refait surface 11 minutes après le début de l'exercice, et se trouve cette fois à 4 mètres du zodiac. Le chien est donc récompensé par son maître.

- Passage 2 : Calife. A deux reprises le chien réalise un marquage en s'avançant sur le bord du bateau et en approchant son nez de l'eau dans la même zone. Le plongeur remonte et se trouve à 15 mètres du bateau.

- Passage 3 : Boss. Le chien n'est pas attentif et ne se concentre pas sur l'exercice demandé. Il est distrait par le bruit venant du quai et par une bouée présente au milieu du lac.
- Passage 4 : Boumer. Le chien réalise deux passages au cours desquels il marque le plongeur à environ 4 mètres.
- Passage 5 : Apache. Le chien présente par moment de l'intérêt avec les oreilles pointées, mais ne montre aucun signe de marquage.
- Passage 6 : Ugo. Le chien est très attentif et présente un fouet dès le début de la recherche. A hauteur du plongeur, le fouet est très marqué, il met le nez dans l'eau, se tourne dans la direction du plongeur lorsque le zodiac réalise un virage et aboie. Le plongeur se trouvait à 5 mètres.

Conclusion :

Parmi les 6 chiens, 3 ont réalisé un marquage franc et ont localisé le plongeur. La zone de marquage se trouve environ à 4 mètres du plongeur.

3- Exercice Pont de Champigny

Date : 12 décembre 2012 (15h-17h)

Personnel : 5 maîtres-chiens et leurs chiens (tableau 5), 2 plongeurs du 31^e régiment de génie plongeur en circuits fermés, et une équipe de spécialistes en intervention subaquatique (SIS) chargée d'aider à la mise en place des exercices.

Tableau 5: Caractéristiques des chiens impliqués dans l'exercice

Nom	Age	Statut opérationnel	Familiarisation au travail à l'eau
Brennus	7 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage	Oui
Calife	6 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage	Oui
Boss	8 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage	Oui
Boumer	8 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage	Oui
Apache	9 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage	Oui

Lieu : Marne, Pont de Champigny, Champigny-sur-Marne

Conditions :

Figure 36 : Lieu de l'exercice au Pont de Champigny (<https://maps.google.fr/>)



- Température extérieure : 2°C,
- Température de l'eau : 4°C,
- Vent faible,
- Courant dans le sens contraire du vent (figure 36),
- Profondeur d'environ 1 mètre,
- Lieu de passage de canoës et de piétons.

Facteurs favorisant le travail du chien :

- Températures,
- Matériel de plongée (combinaison, accessoires, ...),
- Eau peu profonde,
- Plongeur statique.

Facteurs défavorisant le travail du chien _ :

- Plongeur en circuit fermé,
- Eléments de distraction pour les chiens : passage de canoës et de piétons,
- Présence de courant.

Protocole :

**Figure 37 : Déroulement de l'exercice au Pont de Champigny
(<https://maps.google.fr/>)**



- Plongeur mis à l'eau à l'extrémité du ponton, venant ensuite se placer en statique au milieu de la zone de recherche à proximité du ponton, à l'abri du regard des maîtres-chiens (figure 37).
- Les chiens patientent dans le camion et sont sortis chacun leur tour pour être détendus.
- Chaque chien passe à son tour sur le ponton.
- Après marquage du chien, le plongeur remonte (photographie 8) et récompense le chien avec le jeu.

Photographie 8 : Remontée du plongeur devant le chien



Résultats :

- Passage 1 : Brenus. Le chien réalise un premier coup de nez vers l'eau à 7 mètres du plongeur, puis à 3 mètres associé à un fouet, puis exactement en face du plongeur. Celui-ci remonte et récompense le chien. Le marquage est fort et la recherche aura duré 7 minutes.
- Passage 2 : Calife. Le chien réalise plusieurs marquages forts (coup de nez, blocage de la respiration) à 10 et 8 mètres du plongeur, puis finalement marque à environ 4 mètres. Le marquage est fort et la recherche aura duré 8 minutes.
- Passage 3 : Boss. La recherche se fait en longe par préférence du maître-chien. Le chien est distrait par la présence d'un cygne et semble inquiet. Il se couche au milieu du ponton, puis réalise deux coups de nez devant le cygne. Le marquage est donc nul et le chien déconcentré.
- Passage 4 : Boumer. Le chien est très excité et montre peu d'intérêt dans l'exercice. L'intensité de son marquage est faible avec seulement un coup de nez à 3 mètres du plongeur. Le plongeur est finalement remonté.
- Passage 5 : Apache. La recherche se fait en longe par préférence du maître-chien. Le chien est très excité. Le marquage est franc et composé de coups de nez insistants ainsi que d'un blocage du corps entier. Ces marquages sont réalisés 4 fois le long du ponton, à une distance de 7

mètres du plongeur puis finalement à la hauteur du plongeur. La recherche aura duré 7 minutes.

Conclusion :

Sur les 5 chiens, 3 auront réalisé un marquage fort à moins de 4 mètres du plongeur sur un ponton d'environ 30 mètres. Ils n'ont pas tous localisé exactement le plongeur, mais ayant marqué la même zone, ils ont permis de délimiter une zone plus restreinte où peut se trouver le plongeur.

4- Exercice Parc de Chanteraines

Date : 14 décembre 2012 (10h30h-12h)

Personnel : 3 maîtres-chiens et leurs chiens, 2 plongeurs du 31^e Régiment de génie plongeur en circuits fermés, et une équipe de spécialistes en intervention subaquatique (SIS) chargée d'aider à la mise en place des exercices.

Tableau 6 : Caractéristiques des chiens impliqués dans l'exercice

Nom	Age	Statut opérationnel	Familiarisation au travail à l'eau
Fenzo	4 ans	Non opérationnel	Oui
Escroc	5 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage	Oui
Volt	10 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage	Oui

Lieu : Lac des Chanteraines, Genevilliers

Conditions :

- Température extérieure : - 2°C,
- Température de l'eau : 0°C,
- Vent faible (figure 38),
- Lac partiellement gelé,
- Profondeur de 2 mètres.

Figure 38 : Lieu de l'exercice au lac du Parc des Chanteraines
(<https://maps.google.fr/>)



Facteurs favorisant le travail du chien :

- Température,
- Matériel de plongée (combinaison, accessoires, ...),
- Eau peu profonde,
- Plongeur statique.

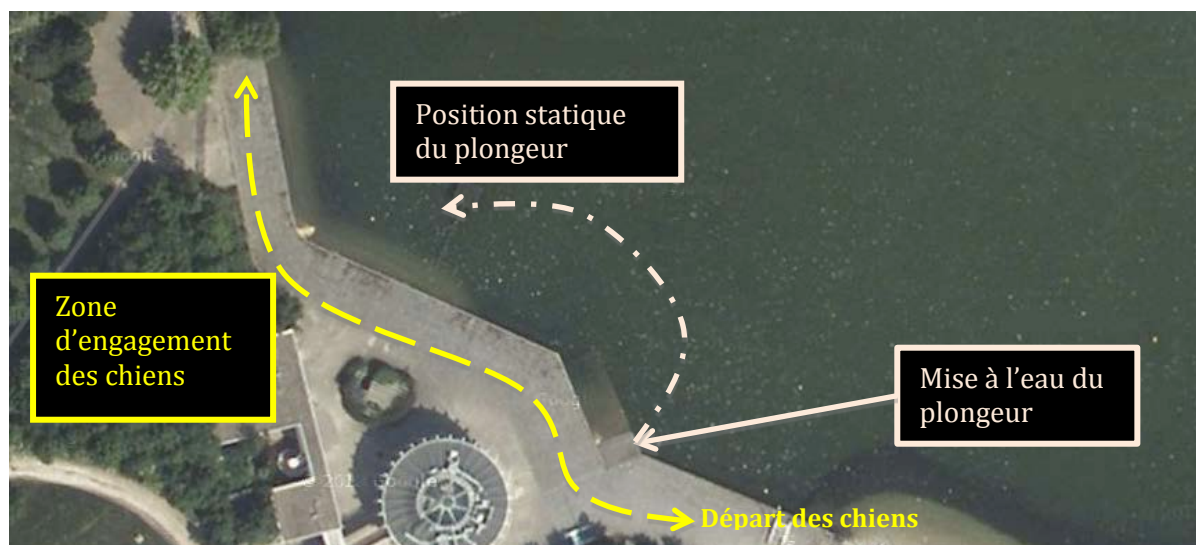
Facteurs défavorisant le travail du chien :

- Lac partiellement gelé,
- Plongeur en circuit fermé.

Protocole :

- Le plongeur se place en statique au milieu du lac à environ 6 mètres (sa localisation change légèrement à chaque fois qu'il s'immerge de nouveau) des deux rebords (figure 39), à l'abri du regard des maîtres-chiens.
- Les chiens patientent dans le camion et sont sortis chacun leur tour pour être détendus.
- Chaque chien passe à son tour sur la berge, en commençant par le lieu de mise à l'eau du plongeur (partie gelée du lac) pour aller vers l'angle du lac.
- Après marquage du chien, le plongeur remonte et le chien est récompensé par son maître.

Figure 39 : Déroulement de l'exercice au Parc des Chanteraines
(<https://maps.google.fr/>)



Résultats :

- Passage 1 : Fenzo (non opérationnel). La recherche dure 5 minutes, pendant lesquelles le chien fait deux allers-retours. Il aboie devant la zone de mise à l'eau du plongeur (photographie 9) et montre de l'intérêt pour la glace. Le maître-chien doute d'un marquage de son chien au niveau de l'angle de la berge car son chien se retourne deux fois vers lui. Après plusieurs passages sur la zone de doute, le chien ne réalise aucun marquage.

Photographie 9 : Recherche en cours au lac de Créteil



- Passage 2 : Escroc. La recherche dure 2 minutes. Le chien longe la berge et réalise un premier blocage et coup de nez en face du plongeur, puis réitère le même marquage franc 4 mètres plus loin avant de revenir au lieu du premier marquage. Le plongeur se trouvait en face de ce point à 3 mètres de la berge.

- Passage 3 : Volt. La recherche dure 8 minutes. Le chien réalise des coups de nez et aboiements le long de la berge et de l'angle. La zone de marquage se trouve à plusieurs mètres du plongeur mais dans le sens du vent.
Le chien réalise un deuxième passage une fois le plongeur de nouveau immergé et marque cette fois par des coups de nez et des aboiements la berge en face du plongeur.
- Passage 4 : Deuxième passage de Fenzo. Le chien marque la berge puis reste plusieurs minutes à l'extrémité de la zone (fermée par une barrière) et marque à plusieurs reprises avec un fouet intense, des aboiements, des coups de nez vers l'eau. Puis il retourne vers la berge et marque à l'horizontale du plongeur avec des coups de nez et un fouet. Le plongeur se trouve à 5 mètres à l'horizontale dans le sens du vent. L'extrémité de la zone de recherche marquée par le chien se trouve être le lieu où le plongeur a émergé quelques minutes au cours de la matinée.

Conclusion :

Les 3 chiens ont réalisé un marquage fort, que ce soit en face du plongeur, dans la zone face au vent par rapport au plongeur, ou même au lieu où le plongeur a émergé. La procédure est donc concluante et montre l'importance de l'interprétation par rapport au sens du vent.

5- Exercice Pantin

Date : 14 décembre 2012 (14h-16h)

Personnel : 2 maîtres-chiens et 2 chiens de la BSPP, 2 maîtres-chiens et 2 chiens de l'équipe de la Somme (tableau 7), 2 plongeurs du 31^e Régiment de génie plongeur en circuits fermés, et une équipe de spécialistes en intervention subaquatique (SIS) chargée d'aider à la mise en place des exercices.

Tableau 7 : Caractéristiques des chiens impliqués dans l'exercice

Nom	Age	Statut opérationnel	Familiarisation au travail à l'eau
Excel	5 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage	Oui
Drako	4 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage	Oui
Escroc	4 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage	Oui
Zuch	Non connu	Opérationnel chien de décombres et de questage	Oui

Lieu : Chemin de Halage du Canal de l'Ourcq, Pantin

Conditions :

Figure 40 : Lieu de l'exercice de Pantin (<https://maps.google.fr/>)



- Température extérieure : - 1°C,
- Température de l'eau : 1°C,
- Vent faible, à presque 90° par rapport au sens du courant (figure 40),
- Profondeur de 3,2 mètres,
- Faible courant.

Facteurs favorisant le travail du chien :

- Températures,
- Matériel de plongée (combinaison, accessoires, ...),
- Eau peu profonde,
- Plongeur statique.

Facteurs défavorisant le travail du chien :

- Plongeur en circuit fermé,
- Présence d'un courant faible.

Protocole :

Figure 41 : Déroulement de l'exercice de Pantin (<https://maps.google.fr/>)



- Plongeur mis à l'eau à l'extrémité de la zone de recherche, venant ensuite se placer en statique au milieu de la zone à proximité de la rive (figure 41), à l'abri du regard des maîtres-chiens.

- Les chiens patientent dans le camion et sont sortis chacun leur tour pour être détendus.
- Chaque chien passe à son tour sur le ponton.
- Après marquage du chien, le plongeur remonte et récompense le chien avec le jeu.

Résultats :

- Passage 1 : Excel, Berger Belge Malinois opérationnel depuis 1 an. Le maître-chien promène d'abord simplement le chien puis le motive au travail au deuxième passage. La recherche dure 3 minutes et lors du deuxième passage le chien réalise des arrêts et des coups de nez à 3 reprises avec l'envie de se mettre à l'eau. Ces marquages sont localisés à 8 et 4 mètres du plongeur.
- Passage 2 : Drako, faisant partie de l'équipe de la Somme. La recherche dure 5 minutes. Le premier aller-retour, le maître-chien promène simplement le chien. Puis il le motive pour le deuxième aller-retour et le chien réalise un marquage faible avec trois légers coups de nez au niveau de la barrière, puis à 5 mètres et en face du plongeur.
- Passage 3 : Escroc. La recherche dure 6 minutes au cours desquelles le chien est d'abord intéressé par les bâtiments se trouvant en face du lieu de mise à l'eau du plongeur, dans le sens du vent. Puis il montre un léger intérêt pour l'eau en avant de la barrière (photographie 10) et enfin réalise un blocage à 1 mètre du plongeur.

Photographie 10 : Recherche en cours au Chemin de Halage



- Passage 4 : Zuch (équipe de la Somme). Pendant les 5 minutes que durent la recherche, le chien ne s'intéresse qu'aux bâtiments avec des coups de nez et du fouet.

Conclusion :

Parmi les 4 chiens, 3 ont marqués la berge, le plus souvent en avant du plongeur. Deux des chiens se sont intéressés aux bâtiments. Or ces bâtiments se trouvent dans le sens du vent par rapport au lieu de mise à l'eau du plongeur. Il est donc possible que des molécules odorantes s'y retrouvent. Il est aussi possible qu'un autre être humain ait laissé son odeur près de ces bâtiments.

B. Exercice réalisé par le SDIS 29

Au SDIS 29 (Finistère), 4 maîtres-chiens pratiquent la recherche de noyés depuis 2012. Ce SDIS possède une grosse activité principalement en recherche de personnes disparues, avec 61 départs en 2012. Les 4 chiens font donc du questage et du décombre, et lors de recherche de noyés le marquage est identique avec en plus l'aboïement.

Les chiens sont tout d'abord habitués au contact avec l'eau en eau calme puis en eau agitée, et à se déplacer sur les rochers. En effet, la côte du Finistère est composée de rochers abrasifs pour les coussinets des chiens. Les sauveteurs utilisés pour l'entraînement se placent donc d'abord à vue des chiens dans les rochers, puis à l'insu. Après cela, le sauveteur s'avance à chaque fois un peu plus loin dans l'eau.

Le but du groupe cynotechnique du SDIS 29 est principalement de réussir à retrouver des victimes pouvant se trouver près de la côte : dans les rochers ou dans l'eau. Le groupe ne s'entraînant à la recherche de noyés seulement depuis juin 2012, il se concentre pour l'instant sur le cheminement du chien jusqu'à la victime à la nage et le marquage par l'aboïement. Les recherches ne se font qu'à partir de la côte, jamais en bateau.

Date : 24 octobre 2013

Personnel : Le responsable cynotechnique du SDIS 29 et ses deux chiens, 2 maîtres-chiens et leur chien respectif (tableau 3), un maître chien en combinaison de plongée jouant le rôle de victime

Tableau 8 : Caractéristiques des chiens du SDIS 29

Nom	Age	Statut opérationnel	Familiarisation au travail à l'eau
Chinnock	6 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage depuis 3 ans	Oui
Forban	4 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage depuis 1 an	Oui
Verdi	9 ans	Opérationnel chien de décombres et de questage	Non
Faou	4 ans	Non opérationnel en 2012	Oui

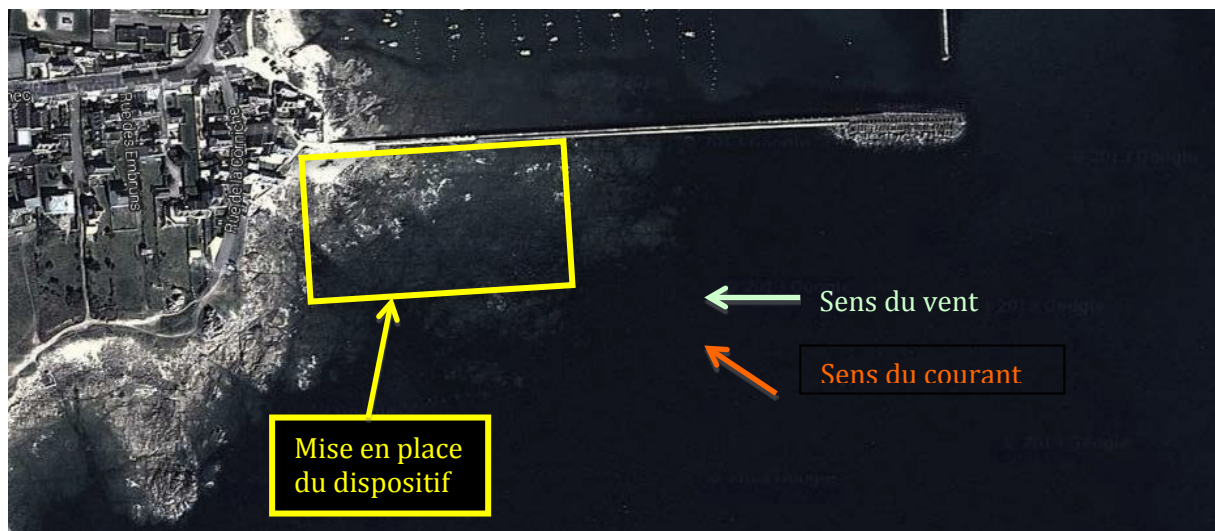
Lieu : Lesconil (photographie 11)

Photographie 11 : Lieu des exercices à Lesconil



Conditions :

Figure 42 : Lieu et conditions des exercices à Lesconil



- Température extérieure : 15 °C,
- Température de l'eau : 14°C,
- Accès à l'eau difficile (rochers, goémon),
- Vent fort (figure 42),
- Marée basse .

Facteurs favorisant le travail du chien :

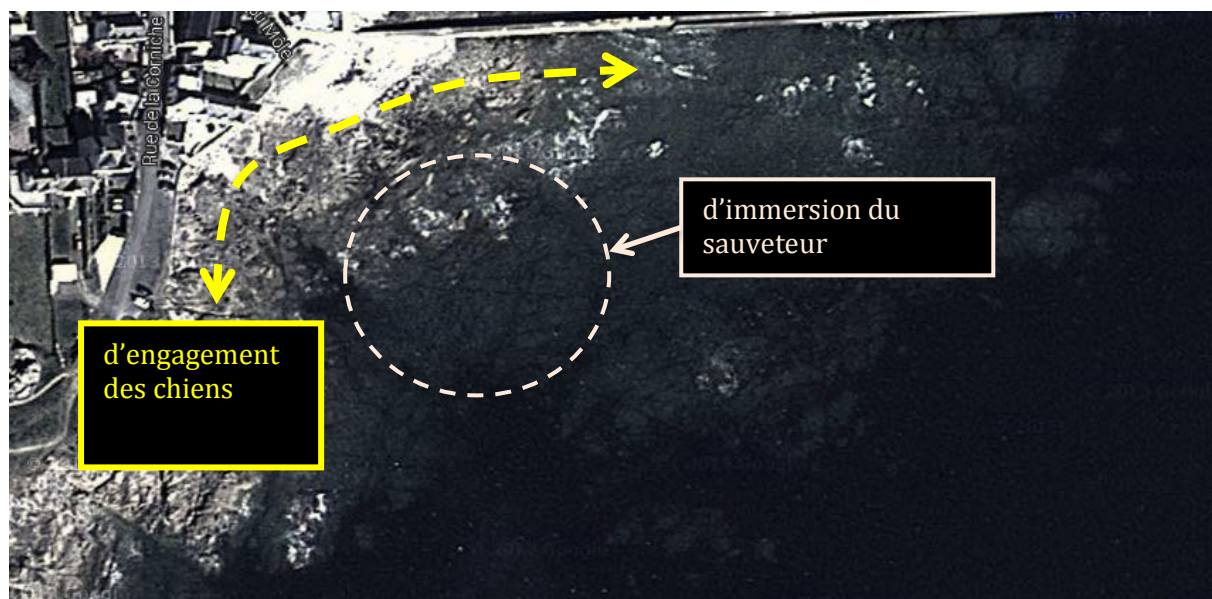
- Vent pratiquement de face,

Facteurs défavorisant le travail du chien :

- Cheminement jusqu'à l'eau difficile,
- Mer agitée,
- Présence de goémon : glissant et odeur forte,
- Eau salée : irritant et odeur.

Protocole :

Figure 43 : Déroulement des exercices à Lesconil (<https://maps.google.fr/>)



- Idée de l'exercice : une barque s'est écrasée contre la digue, une victime est à trouver dans le secteur, le groupe cynotechnique est engagé. Les secours en hélicoptère sont prêts à intervenir pour remonter la victime.
- Chaque chien passe à son tour, sans que le maître-chien ne sache où est caché le sauveteur.
- Le sauveteur est caché tout d'abord dans le goémon et non dans l'eau, puis dans l'eau en surface à environ 10 mètres de la côte (figure 43).

Résultats :

- Exercice 1 : victime semi immergée à 10 mètres de la côte (photographie 12).
 - Chien 1 : Chinnoek, Berger Belge Malinois de 6 ans, opérationnel en recherche de victime ensevelies ou égarées depuis 3 ans.
La recherche dure 2 minutes, le chien se dirige immédiatement vers la côte, réalise un coup de nez sur les rochers en face de la victime (photographie 13) puis saute à l'eau et nage jusqu'à la victime. Aboiement à l'arrivée près de la victime, récompense par le sauveteur.
Un second passage est réalisé, le sauveteur positionné plus loin dans l'eau, à environ 20 mètres. La victime est localisée en 1 minute, le chien saute dans l'eau face au vent dans l'axe de la victime.

Photographie 12 : Sauveteur en semi-immersion



Photographie 13 : Chien en cours de recherche



- Chien 2 : Forban, Berger Belge Malinois de 4 ans, opérationnel depuis 1 ans. La recherche dure 5 minutes, le chien longe d'abord la côte avant de porter de l'intérêt avec des aboiements. Il hésite plusieurs minutes avant de se jeter à l'eau, puis nage jusqu'à la victime et aboie (photographie 14).

Photographie 14 : Chien nageant jusqu'à la victime



- Exercice 2: victime totalement cachée sous le goémon au milieu des rochers (photographie 15).

Photographie 15 : Sauveteur caché sous le goémon



- Chien 1, Chinnock : le chien se dirige immédiatement vers la victime et la trouve en moins d'une minute. Il aboie une fois près de la victime.
- Chien 2, Forban : la recherche dure 7 minutes. Le chien montre surtout de l'intérêt sur l'eau. Après un rappel du chien par le maître-chien et une relance de la recherche, le chien trouve la victime et aboie.
- Chien 3, Verdi : Berger Belge Malinois de 9 ans n'ayant jamais travaillé à l'eau. Après une durée d'une minute, le chien trouve la victime et marque à l'aide du grattage et de l'aboiement (photographie 16). Le sauveteur récompense le chien par le jeu (photographie 17).

Photographie 16 : Marquage par l'aboiement une fois la victime trouvée



Photographie 17 : Récompense par le jeu effectuée par la victime



- Exercice 3: motivations à vue et hors vue pour les chiens les moins expérimentés
 - Chien 3 : Verdi, motivation hors vu. Sauveteur caché dans les rochers à environ 150 mètres du lieu de départ du chien. Le chien localise le sauveteur en 3 minutes en formant des S jusqu'à approcher le sauveteur, puis il marque la victime par l'aboiement, le fouet et le grattage.
 - Chien 4 : Faou, jeune Berger Belge Tervueren, pas encore opérationnel. L'exercice commence par une motivation d'abord à vue du sauveteur (photographie 18) dans l'eau afin d'habituer le chien à sauter dans l'eau (photographie 19), puis se poursuit par une motivation hors vue dans les rochers.

Photographie 18 : Motivation à vue pour habituer le chien à sauter à l'eau



Photographie 19 : Saut à l'eau



Conclusions :

Lors de l'exercice 1, les deux chiens ont très rapidement localisé la victime. Le vent était de face et amenait les effluves du sauveteur vers la côte. Le chien 2 n'a pas localisé exactement la victime tout de suite, mais a très rapidement donné une direction où elle pourrait se localiser. La procédure est donc concluante et les deux chiens ont localisé la victime.

De plus, ces chiens pourtant encore peu expérimentés en recherche de noyés sont maintenant très habitués à l'eau et nagent jusqu'à la victime. Le marquage est très fort et bien établi : il y a aboiement systématique.

L'exercice 2 n'avait pas lieu dans l'eau, mais permet de voir que les chiens peuvent faire abstraction des odeurs parasites, le goémon dans ce cas précis. En effet, les trois chiens ont trouvé la victime totalement recouverte de goémon.

Enfin, les exercices de motivation permettent aux chiens encore peu expérimentés de s'habituer au cheminement dans les rochers, à l'odeur du goémon et au saut dans l'eau.

III. DISCUSSION

Ces procédures opérationnelles illustrent la façon dont les équipes cynotechniques mettent en pratique les entraînements dans des conditions proches d'une intervention.

L'ensemble de ces exercices permet de montrer que des chiens opérationnels en décombres et en questage mais encore peu habitués à la recherche subaquatique ne réussissent pas toujours à localiser la victime au premier passage. Ainsi Boss, chien très compétent en recherche de décombres de la BSPP, se concentre plus difficilement sur les exercices à l'eau.

Cependant, il est possible de former un chien à la recherche de personne noyée. L'entraînement permettra aux chiens de s'habituer au nouvel environnement (eau, bateau, rive, côte rocheuse, ...). Par exemple, le chien Apache ne localise pas la victime lors de l'exercice du Lac de Créteil, mais localise ensuite avec succès celle de l'exercice du Pont de Champigny.

Nous avons pu voir que ni la BSPP, ni le SDIS 29 n'utilise de conditionnement spécifique aux exercices de recherche subaquatique, en comparaison des exercices de décombres.

L'utilisation de harnais spécifiques ne semble pas influencer la réussite des exercices. Cependant, les harnais de sauvetage ont un intérêt important pour la sécurité du chien, notamment lorsque les chiens se jettent à l'eau, tombent à l'eau ou lors de recherche avec un courant fort.

Le marquage de la localisation de la victime est variable, son intensité dépend de chaque chien, mais aussi des techniques de formation utilisées par les équipes cynotechniques.

Les maîtres-chiens de la BSPP n'instaurent pas de marquage spécifique mais observent attentivement leurs chiens dont le marquage est la plupart du temps discret. L'interprétation des comportements du chien par le maître-chien est alors indispensable.

Au contraire, L'équipe du SDIS 29 utilise un marquage très franc, l'aboiement, en décombres et en recherche de noyés. Le problème d'un marquage identique en décombres et en recherche subaquatique se pose alors. La priorité en décombres étant le dégagement des victimes vivantes, il peut être négatif, pour un chien de recherche travaillant également en recherche de noyés, de marquer de la même façon par l'aboiement une personne vivante et une personne décédée. Il peut alors sembler judicieux, pour les chiens de recherche aboyant en décombres sur les victimes vivantes, d'essayer d'instaurer un marquage différent en recherche subaquatique.

La multiplication du nombre de chiens intervenant dans une recherche permet de confirmer un résultat et d'affiner la zone de recherche

De plus, ces exercices nous ont permis de voir que les procédures mises en place sont adaptées aux conditions d'engagement des recherches : type de plan d'eau, type de rive, présence ou absence de courant, ...

En présence de courant, la localisation de la zone la plus concentrée en effluves par le chien est décalée par rapport au lieu réel du corps de la victime. La prise en compte de ce décalage est indispensable et nécessite une étroite collaboration des maîtres-chiens

avec les plongeurs afin de comprendre les mouvements d'eau et d'établir ensemble la zone de recherche.

Lors d'un engagement rapide des recherches après la disparition d'une victime, des chiens de pistes pourront localiser la zone de mise à l'eau de la victime, mais ne permettront pas de retrouver la victime si elle a nagée ou été emportée. L'intervention de chiens ayant suivi une formation a la recherche de noyés est nécessaire.

CONCLUSION

Les qualités olfactives du chien sont reconnues dans bien des domaines. L'étude de données bibliographiques sur la décomposition cadavérique et l'évolution des molécules odorantes en milieu aquatique ont permis de comprendre l'application de cette acuité olfactive à la recherche de noyés.

Le chien apparaît ainsi comme une composante indispensable dans la recherche de noyés. En effet, il complète parfaitement les moyens existants jusqu'à maintenant (plongeurs, sonars, ...) en permettant d'ajouter l'utilisation du sens de l'olfaction à ces recherches souvent difficiles.

Nous avons défini le rôle du chien qui est de sectoriser la zone de recherche afin de faciliter le travail des autres intervenants de la recherche et de gagner un maximum de temps.

Les techniques d'apprentissage et d'entraînements ainsi que les types de marquages diffèrent selon les secteurs, les équipes et les pays. Dans tous les cas, l'acuité olfactive est primordiale, mais s'y ajoute le rôle indispensable du maître-chien. Ce dernier doit connaître son chien et savoir interpréter ses signes de marquage mais aussi analyser les conditions environnementales afin d'interpréter le travail du chien.

Les données de la littérature sur le travail du chien en recherche subaquatique sont encore très pauvres, mais en France cette activité n'en est encore qu'à ses prémices. Aux vues de l'importance de l'eau en France, les chiens de recherche de noyés ont un bel avenir devant eux.

BIBLIOGRAPHIE

ABRESC, 2013, communication personnelle.

ACHE BW, YOUNG JM. Olfaction : Diverse species, conserved principles. *Neuron*, 2005, **48**, (3), 417-430.

AIME P, DUCHAMP-VIRET P, CHAPUT MA, SAVIGNER A, MAHFOUZ M, JULLIARD AK. Fasting increases and satiation decreases olfactory detection for neutral odor in rats *Behav. Brain Res.*, 2007, **179**, (2), 258-264

ALTOM EK, DAVENPORT GM, MYERS LJ, CUMMINS KA. Effect of dietary fat source and exercise on odorant-detecting ability of canine athletes. *Res. Vet. Sci.*, 2003, **75**, (2), 149-155

ARDA. American Rescue Dog association. [en ligne]. Création en 1996. [<http://www.ardainc.org/>]. (Consulté le 12/11/13).

BARONE R. Cavités nasales. In : *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 3. Splanchnologie I. Appareil digestif, appareil respiratoire*. 3rd ed., Editions Vigot, Paris, 1997, 597-645.

BARONE R. Rhinencéphale. In : *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 6. Neurologie I. Système nerveux central*. Editions Vigot, Paris, 2004, 433-477.

BEIDLER LM, Olfaction In : *Handbook of sensory physiology. Volume 4. Chemical Senses. Part 1*. Springer-Verlag, Berlin, 1971, 518 p.

BIL R. The spreading of corpse scent in water. Thèse universitaire, Delft Univesity of Technology, 2008, 107p.

BROWNE C., STAFFORD K., FORDHAM R., The use of scent-detection dogs. *Ir. Vet. J.*, 2006, **59**, (2), 97-104.

BSPP, Brigade des Sapeurs Pompiers de Paris, 2013, communication personnelle.

BUCK L, AXEL R. A novel multigene family may encode odorant receptors : a molecular basis for odor recognition, *Cell*, 1991, **65**, (1), 175-187.

CASSDA, Canadian Search and Disatser Dogs Association, 2013, communication personnelle.

CHATELAIN E., documents pédagogiques de l'ENVL, Lyon.

CHEN D, HAVILAND-JONES J. Rapid mood change and human odors. *Physiol. Behav.*, 1999, **68**, (1-2), 241-250.

COLLIN B, Anatomie du chien, Editions Derouaux Ordina, Liège, 2003, 562 p.

COMBRE M. L'olfaction chez le chien et son utilisation en odorologie. Thèse Méd. Vét., Lyon, 2006, 151 p.

DDSC (Direction de la Défense et de la Sécurité Civile). Guide National de Référence Cynotechnie. [en ligne]. Mise à jour Février 1999.
[http://fnspf-rec.midiway.fr/docs/textes-juridiques/gnr_cynotechnie.pdf?sfvrsn=0]
(Consulté le 12/ 04/2014).

DEKEIRSSCHEITER J, STEFANUTO PH, BRASSEUR C, HAUBRUGE E, FOCANT JF.
Enhanced characterization of the smell of death by comprehensive two-dimensional gas chromatography-time-of-flight mass spectrometry (GCxGC-TOFMS). *PLoS One*, 2012, **7**, (6),
[<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0039005>]
(Consulté le 11/05/13).

EVANS HE, Miller's anatomy of the dog. 3rd edition, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1993, 1113 p.

FENTON V. The use of dogs in search, rescue and recovery, *Journal of Wilderness Medicine*, 1992, **3**, (3), 292-300.

GAZIT I, TERKEL J. Explosives detection by sniffer dogs following strenuous physical activity. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 2003, **81**, (2), 149-161.

GRAHAM J. Underwater searches using dogs. *Response* !, 1985, 21-23.

HARDY M. Water Search, *In : NASAR Conference*, Mai 1992.

HART R. Human body odor. *Nexus*, 1980, **1**, (1), 1-12.

HIRAI T, KOJIMA S, SHIMADA A, UMEMURA T, SAKAI M, ITAKURAT C. Age-related changes in the olfactory system of dogs. *Neuropath. Appl. Neuro.*, 1996, **22**, (6), 531-539

HOLLEY A. La perception des odeurs. *Recherche*, 1975, **6**, (58), 629-639.

HOLLEY A. Les récepteurs olfactifs et le codage neuronal de l'odeur , *Med. Sci.*, 1994, **10**, (11), 1091-1098.

HOLLEY A. Système olfactif et neurobiologie. *Terrain*, 2006, (47), 107-122.

HONHON J. L'olfaction chez le chien : son rôle dans le pistage et la localisation d'une source odorante. Thèse Méd. Vét., Alfort, 1967, 94 p.

INVS. *Enquête noyades 2012*. [en ligne]. Mise à jour 01/06/12
[www.invs.sante.fr/.../noyades/noyades_2012_premiers_resultats_definitif.pdf]
(Consulté le 12/11/13).

JUDAH C. Water search : search and rescue dogs finding drowned persons, Coastal Books, 2011, 1-190.

KROELY A. L'olfaction chez le chien de sauvetage : conséquences pratiques chez les chiens de recherche en décombres et en avalanches. Thèse Méd. Vét., Lyon, 2011, 131p.

LASSETER AE, JACOBI KP, FARLEY R, HENSEL L. Cadaver Dog and Handler Team Capabilities in the Recovery of Buried Human Remains in the Southeastern United States. *J. Forensic Sci.*, 2003, **48**, (3), 617-21.

LÉGIFRANCE. *Maitres-chiens*. [en ligne]. Création le 16/01/08.
[<http://www.legifrance.gouv.fr/affichSarde.do?reprise=true&page=1&idSarde=SARDOBJT000007105839&ordre=null&nature=null&g=ls>] (Consulté le 20/11/13).

MYERS LJ. Use of innate behaviors to evaluate sensory function in the dog. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 1991, **21**, (2), 389-399.

MYERS LJ, NASH R, ELLEDGE HS. Electro-olfactographie : a technique with potential for diagnosis of anosmia in the dog. *Am. J. Vet. Res.*, 1984, **45**, (11), 2296-2298.

OMS. *Noyade*. [en ligne]. Mise à jour Avril 2012.
[<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs347/fr/>] (Consulté le 12/11/13).

PENN DJ, OBERZAUCHER E, GRAMMER K, FISCHER G, SOINI HA, WIESLER D, *et al.* Individual and gender fingerprints in human body odour. *J. R. Soc. Interface*, 2007, **4**, (13), 331-340.

REBMANN A, DAVID E, SORG MH. Cadaver dog handbook, CRC Press, 2000, 5-162.

ROLLAND Segent-Chef, La détection de personnes en milieu subaquatique. In : Séminaire Cynotechnie 7^e RISC, 6 juin 2012.

ROQUEPLO C, Importance du port d'un collier antiparasitaire contenant de la deltaméthrine sur les performances olfactives du chien. Thèse Méd. Vét., Alfort, 2003, 183 p.

RUFFEL A. Lacustrine flow (divers, side scan sonar, hydrogeology, water penetrating radar) used to understand the location of a drowned person. *Journal of Hydrology*, 2014, **513**, 164-168.

SDIS18, Service départemental d'incendie et de secours 18, 2013, communication personnelle.

SDIS29, Service départemental d'incendie et de secours 29, 2013, communication personnelle.

SDIS69, Service départemental d'incendie et de secours 69, 2013, communication personnelle.

SDIS71, Service départemental d'incendie et de secours 71, 2013, communication personnelle.

SCHIFFMAN SS, NAGLE HT. Effect of environmental pollutants on taste and smell. *Otolaryngol Head Neck Surgery*, 1992, **106**, (6), 693-700.

SIGNI, 2013, communication personnelle.

SNOVAK AE. Guide to search and rescue dogs, Barron's, 2004, 142-161.

VADUREL A. Physiologie et pathologie de l'odorat du chien. Thèse Méd. Vét., Nantes, 1995, 130 p.

VADUREL A, GOGNY M. L'odorat du chien : aspects physiologiques et facteurs de variation. *Point Vét.* 1997, **28**, (181), 9-16.

VASS AA, Beyond the grave : understanding human decomposition. *Microbiology Today*, 2001, **28**, 190-192.

VASS AA, SMITH RR, THOMPSON CV, BURNETT MN, WOLF DA, SYNSTELIEN JA, *et al.* Decompositional odor analysis database, *J. Forensic Sci.* 2004, 49, (4), 760-9.

VERPLAETSE R, WAUMANS D, BRUNEEL N, CUYPERS E, DE WINNE J, SMEDTS B, *et al.* Comparative analysis of post-mortem remains from human and animal origin: perspectives of a future study. In : *Colloquium Disaster Victim Identification*, Bruxelles, Novembre 2007.

ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE ENVOYE AUX EQUIPES CYNOTECHNIQUES

- Pratiquez-vous la recherche/localisation de personnes noyées ? Oui/ Non
- Si non, pourquoi n'en faites vous pas ?
- De combien d'équipes cynotechniques opérationnelles se compose votre groupe ?
- Combien parmi ces équipes pratiquent la recherche de personnes noyées ?
- En quelle année avez-vous débuté cette activité opérationnelle?
- Combien avez-vous de chiens en formation dans le domaine de la recherche de noyés ?
- Avez-vous des chiens déjà opérationnels dans ce domaine ? Oui/Non
- Si oui, combien ?
- Si oui, les chiens pratiquent-ils une autre activité ? Questage/ Pistage /Décombe
- Les chiens ont-ils eu une formation de chien de décombe au préalable ? Oui/Non
- Si les chiens pratiquent plusieurs spécialités, utilisez-vous un conditionnement spécifique pour la recherche de noyés ?
 - Harnais
 - Travail en longe
 - Autre :
- Quelles races de chien sont utilisées ?
 - Berger Belge malinois
 - Berger Allemand
 - Autres :
- Quels sont les types de marquage utilisés ?
- Combien de recherches de personnes noyées (en opérationnel) faites vous par an?
- Pourriez-vous décrire vos méthodes de formation :
 - Détails des protocoles de formation :

- Fréquence des séances :
- Matériel et méthodes :
 - utilisation de plongeurs, plongeurs en circuit fermé, viande, ...
 - entraînements en eau vive/ eau stagnante, à partir de la rive/ sur une embarcation
- Quels sont vos résultats obtenus ? Pouvez-vous décrire :
 - Nombre de découvertes positives/ négatives :
 - Eventuelles erreurs :

- Do you participate in drowned person search/ localization? Yes/ No
- If you do, do the dog do another speciality? Quest/ Tracking/ Rubble search
- If you don't, why?
- How many operational cynotechnical teams are in your group?
- How many of these teams do drowned person search?
- Which year did you start this operational activity?
- How many training dogs do you have in the field of drowned person search?
- Is there dog already operational? Yes/ No
- How many?
- If you do, do the dog do another specialty? Quest/ Tracking/ Rubble search
- Do the dogs have a rubble search training before doing drowned people search?
Yes/ No
- If the dog do another specialty, do you use a specific conditioning for drowned people search?
 - o Harness
 - o Leash

- o Other:
- What breed do you use?
 - o German Shepherd
 - o Belgian Shepherd Malinois
 - o Other:
- How many drowned people operational research do you do per year?
- Could you describe your training methods:
 - o Details of training programs:
 - o Frequency of training sessions:
 - o Material and method:
 - use of divers, divers with close circuit rebreather, meat, ...
 - training in living water/ standing water, from the shore/ from a boat, ...
- What are your field work results? Could you describe:
 - o number of positive/ negative findings:
 - o mistakes that may have been done:

Could you also possibly join pictures of the unit for an illustration purpose ?

DE L'UTILITÉ DU CHIEN DANS LA RECHERCHE DE NOYÉS

NOM et Prénom : COSTE Margaux

Les noyades accidentelles représentent 7 % des décès par traumatisme dans le monde dont 500 décès chaque année en France.

Lors de noyade il est parfois très difficile de retrouver le corps de la victime qui est déplacé par le courant ou immobilisé au fond de la zone aquatique. L'utilisation actuelle de plongeurs et de sonars ne suffit pas toujours à retrouver la victime, surtout quand les zones de recherches sont extrêmement grandes. L'utilisation de chien de recherche a donc pour but de faciliter ce travail et de gagner du temps. A ce jour, en France l'utilisation de chiens de recherche de noyés n'en est encore qu'à ses prémices.

Dans une première partie, des rappels sont effectués sur l'olfaction canine, puis la nature des molécules de décomposition cadavériques ainsi que leur évolution en milieu aquatiques sont présentés.

Dans une deuxième partie sont présentés le déroulement d'une recherche, la sélection et la formation des chiens ainsi que les différentes méthodes existant dans le monde.

Enfin, dans une troisième partie, l'auteur réalise une étude de protocoles mis en place avec l'équipe cynotechnique de la Brigade des Sapeurs Pompiers de Paris consistant à réaliser des recherches dans des conditions les plus proches de la réalité possible. Un plongeur en circuit fermé joue le rôle de la victime et les chiens sont testés dans différentes conditions : présence ou non de courant et de vent, plongeur statique ou en mouvement, recherche de la rive ou d'un bateau, ... Dans l'ensemble des exercices réalisés, les résultats tendent à montrer que les chiens sont capables de déceler la présence du plongeur. Les marquages réalisés par les chiens permettent de délimiter une zone où l'on suspecte la présence de la victime.

Des exercices ont aussi été réalisés avec l'équipe cynotechnique du Service Départemental d'Incendie et de Secours du Finistère en bord de mer agitée avec l'aide d'un sauveteur en semi-immersion servant de victime. Ces exercices ont permis de montrer la rapidité des chiens à localiser la victime et à se déplacer sur les rochers et dans l'eau jusqu'à elle.

Le but de cette thèse est ainsi de faire découvrir la recherche de noyés, qui n'en est encore qu'à ses débuts en France, mais aussi de venir en aide aux groupes cynotechniques souhaitant développer cette activité.

Mots clés : SAUVETAGE/ RECHERCHE/ NOYADE/ FORMATION/ SELECTION/ OLFACTION/ ODEUR/ CARNIVORE/ CHIEN DE SAUVETAGE

Jury :

Président : Pr.

Directeur : Pr. GRANDJEAN Dominique

Assesseur : Dr. GILBERT Caroline

UTILITY OF DROWNED PEOPLE SEARCH DOGS

Name: COSTE Margaux

Summary

Accidental drowning represents 7% of death by trauma in the world, in France 500 happen each year.

In drowning cases, it is sometimes difficult to find the victim's body because it can be moved by current or immobilized at the bottom of the water. Currently the diver and sonar uses are not sufficient enough to find the victim, specifically when the search's zone is wide. The drowned people search dogs use purpose is to make the research easier and faster. Up to now, France is only at the beginning of drowned people search dogs development.

The first chapter of this work presents reminders on canine olfaction, nature of rotting molecules and their evolution in aquatic environment.

In a second chapter, the author describes a search's proceedings, the dog selection and training, and different methods existing around the world.

In the last chapter, the author studies procedures organized with Paris Fire Department, seeking conditions as close as possible to reality. A diver with a closed circuit rebreather system plays the role of the victim. Dogs are tested in several conditions: with or without current, static or moving diver, search from a boat or from the side, ... In all exercises, results show that dogs are capable of detecting the diver's presence. Dogs' marking gives the research area limit where the victim could be. Similar exercises take place with Finistère Fire Department along the seashore, with rough sea. A semi-submerged lifeguard plays the victim. These exercises demonstrate dogs can be really fast at finding victims and move easily on rocks and in the water.

The purpose of this work is to discover drowned people search and its beginning in France, but also to help cynotechnical teams wanting to develop this activity.

Keywords:

**RESCUE/ SEARCH/ DROWNING/ TRAINING/ SELECTION/
OLFACTION/ SMELL/ CARNIVORE/ RESCUE DOG**

Jury:

President: Pr.

Director: Pr. GRANDJEAN Dominique

Assessor: Dr. GILBERT Caroline