



**HAL**  
open science

# L'alimentation des loups (*Canis lupus*) en captivité : exemple de l'alimentation des loups du parc Alpha (Mercantour)

Aurélie Meunier

## ► To cite this version:

Aurélie Meunier. L'alimentation des loups (*Canis lupus*) en captivité : exemple de l'alimentation des loups du parc Alpha (Mercantour). Médecine vétérinaire et santé animale. 2011. dumas-04554863

**HAL Id: dumas-04554863**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04554863>**

Submitted on 22 Apr 2024

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

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



## Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : [http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints ID : 5097](http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints/ID/5097)

**To cite this version :**

Meunier, Aurélie. *L'alimentation des loups (Canis lupus) en captivité : exemple de l'alimentation des loups du parc Alpha (Mercantour)*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 2011, 104 p.

Any correspondance concerning this service should be sent to the repository administrator: [staff-oatao@inp-toulouse.fr](mailto:staff-oatao@inp-toulouse.fr).

# L'ALIMENTATION DES LOUPS (*Canis lupus*) EN CAPTIVITE – EXEMPLE DE L'ALIMENTATION DES LOUPS DU PARC ALPHA (*Mercantour*)

---

THESE  
pour obtenir le grade de  
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

*par*

**MEUNIER Aurélie**

Née, le 28 décembre 1985 à TASSIN-LA-DEMI-LUNE (69)

---

**Directeur de Thèse : Mme Nathalie Priymenko**

---

## JURY

PRESIDENT :

**M. Claude MOULIS**

Professeur à l'Université Paul Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

**Mme Nathalie PRIYMENKO**

**Mme Annabelle TROEGELER**

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITE :

**Mme Véronique LUDDENI**

Docteur Vétérinaire



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

**Directeur** : M. A. MILON  
**Directeurs honoraires** : M. G. VAN HAVERBEKE.  
 M. P. DESNOYERS

**Professeurs honoraires** :

M. L. FALIU	M. J. CHANTAL	M. BODIN ROZAT DE MENDRES NEGRE
M. C. LABIE	M. JF. GUELFY	M. DORCHIES
M. C. PAVAU	M. ECKHOUTTE	
M. F. LESCURE	M. D.GRIESS	
M. A. RICO	M. CABANIE	
M. A. CAZIEUX	M. DARRE	
Mme V. BURGAT	M. HENROTEAUX	

**PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE**

M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*  
 M. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*  
 M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*  
 M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*  
 M. **MARTINEAU Guy**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*  
 M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*  
 M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

**PROFESSEURS 1<sup>o</sup>CLASSE**

M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*  
 Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*  
 M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*  
 M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les Industries agro-alimentaires*  
 M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*  
 M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*  
 M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*  
 M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*  
 M. **SHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

**PROFESSEURS 2<sup>o</sup>CLASSE**

Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*  
 M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*  
 Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*  
 M. **DUCOS Alain**, *Zootéchnie*  
 M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*  
 M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*  
 Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*  
 M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*  
 Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la Reproduction*  
 M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*  
 M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*  
 M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*  
 M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*  
 M. **SANS Pierre**, *Productions animales*  
 Mme **TRUMEL Catherine**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

## PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

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

## MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- Mle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*  
Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*  
M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*  
Mle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*  
M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

## MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*  
M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*  
Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*  
M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*  
M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*  
Mle **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*  
Mme **BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*  
Mle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*  
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*  
M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*  
M. **CUEVAS RAMOS Gabriel**, *Chirurgie Equine*  
M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*  
Mlle **FERRAN Aude**, *Physiologie*  
M. **GUERIN Jean-Luc**, *Elevage et Santé avicoles et cunicoles*  
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*  
Mle **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique des animaux de rente*  
Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*  
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*  
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*  
M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*  
M. **MAGNE Laurent**, *Urgences soins-intensifs*  
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*  
M **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants.*  
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*  
M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*  
M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*  
Mle **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*  
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*  
Mme **TROEGELER-MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*  
M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie (disponibilité à cpt du 01/09/10)*  
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*

## MAITRES DE CONFERENCES et AGENTS CONTRACTUELS

- M. **SOUBIES Sébastien**, *Microbiologie et infectiologie*

## ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- Mlle **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*  
M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophtalmologie*  
Mlle **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*  
Mlle **PASTOR Mélanie**, *Médecine Interne*  
M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales*  
Mle **TREVENNEC Karen**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*  
M **VERSET Michaël**, *Chirurgie des animaux de compagnie*

## REMERCIEMENTS

### **A notre jury de thèse,**

Monsieur le Professeur Claude MOULIS  
Professeur des Universités, Praticien hospitalier  
*Biodiversité végétale et substances naturelles*  
Qui nous fait l'honneur de présider notre jury de thèse,  
Hommages respectueux

Madame le Docteur Nathalie PRIYMENKO  
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse  
*Alimentation*  
Qui m'a fait l'honneur distingué de diriger ma thèse, pour ses conseils avisés, sa disponibilité  
et son soutien,  
Chaleureux remerciements

Madame le Docteur Annabelle TROEGELER – MEYNADIER  
Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse  
*Alimentation*  
Qui m'a fait l'honneur d'accepter de participer au jury de cette thèse,  
Sincères remerciements

Madame le Docteur Véronique LUDDENI  
Docteur Vétérinaire  
Qui m'a proposé ce sujet de thèse et qui m'a permis de travailler au milieu des loups  
pendant un mois,  
Chaleureux remerciements

A Véro, merci de m'avoir choisie et proposé ce travail il y a maintenant plus de deux ans, pour tous ces bons moments partagés cet été 2009, à nos futures collaborations.

A Cindy, pour ton amitié, ton aide et ta patience, je t'en aurais fait compter des poulets...

A Steph, pour les fous-rires sur l'Affût d'Auguste.

A toute l'équipe du Parc Alpha, en particulier les soigneurs, à Aude pour notre « arroseur arrosé », à Nico, Guillaume, Sabrina,...

A Cécile, pour les pizzas du Louch'Bem et tout ce qu'on s'y est dit, pour le Chucky de trois mètres de haut, pour LA rencontre du troisième type au fin fond du trou du cul du monde.

A ma mère et à mon père, pour m'avoir permis d'aller toujours plus loin, pour tout le soutien que vous m'avez apporté malgré parfois une grande distance.

A Mamie Hélène, Mamie Christiane et Pépé Michel, vous m'avez toujours bien choyée. J'ai passé chez vous mes plus beaux étés.

A Zach, mon (trop) petit frère, j'espère que la vie t'apportera tout ce dont tu auras besoin, je te souhaite plein de moments de bonheur et j'espère pouvoir en partager avec toi.

Aux autres membres de ma famille.

A Victor, mon chérichou, grâce à toi ma vie est plus belle depuis maintenant plus de 6 ans. J'espère encore être ta choute d'amour tous les jours. Je t'aime.

A la famille Brac, ma deuxième famille.

Au Girls'power, pour tous les bons moments que l'on a partagé et pour tous ceux que l'on partagera encore :

A Fanny, pour avoir toujours été là, pour tes paroles réconfortantes, pour notre année toulousaine, pour avoir chambouler l'ordre des mariées.

A Mathilde, pour ta générosité, pour tes petites attentions, pour ta fibre artistique, pour t'avoir permis de te ridiculiser à un gala de danse.

A Audrey, pour ta bonne humeur, pour ta garde robe, pour tes chaussures, pour tes sacs, pour tes bijoux, ...

A Julie, pour ta sensibilité, pour tes déclarations d'amour éméchée.

A Zabou, pour ton amour pour les casse-têtes et les balons, pour Sputnik taille réelle.

A Cindy, pour toutes ces années partagées, pour nos toutes premières conneries derrière la bibliothèque, pour nos glaces offertes par les croix-roussiens...

A Jess, pour nos années volley, pour nos soirées clandestines, pour nos actions/réactions.

A Raphaëlle, pour nos passages par la fenêtre, pour les petits papiers au milieu de la route, pour notre amour pour les petits bouchons, pour le code couleur !

A Valentine, pour tes fous-rires, pour les moments qui ne le sont pas et toutes tes petites phrases chocs.

A Aurélie, mon ho-mo-ny-me, pour notre sacrée aventure africaine et notre découverte de la savane, pour toutes nos boums et surtout nos fins de boum, pour m'avoir fait « roulé-boulé » dans l'herbe à deux reprises !

A Julie, pour tes petits mots, pour ton sourire, pour avoir fait tomber le saucisson, pour notre préparation sans faille au RT, pour nous avoir fait découvrir ton île paradisiaque.

A Emilie, pour tous ces petits détails qui font que tu seras toujours au top, pour ton doigt baladeur sur les photos de nos anniversaires, des sorties au resto, de nos vacances, des sorties ski, des soirées de boum,...

A Elise, pour nos petites discussions qui font toujours du bien et qui nous ont permises de nous rapprocher.

A Laura, pour ton amour rugbyesque et pour ta motivation sans faille.

A Sarita, pour nous avoir amené le soleil espagnol il y a maintenant au moins 3 ans, pour tes conseils avisés et ton expérience, pour les futures pauses détente qu'on partagera cette année...

A Laurie pour toutes tes petites attentions, à Aline et à nos futures reconversions, à Petite Manon et ta descente d'escalier façon rasta rocket, à Morgane notre Barbie girl, à Grande Manon et ta candeur, à Pauline pour ces nuits de folie, à Marie ma cotypeuse de choc.

A Germain, pour ton amitié, pour ton coaching et pour m'avoir poussée comme un boulet, surtout pas pour mon surnom !

A Fabien, pour notre philosophie du sport, pour m'avoir traînée comme un boulet, pour tes mots doux susurrés à l'oreille des Lyonnais.

A Julien et à ton amour pour les lacets emmêlés, à Evence, Martin, Ed, Michou, Gégette, Pinpin, Gaston, Fixou, Mumu, Benoît.

A tous mes amis co-promos.

A mes poulots de première génération, à Lili pour ta générosité, à Julie pour nos petites confidences, à Ana et tes mari bons rhums arrangés, à Julien et notre retour sans fin du Pacha, à Manon la Toute Petite Manon, à Romain et ta Mulhachitude, à Clém, Noldou, Chouinchouin, Gus, Hugues, Tiffany, Pascale, Diane, Amandine, Virginie et tous les autres.

A mes poulots de deuxième génération, à Maïlys pour t'être amusée avec notre tente, à Amélie la MJBB, à Mathieu, Julie, Marie, Myriam, Fanny, Guillaume, Vincent, Langeois, Gozlan, Darty, Savary, Salim, Hugo et tous les autres.

A mes docteurs, à Foufoune pour ces tours de stades et ces longues discussions, à Marie ma doc préférée, à Mado et Aude pour notre presque victoire au RT, à Guillaume et le petit Saian, à Jm, Taquet, Raoul, La Bourde, Steph, Cécile, Fanny, Ronsard, Brice, Majida et tous les autres. Merci de nous avoir ouvert les portes de l'ENVT.

Aux Morues, des plus anciennes jusqu'aux nouvelles, sans oublier notre pièce rapportée. A nos coachs et aux Ovalies !!!

A mes autres amis vétos de Toulouse et d'ailleurs : Iban, Camille, Thomas, Sylvain, Eric, Sam, Cécile, Caro, Fred, Marion, David,...

A mon équipe de volley de Lardenne, Champagne !! pour Céline, Delphine, Flo, Jenny, Joanne, Julie, Laura, Manue, Marie, Pô, Sandra et Fred notre coach.

A mon petit Malo, parce que tu le vaux bien.

## TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES .....	9
TABLE DES ILLUSTRATIONS .....	13
Index des figures	
Index des tableaux	
TABLE DES ABREVIATIONS .....	15
INTRODUCTION .....	17
<b><u>Première partie</u> : Présentation zoologique et anatomique d'un prédateur carnivore : le loup (<i>Canis lupus</i>) .....</b>	<b>19</b>
I. <u>Le loup dans la systématique</u> .....	19
II. <u>Morphologie et particularités physiques de <i>Canis lupus</i></u> .....	19
A. <b>Format : taille et poids</b> .....	19
B. <b>Pelage</b> .....	21
C. <b>Corps et membres</b> .....	21
D. <b>Organes des sens</b> .....	22
1. Les yeux et la vue .....	22
2. Le système auditif .....	22
3. Le système olfactif .....	23
4. Le toucher et la communication tactile .....	23
5. Le goût .....	23
III. <u>Système digestif de <i>Canis lupus</i></u> .....	24
A. <b>Crâne et dentition</b> .....	24
1. Crâne et muscles masticateurs .....	24
2. Dentition .....	25
i. <i>Incisives et canines</i> .....	26
ii. <i>Prémolaires et molaires</i> .....	26
B. <b>Appareil digestif</b> .....	27
IV. <u>Conclusion</u> .....	28

<b><u>Deuxième partie : L'alimentation du loup à l'état sauvage</u></b> .....	29
I. <b><u>Habitudes alimentaires</u></b> .....	29
<b>A. Un régime alimentaire dominé par les ongulés</b> .....	30
<b>B. Un régime alimentaire qui reste varié</b> .....	33
II. <b><u>Choix des proies</u></b> .....	38
<b>A. Critères concernant la meute</b> .....	38
1. Taille de la meute .....	38
2. Age des loups .....	39
<b>B. Critères concernant la proie</b> .....	39
1. Sexe de la proie .....	39
2. Age de la proie .....	40
3. Etat de santé .....	40
III. <b><u>Techniques de chasse</u></b> .....	41
<b>A. Prédation sur les petites proies</b> .....	41
<b>B. Prédation sur les grandes proies</b> .....	41
1. Recherche et localisation de la proie .....	42
2. Rush et choix de la proie dans un troupeau .....	42
3. Poursuite .....	42
4. L'attaque et la mise à mort .....	43
IV. <b><u>Protocole des repas</u></b> .....	44
<b>A. Importance du rang social</b> .....	44
<b>B. Consommation</b> .....	44
<b>C. Caches alimentaires</b> .....	45
V. <b><u>Besoins alimentaires</u></b> .....	46
<b>A. Estimation de la ration alimentaire quotidienne d'un loup à l'état sauvage à partir du calcul de son besoin énergétique journalier</b> .....	46
1. Besoin énergétique réel et consommation quotidienne de nourriture.....	46
2. Besoin énergétique de Terrain et consommation quotidienne de nourriture .....	47
3. Exemples d'étude .....	49
<i>i. Estimation du Besoin Energétique Réel et du Besoin Energétique de Terrain d'après Glowacinski et Profus (1997).....</i>	49
<i>ii. Estimation du Besoin Energétique de Terrain d'après Espuno (2004) .....</i>	50
<b>B. Estimation de la ration alimentaire quotidienne d'un loup à l'état sauvage par des observations in situ</b> .....	51
<b>C. Bilan des données bibliographiques</b> .....	52
<b>D. Cas des loups vivant en captivité</b> .....	53

VI.	<u>Conclusion</u> .....	53
-----	-------------------------	----

**Troisième partie : Alimentation des loups en captivité, exemple de l'alimentation de la meute du Pélago, Parc Alpha (Mercantour) .....**55

I.	<u>Présentation du Parc Alpha</u> .....	55
	<b>A. Création et organisation du parc à loups</b> .....	55
	<b>B. Présentation des meutes du parc</b> .....	56
II.	<u>Intérêts, objectifs et supports de l'étude de l'alimentation des loups en captivité</u> .....	57
III.	<u>Analyse critique de l'alimentation des loups de la meute du Pélago</u> .	61
	<b>A. Sujets et enclos d'étude</b> .....	61
	1. Présentation des loups du Pélago .....	61
	2. Enclos du Pélago .....	63
	3. Plan sanitaire de la meute .....	65
	<i>i. Equipe soignante</i> .....	65
	<i>ii. Identification des loups</i> .....	65
	<i>iii. Vaccination</i> .....	66
	<i>iv. Vermifugation et traitement antiparasitaire externe</i> .....	66
	<i>v. Soins et suivi médical</i> .....	67
	<b>B. Alimentation de la meute du Pélago</b> .....	67
	1. Ressources alimentaires .....	67
	<i>i. Conditionnement</i> .....	67
	<i>ii. Livraison et stockage de la nourriture</i> .....	68
	<i>iii. Composition des produits de la ration</i> .....	68
	<i>iv. Apports oléagineux et supplémentation en vitamines, minéraux et oligo-éléments</i> .....	68
	<i>v. Enrichissements alimentaires</i> .....	69
	2. Déroulement du nourrissage .....	69
	3. Evaluation de l'alimentation des loups du Pélago .....	70
	<i>i. Evaluation de l'adéquation de la ration alimentaire quotidienne proposée aux loups du Pélago avec leurs besoins énergétiques journaliers</i> .....	70
	<i>a. Matériels et méthodes</i> .....	70
	<i>b. Résultats</i> .....	71
	<i>c. Discussion</i> .....	72
	<i>ii. Appréciation de la quantité de nourriture ingérée : observation quotidienne du nourrissage</i> .....	73
	<i>a. Matériels et méthodes</i> .....	74
	<i>b. Résultats</i> .....	75

	<i>c. Discussion</i> .....	75
IV.	<u>Conclusion</u> .....	77
CONCLUSION .....		79
BIBLIOGRAPHIE .....		83
ANNEXES .....		87
	ANNEXE 1 : Muscles masticateurs du chien .....	87
	ANNEXE 2 : Denture d'un chien adulte .....	88
	ANNEXE 3 : Modèle énergétique élaboré par Espuno (2004) .....	89
	ANNEXE 4 : Questionnaire sur l'alimentation des loups en captivité .....	91
	ANNEXE 5 : Composition des produits – Viandes et Huile de Tournesol .....	97
	ANNEXE 6 : Composition du complément vitaminiques et minéraux Carnizoo <sup>ND</sup> .....	98
	ANNEXE 7 : Ration alimentaire des loups du Pélago sur Juillet 2009 .....	99
	ANNEXE 8 : Apports en PB, MS et EM de la ration alimentaire du Pélago sur Juillet 2009 .....	100
	ANNEXE 9 : Evolution de l'apport en PB, MS et EM de la ration du Pélago sur le mois de Juillet 2009 .....	102
	ANNEXE 10 : Apports moyens des rations (BB, BO, P et totale) du mois de Juillet 2009 de la meute du Pélago .....	104

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

### INDEX DES FIGURES

Figure 1 : Loup de la sous-espèce <i>Canis lupus lupus</i> (photographie originale de V. Luddeni)..	21
Figure 2 : Loup de la sous-espèce <i>Canis lupus italicus</i> (photographie originale de A. Février).	21
Figure 3 : Schéma d'un crâne de canidés et muscles masticateurs (d'après Mech et Boitani, 2003).....	25
Figure 4 : Vue interne d'une mâchoire supérieure de chien (d'après <a href="http://www.theologyweb.com">www.theologyweb.com</a> ).....	25
Figure 5 : Vue latérale des carnassières droites de <i>Canis lupus</i> (d'après <a href="http://www.theologyweb.com">www.theologyweb.com</a> ) .....	27
Figure 6 : Principales catégories alimentaires du loup (Appenins Nord, Italie) (d'après Ciucci <i>et al.</i> , 1996) .....	30
Figure 7a et 7b : Contributions relatives estimées des principales espèces proies au régime alimentaire du loup dans le massif du Mercantour en été (a) et en hiver (b) pour la période 1997-2001 (d'après Espuno, 2004) .....	32
Figure 8 : Pourcentages de biomasse consommée en été et en hiver par la population de loups entre 1992 et 2005 en Scandinavie (d'après Müller, 2006) .....	34
Figure 9 : Proportion de perte de nourriture au profit des charognards en rapport avec la taille de la meute (d'après Mech et Boitani, 2003) .....	51
Figure 10 : Nourriture proposée aux loups en captivité dans l'ensemble des seize parcs questionnés .....	58
Figure 11 : Lieux d'approvisionnement de la nourriture des loups des seize parcs questionnés.....	59
Figure 12 : Nombre de parcs ne réalisant aucun à 3,5 jours de jeûne par semaine .....	59
Figure 13 : Enclos de la meute du Pélago .....	64

## INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : Principales proies du loup en Amérique du Nord et en Europe et estimation de leur part dans le régime alimentaire du loup par différentes études (1975 à 2011).....	36 et 37
Tableau 2 : Caractéristiques des proies pouvant déterminer leur vulnérabilité à la prédation (d'après Mech et Boitani, 2003) .....	40
Tableau 3 : Consommations quotidiennes d'un loup à l'état sauvage estimées par différentes sources bibliographiques .....	52
Tableau 4 : Adultes de la meute du Pélago .....	62
Tableau 5 : Louveteaux de la meute du Pélago .....	63

## TABLE DES ABREVIATIONS

BB : Bœuf bloc

BEM : Besoin Energétique lié au Métabolisme de base

BER : Besoin Energétique Réel

BET : Besoin Energétique de Terrain

BO : Bœuf os

CB : Cendres brutes

EM : Energie métabolisable

EN : Energie nette

ENA : glucides Extractibles Non Azotés

kcal : Kilocalories

kg : Kilogrammes

kJ : Kilojoules

km : Kilomètres

MB : Matière Brute

Mcal : Mégacalories

MS : Matière Sèche

P : Poulet

PB : Protéines brutes

PV : Poids vif

ZF : Zone de replis et de fuite

ZN : Zone de nourrissage

ZR : Zone de repos strict

ZRR : Zone de restauration et de repos



## INTRODUCTION

Le loup, intégré à la liste des mammifères protégés en France depuis 1996 (Arrêté du 10 octobre 1996, en application de l'article L. 211 du Code rural), est présent à l'état sauvage sur le territoire français depuis maintenant presque vingt ans avec comme point de départ la recolonisation de la chaîne Apennine d'Italie puis des Alpes du sud Françaises.

Le loup, en tant qu'espèce protégée, est également présent à l'état captif dans de nombreux parcs zoologiques qui garantissent la préservation et la conservation de cette espèce grâce à la mise en place de suivis, d'observations et de recherches. Le respect du bien-être animal et la recherche des conditions de détention optimales tiennent une place importante au sein de ces engagements. La qualité de l'alimentation du loup en captivité fait partie intégrante du bien-être animal et doit donc être considérée avec intérêt.

Plusieurs études s'intéressant aux conditions de vie du loup à l'état sauvage proposent des données sur son alimentation. Ces études s'inscrivent dans le suivi de la population des loups sauvages et de leur impact sur la faune sauvage et domestique partageant les mêmes niches écologiques.

En revanche, peu de données sont disponibles sur l'alimentation des loups en captivité. Il est difficile, en particulier, de connaître le régime adéquat qui devrait être proposé : matières premières nécessaires et indispensables ; ration alimentaire quotidienne ; adéquation avec les besoins énergétiques de la meute et de chaque individu qui la compose en fonction de son lieu de vie, de son activité, de son stade physiologique ; respect de sa condition de carnivore.

C'est dans le but de participer à l'amélioration des conditions alimentaires des loups en captivité, qu'est né le projet d'étudier l'exemple de l'alimentation des loups du parc Alpha (St Martin de Vésubie, Mercantour) afin d'en analyser toutes les caractéristiques et avec la volonté, à terme, de proposer un régime le plus adapté possible.

Dans un premier temps, nous nous intéresserons aux caractéristiques morphologique et anatomique du loup qui font de lui un carnivore prédateur pour ensuite, dans un deuxième temps, référencer l'ensemble des données bibliographiques connues quant à l'écologie de l'alimentation des loups en liberté. Enfin, dans un troisième temps, afin de contribuer à l'étude de l'alimentation des loups en captivité, nous illustrerons nos propos par l'analyse critique de l'alimentation d'une meute de loups vivant au sein d'un parc animalier dédié exclusivement à cette espèce, le Parc Alpha (Mercantour).

## **Première partie : Présentation zoologique et anatomique d'un carnivore prédateur : Le loup (*Canis lupus*)**

### **I. Le loup dans la systématique**

Le loup appartient à la classe des Mammifères et à l'ordre des Carnivores. Il fait partie de la famille des Canidés partageant le genre *Canis* avec d'autres espèces comme le chien, le coyote ou le chacal. Tous les loups sont réunis sous l'espèce *Canis lupus* et il existe une trentaine de sous-espèces (nombre variant suivant les auteurs et scientifiques). Les sous-espèces de *Canis lupus* sont différenciées les unes des autres par des critères de poids, de taille et de pelage.

La majorité des loups sont regroupés géographiquement dans l'hémisphère nord. Selon le classement actuel des sous-espèces de loups réalisé par Ron Nowak (1995), on dénombre onze sous-espèces vivant en Eurasie parmi lesquelles :

- *Canis lupus lupus*, que l'on retrouve dans l'Europe de l'Ouest, l'Europe de l'Est, la Russie, l'Asie centrale, la Chine, la Mongolie, la Corée et la région Himalayenne.
- *Canis lupus italicus* que l'on retrouve dans la péninsule italienne ainsi que dans les Alpes françaises.

Ces deux sous-espèces nous intéressent plus particulièrement car elles sont présentes au sein du Parc Alpha, lieu de notre étude.

### **II. Morphologie et particularités physiques de *Canis lupus***

#### **A. Format : taille et poids**

Un loup adulte pèse en moyenne entre 20 et 60 kg, pour une longueur moyenne du museau à la naissance de la queue de 110 à 140 cm et une hauteur moyenne au garrot de 60 à 85 cm (Laborde, 2008 ; Landry, 2009 ; Le Frapper, 1993). Cette importante disparité de poids et de taille s'explique tout d'abord par la diversité de sous-espèces. Le loup de plus petite taille est

le loup de la sous-espèce *Canis lupus arabs* (mâles adultes pesant en moyenne 18 kg) (Landry, 2009) alors que les loups européens ou d'Amérique du Nord sont plus lourds avec des poids allant de 30 à 65 kg (au-delà de 60 kg, il s'agit de cas exceptionnels). D'une manière générale on observe que les loups vivant plus au nord sont plus lourds.

De plus, le poids du loup est extrêmement variable d'un individu à l'autre mais il peut également varier selon le sexe de l'animal avec des mâles plus imposants que les femelles. Enfin, il existe une variation du poids en fonction de la saison avec des loups plus lourds en hiver qui profitent mieux de la chasse et emmagasinent des réserves.

*Canis lupus* atteint sa taille adulte entre l'âge de 6 et 12 mois, il ne grandit plus ensuite et seul son poids augmente (Mech et Boitani, 2003).

Les loups présents à l'état sauvage dans les Alpes sont plutôt de petite taille puisqu'ils proviennent de la population italienne (sous espèce *Canis lupus italicus*) où le poids moyen d'un adulte varie de 25 à 35 kg (Landry, 2009). La sous-espèce *Canis lupus lupus*, que l'on retrouve ailleurs dans l'Europe, est plus imposante avec des poids variant de 30 à 55 kg.



Figure 1 : Loup de la sous-espèce *Canis lupus lupus* (photographie originale de V. Luddeni).

Le loup a revêtu ici son poil d'hiver. Son cou est puissant et sa tête est large. Il est de grand format.



Figure 2 : Loup de la sous-espèce *Canis lupus italicus* (photographie originale de A. Février).

Le loup présente ici son pelage d'été. Son cou est puissant mais son museau est long et fin. Il est de format plus réduit.

## B. Pelage

Le pelage du loup est constitué de trois types de poils (Landry, 2009) :

- un sous-poil de type laineux, les poils de bourre, très flexibles, généralement courts et ondulés, dont la densité et la capacité à s'accrocher les uns aux autres permettent une bonne isolation thermique, en particulier en hiver.
- des poils de couverture, les poils de jarre, raides et de diamètre important. Ils sont apparents et donnent au loup sa couleur générale. Ils sont très longs dans la région cervicale ce qui forme une encolure à l'aspect puissant. Comme chez le chien, les poils de la ligne du dos sont érectiles.
- les vibrisses, implantées sur le museau et les joues, qui permettraient la perception des stimuli tactiles.

La couleur du pelage varie selon la sous-espèce considérée et son lieu géographique mais aussi selon l'individu, l'âge et la saison.

Le pelage des loups italiens est composé de plusieurs nuances de couleurs. On y retrouve du beige, de l'antracite, du noir et du fauve. Chez le loup d'Europe (*Canis lupus lupus*), le pelage est plus teinté de gris.

## C. Corps et membres

Le cou du loup est puissant et est soutenu par sept vertèbres cervicales qui sont moins mobiles que chez le chien. L'omoplate est plus oblique que celle du chien ce qui lui permet une plus grande aisance de mouvement. Le train avant est puissant, très musclé, le poitrail est ample et la région lombaire est plus basse mais musclée.

Le loup est un animal digitigrade. Ses pattes antérieures sont terminées par cinq doigts (dont un doigt médial rudimentaire) alors que ses postérieurs en comptent quatre. Chaque doigt est équipé d'une griffe non rétractible. Le pied est plus compact que chez le chien, plus allongé et les coussinets sont épais. On prête ainsi le terme de « raquette » aux extrémités du loup qui peut se déplacer facilement sur les sols enneigés grâce à la forme de ses pieds.

Lors de la marche du loup, les postérieurs viennent se poser exactement sur les mêmes appuis que les antérieurs laissant une seule file d'empreinte.

## D. Organes des sens

### 1. Les yeux et la vue

Les yeux du loup sont caractérisés par des fentes palpébrales obliques et des orbites disposées de manière à assurer une vision binoculaire et périphériques. L'iris de l'œil est de couleur bleue chez le louveteau et devient jaune ambré chez l'adulte.

Comme chez tous les canidés, les yeux du loup sont adaptés à la vision nocturne et diurne. Cette capacité de perception de l'environnement lors de conditions d'éclairage minimal a pour origine une particularité de l'œil des carnivores, le *tapetum lucidum*, tapis cellulaire permettant une plus grande sensibilité à la lumière.

Enfin, la disposition, la densité et les caractéristiques intrinsèques des cellules de la rétine de l'œil du loup (cônes et bâtonnets) font qu'il possède une bonne acuité visuelle.

### 2. Le système auditif

Le système auditif du loup est peu connu tout comme celui du chien mais on peut toutefois penser qu'il s'en rapproche. Les chiens ont une sensibilité similaire à celle des hommes aux basses fréquences mais elle serait plus performante aux hautes et très hautes fréquences.

Le pavillon auriculaire (oreille externe) semble jouer un rôle dans la réception des sons grâce à sa mobilité. Bien que la capacité à localiser les sons reste toutefois modeste, le système auditif du loup permet d'orienter son champ de vision vers la source de son.

Les louveteaux naissent sourds, mais à partir de 12 à 14 jours, après ouverture de leurs conduits auditifs, leur audition progresse rapidement pour atteindre leur capacité adulte vers l'âge de 5 semaines.

### 3. Le système olfactif

L'odorat serait un des sens les plus développés chez le loup. A l'intérieur de son nez, existe une surface de récepteurs olfactifs bien plus importante que chez l'homme et qui, comme chez le chien, possède un grand nombre de cellules olfactives. La place importante de l'odorat dans la vie du canidé témoigne également de sa grande sensibilité. L'odorat lui permet, entre autres, de repérer des proies, des intrus, des marquages,... Les loups seraient capables de sentir certaines proies jusqu'à deux kilomètres (Savage, 1989).

### 4. Le toucher et la communication tactile

Le toucher est un sens peu étudié chez le loup. On note cependant sa grande importance dans l'ensemble des interactions entre congénères, à tout stade physiologique, et sa participation intégrante dans la construction des liens sociaux de la meute.

### 5. Le goût

De même, ce sens reste peu étudié chez le loup mais il n'en demeure pas moins important par son intervention dans les échanges entre loups (transmission d'informations phéromonales par le léchage des différentes sécrétions, toilettage des louveteaux,...) et son rôle dans la nutrition.

Les différentes caractéristiques morphologiques du loup mettent en évidence l'adaptation du corps de l'animal à son mode de vie c'est à dire celui d'un prédateur. Nous allons donc à présent nous intéresser plus spécifiquement à l'étude du système digestif du loup afin d'en dégager également les principales spécificités qui font du lui un carnivore prédateur.

### III. Système digestif de Canis lupus

« On a coutume de dire que le loup se nourrit grâce à ses pattes, mais il possède d'autres structures plus directement impliquées dans la capture d'animaux proies et dans leur consommation » (Mech et Boitani, 2003).

#### **A. Crâne et dentition**

##### 1. Crâne et muscles masticateurs

La tête du loup est large, son museau est fin avec un stop légèrement marqué. Le crâne du loup est environ 20 à 25% plus grand que celui d'un chien de même poids (Landry, 2009). La musculature de la mâchoire est aussi plus puissante avec des masticateurs très développés, dont le principal est le muscle temporal. L'ensemble de ces muscles agissent séquentiellement pour assurer une mécanique de la mâchoire optimale.

Les arcs zygomatiques du crâne sont larges et offrent une place importante au muscle temporal qui participe à l'articulation de la mâchoire. Ce muscle s'imbrique sur l'arrière de la mandibule inférieure (processus coronoïde du dentaire) et passe sous l'arc zygomatique pour venir s'implanter sur la partie supérieure du crâne et sur la crête sagittale. Il est ainsi responsable de la puissance de la partie avant de la mâchoire. C'est le muscle masséter, qui s'insère sur l'arrière du dentaire et sur l'arcade zygomatique qui va permettre la puissance de la partie arrière des maxillaires. C'est ce muscle qui permet au sein de la mâchoire le dépeçage de la chair et le broyage des os (Landry, 2009).

En Annexe 1, on trouve un schéma illustrant l'ensemble des muscles masticateurs de la tête d'un chien, sensiblement équivalents à ceux d'un loup (d'après R. BARONE, 1989, schéma issu d'un document pédagogique accompagnant le cours de Myologie de première année, Sautet J., ENVT). La figure 3 présente les tensions exercées par les muscles temporaux et masséters au niveau de la mâchoire d'un canidé.

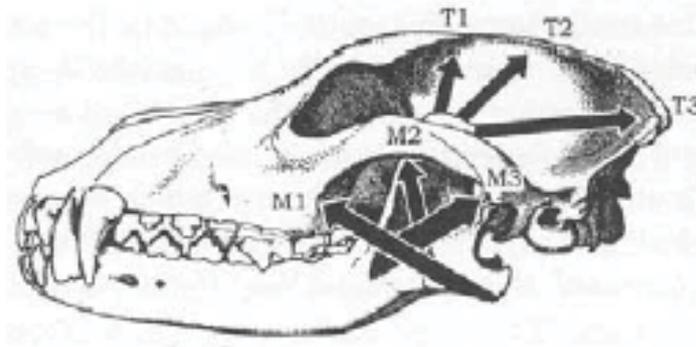


Figure 3 : Schéma d'un crâne de canidé et muscles masticateurs (d'après Mech et Boitani, 2003).

Orientation des fibres musculaires temporeles (T1 et T2) et massétères (M1 et M2) témoignant du système d'attache qui offre plus de puissance mécanique aux mâchoires.

La mâchoire d'un loup peut ainsi exercer une pression de 150 kg/cm<sup>2</sup> (De Beaufort, 1987).

## 2. Dentition

La dentition du loup est caractérisée par la présence de 42 dents à l'âge adulte (qui succèdent à 32 dents lactéales remplacées par les dents définitives entre le quatrième et le cinquième mois). La formule dentaire est celle des carnivores soit : 3.1.4.2 / 3.1.4.3

En Annexe 2, est représenté l'ensemble de la dentition d'un chien qui est sensiblement équivalente à celle d'un loup (d'après R. BARONE, 1989, schéma issu d'un document pédagogique accompagnant le cours d'anatomie de première année, Sautet J., ENVT). La figure 4 permet une vue interne de la mâchoire supérieure d'un chien.

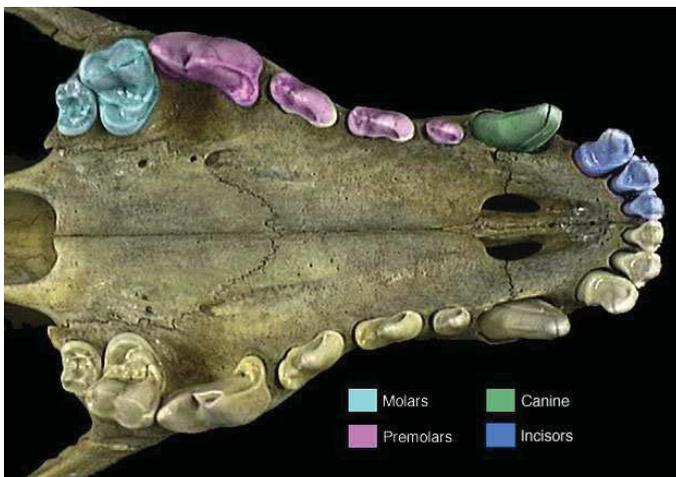


Figure 4 : Vue interne d'une mâchoire supérieure de chien (d'après [www.theologyweb.com](http://www.theologyweb.com)).

Molars = Molaires ; Premolars = Prémolaires ; Canine = Canine ; Incisors = Incisives

### *i. Incisives et canines*

Les incisives et les canines sont les principaux instruments dont dispose le loup pour maîtriser une proie. Ces dents sont soumises à d'énormes efforts et vont représenter les seuls points d'attache avec la proie (Mech et Boitani, 2003).

Les incisives, relativement petites, vont jouer un rôle dans la préhension et la maîtrise de la proie. Elles sont utilisées pour pincer, tenir et trainer la proie. Elles permettent également le retrait de la peau de la proie et le nettoyage des os de ses débris de chair.

Les canines sont plus longues chez le loup que chez le chien et peuvent atteindre 6 à 7 cm. Elles permettent la morsure et la perforation des cuirs et de la peau par une pression importante des mâchoires. Dans la confrontation avec une proie, ces dents permettent au loup de ne pas lâcher prise. Elles sont soumises à de grandes forces de tension appliquées dans l'axe longitudinal, quand le prédateur est entraîné par la proie en fuite. L'action des canines dans les chairs provoque des lacérations profondes, des hématomes et des hémorragies externes qui vont affaiblir rapidement la proie.

### *ii. Prémolaires et molaires*

Alors que les incisives et les canines constituent l'appareil pour capturer la proie, les dents post-canines sont principalement utilisées pour la consommation de la carcasse.

Les carnassières, constituées par les dernières prémolaires (PM4) pour la mâchoire supérieure et les premières molaires (M1) pour la mâchoire inférieure, sont très développées et utilisées pour broyer les os et découper la chair. Chacune de ces dents a des bords tranchants séparés par une encoche en V. Lorsque la mâchoire se ferme, les bords tranchants inférieur et supérieur agissent comme une cisaille entre les encoches (figure 5).

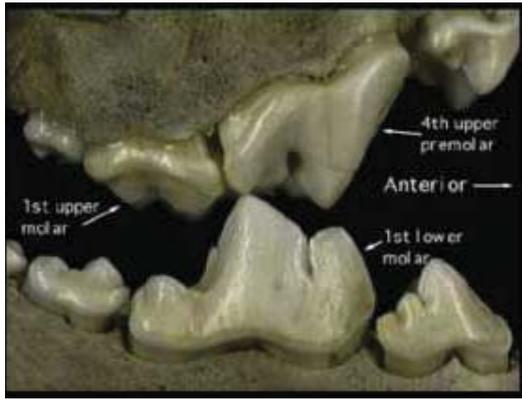


Figure 5 : Vue latérale des carnassières droites de *Canis lupus* (d'après [www.theologyweb.com](http://www.theologyweb.com))

Antérieur = face crâniale ; 1<sup>st</sup> lower molar = 1<sup>ère</sup> molaire inférieure ; 4<sup>th</sup> upper premolar = 4<sup>ème</sup> prémolaire supérieure ; 1<sup>st</sup> upper molar = 1<sup>ère</sup> molaire supérieure

Un épaissement du dentaire, en arrière des carnassières, renforce l'os à cet endroit où la pression est maximale.

## B. Appareil digestif de *Canis lupus*

L'appareil digestif du loup est adapté à une alimentation carnée. Chaque organe du tractus digestif joue un rôle dans la digestion.

La première étape de la digestion a lieu dans la cavité buccale. Dès qu'une proie est tuée, la sécrétion de salive est initiée par les différentes glandes salivaires (zygomatiques, parotides, mandibulaires et sublinguales). Elle est exacerbée par l'odeur et la vue de la nourriture. La salive des canidés est une sécrétion légèrement acide, constituée à 98% d'eau et contenant un mucus lubrifiant (mucine, glycoprotéine) facilitant la déglutition. Elle contient peu d'enzymes digestives contrairement à l'homme. Son action est surtout mécanique par humidification du bol alimentaire, solubilisation des substances et lubrification pour la déglutition.

Selon le type de tissu carné, la mastication, réalisée par les dents, va être plus ou moins effective. Alors que la peau et les cuirs vont être mastiqués et les os broyés, les tissus musculaires vont être rapidement avalés.

La nourriture passe ensuite rapidement dans l'œsophage après déglutition, pour arriver dans l'estomac, lieu de digestion et de régulation des flux vers les intestins. Afin d'assurer la réception des aliments, le volume gastrique peut atteindre une taille considérable.

L'estomac représente le réservoir le plus important du tube digestif des canidés. Son volume représente au moins 62% du volume total du tube digestif et sa taille peut s'adapter suivant la taille de la proie ingérée. Ce phénomène explique en partie la capacité des loups à faire de grand repas après une période de famine (concept appelé festin/famine). Il a été observé une prise alimentaire jusqu'à 10 kg en un repas chez un loup (Mech, com. pers.). Dans ce cas, l'ingestion est systématiquement suivie d'une période de repos.

Au sein, de l'estomac, les aliments sont mélangés avec le suc gastrique qui initie la digestion peptique. Le suc gastrique (HCl + pepsine), est la sécrétion digestive transformant les aliments en chyme semi-liquide acceptable par l'intestin grêle. La digestion des lipides est également initiée dans l'estomac où est sécrétée une lipase pré-pancréatique. L'évacuation du mélange vers le duodénum est contrôlé par le pH intestinal. La vidange gastrique est rapide. Chez le chien, on sait que la moitié du repas est évacuée en deux heures.

La digestion se poursuit dans le duodénum, puis dans l'intestin grêle où a lieu la digestion des glucides, des protides et des lipides grâce à des enzymes intestinales et pancréatiques (protéases, lipase, amylase, nucléases) ainsi que par l'intermédiaire des sécrétions biliaires. Grâce à une grande surface de contact réalisées par la présence de nombreux replis et villosités, les produits de la digestion, les nutriments, sont ensuite absorbés. C'est au sein de l'intestin grêle que la majorité de l'eau, les ions et les minéraux sont absorbés.

La portion finale de l'intestin, le colon, assure encore une partie de l'absorption de l'eau et constitue une zone de digestion microbienne. Les résidus alimentaire non digérés (fibres non digestibles en particulier) s'accumulent dans le rectum puis sont évacués dans les fécès.

#### IV. Conclusion

Le loup, *Canis lupus*, est un animal dont la morphologie et l'anatomie sont adaptées à sa condition de prédateur carnivore et dont les atouts lui permettent la chasse et la consommation de ses proies.

Nous allons nous intéresser à présent aux caractéristiques de son alimentation lorsqu'il est à l'état sauvage.

## Deuxième partie : L'alimentation du loup à l'état sauvage

### I. Habitudes alimentaires

Les habitudes alimentaires du loup à l'état sauvage font l'objet de plus en plus d'études qui souhaitent réaliser un état des lieux des répercussions de sa présence sur le biotope associé à son habitat. Avec le retour du loup à l'état sauvage dans certains territoires comme dans les Alpes françaises, son impact sur le cheptel domestique est une motivation majeure à l'élaboration de ces recherches.

De plus, afin de mieux connaître l'écologie de son alimentation, ces études cherchent à mettre en évidence s'il existe des préférences alimentaires chez le loup, si la consommation de ses proies peut varier suivant différents types de facteurs, inhérents ou non aux proies elles-mêmes.

Depuis une soixantaine d'années les moyens mis à la disposition des chercheurs ont évolués et il existe à présent plusieurs méthodes d'investigation qui permettent l'élaboration du régime alimentaire du loup en fonction de sa localisation géographique : des observations visuelles et de l'identification des restes de carcasses à l'utilisation de collier GPS et à l'analyse d'isotopes, en passant par l'analyse de fèces et de contenus stomacaux.

De ces différents recensements, il se dégage plusieurs grandes tendances :

- Le loup fait preuve d'une grande adaptabilité au vu de la variabilité de son régime dans le monde. En effet, le régime du loup est surtout conditionné par la nature des proies qui l'entourent et leur accessibilité. On retrouve donc des régimes différents suivant les lieux d'étude.
- Le loup se révèle être bien plus qu'un simple prédateur carnivore. Son alimentation est aussi caractérisée par l'ingestion de plantes (graminées, baies, fruits). Il s'agit réellement d'un opportuniste. Des loups se sont révélés être fréquemment des charognards et, dans des régions fortement humanisées, le régime alimentaire du loup s'élargit aux activités de productions humaines, décharges, pastoralisme.

- Malgré ce régime éclectique, les loups montrent une large préférence pour les mammifères et en particulier les ongulés pouvant constituer jusqu'à plus de 90% du régime alimentaire (Ciucci *et al.*, 1996 ; Meriggi *et al.*, 1996). Dans une étude réalisée entre 1991 et 1993, Ciucci *et al.* ont montré la large prédominance des ongulés sauvages ou domestiques dans le régime alimentaire des loups au nord de l'Italie (Parc naturel Orecchiella) grâce à l'analyse de la composition de fèces (figure 6).

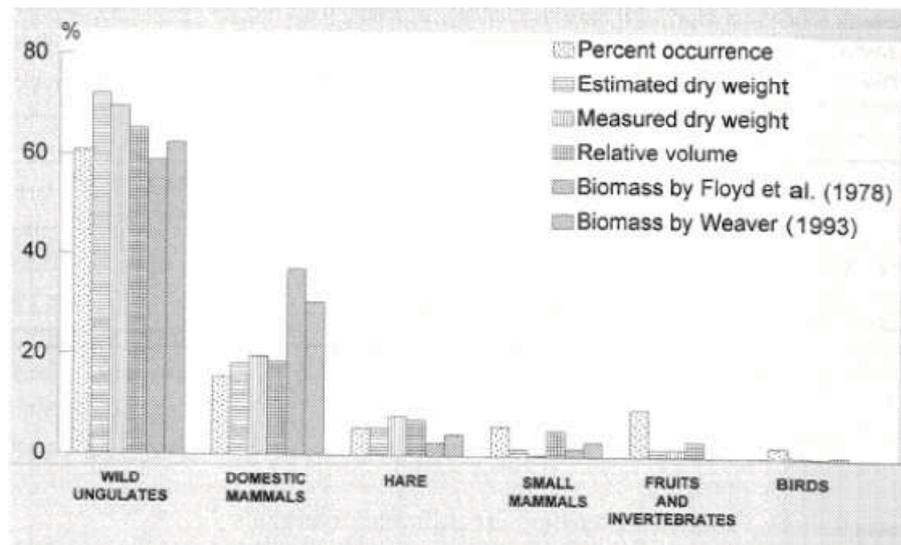


Figure 6 : Principales catégories alimentaires du loup (Appenins Nord, Italie). Etude réalisées sur six analyses différentes de la composition de 217 échantillons de fèces de loup (d'après Ciucci *et al.*, 1996). Wild ungulates = Ongulés sauvages ; Domestic mammals = Mammifères domestiques ; Hare = Lévriers ; Small mammals = Petits mammifères ; Fruits and invertebrates = Fruits et invertébrés ; Birds = Oiseaux. Percent occurrence = Pourcentage de restes retrouvés dans les fèces ; Estimated dry weight = Poids sec estimé ; Measured dry weight = Poids sec mesuré ; Relative volume = Volume relatif ; Biomass by Floyd et al. (1978) = Pourcentage de biomasse obtenu par la technique de Floyd et al. (1978) ; Biomass by Weaver (1993) = Pourcentage de biomasse obtenu par la technique de Weaver (1993)

### A. Un régime alimentaire dominé par les ongulés

En Amérique du nord, les grands ongulés sont largement représentés au sein des habitudes alimentaires du loup. Au Canada et en Alaska, les restes de caribou représentent plus de 80% des excréments récoltés (Mont Mc Kinley National Park) (Pimlott, 1975). L'élan et le cerf sont consommés au Canada et aux Etats-Unis. L'original fait également parti des proies habituelles du loup au Canada (Québec, Alberta, Colombie britannique, Ile Royale) (Néault,

2003) tout comme le bison qui est quant à lui consommé tout particulièrement au sein du Wood Buffalo National Park.

En Europe orientale, dans les régions de toundra, au nord, le renne et le bœuf musqué représentent les principales proies du loup, tandis que plus au sud, dans la taïga, elles sont remplacées par l'élan. En allant plus au sud, on retrouve le cerf, le chevreuil et le sanglier dont l'habitat se caractérise par des forêts mixtes et caducifoliées. Dans les steppes et les déserts des régions adjacentes à la mer caspienne, l'antilope saïga représente une part importante du régime alimentaire du loup. Dans les déserts de Mongolie, le loup chasse également des chameaux.

En Europe centrale, cerfs, chevreuils et sangliers constituent la part essentielle du régime alimentaire du loup. En Pologne, le cerf et le chevreuil sont les proies les plus consommées (des restes sont présents dans 70 à 85% des selles analysées, Glowacinski et Profus, 1997).

Dans le nord de l'Europe, les troupeaux de rennes semi-domestiques et les élans sont les proies les plus attaquées (Péninsule scandinave, Sibérie).

En Europe occidentale, balkanique et méditerranéenne, le régime alimentaire varie en fonction des communautés d'ongulés : cerfs, chevreuils et marcassins en Bulgarie, sangliers en Italie, mouflons et chamois en France dans le Mercantour.

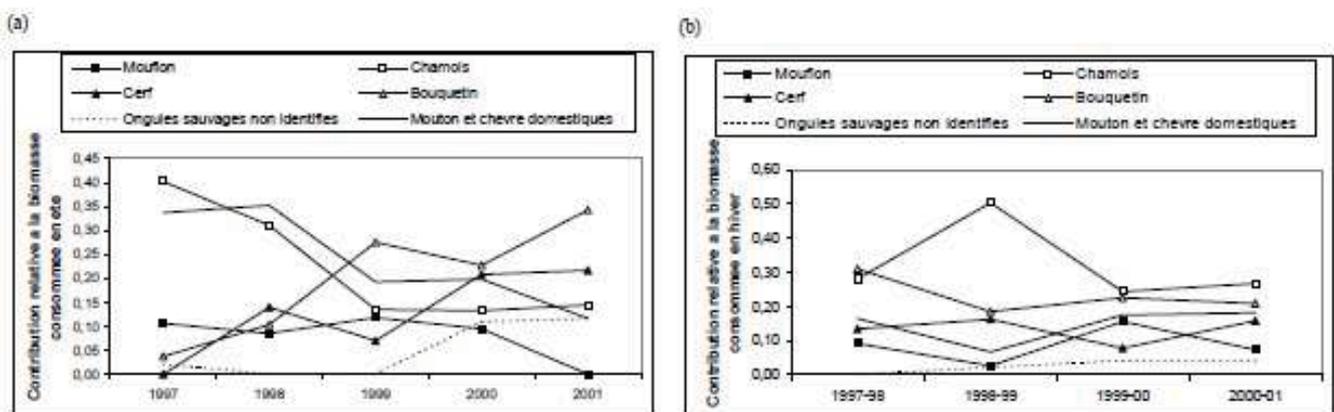
A l'ensemble de ces ongulés sauvages, prennent part également dans le régime alimentaire du loup, les ongulés domestiques qui sont de plus en plus chassés, particulièrement dans les régions associées à une urbanisation croissante et un fort pastoralisme où la densité de proies sauvages a considérablement diminuée depuis des années.

Le loup semble montrer une préférence pour les ovins et les caprins et dans une moindre mesure pour les bovins (veaux surtout) alors que les équidés sont chassés de manière plus anecdotique. Les attaques ne sont pas constantes sur l'année et sont plus fréquentes à la fin du printemps et en été, lorsque les troupeaux sont sur les pâturages.

Un des premiers facteurs qui semble influencer la consommation d'animaux domestiques est l'abondance de gibiers sauvages. En effet, sur un territoire où cohabitent gibiers sauvages et gibiers domestiques, le loup semble s'orienter préférentiellement vers le gibier sauvage. Cependant, dès que la disponibilité en proies sauvages s'amointrit, le loup

s'attaque plus fréquemment aux troupeaux domestiques. Récemment, les densités d'ongulés sauvages ont considérablement augmenté dans plusieurs régions, le loup s'en prend donc moins en bétail. En Roumanie, entre 1954 et 1967, le bétail constituait 75% du régime alimentaire du loup, les proies sauvages 25%. A partir des années quatre vingt dix, lorsque la population d'ongulés sauvages s'est densifiée, cette proportion s'est inversée avec 78% du régime alimentaire constitué par les proies sauvages (Landry, 2009).

Cette tendance s'observe également selon les saisons. Lors de la période estivale, les troupeaux domestiques sont plus accessibles car en pâture. A l'inverse, les proies sauvages sont plus vulnérables en hiver, car moins adaptées à l'enneigement de leur habitat qui limite leurs ressources alimentaires alors que leur dépense énergétique est majorée (difficulté des déplacements, thermorégulation,...). Les récents travaux de Espuno permettent d'illustrer ce phénomène au sein du Parc national du Mercantour (figures 7a et 7b).



Figures 7a et 7b : Contributions relatives estimées des principales espèces proies au régime alimentaire du loup dans le massif du Mercantour en été (a) et en hiver (b) pour la période 1997-2001) (d'après Espuno, 2004).

La contribution relative d'une espèce proie représente la proportion de cette espèce dans la biomasse totale de proie consommée par la population de loups. Les contributions ont été estimées à partir de l'analyse de la composition de fèces typées génétiquement.

Grâce au typage génétique et aux résultats d'analyses de composition des fèces réalisés en été et en hiver pour la période 1997-2001 dans le massif, il a été montré que la contribution relative des proies sauvages dans le régime alimentaire du loup était plus importante en hiver contrairement aux espèces domestiques (moutons et chèvres) et inversement en été (Espuno, 2004).

Un autre facteur essentiel qui semble influencer le choix du type de proie par le loup est la surveillance mise en place autour du cheptel. A l'heure actuelle, c'est l'utilisation des chiens de garde qui semble être le meilleur outil de protection. En France, les éleveurs de bétail peuvent bénéficier d'aides lorsqu'ils choisissent de se munir de chiens de protection. Les autres moyens de protection consistent souvent en le regroupement de plusieurs cheptels afin de réunir les efforts des bergers, la construction d'enclos de protection ou le parage des animaux en bergerie la nuit.

La dépendance des loups aux proies domestiques se caractérise donc par des différences saisonnières qui s'expliquent selon l'influence du climat (sévérité de l'hiver), certains facteurs démographiques (date de naissance des nouveau-nés) mais aussi selon la vulnérabilité des ongulés sauvages et l'accessibilité au bétail déterminé par les pratiques agricoles.

## **B. Un régime alimentaire qui reste varié**

Même si les ongulés représentent la base du régime alimentaire du loup dans la majorité des régions où il vit, d'autres proies de plus petite taille peuvent être consommées. Parmi les autres mammifères, le lièvre et le castor sont des proies que l'on retrouve dans quasiment tous les régimes alimentaires du loup (Amérique du Nord et Eurasie). Elles peuvent même parfois être la proie dominante. Dans certaines régions de la toundra, où la disponibilité des ongulés est faible, le lièvre arctique est la principale proie des loups. De même, dans les régions avoisinant l'Ontario, le castor peut représenter jusqu'à 75% du régime alimentaire du loup.

Parmi les autres proies, on observe des micromammifères (rongeurs et insectivores), des poissons, des amphibiens et des oiseaux même si la consommation de ce type de proie reste très secondaire. Omnivore, le loup ingère également des invertébrés et des végétaux (graminées, baies, fruits). En Italie du Nord (Parc Naturel Orecchiella) Ciucci *et al.* ont mis en évidence, entre 1991 et 1993, la présence de végétaux dans 11% des selles récoltées (Ciucci *et al.*, 1996).

Par ailleurs, alors que la consommation des grands ongulés est prépondérante en hiver, celle des petites proies comme les lagomorphes et les rongeurs augmente au cours de la belle saison (Mech et Boitani, 2003). Müller (2006) a montré, grâce à l'analyse de la composition de fèces récoltés en Scandinavie en été et en hiver, entre 1992 et 2005, que la part de petites proies dans l'alimentation du loup était plus importante en été alors que celle de l'élan, base de son régime, était plus importante en hiver (figure 8).

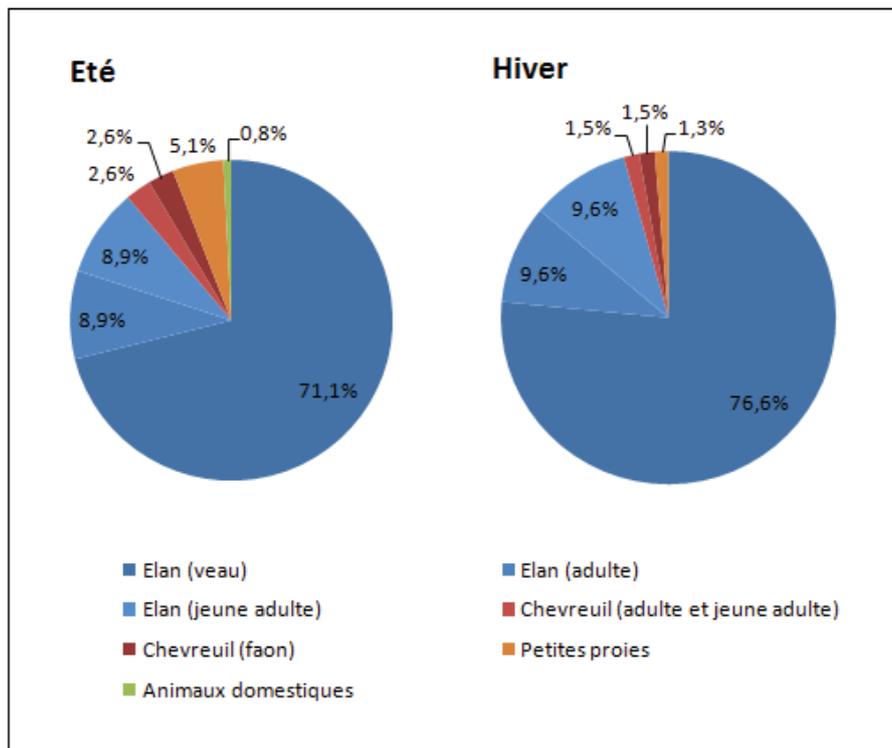


Figure 8 : Pourcentages de biomasse consommée en été et en hiver par la population de loups entre 1992 et 2005 en Scandinavie. (d'après Müller, 2006).

Plusieurs raisons peuvent expliquer cette propension. D'une part, durant cette période, les petites proies sont plus accessibles et abondantes. D'autre part, la chasse aux plus petites proies lors de cette saison permet aux loups de ne pas trop s'éloigner de leur litière et des louveteaux et de ne mobiliser qu'une partie de la meute, l'autre partie restant vers la litière (Neault, 2003). En hiver, les grands ongulés représente le meilleur rapport (temps de chasse et dépense énergétique) / (gain de biomasse) (Müller, 2003).

Enfin, dans des régions où l'empreinte humaine est marquée et où la pénurie en proies sauvages est importante, les loups sont amenés à se nourrir dans des décharges à la

recherche de détritrus de la consommation humaine et agissent comme des charognards. Meriggi *et al.* (1996) ont relevés la présence de 5,8% de restes alimentaires issus de déchets de la consommation humaine dans des fèces de loups dans une région modérément habitée du nord de l'Italie, entre 1987 et 1992.

Le tableau 1, présenté sur les deux pages suivantes, recense l'ensemble des proies les plus fréquentes du loup en Amérique du Nord et en Europe. Dans la partie gauche du tableau sont données, à titre indicatif, la part que peuvent pendre ces proies dans le régime alimentaire du loup. Ces parts sont estimées par différentes méthodes qui sont brièvement renseignées dans la légende du tableau.

**Tableau 1 : Principales proies du loup en Amérique du Nord et en Europe et estimation de leur part dans le régime alimentaire du loup par différentes études (1975 à 2011).**

Espèce	Localisation	Part dans le régime alimentaire	Références bibliographiques
Bison européen et américain <i>Bison bonasus</i> <i>Bison bison</i>	Amérique du Nord dont : - Etats-Unis (Europe)		Metz <i>et al.</i> (2011) (a)
Caribou et Renne <i>Rangifer tarandus</i>	Amérique du nord dont : - Alaska - Canada Nord de l'Europe : - Finlande - Russie	>80%	Pimlott (1975) (b)  Guragie <i>et al.</i> (2011) (c)
Cerf <i>Cervus elaphus</i> <i>Odocoileus hemionus</i> <i>Odocoileus virginianus</i>	Europe dont : - Italie - France - Espagne - Pologne - Hongrie - Finlande - Russie Amérique du nord dont : - Canada - Etats-Unis - Alaska	9% Jusqu'à 16.2% 20.7% 70 à 85%	Ciucci <i>et al.</i> (1996) (d) Espuno (2004) (e) Rapporté dans Fleurat (1992) (f) Glowacinski et Profus (1993) (g)  Metz <i>et al.</i> (2011) (a) Holleman et Stephenson (1981) (h)
Chamois <i>Rupicapra rupicapra</i>	Europe dont : - France - Pologne - Slovaquie	Jusqu'à 35.4%	Espuno (2004) (e)
Chevreuil <i>Capreolus capreolus</i>	Europe dont : - Italie - France - Scandinavie - Pologne	26% Jusqu'à 10% 7.3% 70 à 85%	Ciucci <i>et al.</i> (1996) (d) Espuno (2004) (e) Müller <i>et al.</i> (2006) (i) Glowacinski et Profus (1993) (g)
Elan <i>Alces alces</i>	Nord de l'Europe : - Scandinavie Amérique du nord dont : - Alaska - Yukon	62%	Müller <i>et al.</i> (2006) (i)  Holleman et Stephenson (1981) (h)
Mouflon <i>Ovis musimon</i>	- France - Italie	Jusqu'à 23.4% 33%	Espuno (2004) (e) Ciucci <i>et al.</i> (1996) (d)
Sanglier <i>Sus scrofa</i>	Europe dont : - Italie - France - Espagne - Pologne - Russie	64% Jusqu'à 5.4% 14.6% 10 à 20%	Ciucci <i>et al.</i> (1996) (d) Espuno (2004) (e) Rapporté dans Fleurat (1992) (f) Glowacinski et Profus (1993) (g)

O N G. D O M.	Mouton et Chèvre domestiques	Europe dont :		
		- Italie	24%	Ciucci <i>et al.</i> (1996) (d)
	<i>Ovis aries</i>	- France	Jusqu'à 25.8%	Espuno (2004) (e)
	<i>Capra hircus</i>	- Espagne	15.3%	Rapporté dans Fleurat (1992) (f)
		- Scandinavie	0.6%	Müller <i>et al.</i> (2006) (i)
		- Pologne	<6%	Glowacinski et Profus (1993) (g)
A U T R	Castor européen et canadien	Nord de l'Europe dont :		
		- Scandinavie	2.8%	Müller <i>et al.</i> (2006) (i)
	<i>Castor fiber</i>	- Russie		
	<i>Castor canadensis</i>	Amérique du nord dont :		
		- Canada		
E S M A M M I	Lièvre	Europe dont :		
	<i>Lepus timidus</i>	- Italie	13%	Ciucci <i>et al.</i> (1996) (d)
	<i>Lepus europaeus</i>	- France		
	<i>Lepus arcticus</i>	- Espagne	4.8%	Rapporté dans Fleurat (1992) (f)
		- Scandinavie	1.5%	Müller <i>et al.</i> (2006) (i)
		- Pologne	3 à 5%	Glowacinski et Profus (1993) (g)
		Amérique du Nord dont :		
		- Alaska		Holleman et Stephenson (1981) (h)
F E R E S	Micromammifères (rongeurs et insectivores)	Europe dont :		
		- Italie	14%	Ciucci <i>et al.</i> (1996) (d)
		- France		
		- Espagne	10%	Rapporté dans Fleurat (1992) (f)
		- Scandinavie	2.7%	Müller <i>et al.</i> (2006) (i)
		- Pologne		Glowacinski et Profus (1993) (g)
I	Oiseaux	Partout dont :		
		- Italie	5%	Ciucci <i>et al.</i> (1996) (d)
		- Espagne	4.8%	Rapporté dans Fleurat (1992) (f)
		- Scandinavie	3.3%	Müller <i>et al.</i> (2006) (i)

(a) Yellowstone National Park, Wyoming, loups équipés de collier GPS, données recueillies entre 1997 et 2009.

(b) Mont Mc Kinley National Park et territoires du Nord Ouest, analyse de la composition des fèces, données publiées en 1975.

(c) Finlande, loups équipés de collier GPS, données publiées en 2011.

(d) Parc naturel Orecchiella, Appenins Nord, analyse de la composition des fèces, données recueillies entre 1991 à 1993.

(e) Parc national du Mercantour, Alpes Maritimes, analyse de la composition des fèces, données recueillies entre 1997 et 2001.

(f) Province du Léon, analyse de la composition des fèces.

(g) Est polonais, observations directes, données publiées en 1993.

(h) Alaska, analyse de contenus stomacaux et comparaison des concentrations en isotope radioactif (césium) dans les muscles squelettiques de loups et des proies rencontrées, données recueillies entre 1974 et 1978.

(i) Péninsule scandinave, analyse de la composition des fèces, données recueillies entre 1992 et 2005.

## II. Choix des proies

Les habitudes alimentaires du loup peuvent être dictées par plusieurs facteurs inhérents au biotope de son milieu et qui sont responsables en particulier de la disponibilité de ses proies, sauvages ou domestiques. Nous allons voir que d'autres critères peuvent affecter le choix des proies prenant part au régime alimentaire du loup.

### A. Critères concernant la meute

#### 1. Taille de la meute

On considère généralement qu'une meute composée de nombreux individus est associée à la chasse de proies de grande taille. Il est vrai que dans des régions où sont chassés des ongulés de grand format (Élan en Alaska par exemple), il a été également observé des meutes de taille importante (jusqu'à 20 membres) (Combettes Lemaire, 2000). Cependant il existe également des régions où cette corrélation n'a pas lieu comme dans le Minnesota où une meute de 23 loups a été observée chassant préférentiellement le cerf (Mech et Boitani, 2003).

La théorie selon laquelle les loups vivent en meute afin de faciliter leur prédation sur de larges proies et leur garantir un apport individuel plus important en nourriture est très discutée. Schmidt et Mech (1997) ont analysé onze études portant sur les habitudes alimentaires des loups et ont mis en évidence une corrélation négative entre la taille de la meute et la quantité de nourriture acquise par loup et, ceci, quelque soit la proie (élan, caribou, bison ou cerf). De même, Metz *et al.* (2011) ont démontré dans une étude s'appuyant sur l'observation de loups équipés de collier GPS (Yellowstone National Park) que la quantité de nourriture disponible par individu décroît plus la meute compte de membres.

Étant donné que des loups seuls peuvent tuer des proies comme des élans ou des bisons et que, dans des grandes meutes, c'est souvent la paire de reproducteurs qui conduit les attaques, les auteurs considèrent que les loups vivent en meute essentiellement car les paires d'adultes peuvent partager, sans perte, le surplus de nourriture résultant de la prédation sur les grands mammifères avec leur descendance. En emmenant les jeunes avec

eux à la chasse, les paires de reproducteurs limiteraient les usurpations de leur proie par les charognards et donc optimiseraient leur profit énergétique ainsi que ceux de leur héritage génétique (sélection de parentèle). Jusqu'à leur maturité physique et une expérience suffisante, les jeunes obtiennent vraisemblablement davantage de nourriture en restant avec leurs parents qu'en chassant par eux-mêmes. De plus, ils acquièrent une expérience au cours de leurs activités de chasse, améliorant leur technique avant leur départ de la meute qui se fait généralement vers trois ans (Schmidt et Mech, 1997).

## 2. Age des loups

Les jeunes loups, dès huit semaines, débutent l'apprentissage de la chasse par la prédation de petites proies, comme les rongeurs les lagomorphes, mais très vite, ils vont être impliqués dans la chasse au gros gibier.

Les loups âgés sont souvent solitaires et, chassant seuls, ils s'orientent le plus souvent vers des proies blessées ou malades, des proies de petite taille ou encore s'intéressent aux restes de carcasses délaissées par d'autres loups (Wolfe et Allen, 1973). Il arrive cependant que certains individus, restés au sein d'une meute, puissent bénéficier de la solidarité des plus jeunes en partageant avec eux les fruits d'une chasse sur gros gibier à laquelle ils n'ont plus les capacités de participer.

## **B. Critères concernant la proie**

### 1. Sexe de la proie

Les mâles chez les ongulés sauvages sont parfois plus recherchés que les femelles car plus souvent isolés lors des prémices de la période de reproduction. Ils pourraient également représenter une chasse plus rentable de part leur format plus imposant que celui des femelles.

## 2. Age de la proie

Les proies les plus jeunes ne font pas toujours l'objet des prises. Cependant, il a été observé que les veaux et les faons étaient fréquemment prélevés. Les animaux âgés sont aussi plus chassés puisqu'ils représentent des proies plus faciles (Mech et Boitani, 2003).

## 3. Etat de santé

La prédation s'applique en priorité aux animaux faibles, malades ou blessés. Des restes de carcasses abandonnées ont permis de découvrir parfois des animaux blessés, sujets à de l'arthrite ou encore multi-parasités. De par cette sélection sur les animaux malades ou affaiblis, le loup assaini, régule et équilibre les troupeaux d'ongulés d'où les qualificatifs accordés par les Inuits au loup de « médecin des troupeaux » (Neault, 2003).

Les caractéristiques des proies déterminant leur vulnérabilité à la prédation sont résumées par Mech et Boitani (2003) dans le tableau 2.

Tableau 2 : Caractéristiques des proies pouvant déterminer leur vulnérabilité à la prédation (d'après Mech et Boitani, 2003)

Caractéristiques	Remarques
<b>Espèce</b>	Certaines espèces peuvent être préférées à d'autres dans des systèmes multiproies.
<b>Sexe</b>	Les mâles sont plus souvent tués en période de rut.
<b>Age</b>	La prédation des loups porte plus souvent sur les individus les plus âgés, les veaux et les faons.
<b>Condition alimentaire/poids</b>	Les individus mal nourris sont plus souvent repérés à cause de leur faiblesse et de leur mauvaise condition physique.
<b>Maladie/Parasitisme</b>	Les individus affaiblis sont plus souvent attaqués.
<b>Blessures/handicaps</b>	La capture est facilitée sur ces animaux.
<b>Parenté</b>	Des parents mal nourris produisent une progéniture plus faible et donc plus vulnérable. La progéniture de parents plus expérimentés apprend à mieux se protéger.
<b>Agressivité</b>	Les loups renoncent plus souvent à attaquer des animaux agressifs et belliqueux.

### III. Techniques de chasse

La chasse est une activité principalement nocturne chez le loup et donc difficilement observable. Elle peut se faire en meute ou individuellement. Plusieurs facteurs entrent en jeu : la situation sociale du loup, le type de proie, la densité du type de proie rencontrée et son accessibilité, la saison,...

Alors que la chasse aux proies de petite taille va plutôt se faire seul, la chasse au gros gibier est plus généralement réalisée en groupe même si des loups isolés ont déjà été observés réussir des prises de grands ongulés comme l'élan (Thurber et Peterson, 1993) et le bison (Carbyn *et al.* (1993) cités dans Schmidt et Mech, 1997).

La technique de chasse s'acquiert très tôt chez le jeune. Elle va se faire par l'intermédiaire du perfectionnement de comportements innés comme la prédation, et par l'apprentissage de comportement acquis comme la mise en place d'un plan d'attaque. Des séquences de prédation (fixer, attraper, tuer) chez des louveteaux âgés de huit semaines élevés sans mère ont été observées avec des objets inanimés traités comme proie (Landry, 2009).

#### **A. Prédation sur les petites proies**

Pour chasser les petites proies, comme les rongeurs ou les lagomorphes, le loup peut utiliser la technique du saut de souris commune à de nombreux canidés. Il bondit des quatre pattes, à 45°, sur sa victime qui se trouve bloquée au sol avant d'être avalée (Neault, 2003). D'autres techniques existent, comme l'embuscade à la sortie des terriers ou la technique de déploiement sur deux flancs, réalisée en couple, qui permet l'épuisement de l'animal puis sa perte de terrain avant la morsure mortelle.

#### **B. Prédation sur les grandes proies**

La prédation sur gros gibier est généralement une chasse en meute coopérative où peuvent intervenir les jeunes inexpérimentés. Elle est caractérisée par plusieurs tactiques de chasse suivant l'espèce chassée mais se découpe toujours en plusieurs étapes. Ordinairement, c'est le couple dominant qui décide du moment de l'attaque, du choix de la proie, de l'arrêt de la

poursuite. Une fois la stratégie initiée, chaque membre opère choisissant parmi ses tactiques de chasse innées ou acquises.

### 1. Recherche et localisation de la proie

Afin de rechercher une proie, le loup bénéficie de ces sens et particulièrement de son odorat mais également de son aptitude à se déplacer sur de longues distances. En hiver, les loups passent en général 28 à 50% de leur temps à se déplacer (Kelsall (1957) et Mech (1992) cités dans Mech et Boitani, 2003). La meute se déplace soit en file indienne soit en se dispersant en éventail pour augmenter les chances de rencontre. En période de disette, un loup peut parcourir jusqu'à cent kilomètres en une journée pour rejoindre une proie affaiblie (Neault, 2003).

Une fois la proie localisée, l'approche finale sera furtive jusqu'à une dizaine de mètres de l'animal. Une fois les loups repérés, la proie va se mettre en fuite ce qui va provoquer sa poursuite.

### 2. « Rush » et choix de la proie dans un troupeau

Cette technique consiste à mettre l'ensemble du troupeau en mouvement afin d'en repérer le plus vulnérable. Cette technique permet également de provoquer une situation de stress au sein de la harde et favorise l'isolement de certains de ses membres.

### 3. Poursuite

La poursuite d'une proie doit aboutir à son attaque assez rapidement sinon la meute renonce afin de ne pas subir une dépense énergétique inutile. Il est rapporté par Mech et Boitani (2003) que la poursuite d'une proie persiste rapidement plus de cinq kilomètres.

La vitesse de pointe des loups est relativement moyenne allant de 55 à 65 kilomètres par heure. Des techniques de diversion et de rabattage vers des congénères cachés sont rapportées par différents observateurs.

#### 4. L'attaque et la mise à mort

Le point d'attaque initial se fait généralement au niveau du train arrière de l'animal mais on a observé également des attaques à la nuque ou aux naseaux (Brangi *et al.*, 1991 ; Mech et Boitani, 2003) sur les proies de très grande taille (Bœuf musqué, Elan, Caribou). L'objectif étant de faire tomber la proie, les loups l'agressent ensuite simultanément à des endroits différents. Une fois renversée, la proie est généralement achevée par de multiples morsures aux flancs et à la gorge.

#### IV. Protocole des repas

##### **A. Importance du rang social**

Les tensions autour des carcasses sont variables d'une meute à l'autre et sont exacerbées lors de période de disette. Le couple dominant est celui qui a tendance à se servir en premier, puis se succèdent les loups de rangs inférieurs. Une solidarité alimentaire a lieu envers la femelle alpha qui reste auprès des louveteaux et envers également les louveteaux en croissance. Les vieux loups en bénéficient aussi parfois et doivent leur survie aux autres membres de la meute.

##### **B. Consommation**

En moyenne le loup ingère entre 1,7 à 6 kg par jour mais cette consommation n'est pas régulière. Les loups peuvent jeuner plusieurs jours puis ingérer jusqu'à 10 kg au repas suivant (Mech, com. pers.).

Manger le plus vite possible est une priorité chez le loup mais il existe des limites physiques à la consommation et une perte du volume consommable à la suite de la présence fréquente des charognards qui viennent retirer une partie de la carcasse entre les repas de la meute.

Les petites proies pesant jusqu'à une vingtaine de kilogrammes peuvent être mangées entièrement en très peu de temps. Lors de repas autour d'une grande proie, les organes abdominaux sont consommés en premier, puis les loups s'attaquent aux muscles et aux organes intra-thoraciques. Certaines parties du corps sont emmenés pour être consommées à l'écart.

Les loups se nourrissent jusqu'à épuisement de leur capacité d'ingestion. Si la carcasse est de grande taille, elle sera ensuite délaissée pendant la digestion. Les loups pourront revenir les jours suivants se nourrir des restes. La grande capacité d'ingestion des loups est expliquée par un volume stomacal élevé et les repas peuvent atteindre jusqu'à 25% du poids corporel (Mech et Boitani, 2003).

La consommation de toutes les parties de la carcasse est importante car chaque tissu ou organe apporte les éléments utiles au développement et à la survie du loup. Les protéines se trouvent dans les muscles ; calcium, phosphore et graisses se trouvent dans les os et la moelle osseuse ; vitamines et minéraux dans le foie ; acides gras essentiels dans les tissus de la paroi stomacale interne, les intestins, le museau, le foie et le cœur ; les acides gras polyinsaturés sont en grande quantité dans les tissus du cerveau.

### **C. Caches alimentaires**

Lorsqu' une proie représente un important volume alimentaire qui ne peut pas être consommé en un seul repas, il arrive que les loups mettent de côté une partie de la nourriture, sous forme de morceaux frais ou régurgités, dans des caches creusées dans la terre. Les jours suivants, ils peuvent avoir recours à ces réserves, que ce soit pour nourrir les jeunes ou eux-mêmes.

## V. Besoins alimentaires

Déterminer et quantifier les besoins alimentaires du loup dans une région donnée représente deux intérêts majeurs :

- mieux connaître l'écologie de l'alimentation du carnivore,
- mesurer l'impact de sa présence sur la faune sauvage locale.

Afin de connaître la consommation régulière de nourriture par les loups, plusieurs moyens sont mis en œuvre : observations sur le terrain avec l'aide récente de la radio-télémétrie ou encore estimation de leur besoin quotidien en proies par l'intermédiaire du calcul de leur besoin énergétique journalier.

### **A. Estimation de la ration alimentaire quotidienne d'un loup à l'état sauvage à partir du calcul de son besoin énergétique journalier**

Deux démarches sont principalement décrites à ce jour : la première s'appuie sur l'utilisation du Besoin Énergétique lié au métabolisme de base (BEM) énoncé par Kleiber (1932) dont les valeurs calculées sont ensuite corrigées par des facteurs d'activité permettant d'obtenir un Besoin Énergétique Réel (BER). La deuxième méthode s'appuie sur le calcul du Besoin Énergétique de Terrain (BET) décrit par Nagy (1999) et établi à partir de la technique de l'Eau Lourde, qui rend compte à la fois du métabolisme de base du loup sauvage et de ses dépenses énergétiques quotidiennes.

Nous allons décrire ces deux types de démarche et donner des exemples de leur utilisation par différents auteurs.

#### 1. Besoin Énergétique Réel et consommation quotidienne de nourriture

Le besoin énergétique lié au métabolisme de base (BEM) correspond au plus bas niveau d'énergie nécessaire pour assurer la survie d'un animal à jeun, inactif, c'est-à-dire au repos, et maintenu à température ambiante. Le BEM, exprimé en kcal/jour, lie le besoin énergétique en énergie métabolisable de l'animal à sa masse corporelle par l'équation :

$$\text{BEM (kcal/j)} = 70 * \text{PV}^{0,75} \quad (\text{Kleiber, 1932})$$

soit  $\text{BEM (kJ/j)} = 293,13 * \text{PV}^{0,75}$  (1 kcal = 4,18kJ) où PV est le poids vif de l'animal en kg.

Pour un loup de 35 kg, le BEM est de 1007 kcal/jour soit 4209 kJ/jour.

Cependant, par sa définition même, ce BEM ne rend pas compte des dépenses énergétiques nécessaires pour le maintien en vie d'un animal, même au repos. Il est donc nécessaire de majorer ce besoin énergétique par un ou des facteurs qui rendent compte, d'une part, de l'ensemble des grandes fonctions de l'animal qui sont mises en place au sein de son organisme afin de lui assurer l'homéostasie et, d'autre part, de son activité physique quotidienne. L'ensemble des corrections à apporter au BEM est exprimée par un facteur de correction K dont le produit avec le BEM permet d'obtenir le Besoin Énergétique Réel (BER) en énergie métabolisable d'un loup :

$$\text{BER (kcal /j)} = K * \text{BEM}$$

La valeur de ce facteur K diffère suivant les auteurs qui lui donnent une valeur comprise entre 3 et 6 pour Weiner (1987) (cité dans Glowacinski et Profus, 1997), entre 3 et 18 pour Goszczynski (1986) et 5 pour Mech et Boitani (2003), pour le loup.

Pour obtenir ensuite la consommation de nourriture quotidienne d'un loup il suffit de connaître la valeur énergétique des proies qu'il consomme et le poids de ces proies.

Avec un facteur K égale à 5, Mech et Boitani (2003) établissent une consommation de nourriture quotidienne de 3,25 kg de proie/loup/jour. Ils justifient le choix de la valeur de K en rappelant que, lors d'observations antérieures (1977), il avait été montré que « lorsque la disponibilité de nourriture pour une meute descend en dessous d'une valeur de 3,2 kg/loup/jour, la productivité et la survie commencent à décliner dans le groupe ».

## 2. Besoin Énergétique de Terrain et consommation quotidienne de nourriture

Le métabolisme net des animaux peut être évalué par technique de l'Eau Lourde qui s'appuie sur l'utilisation d'isotopes de l'oxygène présent dans l'eau de l'organisme ( $\text{H}_2\text{O}$ ) et le

CO<sub>2</sub> expiré par l'animal. Cette technique permet l'estimation de la dépense énergétique nette quotidienne d'un animal sauvage. Equivalente au besoin énergétique de Terrain (BET), elle est étroitement corrélée au poids vif de l'animal par une relation allométrique. Cette relation, dans sa version la plus récente, est donnée par Nagy *et al.* (1999) :

$$\text{BET (kJ/j)} = 1,67 * (1000 * \text{PV})^{0,869}$$

Dans le calcul du BET est prise en compte la dépense énergétique issue de la maintenance de l'organisme, la thermorégulation et l'activité de l'animal. PV, poids vif de l'animal est exprimé en kg.

D'après Nagy *et al.* (199), le calcul de la consommation quotidienne de nourriture en kg MS/j (MS=Matière Sèche), nécessaire à l'animal pour assurer l'ensemble de ses dépenses énergétiques va être directement relié au BET. Ce calcul nécessite un facteur indiquant l'énergie métabolisable utilisable d'1g de matière sèche du régime alimentaire du loup (kJ/gMS). Pour l'ensemble des carnivores mammifères qui partagent sensiblement le même régime, il a été établi à 16,8 kJ/g MS par Nagy *et al.* (1999). On obtient donc pour un loup :

$$\text{Consommation quotidienne de nourriture (kg MS/j)} = \text{BET} / 16.8$$

Cette relation implique qu'il doit donc être considéré par les auteurs que le Besoin Énergétique de Terrain peut s'exprimer en énergie métabolisable (EM) et non en énergie nette (EN) compte tenu d'un rendement EN/EM proche de 1.

Pour un loup de 35 kg on a donc un BET = 14843 kJ/j soit 3551 kcal/j et une consommation quotidienne de nourriture de 0,88 kg MS/j.

Pour obtenir la ration en matière brute (MB), il faut savoir combien il y a de grammes de MB par gramme de MS. Nagy *et al.* proposent un ratio de 0,30 g MS/g MB soit 3,33 g MB/g MS en considérant que la nourriture des carnivores est composée de 70% d'eau.

On obtient donc pour un loup de 35 kg, une consommation quotidienne de nourriture de 2,9 kg MB/jour.

### 3. Exemples d'étude

#### *i. Estimation du Besoin Energétique Réel et du Besoin Energétique de Terrain d'après Glowacinski et Profus (1997)*

Afin d'évaluer l'impact potentiel des loups sur la population de proies à l'Est de la Pologne, Glowacinski et Profus s'intéressent à l'estimation des besoins quotidiens de l'ensemble des loups présents dans la zone d'étude en confrontant les deux méthodes décrites précédemment.

Concernant le calcul du BEM et du BER qui lui est lié, un facteur de correction K de 3,2 est utilisé.

Concernant, la méthode utilisant le BET, une formule dérivée d'une équation plus ancienne de Nagy (1987) (cité dans Glowacinski et Profus, 1997) est adoptée :

$$\text{BET (kJ/j)} = 2,58 * (1000 * \text{PV})^{0,862}$$

PV, poids vif de l'animal est exprimé en kg.

On obtient, pour un loup de 35 kg, une consommation quotidienne de nourriture de, respectivement, 1,74 kg proie/jour ou 2,77 kg proie/jour selon le mode de calcul utilisé.

Glowacinski et Profus (1997) expriment ensuite cette ration journalière en nombre de proies nécessaires quotidiennement à un loup grâce à l'énergie de chaque proie. Le calcul est réalisé pour chaque espèce proie rencontrée dans la zone d'étude (élan, cerf, chevreuil, sanglier, lièvre). En appliquant ce résultat à l'ensemble de la population de loups présente dans la zone d'étude ils peuvent ensuite mesurer son impact sur les différentes populations de proie en comparant le besoin quotidien en proies de l'ensemble des loups et le nombre de proies présentes dans la même zone d'étude.

ii. *Estimation du Besoin Énergétique de Terrain d'après Espuno (2004)*

Avec un objectif similaire qui est d'estimer l'impact du loup sur les ongulés sauvages et domestiques dans le massif du Mercantour (France), Espuno a proposé un modèle plus complexe du besoin énergétique net quotidien d'une meute de loups à partir de l'équation de Nagy *et al.* (1999).

Contrairement aux précédents modèles, celui-ci tient compte du statut physiologique de chaque loup qui compose la meute :

- Adulte mâle,
- Adulte femelle non gestante et non en lactation,
- Adulte femelle gestante,
- Adulte femelle en lactation,
- Louveteaux non sevrés,
- Louveteaux sevrés.

La période de l'année a été aussi prise en compte afin d'estimer au mieux le nombre de loups constituant la meute à une période donnée en fonction des naissances, des morts et des départs.

Des facteurs de correction sont donc pris en compte pour le calcul du besoin énergétique net quotidien d'un loup selon le membre de la meute considéré. Nous allons détailler ici l'exemple d'une louve adulte gestante :

Pour une louve adulte gestante, le besoin énergétique de terrain est calculé à partir de l'équation du BET donnée par Nagy (1999) corrigée par un facteur de correction qui traduit l'augmentation du BET liée à la gestation de l'animal. Ce facteur, 'GEST', choisi entre 0,20 et 0,30, est issu des travaux de Gittleman et Thompson (1988) (cités dans Espuno, 2004). On obtient donc la formule suivante :

$$\text{BET femelle gestante (kJ/j)} = 1,67 * (1 + \text{'GEST'}) * (1000 * \text{PV})^{0,869}$$

En Annexe 3, des tableaux récapitulent l'ensemble des formules de calculs du BET par stade physiologique ainsi que les données nécessaires à l'utilisation des facteurs de corrections.

## B. Estimation de la ration alimentaire quotidienne d'un loup à l'état sauvage par des observations *in situ*

Selon Mech et Boitani (2003), il existe trois critères importants à considérer lorsque l'on souhaite convertir le taux de proies tuées en taux de consommation :

- la quantité de nourriture fournie par les différents types de carcasses,
- la quantité de nourriture perdue au profit des charognards,
- la quantité de nourriture cachée et destinée à être mangée plus tard.

La part de carcasse consommée par les loups dépend de ce qui est consommable sur la proie. Les tissus osseux et cutané (25% de la masse corporelle) et le contenu ruminal chez les ruminants ne sont pas ou peu consommés. On considère donc qu'environ 65 à 75% de la carcasse est consommable par les loups ou les autres charognards (Mech et Boitani, 2003).

La quantité de nourriture cachée et destinée à une consommation ultérieure est quasiment impossible à déterminer, les observations *in situ* étant difficiles. L'estimation de la consommation journalière peut donc être surestimée.

La perte due à la spoliation de la proie par les charognards dépend surtout de la taille de la meute. Il a été régulièrement observé que plus la taille de la meute est petite, plus cette spoliation est grande. La principale explication serait que plus la meute compte d'individus plus ceux-ci peuvent protéger la carcasse de l'intrusion des charognards (Schmidt et Mech, 1997 ; Promberger *et al.*, 1993). On estime qu'un loup solitaire pourrait perdre jusqu'à 2/3 d'une proie type grand ongulé au seul profit des charognards, qu'un couple pourrait en perdre la moitié et qu'une meute de dix loups en perdrait environ 10% (figure 9).

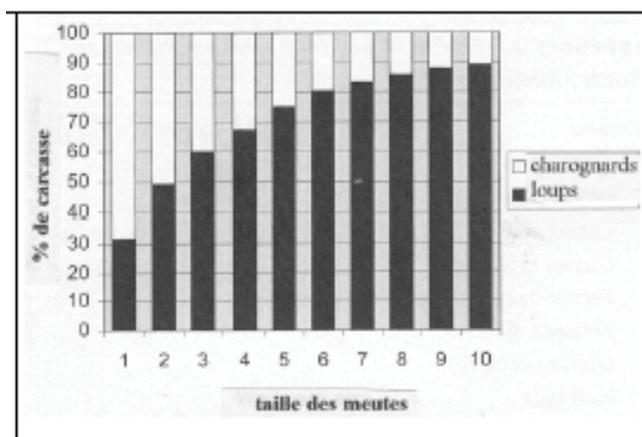


Figure 9 : Proportion de perte de nourriture au profit des charognards en rapport avec la taille de la meute (d'après Mech et Boitani, 2003)

De plus, la perte de carcasse au profit des charognards se produit d'autant plus lors de « *surplus killing* ». En effet, il peut arriver que les loups tuent plus de gibier que nécessaire. Ce phénomène, plutôt rare, s'observe lorsque les proies sont plus abondantes et/ou vulnérables : en hiver, lors de forts enneigements qui rendent les déplacements des ongulés plus difficiles et, à la fin du printemps, lors de la période de mise-bas. Les carcasses sont alors moins exploitées et profitent plus aux charognards.

Ce phénomène de « *surplus-killing* » est surtout constaté lors d'attaque de cheptels domestiques. Il est expliqué par le comportement de fuite des moutons qui, lors d'une attaque, se regroupent et fuient dans un mouvement de panique contrairement aux ongulés sauvages qui se séparent. Lors de la chasse d'ongulés sauvages le stimulus permettant au loup de passer du comportement de prédation à la consommation de la proie est provoqué par l'absence de mouvement du troupeau après la mise à mort de la proie. Lors de l'attaque d'un cheptel domestique ce stimulus n'a donc pas lieu.

### C. Bilan des données bibliographiques

L'ensemble des estimations de la consommation quotidienne en nourriture des loups à l'état sauvage est recensé dans le tableau 3, que ces estimations soient issues d'observations sur le terrain ou de calculs.

Tableau 3 : Consommations quotidiennes d'un loup à l'état sauvage estimées par différentes sources bibliographiques.

(a) Données issues de calculs

(b) Données issues d'observations *in situ*

Sources bibliographiques	Consommation quotidienne
<b>Glowacinski et Profus (1997)</b>	1,74 à 2,77 kg proie/j pour un loup de 35 kg (a)
<b>Hayes (1995)</b>	5,4 kg proie/j/loup (b)
<b>Jedrzejewski et al. (2002)</b>	5,6 kg proie/j/loup (b)
<b>Landry (2009)</b>	3,7 à 4,5 kg proie/j/loup (b)
<b>Mech et Boitani (2003)</b>	3,25 kg proie/j pour un loup de 35 kg (a)
<b>Nagy et al. (1999)</b>	2,9 kg MB /j pour un loup de 35 kg (a)

#### D. Cas des loups vivant en captivité

Concernant les publications sur les loups en captivité, des estimations du besoin alimentaire quotidien d'un loup sont citées dans l'ouvrage de Espuno (2004) :

- Bobek et Nowicki (1996) ont observé une consommation moyenne de 1,2 kg MB/loup pour des loups maintenus en cage métabolique de 2 m<sup>2</sup> et de 1,7 kg MB/loup pour des loups maintenus dans un enclos de 240 m<sup>2</sup> avec un régime identique constitué de muscles désossés, d'os longs et de peau de carcasse de chevreuil. La consommation de nourriture plus importante par les loups en enclos serait principalement due à leur activité et, en particulier, à leurs déplacements au sein de l'enclos. Leurs observations ont permis de mesurer le déplacement de chaque loup en enclos à environ 31,8 km par jour. Considérant une dépense énergétique égale à 1,14 kcal/kg/km parcouru, un loup de 45 kg en enclos dépense ainsi 1631 kcal/jour pour ses déplacements.
- Macchi (Parc du Gévaudan, com. pers.) rapporte une consommation journalière de viande désossée par des loups captifs d'Amérique du Nord, de Sibérie et de Pologne de 1,7 kg/jour en été et de 2,1 kg/jour en hiver.
- Mucker (Wild Sentry, com. pers.) relève une consommation quotidienne de viande désossée de 1,6 kg/jour par une femelle captive de 45 kg. Cette ration est supplémentée en croquettes pour chien ce qui se traduit par une consommation quotidienne totale de 40 à 50 g MB/kg PV/jour.

#### VI. Conclusion

Le régime alimentaire du loup à l'état sauvage est constitué de multiples proies dont la nature varie en fonction du milieu. Même si le loup préfère les mammifères et, en particulier, les grands ongulés, il module ses repas en fonction de la densité des proies, des saisons et de l'empreinte humaine sur le milieu.

Selon les différents auteurs, la consommation journalière d'un loup sauvage varie de 1,74 à 5,6 kg de proie par loup. Cela lui permet de couvrir ses besoins énergétiques qui varient en

fonction des conditions de vie du loup qui doit chasser sa nourriture et assurer une vie sociale développée (reproduction, élevage des louveteaux, jeux, conflits,...).

Les rares données disponibles concernant les besoins du loup en captivité présentent des besoins énergétiques moins élevés avec des consommations journalières de 1,2 à 2,1 kg par loup.

Afin d'apporter une contribution à une meilleure connaissance des besoins alimentaires du loup en captivité, nous avons étudié les modalités d'alimentation de loups captifs au sein d'un parc animalier.

## **Troisième partie : Alimentation des loups en captivité, exemple de l'alimentation de la meute du Pélago, Parc Alpha (Mercantour)**

### **I. Présentation du Parc alpha**

#### **A. Création et organisation du parc à loups**

Le parc alpha a été créé en 2005 au sein de la commune de St Martin de Vésubie (06), localisée au cœur du Parc National du Mercantour. Sa construction, initiée par le Syndicat mixte du Boréon (commune de St Martin de Vésubie), la société ORTL (organisation réception Traitements Logistiques) et le conseil Général des Alpes-Maritimes, a été encouragée par la volonté de créer un lieu de rencontre entre loups et hommes afin de répondre à la problématique du retour des loups à l'état sauvage en France.

En effet, le parc national du Mercantour, territoire naturel protégé depuis 1979, a été le lieu d'observation des premiers loups revenus en France par la chaîne alpine italienne, après leur disparition déclarée en 1939. Ces loups, de la sous-espèce *Canis lupus italicus*, sont présents dans les alpes françaises depuis 1992. On en dénombre actuellement une cinquantaine répartis en plusieurs meutes.

Le parc alpha propose, lors de sa visite, la découverte de deux espaces distincts. Le premier, appelé « Temps des hommes » est un espace dédié aux témoignages de quatre personnages amenés à être en contact avec le loup. Ces personnages sont fictifs mais miment des situations bien réelles. Ainsi, par l'intermédiaire de trois scénovisions, les visiteurs peuvent connaître le quotidien de deux bergers, d'un éthologue et d'un lieutenant de louveterie. Par la confrontation de ces quatre témoignages, le parc propose une approche neutre des différents problèmes liés au retour du loup à l'état sauvage. Le deuxième espace du parc, appelé le « Temps du loup » est exclusivement réservé à l'observation des loups répartis en trois meutes. Les meutes vivent dans des enclos séparés, en semi-liberté.

## B. Présentation des meutes du parc

L'ensemble des loups du parc Alpha sont des loups nés en captivité. Ils proviennent d'autres parcs situés en République Tchèque, en Lettonie, au Danemark et en Italie. Ils font partie intégrante des programmes d'échange pour la conservation de l'espèce.

Deux des trois meutes sont constituées de loups de la sous-espèce *Canis lupus lupus* alors que la troisième est constituée d'un couple de loups de la sous-espèce *Canis lupus italicus*, sous-espèce présente à l'état sauvage dans les Alpes françaises.

Ces meutes vivent dans trois enclos séparés, les soigneurs essayant d'entretenir le moins d'interactions possibles avec les loups. Il s'agit en effet d'appliquer la théorie du « no-hand-plan », à savoir une intervention minimum de l'homme dans les enclos et sur les loups.

La meute du « Boréon » est constituée d'une femelle et d'un mâle, de la sous-espèce *Canis lupus italicus*, arrivés au sein du parc en 2005 et 2007. Ils font partie d'un programme d'échange avec l'Italie. Depuis leur vie commune au sein de l'enclos d'un hectare, aucun comportement de reproduction n'a été observé.

La meute de « Erps » abrite un couple de loups et leurs deux générations de louveteaux à présent adultes, nés en 2007 (3 loups) et 2008 (2 loups). Ces sept loups de la sous-espèce *Canis lupus lupus* vivent dans un enclos de 2 hectares.

La meute du « Pélago », la plus importante du parc, comptait, au moment de l'étude, 15 adultes et 7 louveteaux, nés en Avril et Mai 2009, de la sous-espèce *Canis lupus lupus*. Cette meute vit dans un enclos de 2,5 hectares.

## II. Intérêts, objectifs et supports de l'étude de l'alimentation des loups en captivité

Comme nous l'avons vu dans la deuxième partie, l'alimentation des loups à l'état sauvage est assez bien documentée et de nombreuses études ont permis de préciser les différents aspects de l'écologie de l'alimentation du loup. Cependant, peu de données bibliographiques sont actuellement disponibles sur l'alimentation des loups en captivité, en termes de quantité ou du choix des aliments permettant de couvrir les besoins nutritionnels du loup et de respecter sa condition de carnivore, voire de prédateur.

Pour initier cette étude, nous avons souhaité réaliser un état des lieux de ce qui se faisait en France au sein de parcs animaliers accueillant des loups. Afin de réaliser cette enquête il a été tout d'abord envoyé un questionnaire (placé en annexe 4) à plusieurs parcs puis des entretiens téléphoniques ont permis ensuite d'obtenir plus de réponses. Seize parcs ont accepté de répondre à cette enquête.

Dans l'ensemble des parcs, la ration alimentaire quotidienne des loups est principalement composée de viande. Seul un parc distribue quotidiennement des croquettes de type vétérinaire adaptées à l'alimentation des chiens. Parmi les viandes utilisées pour l'alimentation des loups on retrouve un panel varié d'espèces. Les deux types de viande les plus majoritairement distribuées sont le poulet (carcasse entière déplumée) et le bœuf (avec os ou désossé, en morceaux). Les parcs alimentent leurs loups plus occasionnellement avec du mouton (avec os ou désossé, en morceaux) et des carcasses de cervidés morts au sein même des parcs. De manière moins fréquente, les loups ont aussi accès à de la viande d'autres volailles (dinde, pintade, canard), de porc, de veau, de cheval, de lapin et de gibier de chasse (l'espèce animale n'a pas été renseignée dans ce cas) (figure 10).

De manière plus anecdotique, les parcs animaliers donnent également à leurs loups des fruits, des poissons morts et autres petites proies mortes en particulier lors des animations ou pour enrichir leur milieu en diversifiant le comportement de recherche alimentaire.

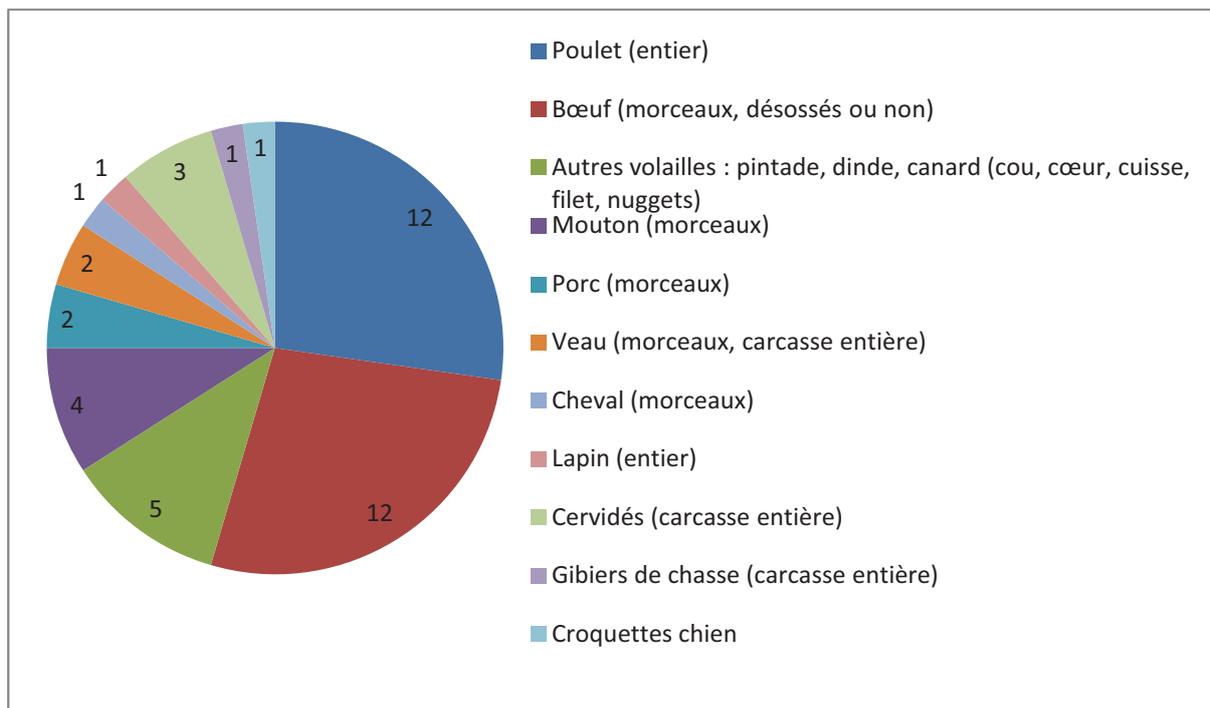
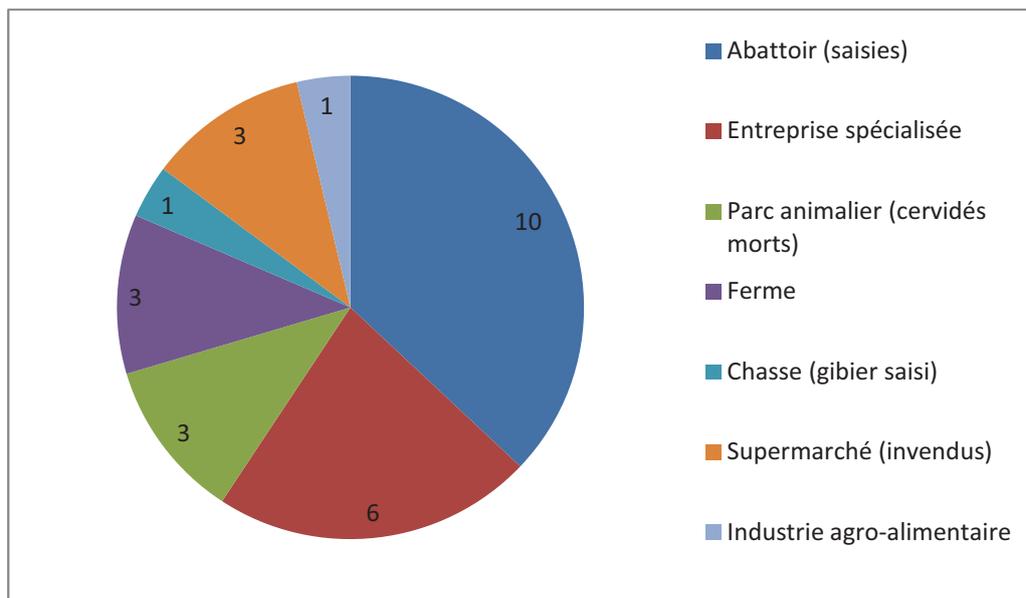


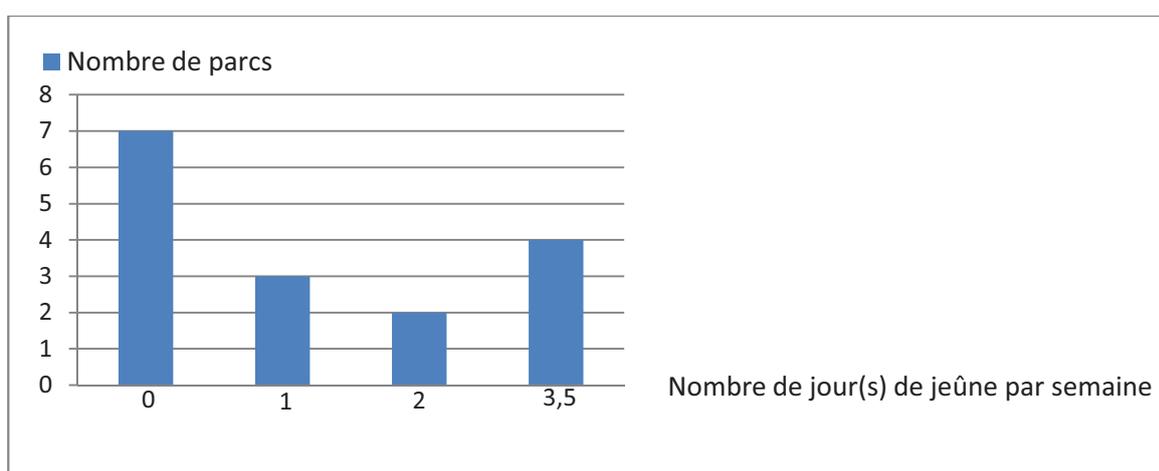
Figure 10 : Matières premières proposées aux loups en captivité dans l'ensemble des seize parcs questionnés  
Les chiffres localisés dans la figure indiquent le nombre de parc(s) donnant accès à chaque type de nourriture.

Le choix des aliments a été dicté souvent par le coût des denrées disponibles et la proximité d'un fournisseur de viande. Ainsi, de nombreuses viandes sont issues d'abattoir, mais les parcs se fournissent aussi auprès de fermes (veaux nés morts par exemple), de sociétés spécialisées dans l'alimentation d'animaux de parc zoologiques (entreprise Saint Laurent (La Chapelle-St Laurent, France), de chasseurs (gibier ne pouvant pas être utilisé pour la consommation humaine), de supermarchés (invendus), d'industries agro-alimentaires (« déchets » de fabrication) ou distribuent à leurs loups les carcasses de cervidés morts au sein du parc (figure 11).



**Figure 11 : Lieux d’approvisionnement de la nourriture des loups des seize parcs questionnés**  
 Les chiffres localisés dans la figure indiquent le nombre de parc faisant appel à chaque type de fournisseur.

Huit parcs sur les seize interrogés adaptent leur ration quotidienne à la saison, c’est-à-dire augmentent la ration quotidienne en hiver du cinquième au double de la ration d’été. Certains distribuent de la nourriture tous les jours alors que d’autres réalisent un à quatre jours de jeûne par semaine (figure 12).



**Figure 12 : Nombre de parcs ne réalisant aucun à 3,5 jours de jeûne par semaine**  
 3,5 jours de jeûne par semaine signifie qu’il est réalisé un jour de jeûne sur deux, on a donc 3 jours de jeûne la première semaine puis 4 jours de jeûne la deuxième.

La distribution quotidienne varie de 0,6 à 3,5 kg de viande par loup selon les parcs, quelque soit la saison. En été, sur les quinze parcs fournissant de la viande (donc excepté le parc alimentant les loups avec des croquettes), la ration journalière moyenne par loup est de 1,3 kg compte tenu des jours de jeûne (écart-type de 0,7). En hiver elle est de 1,6 kg (écart-type de 0,8).

Douze parcs complètent la ration alimentaire avec des vitamines et des minéraux, soit de façon très régulière (trois fois par semaine) ou périodiquement au début et à la fin de l'hiver ou encore lors de la lactation des femelles.

En conclusion, même si les régimes alimentaires proposés aux loups sont principalement carnés, on note une hétérogénéité des régimes quant à la quantité de nourriture donnée (du simple au sextuple) et au type de viande.

Pour aller plus loin, il a été décidé d'étudier et d'analyser avec un exemple d'alimentation de loups en captivité au sein du Parc Alpha. L'objectif final était de définir le régime existant et de proposer des aménagements si nécessaires.

L'alimentation de la meute du « Pélago » a été choisie comme objet de notre étude. Le choix s'est porté sur cette meute car elle présente plusieurs avantages : d'une part, elle a l'intérêt d'être de taille importante avec des individus d'âges différents, à des stades physiologiques variés et, d'autre part, c'est la meute qui s'observe le plus facilement au sein du parc.

### III. Analyse critique de l'alimentation des loups de la meute du Pélago

#### A. Sujets et enclos d'étude

##### 1. Présentation des loups de la meute

La meute du Pélago possède une organisation hiérarchique très structurée et est souvent le siège de nombreuses interactions entre les loups.

A l'origine, elle était constituée de huit loups, quatre mâles et quatre femelles : Thor, Attila, Showset et Shadow pour les mâles, Discrète, Marquise, Karkhulka et Jumelle pour les femelles.

Le couple dominant, couple alpha, Thor et Discrète, a donné naissance à cinq louveteaux en 2005, trois mâles et deux femelles. Seuls deux d'entre eux ont été gardés par le parc au sein de la meute, un mâle, Tahoe et une femelle, Winkie.

En 2006, le couple alpha donne naissance à 7 louveteaux. Aujourd'hui, de cette portée ne sont présents que cinq adultes : trois mâles, Hélios, Yoda et Mowat et deux femelles, Inti et Kaila.

En 2007 et 2008, des louveteaux sont nés de l'accouplement des alphas mais le parc ne les a pas gardés.

En Avril et Mai 2009, sept louveteaux sont nés. Fait exceptionnel, il semblerait qu'ils soient nés de quatre femelles différentes. Ce type de reproduction multiple est assez rare à l'état sauvage et, souvent, s'explique par la venue de nouveaux reproducteurs au sein de la meute. En captivité, on pense qu'elle est favorisée par des liens génétiques et sociaux très étroits entre les différents membres avec des femelles reproductrices qui sont mère et fille par exemple. La reproduction multiple serait également plus probable lorsque les ressources alimentaires sont abondantes permettant l'élevage de plusieurs portées (Mech et Boitani, 2003).

Fin Avril 2009, Inti donne naissance à une femelle. Début Mai 2009, Discrète donne naissance à un mâle. Le 17 Mai, Jumelle donne naissance à un mâle et une femelle. Le 25 Mai, Kaila donne naissance à trois mâles.

Le tableau 4 présente l'ensemble des individus adultes de la meute avec leur sexe, leur âge, leur stade physiologique, leur place hiérarchique au sein de la meute et leur poids estimé.

Tableau 4 : Adultes de la meute du Pélago

M = Mâle ; F = Femelle ; Sénior = adulte de plus de 5 ans.

Nom	Sexe	Age (années)	Poids (kg)	Stade physiologique	Statut hiérarchique
Thor	M	7	53	Sénior	Alpha
Attila	M	7	50	Sénior	Béta/Gamma
Shadow	M	7	54	Sénior	Oméga
Showset	M	6	53	Sénior	Oméga
Tahoo	M	4	40	Adulte	Béta/Gamma
Hélios	M	3	50	Adulte	Gamma
Mowat	M	3	45	Adulte	Gamma
Yoda	M	3	50	Adulte	Gamma
Discrète	F	6	37	Sénior - anœstrus	Alpha
Jumelle	F	6	36	Sénior - anœstrus	Béta/Gamma
Marquise	F	6	32	Adulte - anœstrus	Oméga
Karkhulka	F	5	33	Adulte - anœstrus	Oméga
Winkie	F	4	33	Adulte - anœstrus	Gamma
Kaila	F	3	30	Adulte - lactation	Gamma
Inti	F	3	35	Adulte - anoestrus	Gamma

Les deux individus alpha sont les chefs de meute. Les individus bêta sont de second rang, les gammas sont des subordonnés. Enfin, les omégas sont les « souffre-douleurs » de la meute, ils vivent souvent en marge et peuvent être maltraités par les autres. En situation sauvage, ce sont souvent ces individus qui quittent les premiers la meute lors de période de disette.

Le poids de chaque loup a été estimé par les soigneurs par portée lors d'une capture des loups après anesthésie (par fléchage). On considère que lorsque les loups ont atteint leur format adulte, leur poids évolue peu d'une année sur l'autre.

Kaila est la seule femelle à être encore en lactation bien qu'elle ne devrait plus l'être ayant mis bas il y a plus de 10 semaines (le sevrage chez les loups a lieu vers deux mois). Pourtant, elle a été observée allaitant ses petits à plusieurs reprises pendant la période d'étude.

Le tableau 5 reprend l'ensemble des caractéristiques connues des louveteaux avec le nom de la mère, leur sexe et leur âge.

Tableau 5 : Louveteaux de la meute du Pélago  
Nom L1 = Mère du louveteau numéro 1 ; M = Mâle ; F = Femelle

Nom	Sexe	Age (semaines)
« Inti L1 »	F	15
« Discrète L1 »	M	14
« Jumelle L1 »	M	11
« Jumelle L2 »	F	11
« Kaila L1 »	M	10
« Kaila L2 »	M	10
« Kaila L3 »	M	10

## 2. Enclos du Pélago

La meute du Pélago vit au sein d'un enclos de 2,5 hectares que les soigneurs ont découpé en plusieurs zones en fonction de la topographie du terrain et des activités pratiquées par les loups (repos, couchage, nourrissage, repas, replis).

Lors de la construction de l'enclos, il a été souhaité que la topographie et l'habitat naturel du terrain préexistant soient respectés le plus possible. L'enclos se situe entre 1535 et 1575 m d'altitude. Il est caractérisé par une végétation subalpine (forêt de sapins, de mélèze et d'épicéas) et un sol rocailleux. Une mare artificielle a été construite afin d'apporter un point d'eau dans l'enclos. Elle mesure 4 à 5 mètres de diamètre et est alimentée par une source naturelle située au sein du parc. Le bassin est nettoyé et l'eau est renouvelée entièrement une fois par an.

L'enclos est encerclé par deux clôtures d'une hauteur de 2,50 mètres (avec un bas-volet de 0,50 mètres incliné de 45° vers l'intérieur du site) équipées de 2 câbles électriques, interdisant, même en hiver lors de fortes chutes de neige, la fuite des loups hors de leur enclos. Par contre, la maille du grillage (fils métalliques galvanisés d'un diamètre de 3 mm, torsadés en mailles de 50 cm) peut permettre le passage d'animaux de taille réduite comme

les rongeurs. L'enclos est à ciel ouvert, ainsi les oiseaux peuvent également pénétrer au sein de l'enclos. Des corbeaux sont régulièrement observés dans l'enclos.

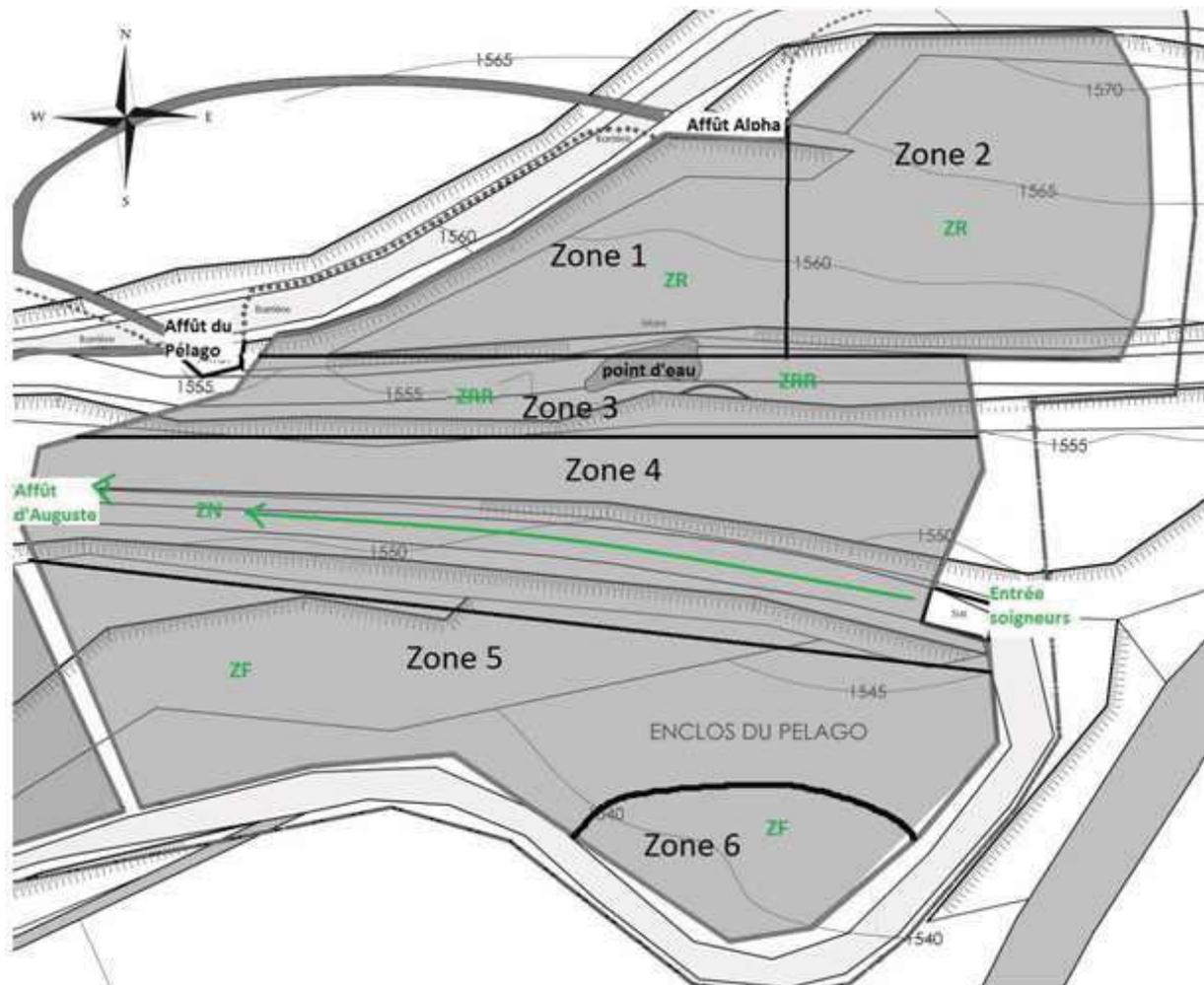


Figure 13 : Enclos de la meute du Pélagos

ZR = Zone de repos strict ; ZRR = Zone de repos et de restauration ; ZN = Zone de nourrissage ; ZF = Zone de replis et de fuite. Point d'eau = mare artificielle. Chemin vert = parcours des soigneurs depuis le sas d'entrée jusqu'à la ZN. Affût d'Auguste = site d'observation du nourrissage.

D'une manière générale, on peut distinguer au sein de l'enclos, quatre zones importantes : une zone de nourrissage (ZN) mise en place arbitrairement par les soigneurs (lieu de dépôt de la nourriture), une zone de repos et de restauration (ZRR), une zone de repos strict (ZR) et une zone de replis/fuite (ZF) (figure 13).

Il existe une seule entrée pédestre, située à l'est de l'enclos, permettant un abord rapide de la zone de nourrissage. Réservée aux soigneurs, elle n'est pas visible par les visiteurs. Cet

accès est sécurisé par un sas de sécurité et deux portes cadénassées. Dans le sas se trouve un pédiluve répondant aux normes sanitaires.

Autour de l'enclos, trois affûts ont été construits afin de permettre l'observation des loups par les visiteurs et le personnel du parc. Ils permettent en particulier l'observation de la zone de nourrissage et de la zone de repos et de restauration. Ils sont situés sur les limites ouest, nord-ouest et nord de l'enclos. Chaque affût porte un nom : l'affût d'Auguste est situé à l'ouest, l'affût du Pélago au nord-ouest et l'affût Alpha au nord, respectivement. Les observations réalisées dans cette étude lors du nourrissage ont été réalisées depuis l'affût d'Auguste qui permet la meilleure visualisation de la ZN.

### 3. Plan sanitaire de la meute

#### *i. Equipe soignante*

Au sein du parc travaille une capacitaine et une équipe de soigneurs. Un vétérinaire libéral, rattaché au parc est responsable des soins et de l'exécution du plan sanitaire du parc. Il est également responsable de la bonne tenue du registre vétérinaire.

#### *ii. Identification des loups*

Tous les loups, y compris les louveteaux, sont identifiés par insert électronique. Il est mis en place vers l'âge de 5 semaines, après capture. Tout comme chez le chien, on le place dans la gouttière jugulaire gauche. Cette localisation est actuellement discutée car elle pose des problèmes de perte de l'insert lors de conflits entre loups qui ont tendance à se mordre dans la région cervicale.

Le parc tient un registre d'entrée et de sortie des loups avec une description physique de chaque individu et le numéro de leur identification électronique.

Lors de l'identification des louveteaux, des prises de sang sont réalisées de manière systématique sur chaque individu afin de réaliser une numération formule et éventuellement une analyse biochimique sanguine (Urée, Créatinine, Alat, CK, glucose, protéines totales). Ces données permettent, d'une part, d'enrichir les références

hématologiques et biochimiques des loups et, d'autre part, de détecter d'éventuelles anomalies.

Lors de leur identification, les louveteaux sont également vaccinés et vermifugés.

### *iii. Vaccination*

Le protocole vaccinal des loups impose qu'ils soient vaccinés contre la maladie de Carré, l'Hépatite de Rubarth, la Parvovirose, le Parainfluenza, la leptospirose, et la rage (CHLPPi R). A l'âge de 5 semaines, seule la valence vaccinale contre la Parvovirose est réalisée. La vaccination complète CHLPPi R est réalisée tous les 3 ans lors de capture collective, un roulement étant mis en place entre les trois meutes du parc. La vaccination contre la Parvovirose est extrêmement importante car il faut savoir que cette maladie est endémique dans les Alpes-maritimes. Elle est réalisée à l'aide d'un vaccin hautement titré (Pfizer Vanguard®CPV 2), permettant une meilleure protection immunitaire.

### *iv. Vermifugation et traitement anti-parasitaire externe*

Les loups sont vermifugés en général deux fois par an. Le vermifuge utilisé est un anthelminthique oral avec une AMM pour le chien, le Drontal<sup>ND</sup>. Les principes actifs qu'il contient (Praziquantel, Fébantel et Pyrantel) permettent une lutte contre les principaux cestodes et nématodes du chien. La présentation sous forme de pâte permet de placer le médicament à l'intérieur des carcasses de poulets qui seront mangées par les loups.

Lors de la capture trisannuelle des loups, les animaux sont également vermifugés par spot-on à l'aide d'endectocides à AMM chien. Le Stronghold<sup>ND</sup> (Sélamectine) ou l'Advocate<sup>ND</sup> (Imidaclopride et Moxidectine) sont les deux produits utilisés. Ils permettent d'associer à la vermifugation des loups un traitement contre les principaux parasites externes (puces, acariens et poux).

## *v. Soins et suivi médical*

Un suivi médical est réalisé tous les trois ans par la réalisation de coproscopies et de prises de sang, examens qui s'ajoutent à la vermifugation et à la vaccination. Une sérologie Leishmaniose est également réalisée en partenariat avec le réseau d'épidémiologie-franco-italien. Les trois meutes du parc sont, à ce jour, indemnes de Leishmaniose.

Les principaux médicaments utilisés sont des antibiotiques ou des anti-inflammatoires. Ils peuvent être administrés aux loups par voie orale (injectés dans la nourriture) soit par voie sous cutanée par l'utilisation de fléchettes et d'un fusil hypodermique.

Les interventions sont réalisées à minima afin de ne pas perturber l'équilibre de la meute par la provocation d'un stress. L'observation des plaies est primordiale et les soigneurs n'agissent que s'ils jugent que la cicatrisation ne pourra pas se faire sans aide médicale. L'anesthésie et le retrait d'un loup de l'enclos pour des soins directs sont exceptionnels afin également de ne pas perturber la stabilité de la meute. Seules les captures collectives à but sanitaire (identification, vaccination, vermifugation, sortie définitive d'un loup de la meute) sont réalisées de manière systématique.

## **B. Alimentation de la meute du Pélago**

### **1. Ressources alimentaires**

La nourriture destinée aux loups est constituée uniquement de viande et seuls trois types sont utilisés : du bœuf désossé, appelé « bœuf bloc » (BB), du bœuf avec os, appelé « bœuf os » (BO), et du poulet (P). Alors que le bœuf désossé et le poulet sont distribués quotidiennement, le bœuf avec os est distribué épisodiquement.

#### *i. Conditionnement*

Les trois types de viande proviennent d'un seul et même fournisseur, Saint Laurent, spécialisé dans l'alimentation animale à destination des parcs animaliers. Les viandes sont conditionnées sous vide dans des sacs dont le poids varie suivant leur nature :

- bœuf désossé sous forme de bloc (BB) : sac de 15 kg,
- bœuf avec os (BO) : sac de 25 kg contenant des morceaux de 5 à 7 kg suivant la région anatomique concernée (épaule, plat de côte, jarret),
- poulet entier déplumé : sac de 20 kg.

#### *ii. Livraison et stockage de la nourriture*

Le parc est livré tous les 3 à 4 mois selon la saison. Les viandes sont stockées dans une chambre frigorifique à froid négatif (-18 °C). La quantité de nourriture nécessaire à la ration du surlendemain est prélevée tous les jours au sein de cette chambre froide par les soigneurs puis placée en décongélation pendant 24 heures dans un réfrigérateur maintenu entre 5°C et 7°C. La ration du lendemain est donc préparée la veille (pesée et découpe de la viande si nécessaire) et placée alors en attente dans un réfrigérateur maintenu entre 2°C et 4°C.

#### *iii. Composition des produits de la ration*

La composition des produits, transmise par la Société Saint Laurent, est renseignée dans l'Annexe 5.

#### *iv. Apports oléagineux et supplémentation en vitamines, minéraux et oligo-éléments*

De l'huile de tournesol est ajoutée à la ration en Décembre et Juin. Ses caractéristiques sont reprises dans un tableau en Annexe 5. Pour 20 kg de viande, 20 cl d'huile sont ajoutés à la ration.

Une cure avec un aliment minéral et vitaminé est généralement réalisée en Novembre et Mai (Carnizoo<sup>ND</sup>). Ce produit, décrit comme un supplément en vitamines, en minéraux et en oligo-éléments pour rapaces, félins, ursidés, canidés et reptiles est sous forme de poudre. Lors de son utilisation, la poudre est dissoute dans de l'eau afin d'obtenir une pâte qui est ensuite étalée sur la viande. La composition de ce produit est détaillée dans un tableau en

Annexe 6. Lors de son utilisation, il est ajouté à la ration 200 g de Carnizoo<sup>ND</sup> pour 20 kg de viande.

#### v. *Enrichissements alimentaires*

Afin de diversifier le comportement de recherche alimentaire des loups en captivité, des enrichissements alimentaires peuvent être mis en place ponctuellement sous la forme de petites proies mortes cachées dans l'enclos. Une variété de petites « proies » est mise à la disposition du parc par la société Saint Laurent : maquereaux, rats, souris, cobayes, cailles, poussins, cous de volaille, cœurs de dinde et de bœuf. Ces apports ne seront pas pris en compte plus tard dans l'analyse énergétique de la ration étant donné leur très faible importance au sein de celle-ci.

#### 2. Déroulement du nourrissage

La meute du Pélago est nourrie six jours sur sept avec un jour de jeûne choisi arbitrairement le jeudi.

Ce jour de jeûne a été mis en place pour plusieurs raisons. Tout d'abord, sur un plan pratique, il permet aux soigneurs de réaliser, ce jour, un nettoyage de l'enclos avec ramassage des restes alimentaires et des excréments dans les zones faciles d'accès. Ce nettoyage permet, en partie, de limiter les risques d'infestations de parasites sur la viande non consommée et la venue massive d'oiseaux charognards comme les corbeaux. De plus, il a également été décidé d'instaurer ce jour de jeûne afin de mimer les jours de diète pouvant avoir lieu dans la vie sauvage lors de chasse infructueuse ou lors de période de disette.

La ration de la meute est apportée par les soigneurs, à pied et à l'aide d'une brouette, depuis l'entrée pédestre de l'enclos (figure 13). Elle est ensuite acheminée jusqu'à la zone de nourrissage (ZN). Les seaux contenant la nourriture sont déversés en totalité sur cette zone. Dès que la nourriture est disposée, les soigneurs repartent de l'enclos. Aucune interaction sociale n'a lieu entre les soigneurs et les loups.

3. Evaluation de l'alimentation des loups du Pélago
  - i. *Evaluation de l'adéquation de la ration alimentaire quotidienne proposée aux loups du Pélago avec leurs besoins énergétiques journaliers*
    - a. Matériels et méthodes

La ration quotidienne de la meute du Pélago a été relevée sur l'ensemble du mois de Juillet 2009 excepté le 4 juillet (Annexe 7). Pour chaque jour de distribution sont notées les quantités données de poulet (P), de bœuf bloc (BB) et de bœuf os (BO) et la ration totale. Les 2, 9, 16, 23 et 30 juillet correspondant aux jours de jeûne de la meute, on considère que chaque ration (P, BB, BO et totale) est équivalente à 0 kg.

A l'aide de la composition de chaque type de viande en protéines brutes (PB) (g/kg) et en matières sèches (MS) (g/kg) et de l'apport en énergie métabolisable (EM) (kcal/kg) qu'elles représentent (Annexe 5), l'apport en PB (g) en MS (g) et en EM (kcal et Mcal) de chaque ration (P, BB, BO, ration totale) pour l'ensemble de la meute ont été calculés (Annexe 8).

A partir de l'énergie métabolisable apportée par la ration totale quotidienne de la meute, a été calculé l'apport en énergie métabolisable moyenne de la ration quotidienne d'un loup. Pour cela il est considéré que la meute est constituée de 22 loups adultes : les 15 adultes plus les 7 louveteaux considérés comme des adultes. En effet, sur la période d'étude, les louveteaux ont en moyenne trois mois, ils sont tous sevrés ou du moins mangent de la viande. Leur besoin en énergie métabolisable est proche de celui d'un adulte pour couvrir leur besoin d'entretien mais également assurer leur croissance. On a donc 8 + 5 = 13 adultes mâles et 7 + 2 = 9 adultes femelles. Le poids moyen d'un loup adulte mâle de la meute du Pélago est de 49 kg, celui d'une femelle adulte est de 34 kg. On obtient donc un poids total de meute de  $13 \times 49 + 9 \times 34 = 943$  kg soit un poids adulte moyen de  $943/22 = 42,9$  kg.

A partir du modèle énergétique élaboré par Espuno (2004) d'après l'équation de Nagy *et al.* (1999) (Annexe 3) établissant le besoin énergétique de Terrain (BET) d'un loup sauvage adulte mâle ou femelle en anoestrus (non gestante et non en lactation) :

$$\text{BET (kJ/j)} = 1,67 * (1000 * \text{PV})^{0,869} \text{ soit } \text{BEN (kJ/j)} = 676 * \text{PV}^{0,869}$$

$$\text{soit } \text{BET (kcal/j)} = 162 * \text{PV}^{0,869}$$

avec  $1 \text{ kcal} = 4,18 \text{ kJ}$  et où PV est le poids vif de l'animal en kg, on peut comparer l'adéquation du besoin énergétique quotidien d'un loup adulte de la meute du Pélago avec l'apport énergétique quotidien de la ration pour un loup.

## b. Résultats

Sur le mois de Juillet 2009, la ration quotidienne de la meute (sur les jours de distribution) a varié de 44 kg à 51,5 kg de viande soit en moyenne 47,8 kg pour la meute c'est-à-dire 2,2 kg par loup. On distingue deux périodes, la première allant du 1<sup>er</sup> au 11 juillet où il n'y a eu aucune distribution de BO et la deuxième allant du 12 au 31 juillet où le BO est souvent substitué au BB. Du 1<sup>er</sup> au 11 juillet, la ration quotidienne moyenne de la meute est de 49,1 kg de viande, elle est composée de 20 kg de P et de 29,1 kg de BB. Du 12 au 31 juillet, la ration quotidienne moyenne de la meute est de 47,2 kg de viande, elle est composée de 20 kg de P, 22,4 kg de BB et de 4,8 kg de BO.

La distinction de ces deux périodes se retrouve sur l'évolution de l'apport en PB, en MS et en EM de la ration (P, BB, BO et ration totale) sur le mois de juillet (Annexe 9). Du 12 au 31 Juillet, les apports en PB, MS et EM ont été plus faibles. Le 2 juillet, l'EM a été de 119,12 Mcal (Mégacalories), le 11 juillet de 119,12 Mcal et le 31 juillet de 102,68 Mcal, respectivement.

On a réalisé une moyenne de l'apport en PB, MS et EM de chaque ration (P, BB, BO et totale) sur l'ensemble du mois de Juillet (Annexe 10). Afin de rendre compte de l'apport réel moyen quotidien d'EM obtenu par la meute sur le mois de juillet, il est nécessaire de prendre en compte tous les jours y compris les jours de jeûne où la ration était donc nulle. L'apport moyen quotidien en EM pour la meute du Pélago sur le mois de Juillet 2009 a été de 90188 kcal/j. On considère que la meute est constituée de 22 adultes dont le poids moyen est de 42,9 kg. On a donc un apport quotidien moyen en EM pour un loup du Pélago de  $90188/22 = 4099 \text{ kcal}$ .

Si l'apport quotidien moyen en EM pour un loup est égal à  $K' * PV^{0,869}$ ,  $K'=156$  dans notre étude (car  $4099 = K' * 42,9^{0,869}$ ), ce qui est comparable au BET d'un loup estimé d'après Espuno (2004) avec  $162 * PV^{0,869}$  où  $K = 162$ .

### c. Discussion

L'enregistrement quotidien des rations des loups du Pélago montre que l'apport réalisé correspond aux besoins des loups sauvages évalués par le modèle de Espuno (2004). Cependant ici, nous n'avons pas tenu compte des différents stades physiologiques des loups (âge, lactation,...). De plus, les louveteaux ont été considérés comme des adultes. Enfin, étant donné que le poids moyen d'un loup de la sous-espèce *Canis lupus lupus* est de 40 kg pour un adulte mâle et 35 kg pour un adulte femelle, les mâles de la meute du Pélago sont en surpoids.

Un facteur de correction relatif au stade physiologique de chaque membre de la meute pourrait être utilisé à l'instar de ce qui se fait chez le chien. Un facteur de correction  $k_3=0,85$  pour les séniors (loups âgés de plus de 5 ans) ou encore un facteur de correction majorant les besoins d'une femelle en lactation comme décrit par le modèle de Espuno (2004) (Annexe 3) auraient pu être utilisés. Cependant, considérer les louveteaux comme des adultes n'est pas une grande source d'erreur car, comme nous l'avons vu, les besoins énergétiques nécessaires à leur croissance sont tels qu'ils ont un besoin en nourriture équivalent à celui des adultes.

Dans notre étude, l'apport énergétique de la ration est en adéquation avec les besoins théoriques de la meute mais celle-ci est constituée d'animaux trop lourds. Il faudrait plutôt ré-estimer le besoins énergétique des loups en fonction du poids idéal qu'ils devraient faire. Il est rapporté par Goszczynski (1996) un poids moyen de 37 kg pour *Canis lupus lupus*. Dans ce cas, le BET =  $162 * 37^{0,869} = 3703$  kcal/j (contre 4099 kcal). Il faudrait donc réduire l'apport moyen quotidien de la ration de  $4099-3703 = 396$  kcal/j pour un loup, soit 8712 kcal/j pour la meute, ce qui correspond à une baisse d'environ 10% de la ration.

Les déplacements du loup en captivité sont restreints et il n'a pas à chasser pour se nourrir puisque la nourriture lui est fournie « prête à manger ». Doit être gardées à l'esprit, les dépenses énergétiques liées aux déplacements, aux jeux, aux conflits mais également à la gestation et à la lactation des femelles ayant mis bas. Bobek et Nowicki (1996) ont observé deux loups dans un enclos de 240 m<sup>2</sup> et ont montré que 28,9% de leur temps était consacré au parcours de sentiers (marche et course).

Le besoin énergétique quotidien d'un loup en captivité devrait être minoré par rapport à celui d'un loup à l'état sauvage, mais il n'est pas non plus comparable à celui du chien. Si on compare le besoin énergétique du loup à celui du chien ( $BER \text{ (kcal/j)} = 130 * PV^{0,75}$  donc où  $K=130$ ), on observe que l'apport réalisé ici correspond à 1,8 fois le besoin énergétique théorique de chiens de même taille ( $4099 = K' * 42,9^{0,75}$  soit  $K'=244$  et  $K'/K = 1,8$ ).

Pour compléter notre étude, il serait nécessaire de mesurer les activités et déplacements de ces loups captifs afin de les comparer à ceux de loups sauvages. Des observations de terrain pourraient être envisagées avec par exemple la mesure du trajet parcouru par jour dans l'enclos par un loup ou encore le comptage du nombre quotidien de conflits des loups captifs.

Enfin, rappelons que l'estimation du Besoin Energétique de Terrain pour un loup sauvage établie en premier lieu par Nagy *et al.* (1999), a été considérée comme pouvant être exprimée en énergie métabolisable. C'est sous cette condition que ce besoin peut être comparé aux apports en énergie métabolisable de la ration.

Une approche complémentaire sur le comportement alimentaire a été réalisée via l'intermédiaire d'observations quotidiennes du nourrissage de la meute. Ces observations avaient pour but d'apprécier, d'une part, la vitesse d'ingestion des loups et, d'autre part, la pérennité ou non de restes alimentaires dans l'enclos sur des périodes allant de deux heures à 24 heures et à une semaine.

*ii. Appréciation de la quantité de nourriture ingérée : observation quotidienne du nourrissage*

Lors de l'observation quotidienne du nourrissage de la meute du Pélago trois points nous ont intéressés :

- Combien de temps mettent les loups pour ingérer la totalité de la ration quotidienne ?
- Existe-t-il des restes un jour sur l'autre ?
- Existe-t-il des préférences alimentaires entre les types de viande ?

## a. Matériels et méthodes

Le nourrissage a été observé depuis l'affût d'Auguste (figure 13) pendant au moins une heure sans interruption. Les vingt premières minutes ont été enregistrées sur un support vidéo. Les observations ont été ensuite notées par l'opérateur. Selon les restes observés sur la zone de nourrissage (ZN), l'opérateur a décidé de revenir observer périodiquement la zone d'étude. Dans tous les cas de figure, les observations ont été stoppées au bout de deux heures après le nourrissage.

A été relevée, en fonction du temps, à partir du dépôt de la viande par les soigneurs sur la ZN, toute quantité de nourriture ingérée sur place ou emportée dans une autre zone de l'enclos. Etant donnée la difficulté d'observer l'enclos dans sa totalité, il a été considéré que toute nourriture emportée hors de la zone de nourrissage et donc hors du champ d'observation de l'opérateur avait été consommée.

L'appréciation des quantités de nourriture prélevée ou ingérée sur place a été réalisée selon les observations de l'opérateur, son expérience ainsi que selon le type de viande. Les carcasses de poulets consommées ou transportées ont été comptabilisées individuellement, leur observation étant aisée. Par contre, les morceaux de BB ou de BO mangés ou emportés ont été estimés par l'opérateur.

En revanche, l'appréciation de la quantité de nourriture ingérée par individu a été impossible. En effet la reconnaissance des loups demanderait une plus grande expérience sur le terrain. De ce fait, seule la quantité de nourriture ingérée par l'ensemble de la meute a été enregistrée.

Lors des jours de jeûne de la meute, aucune observation n'a été réalisée. Le nettoyage de l'enclos a permis en revanche de peser les restes alimentaires retrouvés. Il a été ainsi possible d'évaluer sur une semaine la quantité de restes par rapport à la ration totale donnée.

L'étude a été réalisée du 7 au 31 Juillet 2009 inclus.

## b. Résultats

On remarque plusieurs points :

- Le poulet est toujours consommé en premier,
- Alors qu'après quinze minutes d'observations (en moyenne), il ne reste plus de poulet sur la ZN, il reste toujours au moins un quart de la ration en bœuf au bout de deux heures d'observation,
- Les loups ingèrent plus de nourriture et plus rapidement le lendemain du jour de jeûne (le vendredi),
- Bien que la ration quotidienne ait diminué de 5% à partir du 12 juillet par diminution de la part de BB non compensée par la distribution de BO, il existait encore des restes de bœuf après deux heures d'observation,
- Lors de la pesée hebdomadaire des restes alimentaires retrouvés dans l'enclos le jour du jeûne, on a retrouvé une quantité moindre de restes par rapport à la somme des restes quotidiens observés sur une semaine.

## c. Discussion

Le protocole élaboré a permis de simplifier le déroulement des observations tout en estimant la quantité ingérée par la meute quotidiennement mais également hebdomadairement par l'intermédiaire de la pesée des restes alimentaires, les jours de jeûne.

Cependant, on peut énoncer un biais inhérent à ce protocole : une viande transportée en dehors de la ZN n'est pas forcément ingérée dans l'immédiat. En effet, elle peut être simplement déplacée dans une zone de l'enclos non visible par l'opérateur ou mise de côté par un loup dans des caches alimentaires. De plus, on retrouve toutes les semaines des restes alimentaires dans l'enclos.

Enfin, il a été observé la présence de corbeaux plusieurs jours sur la ZN mais également dans le reste de l'enclos. Certains d'entre eux ont même été observés se nourrir sur la ZN. Il

existerait donc une quantité de nourriture ingérée par les charognards comme les corbeaux à soustraire de celle ingérée par la meute. Malheureusement elle est impossible à quantifier.

Afin d'améliorer le protocole et rendre les résultats plus fiables, il serait pertinent de multiplier les points d'observations, soit par l'intervention de plusieurs opérateurs, soit par l'utilisation de matériels vidéo. De plus, il serait également bénéfique pour cette étude, de connaître la quantité ingérée par loup. Pour cela, une connaissance et une reconnaissance parfaite des différents membres de la meute seraient nécessaires.

La ration quotidienne des loups est toujours composée de poulets (P) et de bœuf désossé (BB). Elle est parfois accompagnée de bœuf avec os (BO). Lors des observations, le poulet est la viande que les loups consomment toujours en premier. On note également que les loups, le plus souvent, consomment uniquement les viscères dans un premier temps puis consomment, dans un deuxième temps, le reste des carcasses. Le plus souvent, les pièces de bœuf n'ont pas été consommées tant qu'il reste du poulet sur la ZN.

Le fait que le poulet soit ingéré avant le bœuf ne préjuge pas forcément d'une préférence alimentaire pour ce type de viande. Même si cette nourriture présente l'avantage pour les loups de contenir des viscères qui sont généralement les premiers éléments d'une proie à être mangé, cette viande représente surtout l'avantage de pouvoir être mangée rapidement et de pouvoir être emportée facilement à l'abri des autres congénères.

On peut penser que les loups ne consomment pas la totalité de la ration quotidienne le jour même où celle-ci est distribuée. En effet, des quantités importantes de viande sont encore observées deux heures après le début du nourrissage. Cependant, lors de la recherche de restes alimentaires les jours de jeûne, peu de viande ou d'os ont retrouvés par comparaison avec les restes observés quotidiennement à la fin des observations de l'opérateur. Néanmoins, il est possible que des caches alimentaires creusées par les loups dans l'enclos ne soient pas détectées par les soigneurs lors du nettoyage. De la nourriture pourraient ainsi être conservées à l'abri pendant plusieurs jours.

Il est donc difficile de savoir avec exactitude au bout de combien de temps la totalité de la ration journalière est ingérée par la meute. On peut cependant estimer que la moitié est

consommée rapidement avant la fin des deux heures d'observations (car représentée par le poulet) et que le reste est consommé entre 24 heures et une semaine.

#### IV. Conclusion

La meute du Pélago est nourrie uniquement à partir de viandes (bœuf et poulet). Même si ces espèces sont très peu rencontrées en situation sauvage, une alimentation exclusivement carnée est celle qui se rapproche le plus des conditions de vie du loup en liberté. Des carcasses entières ne sont pas mises à leur disposition mais des morceaux de bœuf avec os permettent d'assurer un apport en calcium. En parallèle des cures de minéraux et vitamines sont réalisées deux fois par an. Les besoins en calcium, phosphore et autres minéraux ne sont pas connus chez l'espèce *Canis lupus* mais on peut considérer que l'apport en minéraux semble correct puisqu'aucun trouble de croissance des louveteaux n'a jamais été observé au sein du Parc Alpha.

En ce qui concerne l'aspect quantitatif de la ration, on a une adéquation de l'apport énergétique de la ration avec les besoins de la meute à condition de les estimer à l'aide d'un modèle élaboré pour des loups en liberté. Des observations plus fines de nourrissage pourraient nous permettre de mieux étayer nos résultats.

Depuis 2010, la ration alimentaire de la meute du Pélago a été diminuée de près de 25 % en été (1,7kg/loup/j en moyenne). Cette volonté de minorer l'apport quotidien de nourriture a été motivée, d'une part, par l'observation d'importants restes alimentaires dans l'enclos et un surpoids des membres de la meute et, d'autre part, par l'existence de trop nombreux conflits entre les loups, lors d'abondance de nourriture. En effet, les loups de rangs inférieurs, excités par la profusion de nourriture, respectaient trop peu l'ordre hiérarchique de nourrissage et étaient amenés à subir les attaques de leurs supérieurs. Ce changement a porté ses fruits puisqu'aujourd'hui, les loups présente un poids de forme plus en adéquation avec leur poids idéal et le nombre de conflits a considérablement diminué. A l'inverse, il est toujours préférable d'avoir un peu plus de nourriture que nécessaire pour que les individus oméga, derniers à pouvoir avoir accès à la nourriture, puissent ingérer au quotidien la quantité dont ils ont besoin.

On peut donc estimer que les loups du Pélago avec un poids idéal ont un besoin énergétique quotidien minoré d'au moins 15% par rapport à celui de loups sauvages avec le même poids. Pour un loup sauvage de 37 kg il avait été établi un BET de 3703 kcal/j. Pour un loup captif du Pélago on obtient donc un  $BET = 3703 - 0,15 * 3703 = 3148$  kcal/j. En considérant l'apport énergétique de 1 kg de la ration totale moyenne proposée en Juillet 2009 constituée de 42% de poulet, 51% de bœuf désossé et de 7% de bœuf avec os (soit  $4099 / 2,2 = 1863$  kcal/kg/j), il devrait être distribué aux loups du Pélago 1,7 kg/loup/j de cette ration ( $3148/1863$ ). Ce résultat est en accord avec ce qui est réalisé au sein du parc depuis 2010.

## CONCLUSION

Le loup en liberté est un carnivore qui met en jeu son comportement de prédateur dans la recherche de nourriture. Il est ainsi amené à parcourir de grandes distances et à s'adapter à la topographie et au climat de son milieu afin de trouver les proies qu'il devra ensuite chasser pour s'alimenter. La chasse est une activité du loup à part entière qui se caractérise par la mise en place d'une série d'actions dans le but d'isoler une proie et de lui apporter une attaque finale. Une fois la proie mise à mort, s'organise autour de celle-ci un repas sous forme protocolaire où se mêlent comportement sociaux (respect de la hiérarchie de la meute) et comportements alimentaires (préférences alimentaires, caches alimentaires, concept festin/famine,...). La réalisation de l'ensemble de ces comportements représente chez le loup sauvage une dépense énergétique majeure.

Dès lors que le loup est en captivité, le comportement de prédation ne peut plus s'exercer. Cependant, on observe chez des meutes équilibrées, le maintien des comportements alimentaires mais également le maintien des comportements sociaux construits autour du respect de la hiérarchie du groupe. En captivité, le loup conserve des besoins énergétiques importants même s'ils sont inférieurs à ceux d'un loup en liberté.

Alors qu'il devient de plus en plus aisé d'estimer les besoins alimentaires des loups sauvages grâce à de nouveaux moyens scientifiques mis en œuvre et à l'intérêt croissant qui est suscité par ces travaux, peu de données permettent aux parcs d'adapter ces travaux aux loups captifs.

L'étude de l'alimentation de loups captifs à partir de l'exemple des loups du Parc Alpha nous a permis de comparer la consommation des loups captifs à celle des loups sauvages et d'établir une approximation de leurs besoins énergétiques quotidiens à partir de modèles simplifiés. Nos résultats nous permettent de penser que les besoins alimentaires des loups captifs pourraient être au moins minorés de 15% par rapport à ceux de leurs congénères en liberté dans le contexte d'une alimentation exclusivement carnée. La part d'incertitude dans ce résultat réside dans la difficulté de quantifier les dépenses énergétiques réelles des loups en captivité. Afin d'étayer ce résultat il pourrait être envisagé de renouveler des

observations au sein du parc et d'objectiver les différentes activités des loups afin d'en déterminer leurs coûts énergétiques.

**AGREMENT SCIENTIFIQUE**

**En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire**

Je soussignée, **Nathalie PRIYMENKO**, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **MEUNIER Aurélie** intitulée « *L'alimentation des loups (Canis lupus) en captivité – Exemple de l'alimentation des loups du Parc Alpha (Mercantour)* » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le  
**Docteur Nathalie PRIYMENKO**  
Enseignant chercheur  
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



Vu :  
**Le Directeur de l'Ecole Nationale  
Vétérinaire de Toulouse**  
**Professeur Alain MILON**


Vu :  
**Le Président du jury :**  
**Professeur Claude MOULIS**



Vu et autorisation de l'impression :  
**Le Président de l'Université**  
**Paul Sabatier**  
**Professeur Gilles FOURTANIER**

27 JUN 2011  
  


Conformément à l'Arrêté du 20 avril 2007, article 6, la soutenance de la thèse ne peut être autorisée qu'après validation de l'année d'approfondissement.



## BIBLIOGRAPHIE

**Bertrand A.**, Etude du régime alimentaire des loups (*Canis lupus*) du Parc National du Mercantour et de leur impact potentiel sur les populations d'ongulés sauvages, Mémoire de DEA, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 2003, 64pp.

**Bobek B., Nowicki P.**, Food intake and digestibility of various natural diets in wolves, J. Wildl. Res., 1996, 1(2), 148-154.

**Brangi A., Matteucci C., Meriggi A., Rosa P.**, Habitat use and diet of the wolf in Northern Italy, Acta Theriol., 1991, 36, 141-151.

**Ciucci P., Boitani L., Francisci F., Andreoli G.**, Home range, activity and movements of a wolf pack in Central Italy, J. Zool., Lond., 1997, 243, 803-819.

**Ciucci P., Boitani L., Raganella Pelliccioni E., Rocco M., Guy I.**, A comparison of scat-analysis methods to assess the diet of the wolf *Canis lupus*, Wildl. Biol., 1996, 2(1), 37-48.

**Combettes Lemaire C.**, "Les loups du Gévaudan", structure, fonctionnement et intérêts du parc à loups de Sainte-Lucie (Lozère), Thèse Méd. Vét. Alfort, 2000, 26, 119pp.

**De Beaufort F.**, Le loup en France : éléments d'écologie historique, Encyclopédie des Carnivores en France, S.F.E.P.M. éd., Nort sur Erdre, 1987, 31pp.

**Espuno N.**, Impact du loup (*Canis lupus*) sur les ongulés sauvages et domestiques dans le massif du Mercantour, Thèse de doctorat, Université Montpellier II, 2004, 221pp.

**Fleurat C.**, Les canidés, leurs proies et leurs techniques de prédation, Thèse Méd. Vét. Lyon, 1992, 088, 224pp.

**Fox M.W.**, Social dynamics of three captive wolf packs, Behaviour, 1973, 47 (3-4), 290-301.

**Glowacinski Z., Profus P.**, Potential impact of wolves *Canis lupus* on prey populations in Eastern Poland, Biol. Conserv., 1997, 80, 99-106.

**Goszczyński J.**, Locomotor activity of terrestrial predators and its consequences, Acta Theriol., 1986, 31, 79-95.

**Gurarie E., Suutarinen J., Kojola I., Ovaskainen O.**, Summer movements, predation and habitat use of wolves in human modified boreal forests, Oecologia, 2011, 165 (4), 891-903.

**Hayes R.D.**, Numerical and functional responses of wolves and regulation of moose in the Yukon, Master's thesis, Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, 1995, 132pp.

**Holleman D.F., Stephenson R.O.**, Prey selection and consumption by Alaskan wolves in winter, J. Wildl. Manage., 1981, 45(3), 620-628.

- Jedrzejewski W., Schmidt K., Theuerkauf J., Jedrzejewska B., Selva N., Zub K., Szymura L.,** Kill rates and predation by wolves on ungulate populations in Bialowieza Primal Forest (Poland), *Ecology*, 2002, 83(5), 1341-1356.
- Kleiber M.,** Body size and metabolism, *Hilgardia*, 1932, 6, 315-353.
- Laborde E.,** Etude du parasitisme interne des loups du Parc Alpha dans le Mercantour, Thèse Méd. Vét. Toulouse, 2008, 4079, 127pp.
- Landry J-M.,** Le loup, Delachaux et Niestlé SA éd., Paris, 2009, 240pp.
- Larivière S., Jolicoeur H., Crête M.,** Status and conservation on the Gray wolf (*Canis lupus*) in wildlife reserves of Québec, *Biol. Conserv.*, 2000, 94, 143-151.
- Le Frapper E.,** Contribution à l'étude de la hiérarchie sociale du loup, Thèse Méd. Vét. Nantes, 1993, 072, 98pp.
- Lyon E.,** Organisation spatiale des activités dans un groupe de loups captifs, *Canis lupus lupus*, du parc animalier « Les loups de Chabrières » (Creuse), Thèse Méd. Vét. Alfort, 2006, 91pp.
- Mech L.D.,** Predators and predation, *White-tailed Deer Ecology and Management*, 1984, 189-200.
- Mech L.D., Boitani L.,** Wolves : behavior, ecology and conservation, University of Chicago Press éd., 2003, 287pp.
- Meriggi A., Brangi A., Matteucci C., Sacchi O.,** The feeding habits of wolf in relation to large prey availability in northern Italy, *Ecography*, 1996, 19, 287-295.
- Metz M.C., Vucetich J.A., Smith D.W., Stahler D.R., Peterson R.O.,** Effect of sociality and season on Gray Wolf (*Canis lupus*) foraging behavior : implications for estimating summer kill rate, *PLoS ONE*, 2011, 6(3), e17332.
- Mogicato G., Monnereau L.,** Ostéologie des mammifères domestiques, Le squelette axial, Cours d'anatomie de première année, ENVT.
- Müller S.,** Diet composition of wolves (*Canis lupus*) on the Scandinavian Peninsula determined by scat-analysis, English summarization of the thesis : Saisonale Variation im Nahrungsspektrum des Wolfes in Skandinavien, Oder : Was ist Wirklich drin im Wolfscot Suède, School of Forest Science an Resource Management, Technical University of Munich, Germany, 2006, 36pp.
- Nagy K.A., Girard I.A., Brown T.K.,** Energetics of free-ranging mammals, reptiles and birds, *Annu. Rev. Nutr.*, 1999, 19, 247-277.

**Neault L.**, Entre chien et loup, étude bibliographique et comportementale, Thèse Méd. Vét. Toulouse, 2003, 4102, 429pp.

**Pimlott D.**, The ecology of the wolf in North America – The wild Canids, their systematic, behavioral ecology and evolution, Fox M.W. , Van Nostrand Reinhold Compagny éd., 1975, 280-285.

**Promberger C., Hayes R.D., Kaczensky P.**, Interspecific competition between ravens and wolves in the boreal forest, Simposio International obre el lobo, Leon, Spain, Consejeria de Medio Ambiente y Ordenacion del Territorio, Leon, 1993, 52-53.

**Priymenko N.**, L'alimentation du chien, Cours de nutrition de première année, ENVT.

**Rasclé C.**, Maîtrise de la reproduction du loup en captivité, application pratique sur une meute du Parc Alpha (Parc du Mercantour), Thèse Méd. Vét. Toulouse, 2008, 4052, 163pp.

**Sautet J.**, Les dents des mammifères domestiques, Cours d'Anatomie de première année, ENVT.

**Sautet J.**, Les muscles de la tête, Cours de Myologie de première année, ENVT.

**Savage C.**, Le loup, Edition du Trécarré, Saint-Laurent, 1989, 159pp.

**Schmidt P.A., Mech L.D.**, Wolf pack size and food acquisition, Am. Nat., 1997, 150(4), 513-517.

**Thurber J.M., Peterson R.O.**, Effects of population density and pack size on the foraging ecology of grey wolves, J. Mammal., 1993, 74, 879-889.

**Toutain P.L.**, Physiologie digestive, Cours de physiologie de première année, ENVT.

**Wolfe M.L., Allen D.L.**, Continued studies of status, socialization and relationships of Isle Royale Wolves 1967 to 1970, J. Mammal., 1973, 54, 611-633.

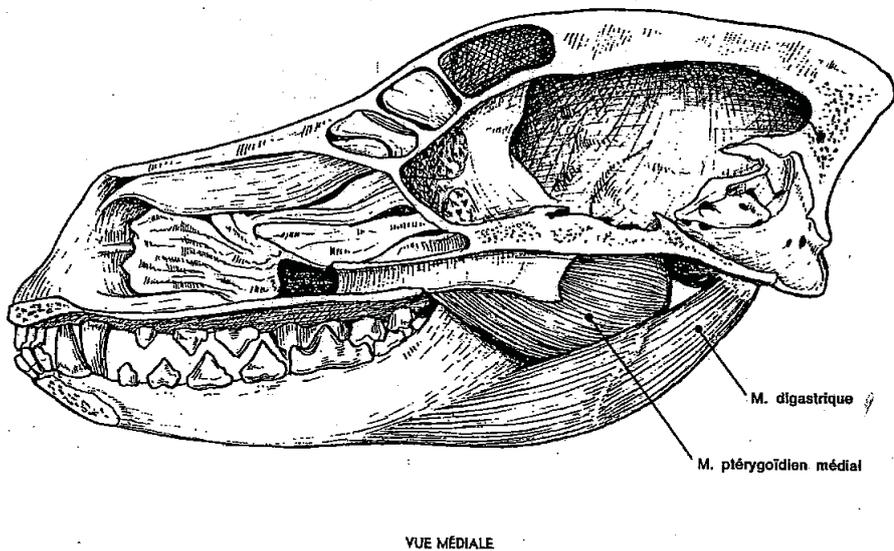
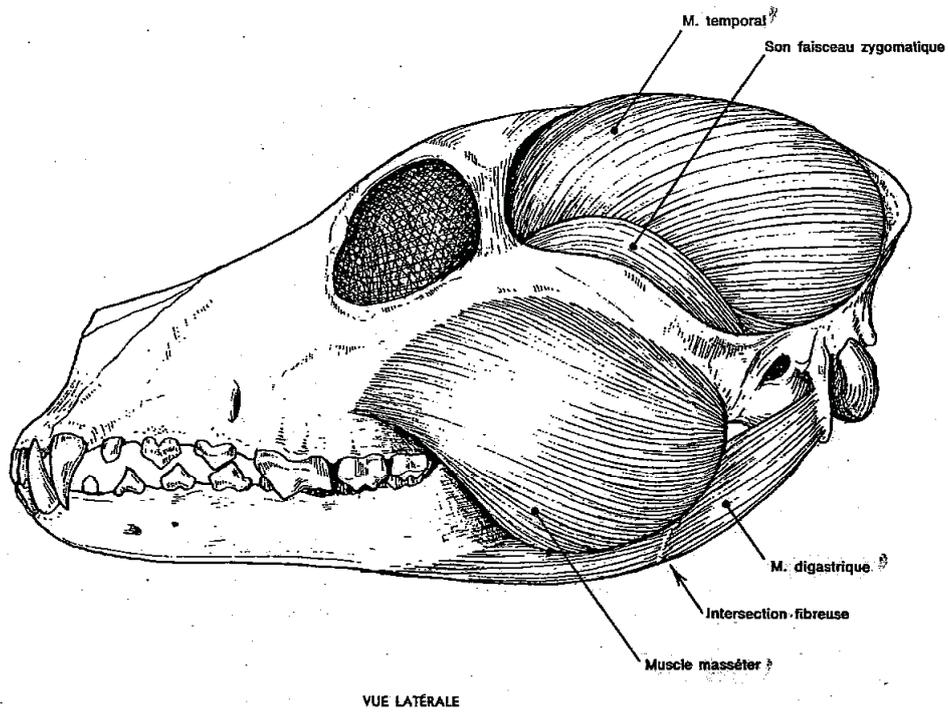
**www.theologyweb.com**, page consultée le 01/04/2010, anonyme.



## ANNEXE 1

### Muscles masticateurs du chien

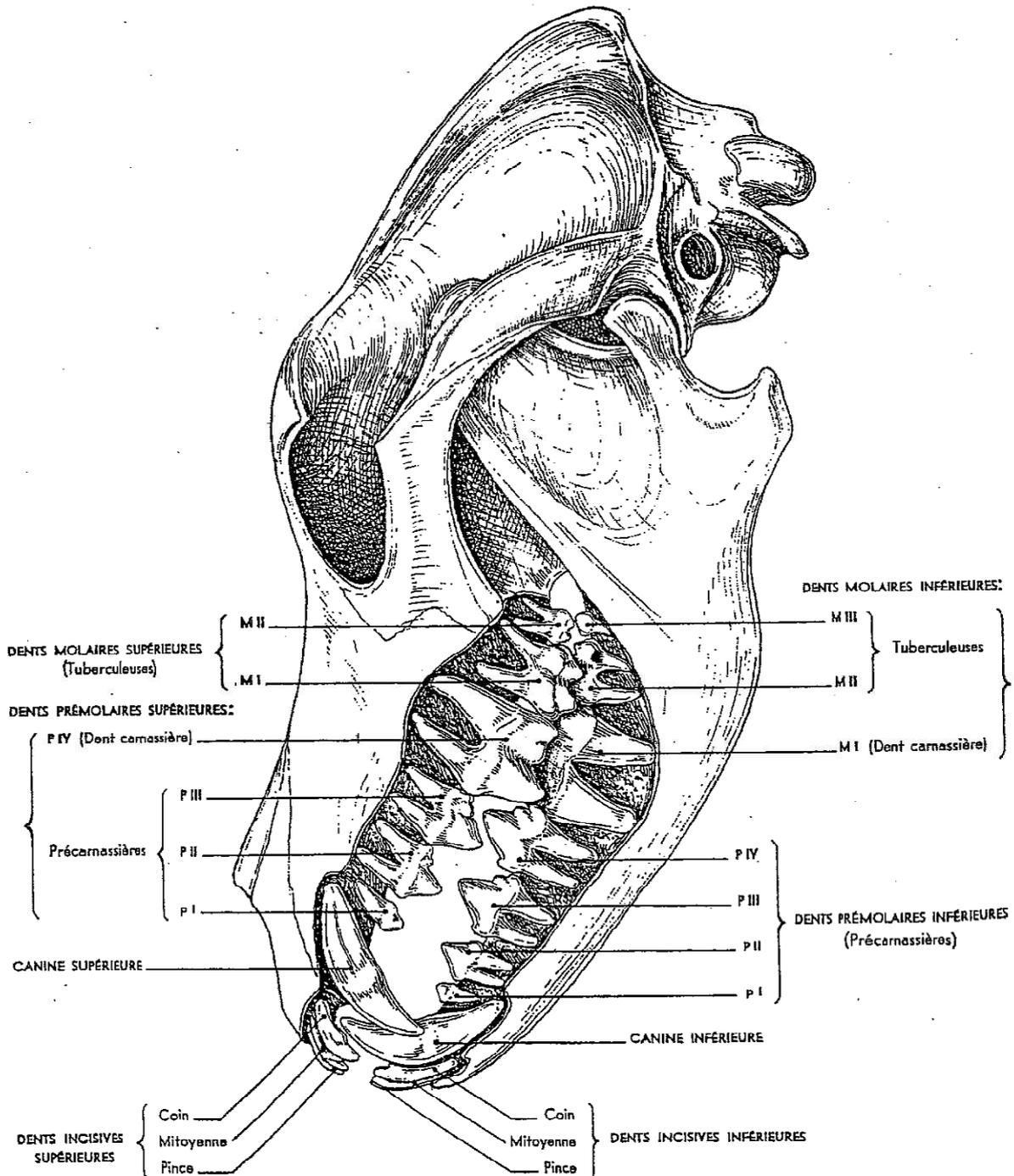
D'après R. BARONE, 1989, issu du document pédagogique accompagnant le Cours de Myologie de première année, Sautet J., ENVT.



## ANNEXE 2

### Denture d'un chien adulte

D'après R. BARONE, 1989, issu du document pédagogique accompagnant le Cours d'Anatomie de première année, Sautet J., ENVT.



## ANNEXE 3

### Modèle énergétique élaboré par Espuno (2004)

Tableau 1 : Paramètres utilisés dans le modèle énergétique et considérés comme plausibles dans le Mercantour

Parameter	Lower value	Upper value	Source
REPR % breeding females	0.59	0.90	% breeding females in Ontario was 0.59 (Pimlott et al. 1969), and 0.9 in a rapidly growing population (Fritts and Mech 1981). We expected an intermediate value in Mercantour where the population is still expanding
TRANS % transient wolves in the population	0.05	0.20	Fuller 1989
LITSIZ Average litter size at birth	4	7	Mech 1970
WEANING Date of weaning	33	45	Mech 1970
FEC 1 <sup>st</sup> day of gestation	300	308	Mech 1970
$\square_{res}$ Yearly survival of adult resident wolves	0.70	0.90	Stable populations of wolves seem able to sustain maximal annual harvests of 23-40% (Keith 1983, Ballard et al. 1991). Survival rate was 0.84 in a semi-protected population (Pletscher et al. 1997) and 0.87 in a recovering population without distinguishing residents from transients (Wabakken et al. 2001)
$\square_{tr}$ Yearly survival of adult transient wolves	0.65	0.85	Survival rate of dispersers of 0.66-0.76 were found in colonizing populations (Boyd and Pletscher 1999, Pletscher et al. 1997).
Wm Adult body mass of a male wolf (kg)	27.90	34.10	For Italian wolves (Luigi Boitani, personal communication, $\pm 10\%$ )
Wf Adult body mass of a female wolf (kg)	23.85	29.15	For Italian wolves (Luigi Boitani, personal communication, $\pm 10\%$ )
ASSM Milk assimilation efficiency	0.50	0.95	No information found on its value in wolves, thus we chose a wide range based on values found in dogs (Scantlebury et al 2000)
LEFF Milk production efficiency	0.50	0.95	No information found in wolves, thus a wide range of values was chosen
GEST % increase in Field Metabolic Rate due to gestation	0.20	0.30	Gittleman and Thompson 1988
ACT % increase of Field Metabolic Rate when lactating	0.35	0.90	No information found in wolves, thus a wide range of values was chosen
PC Energy stored in pups (kJ/g)	6.237	7.623	Calculated from data the body composition of dog pups from Scantlebury et al. (2000), $\pm 5\%$
PREYC Energy metabolized from edible matter (kJ/g)	4.788	5.292	Value from Nagy et al. 1999 (see text) $\pm 5\%$
PCONS % biomass eaten relative to total edible biomass in wild prey	0.60	0.90	Variable, affected in particular by the length of fasting before the kill and by the distance travelled (Bobek and Nowicki 1996). Commonly assumed to be approximately 0.75-0.80 (e.g. Glowacinski and Profus 1997), but that value does not account for use of prey by scavengers, e.g. up to 33% of kill may be eaten by ravens (Promberger 1992, in Bobek and Nowicki 1996).
PCONSD % biomass eaten relative to total edible biomass in livestock	0.40	0.50	Range chosen based on the average value of 0.445 observed in damage reports of year 1996
EDB % edible biomass in prey	0.75	0.90	Commonly assumed to be 0.9 in juvenile and 0.75 in adult ungulates (e.g., Glowacinski and Profus 1997), i.e. average value must lie between 0.75 and 0.90 since prey of both age classes are eaten.

Tableau 2 : Catégories d'individus de la meute prises en compte dans le modèle suivant leur stade physiologique et leur appartenance à la meute.

Code	Category of individuals
RM	Adult resident males
LF	Breeding females - lactating
GF	Breeding females - gestating
RF	Adult non-lactating non-gestating resident females
TM	Adult transient males
TF	Adult transient females
MP	Milk-fed pups
WP	Weaned pups

Tableau 3 : Equations permettant l'estimation du besoin énergétique de terrain de chaque individu le jour  $i$  en fonction de son stade physiologique et de son appartenance à la meute.

	Lactation	Inter-breeding	Gestation
RM	$1.67 * W_m^{0.869}$	$1.67 * W_m^{0.869}$	$1.67 * W_m^{0.869}$
LF	$ACT * 1.67 * W_f^{0.869} + [293.13 * (W_p^i / 1000)^{0.75} + PC * (W_p^i - W_p^{i-1})] * (N_{MP}^i / N_{LF}^i) * (ASSM * LEFF)$	0	0
GF	0	0	$(1 + GEST) * 1.67 * W_f^{0.869}$
RF	$1.67 * W_f^{0.869}$	$1.67 * W_f^{0.869}$	$1.67 * W_f^{0.869}$
TM	$1.67 * W_m^{0.869}$	$1.67 * W_m^{0.869}$	$1.67 * W_m^{0.869}$
TF	$1.67 * W_f^{0.869}$	$1.67 * W_f^{0.869}$	$1.67 * W_f^{0.869}$
MP	energy demand allocated to lactating females	0	0
WP	0	$1.67 * W_p^{i 0.869} + PC * (W_p^i - W_p^{i-1})$	$1.67 * W_p^{i 0.869} + PC * (W_p^i - W_p^{i-1})$

## ANNEXE 4

### QUESTIONNAIRE SUR L'ALIMENTATION DES LOUPS EN CAPTIVITE

*Ce questionnaire a pour but d'être intégré au sein d'une thèse vétérinaire sur l'alimentation des loups en captivité. Il permettra de comparer les différents types d'alimentation qui existent entre les différents parcs afin d'évaluer la diversité de la nourriture qui peut être donnée aux loups. L'utilisation et l'analyse des réponses à ce questionnaire resteront anonymes. Votre identité et celle du parc ne sont demandées que pour faciliter les échanges ultérieurs.*

#### **Présentation :**

- Nom et Prénom : .....
- Profession au sein du parc : .....
- Nom, adresse, téléphone, e-mail du parc : .....
- .....
- .....
- .....

#### **Population des loups du parc :**

- Combien de meute(s) votre parc compte-t-il ? .....
- Combien de loups peuplent cette ou ces meutes ? (*Si plus de 5 meutes, en choisir 5 représentatives du parc*)

Meute 1 : Sous-espèce : .....

..... Adultes dont ..... mâles et ..... femelles.

..... Louveteaux

Stade physiologique des femelles : .....

Meute 2 : Sous-espèce : .....

..... Adultes dont ..... mâles et ..... femelles.

..... Louveteaux

Stade physiologique des femelles : .....

Meute 3 : Sous-espèce : .....

..... Adultes dont .....mâles et ..... femelles.

..... Louveteaux

Stade physiologique des femelles : .....

Meute 4 : Sous-espèce : .....

..... Adultes dont .....mâles et ..... femelles                      Sous-espèce : .....

..... Louveteaux

Stade physiologique des femelles : .....

Meute 5 : Sous-espèce : .....

..... Adultes dont .....mâles et ..... femelles.

..... Louveteaux

Stade physiologique des femelles : .....

● Poids moyen de chaque meute : Meute 1 : ..... Meute 2 : ..... Meute 3 : .....

Meute 4 : ..... Meute 5 : .....

● Poids moyen d'un loup mâle : Meute 1 : ..... Meute 2 : ..... Meute 3 : .....

Meute 4 : ..... Meute 5 : .....

● Poids moyen d'un loup femelle : Meute 1 : ..... Meute 2 : ..... Meute 3 : .....

Meute 4 : ..... Meute 5 : .....

● Possédez-vous un système de pesée des loups ? .....

● Estimez-vous le poids des loups par observation ? .....

Si oui, quels sont vos critères ?.....

.....

.....

**Alimentation des loups**

● Type de nourriture donnée aux loups (cochez la case correspondante et complétez sur les pointillés) :

Carcasse (animal entier) ou demi-carcasse :

Espèce(s) animale(s) : .....

Restes d'abattoir :

Espèce(s) animale(s) : .....

Pièces de viande : .....

Restes de supermarché :

Type(s) de produit(s) et espèce(s) animale(s) :.....

.....

.....

Aliments de Société spécialisée :

Nom et coordonnées de la société : .....

.....

.....

Aliments utilisés : .....

.....

.....

Croquettes : Marque : .....

Type : .....

Pâtée pour chien : Marque : ..... Type : .....

Autres : .....

.....

.....

● Ration journalière (en précisant origine alimentaire, type, poids, ...) :

*Exemples : 20kg de poulets entiers déplumés + 25kg de bœuf bloc*

*300g/loup/j de croquettes de marque X type « chien adulte » + 100g/loup/j de pâtée pour chien de marque Y type « chien adulte »*

*1 carcasse de bœuf entière pour x loups pour y jours*

...

Meute 1 : .....

.....

Meute 2 : .....

.....

Meute 3 : .....

.....

Meute 4 : .....

.....

Meute 5 : .....

.....

● Pratiquez-vous un ou plusieurs jours de jeûne ? .....

Si oui quelle est sa fréquence : .....

Quel en est l'intérêt pour vous ? .....

.....

.....

● Réalisez-vous des changements de rations suivant :

- les saisons ? .....

Si oui dans quelles mesures ? .....

.....

.....

- les stades physiologiques des animaux (femelles gestantes, femelles en lactation, louveteaux sevrés,...) ? .....

Si oui dans quelles mesures ? .....

.....

.....

- d'autres raisons (introduction de nouveaux animaux, conflits,...) ? .....

.....

Si oui dans quelles mesures ? .....

.....

● Utilisez-vous des compléments alimentaires (CMV, huile, déchets végétaux, ...) ? .....

Si oui lesquels et à quelles périodes de l'année ? .....

.....

.....

● Utilisez-vous une formule de calcul de ration basée sur les besoins théoriques en énergie des animaux et si oui laquelle ? .....

.....

Est-elle adaptée à partir de celles qui sont utilisées pour les chiens (si oui précisez) ? .....

.....

Utilisez-vous d'autres formules de calcul de ration plus empiriques et si oui la- ou lesquelles ?.....

.....

● Donnez-vous des enrichissements alimentaires à vos loups ? .....

Si oui : - nature, type : .....

- fréquence : .....

- part dans la ration : .....

Quels en sont les intérêts pour vous ? .....

.....

Pratiquez-vous d'autres types d'enrichissements ? .....

.....

● Possédez-vous des fiches types de suivi individuel ou de meute ? .....

*Si oui pouvez vous en joindre un exemplaire ?*

● Est-ce que pour vous il y a une influence entre la quantité d'alimentation et la stabilité de la meute ? .....

.....

.....

Même question avec le taux de reproduction ? .....

.....

.....

- Connaissez-vous le concept « festin famine » ? .....

*Ce concept existe en milieu sauvage, mais est rarement observé en captivité :*

Au sein de vos différentes meutes quelle a été la plus grande quantité de nourriture ingérée par un même loup et à quelle période de l'année ? .....

Est-ce que cela a entraîné un jeûne de plusieurs jours chez ce loup ?.....

Selon vous quelle est la dilatation gastrique maximale d'un loup ? .....

## ANNEXE 5

### Composition des produits – Viandes et Huile de Tournesol

#### 1. Composition des viandes, d'après la Société Saint Laurent

	EM (kcal/kg)	MS (g/kg)	Cendres brutes (g/kg)	Protéines brutes (g/kg)	Lipides (g/kg)	Calcium (g/kg)	Phosphore (g/kg)	Fer (mg/kg)	Zinc (mg/kg)	Magnésium (g/kg)
<b>BB (Bœuf désossé)</b>	2876	427	8	173	240	0,1	1,5	18,3	35,7	0,2
<b>BO (Bœuf avec os)</b>	1448,4	320	45,9	192,6	70,4					
<b>Poulet adulte</b>	1642	330	32	190	90	6,5	4,7	49,1	52,8	0,7

Les valeurs d'Energie métabolisable (EM) ont été calculées à partir de la formule suivante :

$$EM \text{ (kcal/kg)} = 4 * (PB+ENA) + 9 * \text{Lipides}$$

Avec ENA (glucides Extractibles Non Azotés) = MS – CB – PB – Lipides

MS = Matière sèche ; CB = Cendres brutes ; PB = Protéines brutes.

#### 2. Teneur en acides gras de l'Huile de Tournesol

Huile de Tournesol : Composition	
Acide linoléique	67%
Acide oléique	19,7%
Acide palmitique	6%
Acide stéarique	5%

## ANNEXE 6

### Composition du complément vitaminiques et minéraux Carnizoo<sup>ND</sup>

D'après la Société Saint Laurent.

Analyse par kg :	Humidité	36.28 g
	Protéine brute	25.98 g
	Matières grasses brutes	7 g
	Fibres brutes	2.60 g
	Cendres brutes	664.60 g
	Amidon	193.15 g
	Calcium	200 g
	Phosphore	4 g
	Magnésium	10 g
	Potassium	55 g
	Sodium	8 g
	Chlorure	67.03 g
	Lysine	1.01 g
	Méthionine	0.41 g
	Meth. + Cyst.	0.94 g
	Thréonine	0.84 g
	Tryptophane	0.36 g
	Vitamine A	500 000 UI
	Vitamine D3	85 000 UI
	Vitamine E	1 100 mg
	Vitamine K3	150 mg
	Vitamine B1	225 mg
	Vitamine B2	400 mg
	Vitamine B3 (niacine)	1500 mg
	Vitamine B5 (acide pantothénique)	1500 mg
	Vitamine B6	225 mg
	Vitamine B12	1040 µg
	Vitamine H (B8 - biotine)	17 500 µg
	Vitamine B4 (chlorure de choline)	12 000 mg
	Choline	10 440 mg
	Vitamine B9 (acide folique)	45 mg
	Vitamine C	1 500 mg
	Cu (sulfate de cuivre)	297.48 mg
	Fe (sulfate de fer)	360.60 mg
	I (iodure de potassium)	1 750 mg
	Mn (oxyde de manganèse)	0.96 mg
	Mn (sulfate de manganèse)	394.15 mg
	Se (sélénite de sodium)	10 mg
	Zn (sulfate de zinc)	547.28 mg
	Total Fer	400 mg
	Total Manganèse	400 mg
	Total Cuivre	300 mg
	Total Zinc	550 mg
	Total Iode	1 750 mg
	Total Cobalt	0.40 mg
	Total Sélénium	10 mg
	Silicium (E551b)	10 g
	Taurine	400 mg
	Carnitine	1.15 mg
	Matière sèche	963.72 g

Société Saint Laurent (0)5 49 72 09 20  
Distribution de complément alimentaire Carnizoo

ZA du Bouillon  
F - 79430 La Chapelle St Laurent  
Tel : +33 (0)5 49 72 09 20 - Fax : +33 (0)5 49 72 11 12

dryfood@st-laurent.fr  
www.st-laurent.fr

# Carnizoo

## ANNEXE 7

### Ration alimentaire des loups du Pélago sur Juillet 2009

Date	Ration de la meute (kg)			
Juillet	Poulet (P)	Bœuf bloc (BB)	Bœuf os (BO)	Ration totale
1	20	25	0	45
2	0	0	0	0
3	20	30	0	50
5	20	28	0	48
6	20	30	0	50
7	20	30	0	50
8	20	30	0	50
9	0	0	0	0
10	20	30	0	50
11	20	30	0	50
12	20	17	8,5	45,5
13	20	25	4	49
14	20	25	2	47
15	20	26	0	46
16	0	0	0	0
17	20	25	6,5	51,5
18	20	25	5	50
19	20	22,5	7	49,5
20	20	23,5	5	48,5
21	20	22	5	47
22	16	18	10	44
23	0	0	0	0
24	20	22	3	45
25	20	22	5	47
26	20	21	5	46
27	20	22	5	47
28	20	21	6	47
29	20	22	5	47
30	0	0	0	0
31	24	22	0	46

## ANNEXE 8

### Apports en PB, MS et EM de la ration alimentaire du Pélago sur Juillet 2009

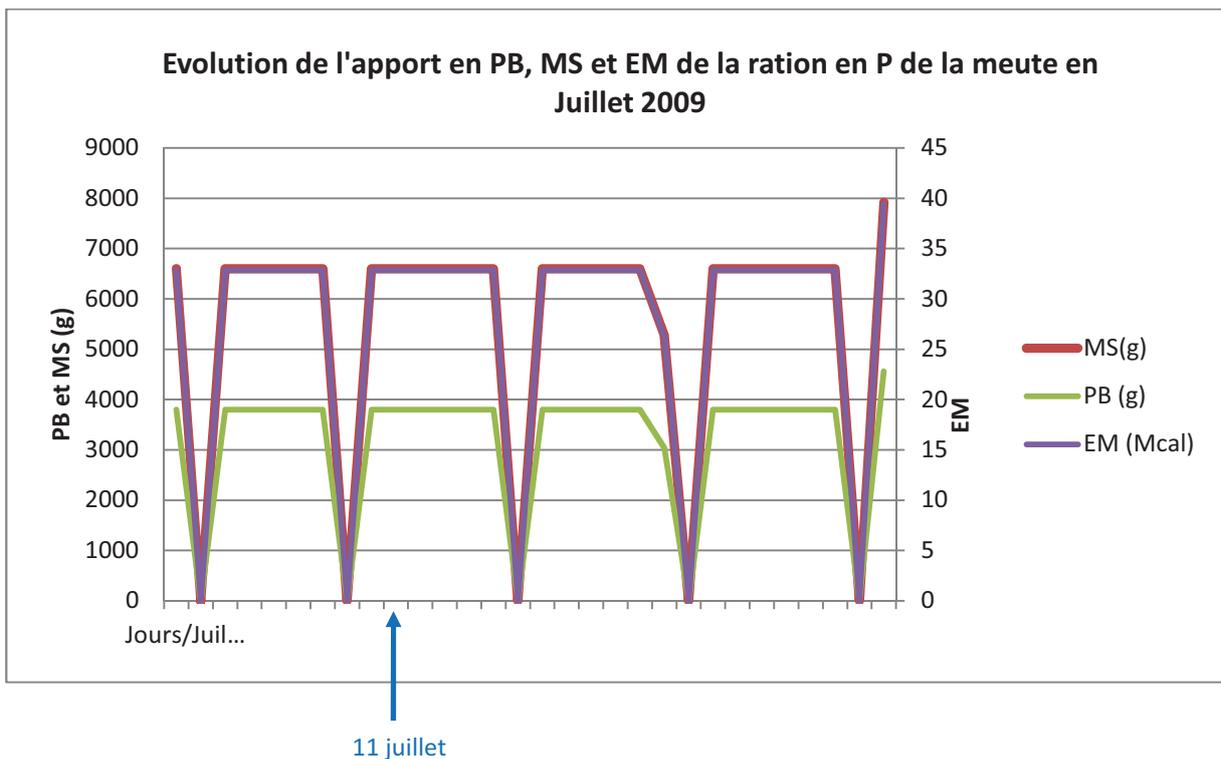
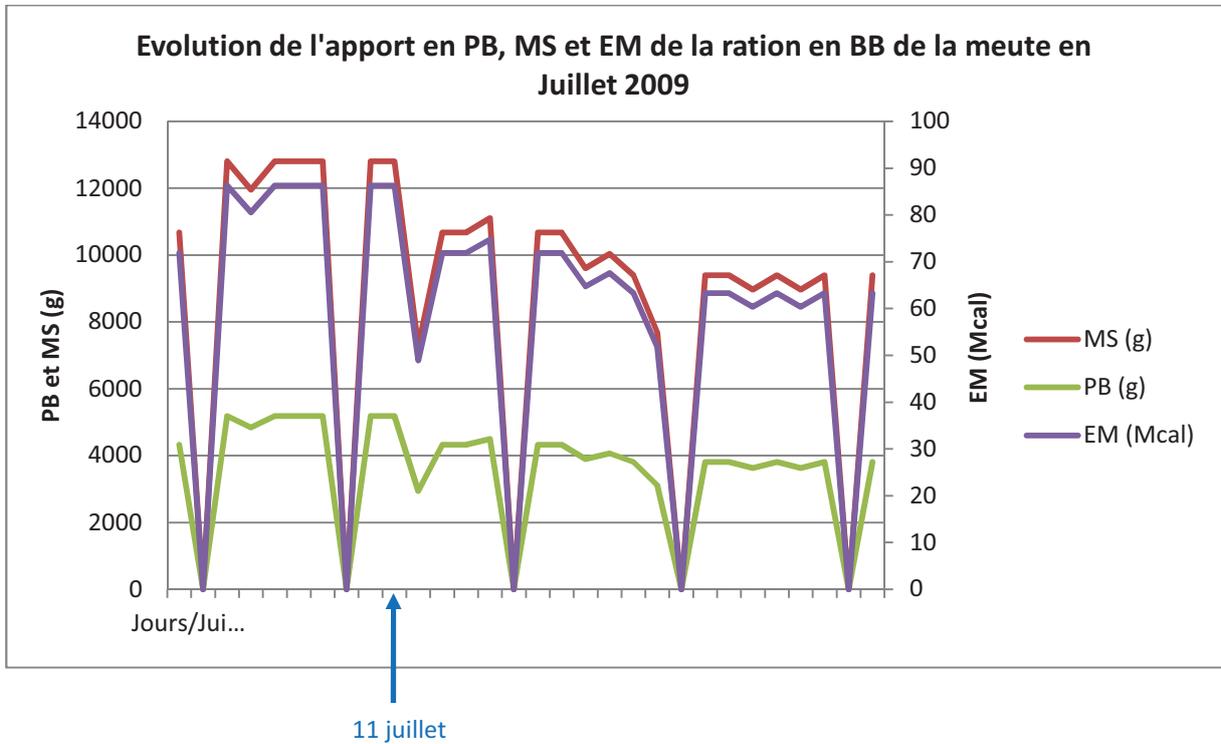
Jours/Juillet	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>BB</b>														
quantité (kg)	25	0	30	28	30	30	30	0	30	30	17	25	25	26
MS (g)	10675	0	12810	11956	12810	12810	12810	0	12810	12810	7259	10675	10675	11102
PB (g)	4325	0	5190	4844	5190	5190	5190	0	5190	5190	2941	4325	4325	4498
EM (kcal)	71900	0	86280	80528	86280	86280	86280	0	86280	86280	48892	71900	71900	74776
EM (Mcal)	71,9	0	86,28	80,528	86,28	86,28	86,28	0	86,28	86,28	48,892	71,9	71,9	74,776
<b>Poulet</b>														
quantité (kg)	20	0	20	20	20	20	20	0	20	20	20	20	20	20
MS(g)	6600	0	6600	6600	6600	6600	6600	0	6600	6600	6600	6600	6600	6600
PB (g)	3800	0	3800	3800	3800	3800	3800	0	3800	3800	3800	3800	3800	3800
EM (kcal)	32840	0	32840	32840	32840	32840	32840	0	32840	32840	32840	32840	32840	32840
EM (Mcal)	32,84	0	32,84	32,84	32,84	32,84	32,84	0	32,84	32,84	32,84	32,84	32,84	32,84
<b>BO</b>														
quantité (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,5	4	2	0
MS (g)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2720	1280	640	0
PB (g)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1637,1	770,4	385,2	0
EM (kcal)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12311,4	5793,6	2896,8	0
EM (Mcal)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,3114	5,7936	2,8968	0
<b>Ration complète</b>														
MS (g)	17275	0	19410	18556	19410	19410	19410	0	19410	19410	16579	18555	17915	17702
PB (g)	8125	0	8990	8644	8990	8990	8990	0	8990	8990	8378,1	8895,4	8510,2	8298
EM (kcal)	104740	0	119120	113368	119120	119120	119120	0	119120	119120	94043,4	110533,6	107636,8	107616
EM (Mcal)	104,74	0	119,12	113,368	119,12	119,12	119,12	0	119,12	119,12	94,0434	110,5336	107,6368	107,616

## ANNEXE 8 (suite)

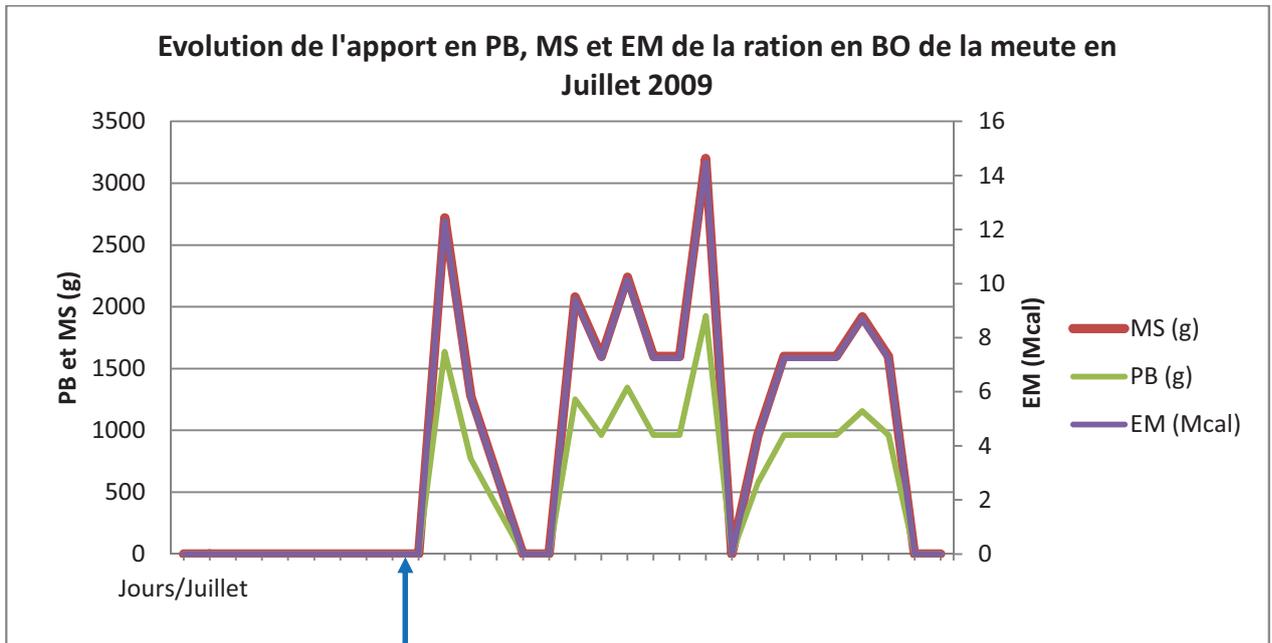
Jours/Juillet	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
<b>BB</b>																
quantité (kg)	0	25	25	22,5	23,5	22	18	0	22	22	21	22	21	22	0	22
MS (g)	0	10675	10675	9607,5	10034,5	9394	7686	0	9394	9394	8967	9394	8967	9394	0	9394
PB (g)	0	4325	4325	3892,5	4065,5	3806	3114	0	3806	3806	3633	3806	3633	3806	0	3806
EM (kcal)	0	71900	71900	64710	67586	63272	51768	0	63272	63272	60396	63272	60396	63272	0	63272
EM (Mcal)	0	71,9	71,9	64,71	67,586	63,272	51,768	0	63,272	63,272	60,396	63,272	60,396	63,272	0	63,272
<b>Poulet</b>																
quantité (kg)	0	20	20	20	20	20	16	0	20	20	20	20	20	20	0	24
MS(g)	0	6600	6600	6600	6600	6600	5280	0	6600	6600	6600	6600	6600	6600	0	7920
PB (g)	0	3800	3800	3800	3800	3800	3040	0	3800	3800	3800	3800	3800	3800	0	4560
EM (kcal)	0	32840	32840	32840	32840	32840	26272	0	32840	32840	32840	32840	32840	32840	0	39408
EM (Mcal)	0	32,84	32,84	32,84	32,84	32,84	26,272	0	32,84	32,84	32,84	32,84	32,84	32,84	0	39,408
<b>BO</b>																
quantité (kg)	0	6,5	5	7	5	5	10	0	3	5	5	5	6	5	0	0
MS (g)	0	2080	1600	2240	1600	1600	3200	0	960	1600	1600	1600	1920	1600	0	0
PB (g)	0	1251,9	963	1348,2	963	963	1926	0	577,8	963	963	963	1155,6	963	0	0
EM (kcal)	0	9414,6	7242	10138,8	7242	7242	14484	0	4345,2	7242	7242	7242	8690,4	7242	0	0
EM (Mcal)	0	9,4146	7,242	10,1388	7,242	7,242	14,484	0	4,3452	7,242	7,242	7,242	8,6904	7,242	0	0
<b>Ration complète</b>																
MS (g)	0	19355	18875	18447,5	18234,5	17594	16166	0	16954	17594	17167	17594	17487	17594	0	17314
PB (g)	0	9376,9	9088	9040,7	8828,5	8569	8080	0	8183,8	8569	8396	8569	8588,6	8569	0	8366
EM (kcal)	0	114154,6	111982	107688,8	107668	103354	92524	0	100457,2	103354	100478	103354	101926,4	103354	0	102680
EM (Mcal)	0	114,1546	111,982	107,6888	107,668	103,354	92,524	0	100,4572	103,354	100,478	103,354	101,9264	103,354	0	102,68

## ANNEXE 9

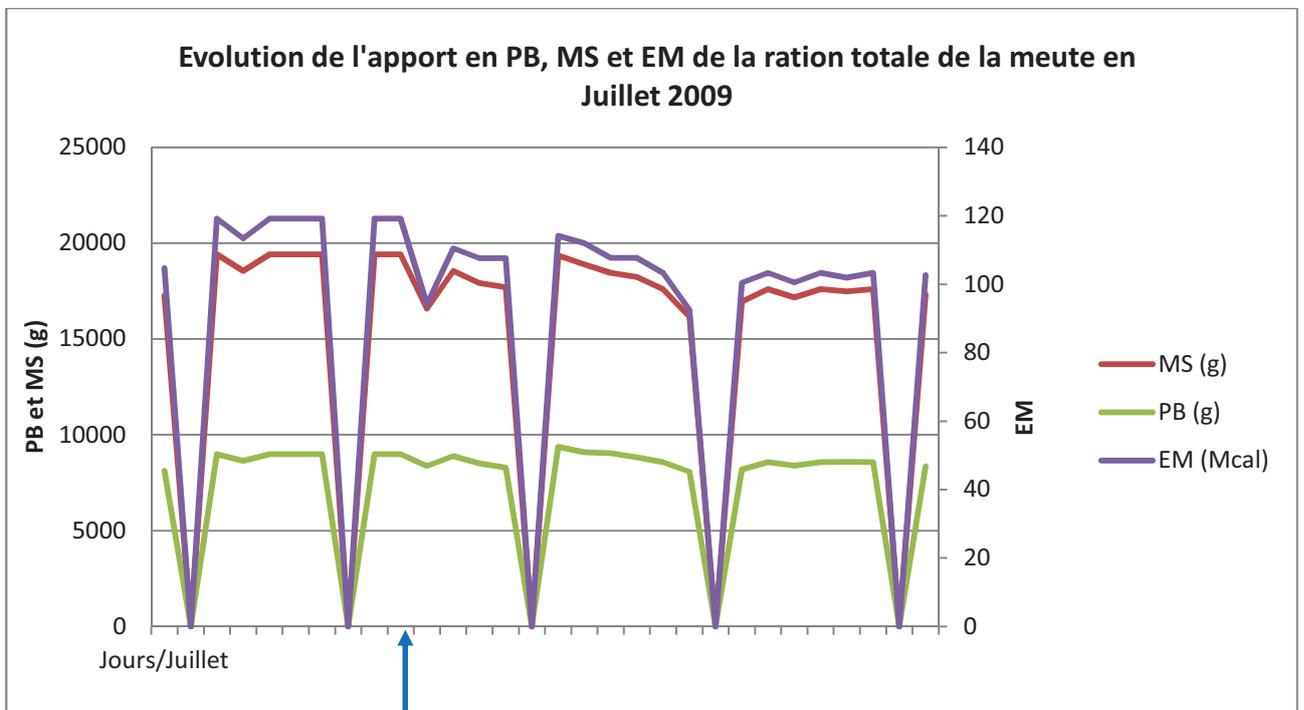
### Evolution de l'apport en PB, MS et EM de la ration du Pélago sur le mois de Juillet 2009



ANNEXE 9 (suite)



11 juillet



11 juillet

## ANNEXE 10

### **Apports moyens des rations (BB, BO, P et totale) du mois de Juillet 2009 de la meute du Pélago**

<b>BB</b>	Moyenne (sur les jours distribués)	Ecart-type (sur les jours distribués)	Moyenne	Ecart-type
PB (g)	10487,12	1659,86	8739,27	4252,27
MS (g)	4248,88	672,50	3540,73	1722,82
EM (kcal)	70634,56	11179,78	58862,13	28640,58
EM (Mcal)	70,63	11,18	58,86213	28,64
<b>P</b>	Moyenne (sur les jours distribués)	Ecart-type (sur les jours distribués)	Moyenne	Ecart-type
PB (g)	6600	381,05	5500	2525,63
MS(g)	3800	219,39	3166,67	1454,15
EM (kcal)	32840	1896,02	27366,67	12566,90
EM(Mcal)	32,84	1,90	27,37	12,57
<b>BO</b>	Moyenne (sur les jours distribués)	Ecart-type (sur les jours distribués)	Moyenne	Ecart-type
PB (g)	1749,33	635,60	874,67	993,20
MS (g)	1052,88	382,55	526,44	597,78
EM (kcal)	7917,92	2876,90	3958,96	4495,49
EM (Mcal)	7,92	2,88	3,96	4,50
<b>Ration totale</b>	Moyenne (sur les jours distribués)	Ecart-type (sur les jours distribués)	Moyenne	Ecart-type
PB (g)	18136,72	1002,52	15113,93	6934,94
MS (g)	8680,61	344,34	7233,84	3305,25
EM (kcal)	108225,31	8010,52	90187,76	41664,93
EM (Mcal)	108,23	8,01	90,19	41,66

Les moyennes et les écart-types calculés sur les jours distribués ne prennent pas en compte les rations nulles des jours de jeûne.

Toulouse, 2011

NOM : Meunier

PRENOM : Aurélie

TITRE : L'alimentation des loups (*Canis lupus*) en captivité – Exemple de l'alimentation des loups du Parc Alpha (Mercantour)

RESUME : L'alimentation des loups en captivité est un sujet peu étudié et qui pourtant prend une place importante dans la mise en place des conditions de détention optimales et le respect du bien-être animal. Alors que plusieurs études se sont intéressées à l'estimation des besoins alimentaires du loup à l'état sauvage afin d'en distinguer les répercussions sur son biotope, très peu de données sont disponibles concernant les besoins de l'espèce en captivité.

C'est dans ce contexte qu'a été initié un essai de terrain qui s'appuie sur l'analyse critique de l'alimentation d'une meute de loups vivant en captivité dans le Parc Alpha (Mercantour). Ce travail permet de comparer la consommation des loups captifs aux rares études bibliographiques et d'autre part, propose des modèles d'estimation des besoins alimentaires des loups en captivité.

MOTS-CLES : loup, *Canis lupus*, alimentation, captivité

---

TITLE : The diet of wolves (*Canis lupus*) in captivity – Example of the diet of wolves in the Park Alpha (Mercantour)

ABSTRACT : The diet of wolves in captivity is a subject little studied which yet takes an important place in the establishment of optimal conditions of detention and respect for animal welfare.

While several studies have focused on estimating the food requirements of the wolf in the wild in order to distinguish the impact on its biotope, very few data are available regarding the needs of the species in captivity.

It is in this context that has initiated a field trial based on critical analysis of feeding of a pack of wolves living in captivity in the Park Alpha (Mercantour). This work compares the consumption of captive wolves to rare literature reviews and, on the other hand, proposes models for estimating the food requirements of captive wolves.

KEYWORDS : wolf, *Canis lupus*, diet, feeding, captivity