



## 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 : 5320](http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints/ID/5320)

**To cite this version :**

Nel, Déborah. *Maîtrise de la reproduction chez le magot (Macaca sylvanus) : la stérilisation des mâles*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2011, 184 p.

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



Université  
de Toulouse

ANNEE 2011 THESE : 2011 – TOU 3 – 4070

# MAÎTRISE DE LA REPRODUCTION CHEZ LE MAGOT (*MACACA SYLVANUS*) LA STÉRILISATION DES MÂLES

THESE  
pour obtenir le grade de  
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

*par*

**Déborah, Charlène NEL**  
Née le 20 Novembre 1986, à BEZIERS (34)

Directeur de thèse : **M. Jacques DUCOS DE LAHITTE**

BIBLIOTHEQUE ENVT



D810 0010796 9

**JURY**

PRESIDENT :  
**M. Alexis VALENTIN**

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSEESSEURS :  
**M. Jacques DUCOS DE LAHITTE**  
**M. Yves LIGNEREUX**

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE  
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITE :



# REMERCIEMENTS

*À notre président de thèse,*

***Monsieur le Professeur Alexis VALENTIN***

*Professeur des Universités*

*Praticien hospitalier*

*Zoologie-Parasitologie*

*Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.  
Hommages respectueux.*

*À notre jury de thèse,*

***Monsieur le Professeur Jacques DUCOS DE LAHITTE***

*Professeur de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse*

*Parasitologie et Maladies parasitaires*

*Qui nous a fait l'honneur de diriger cette thèse.  
Pour sa confiance et ses conseils avisés tout au long de l'élaboration de ce travail. Qu'il  
veuille bien trouver ici l'expression de mes sincères remerciements.*

***Monsieur le Professeur Yves LIGNEREUX***

*Professeur de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse*

*Anatomie*

*Qui nous a fait l'honneur de prendre part à notre jury de thèse.  
Sincère reconnaissance.*



***Aux directeurs et vétérinaires des parcs zoologiques ayant pris le temps de répondre à mon questionnaire,***

*Je vous en suis très reconnaissante. Merci pour l'intérêt porté à notre travail.*

*Merci donc aux responsables des parcs African safari, d'Amiens, d'Amneville, le refuge de l'Arche, d'Asson, de la Barben, de la réserve de Beaumarchais, du bois d'Attily, de la Boissière du Doré, de Bordeaux-Pessac, de la Bourbansais, du Bouy, du Château de Branféré, de la Cabosse, de Calviac, de Champrepus, de Cleres, la Coccinnelle, de Doué-la-Fontaine, la Forêt des singes, de Fort-Mardyck, de Fréjus, Gramat, de Lille, de Maubeuge, la ménagerie du jardin des plantes, le natur'zoo de Mervent, la montagne des singes, de Mulhouse, de la Palmyre, de Paris, des Sables d'Olonne, de l'Orangerie, Le Pal, la Pinède des singes, le Parc du Reynou, de Saint-Martin-la-Plaine, de Sainte-Croix, de Sanary, de Tregomeur, la vallée des singes, et Zoodyssée.*

*Des remerciements plus particuliers à **Madame Ellen Mertz**, directrice scientifique de la Montagne de singes,*

*Pour le partage de ses connaissances sur le mode de vie des magots. Hommages respectueux.*

*À **Jean-Pascal Guery**, directeur de la Vallée des singes,  
Pour sa disponibilité et ses explications.*

***Aux docteurs vétérinaires Sylvie Clavel et Emmanuel Risi,**  
Pour leur disponibilité, leur aide, et les pistes fournies.*

*Un grand merci également à toute **l'équipe du zoo de la Boissière du Doré**, qui m'a permis de réaliser mon étude dans les meilleures conditions.*

*À **Angélique et Sébastien Laurent**, Pour m'avoir permis de réaliser mon étude sur leur groupe de magots.*

*À **Guillaume Romano**, éthologue dans le parc, qui m'a appris les bases des études éthologiques et m'a accompagné dans la réalisation de mon étude. Merci pour sa confiance et ses précieux conseils.*

*À **toute l'équipe des soigneurs de La Boissière, et plus particulièrement Emilie et Fanny.**  
Merci pour votre accueil chaleureux et pour le partage de vos connaissances concernant vos petits protégés.*

*Merci aussi à **Manu, Delphine, Florian, Laurent, Marjorie, et Quentin**, pour la bonne ambiance dans le parc au quotidien.*

***Aux associations de défense des animaux,**  
Qui m'ont ouvert leurs portes et m'ont fait part de leurs connaissances, un grand merci pour m'avoir fait part de votre point de vue.*

*À **Christophe Canet, Elise Goyon, Françoise Lenoir, Isabelle Roth, et Joachim Younes,**  
présidents respectifs des associations AVES France, SOS Magots, SECAS, WWF, et MFP.  
Encore merci à SOS magots pour m'avoir fait passer son court métrage « Touche pas au magot ».*

*À **Fanélie Wanert**, Docteur vétérinaire et directrice adjointe du centre de primatologie de l'Université de Strasbourg. Pour sa gentillesse et sa disponibilité.*

*À **Hans Peter Ottiger, Richard Weilenmann, et Alessandra Bergadano**, Pour leur disponibilité et pour les différents renseignements et contacts qu'ils ont pu me fournir.*

*À **Benoît Séverac**, pour sa rapidité dans la correction de la partie résumé anglais, sincères remerciements.*

*À **Alain Grépinet**, pour ses conseils avisés concernant la législation.*

## ***À ma famille...***

### ***À mes parents, Patrick et Claude,***

*Pour leur soutien apporté durant toutes ces années d'études et pour m'avoir permis d'intégrer l'ENVT. Merci pour tout.*

*A maman, pour sa présence au quotidien et sa patience dans les bons et les mauvais moments.*

### ***À Jenny,***

*Pour tout ce que l'on a partagé et ce que l'on partagera encore. Pour tous les moments passés entre sœurs, toutes les engueulades et tous les fous rires.*

### ***À Nastia,***

*Au cas où, un jour, elle montre un intérêt subit pour les macaques et ait envie de lire la thèse de sa demi-sœur...*

### ***À Marinus,***

*La troisième Patate, à nos soucis de tenues en pré-soirée, à nos chorés de toutes sortes et à tous nos festivals entre patates !*

### ***À tout le reste de la famille,***

*Que je n'oublie pas bien sûr mais qui est longue à citer...*

*Un petit coucou à Mamie, Panou, les tontons, taties, grand-tontons et grand-taties, cousins (Jean-Ba je ne t'oublie pas), cousines, etc.*

### ***À Thérèse,***

*Qui, où que je sois, reste toujours dans mon cœur. Merci pour tous ces moments partagés et pour tout ce que tu m'as appris. Tu ne dois pas être étrangère à mon attrait pour la culture espagnole et pour la danse... Un beso !*

### ***À Domi et Bri,***

*Pour votre gentillesse et votre soutien, pour nos week end, nos voyages, et nos « formations pingouin ».*

### ***À Pierrette et Jean,***

*Un petit clin d'œil à ceux avec qui j'ai partagé tant d'étés...*





## **À mes amis...**

**Aux footix : Elsa, Mélo, Momo, Cha, Mathi, Chloé, Marion, Ju, et Rich,**

*À nos plus ou moins quinze ans d'amitié selon le cas, à nos galères partagées, à nos plans foireux, à nos premiers de l'an, à nos soirées de toutes sortes, à nos rencontres, à nos vacances, à nos time's up, à nos prises de tête et à nos réconciliations, à nos confidences, à Lloret del mar...*

*Merci d'être là et d'avoir contribué à entretenir cette amitié, et ce malgré la distance nous séparant... Le Chacal vous sera toujours reconnaissant !*

*Je rajoute un petit supplément pour Coyotus, avec qui j'ai pu avoir des discussions toulousaines très philosophiques ces derniers temps...*

**À mes copromos et amies,**

**À Marie-Anne et Marie,** *Merci pour tous ces moments magiques passés avec vous à l'ENVT. Pour tout ce que l'on a vécu et partagé, j'espère juste que la distance et autres aléas ne troubleront en rien les liens si forts que nous avons pu tisser. Vous allez me manquer !!*

**À Marin,** *A nos têtes de fouines, nos repas, nos muscats, nos taïaut, nos boums, et nos surnoms salseros ! A tes escaliers interminables et à l'échelle.*

**À Joanna,**

*Parce que je n'ai encore trouvé personne qui me ressemble autant que toi. Merci pour ta présence durant ces deux années de prépa. Merci d'être toi tout simplement. À nos fous rires et nos histoires « parallèles », au chufi et à notre futur voyage au bout du monde.*

**Aux Enaciens,**

*Dont en particulier Seb, Mika, Nico, Bada, Simon, et Maxime. Pour nos folles soirées et notre amitié.*

**À mes Docteurs,** *pour m'avoir incluse dans cette grande famille qu'est l'ENVT et pour tous les bons moments que l'on a pu partager.*

**À mes Poulots (des deux générations),** *avec un coucou particulier à Messieurs Senet et Benmaadi...*

**À mes copromos,** *pour ces cinq années partagées entre fêtes et dur labeur...*

**Aux salseros et salseras toulousains,**

*Pour m'avoir fait sortir, danser, et changer les idées durant ces longs derniers mois !*

**À mes copines Catia et Cyrielle,** *pour cet attrait partagé pour la danse, pour nos multiples cours d'essais et nos trajets communs !*

**À Jean et Romain,** *merci pour votre aide précieuse concernant tous mes petits soucis informatiques de cette thèse !*

**À mes autres danseurs préférés,** *Benoît, Jean-Marc, Jérôme, Olivier, et Vincent pour n'en citer que quelques uns... Pour que la bachata subsiste dans ce monde salsero et kizombero...*

**À Guilhem,**

*Pour m'avoir supporté ces derniers mois !*

**À mes bêtes poilues passées, présentes, et futures,** *Petite dédicace à mes ratitas !*



# TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	5
TABLE DES MATIÈRES .....	13
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	17
LISTE DES TABLEAUX .....	17
LISTE DES FIGURES .....	17
LISTE DES PHOTOGRAPHIES .....	18
INDEX DES ABRÉVIATIONS EMPLOYÉES .....	19
INTRODUCTION.....	21
<b>I/ LE MAGOT – GÉNÉRALITÉS .....</b>	<b>23</b>
1) CLASSIFICATION SYSTÉMATIQUE.....	23
2) RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET EFFECTIFS .....	24
3) CARACTÉRISTIQUES MORPHOLOGIQUES.....	25
a. <b>Caractères morphologiques généraux propres aux macaques</b> .....	25
b. <b>Spécificités morphologiques du Magot</b> .....	25
4) MODE DE VIE .....	27
a. <b>Habitat</b> .....	27
b. <b>Alimentation</b> .....	27
c. <b>Reproduction</b> .....	28
d. <b>Occupations, déroulement d’une journée « type » des magots</b> .....	30
e. <b>Un groupe hiérarchisé</b> .....	30
i. <i>La hiérarchie mâle</i> .....	31
ii. <i>La hiérarchie femelle</i> .....	33
iii. <i>La hiérarchie des jeunes</i> .....	33
5) COMPORTEMENTS SOCIAUX .....	34
a. <b>Les comportements affiliatifs</b> .....	34
b. <b>Les comportements agonistiques</b> .....	39
c. <b>Les comportements « neutres »</b> .....	41
6) COMPORTEMENT SEXUEL.....	41
a. <b>Le déroulement de l’accouplement chez le magot</b> .....	41
b. <b>La multiplicité des accouplements</b> .....	43
c. <b>Les préférences de partenaires</b> .....	43
i. <i>L’attractivité des femelles</i> .....	43
ii. <i>L’importance de la position hiérarchique mâle concernant la monopolisation des femelles</i> .....	44
1. L’accès à la reproduction pour les mâles dominants.....	44
2. L’accès à la reproduction pour les mâles subadultes .....	44
iii. <i>L’évitement de l’inceste</i> .....	45
d. <b>Comportement reproducteur et agression</b> .....	45
e. <b>Comportement sexuel et âge</b> .....	46

<b>II/ LA PLACE DU MAGOT EN FRANCE .....</b>	<b>47</b>
1) <b>IMPORTATIONS ET ABANDONS .....</b>	<b>47</b>
<b>a. Le déclin de la population sauvage du magot .....</b>	<b>47</b>
<b>b. Réalité du braconnage et modalités .....</b>	<b>48</b>
<i>i. Trafic de magots et déclin de la population sauvage .....</i>	<i>48</i>
<i>ii. Lieux et techniques de prélèvements .....</i>	<i>48</i>
<i>iii. Circonstances de l'achat .....</i>	<i>48</i>
<i>iv. Exportation et devenir des petits singes .....</i>	<i>49</i>
<b>c. Gestion des primates abandonnés et mesures de prévention .....</b>	<b>49</b>
<i>i. Les centres d'accueil .....</i>	<i>49</i>
<i>ii. Quelques actions menées par les associations .....</i>	<i>51</i>
<b>d. Comportement du magot chez les humains et besoins spécifiques .....</b>	<b>51</b>
<i>i. Défaut d'enrichissement du milieu .....</i>	<i>52</i>
<i>ii. Privation sociale.....</i>	<i>52</i>
<b>e. Législation.....</b>	<b>53</b>
2) <b>IMPORTANCE DES PARCS ZOOLOGIQUES.....</b>	<b>54</b>
<b>a. Utilité des zoos .....</b>	<b>54</b>
<i>i. Information et sensibilisation du public .....</i>	<i>55</i>
<i>ii. Conservation des espèces .....</i>	<i>55</i>
<i>iii. Recherche scientifique.....</i>	<i>56</i>
<b>b. Législation.....</b>	<b>56</b>
<i>i. Concernant les missions des zoos.....</i>	<i>56</i>
<i>ii. Concernant le logement des animaux.....</i>	<i>56</i>
<i>iii. Concernant la sécurité du public.....</i>	<i>57</i>
<i>iv. Concernant l'aspect sanitaire .....</i>	<i>57</i>
<i>v. Concernant la traçabilité .....</i>	<i>58</i>
<i>vi. Documents nécessaires pour détenir des espèces non domestiques en captivité dans un parc zoologique .....</i>	<i>58</i>
<b>c. Zoos possédant des magots en France.....</b>	<b>59</b>
3) <b>GESTION DES MAGOTS EN CAPTIVITÉ.....</b>	<b>61</b>
<b>a. Mode de captivité des magots dans différents zoos.....</b>	<b>61</b>
<i>i. Logement .....</i>	<i>61</i>
<i>ii. Alimentation .....</i>	<i>62</i>
<i>iii. Mode de captivité des magots dans les parcs zoologiques français interrogés.....</i>	<i>63</i>
<b>b. Les risques sanitaires majeurs relatifs à la détention de primates et leur prévention en parc zoologique .....</b>	<b>65</b>
<i>i. Principales zoonoses transmises par les macaques .....</i>	<i>65</i>
1. Zoonoses virales .....	66
2. Zoonoses bactériennes .....	70
3. Zoonoses parasitaires .....	74
<i>ii. Prévention des risques à l'importation.....</i>	<i>77</i>
1. Maladies réglementées à l'importation .....	77
2. Dépistage et quarantaine .....	78
<i>iii. Protection du personnel .....</i>	<i>79</i>
1. Formation sanitaire.....	80
2. Prévention médicale.....	80
<i>iv. Mesures sanitaires mises en place dans les locaux .....</i>	<i>82</i>
<b>c. Gestion des animaux.....</b>	<b>83</b>
<i>i. Identification des animaux.....</i>	<i>83</i>
<i>ii. Vaccinations .....</i>	<i>83</i>
<i>iii. Vermifugations usuelles.....</i>	<i>84</i>
<b>d. Problèmes sociaux inhérents au maintien des macaques en captivité.....</b>	<b>85</b>
<i>i. Les conflits dus au confinement.....</i>	<i>85</i>
<i>ii. Les conflits générés par le public et le stress .....</i>	<i>88</i>
<i>iii. Les conflits créés par la gestion même du groupe.....</i>	<i>88</i>

### III/ LA CASTRATION DES MAGOTS EN CAPTIVITÉ ..... 93

1) L'APPAREIL REPRODUCTEUR DU MAGOT MÂLE.....	93
2) LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE CASTRATION ET LEUR UTILITÉ.....	96
<b>a. Point sur l'anesthésie des primates</b> .....	97
<i>i. Mise à jeun</i> .....	97
<i>ii. Contention</i> .....	97
<i>iii. Prémédication</i> .....	97
<i>iv. Induction</i> .....	98
<b>b. La vasectomie</b> .....	99
<i>i. Technique</i> .....	99
<i>ii. Effet hormonal</i> .....	100
<i>iii. Effets sur le comportement</i> .....	100
1. Sexuel.....	100
2. Reliés (agressif, social).....	101
3. Dominance.....	101
<i>iv. Complications et effets secondaires</i> .....	101
<b>c. La castration chirurgicale</b> .....	103
<i>i. Technique</i> .....	103
<i>ii. Effet hormonal</i> .....	105
1. Testostérone et comportement sexuel.....	105
2. Testostérone et agression.....	106
3. Testostérone et rang hiérarchique.....	107
<i>iii. Effets sur le comportement</i> .....	108
1. Sexuel.....	108
2. Reliés (agressif, social).....	109
3. Dominance.....	110
4. Effets de la castration suivant le moment auquel elle est pratiquée.....	111
<i>iv. Complications et effets secondaires</i> .....	113
<b>d. La castration chimique</b> .....	113
<i>i. Quelques molécules (études pour l'homme)</i> .....	114
<i>ii. Avantages et inconvénients de ce type de stérilisation</i> .....	120
1. Avantages de la castration chimique.....	120
2. Inconvénients de la castration chimique.....	121
3) ÉTUDE « SUR LE TERRAIN » : ESSAI DE CASTRATION CHIRURGICALE DE TROIS MAGOTS MÂLES EN SEMI-LIBERTÉ DANS LE GROUPE DU ZOO DE LA BOISSIÈRE DU DORÉ (44).....	123
<b>a. Matériel</b> .....	123
<i>i. Les sujets étudiés</i> .....	123
<i>ii. Le site d'étude</i> .....	126
<i>iii. Les conditions d'observation</i> .....	127
1. La place de l'observateur.....	127
2. Le moment d'observation.....	127
<b>b. Méthode</b> .....	127
<i>i. Distance interindividuelle</i> .....	127
1. Définition.....	127
2. Protocole.....	128
3. Analyse des données.....	128
<i>ii. Comportements sociaux</i> .....	129
1. Définition.....	129
2. Protocole.....	129
3. Analyse des données.....	130
<b>c. Résultats</b> .....	130
<i>i. Après les dix premiers jours (Avant le relâcher des mâles castrés)</i> .....	130
1. Distance interindividuelle.....	130
2. Comportements sociaux.....	133
<i>ii. Les jours suivants (Après le relâcher des 3 mâles castrés)</i> .....	136
1. Distance interindividuelle.....	136
2. Comportements sociaux.....	138

<b>d. Discussion</b> .....	142
<i>i. Caractéristiques du groupe avant la réinsertion des 3 mâles castrés</i> .....	142
1. Les relations interindividuelles.....	142
2. Les comportements sociaux.....	144
<i>ii. Modification sociale du groupe après le relâcher des 3 magots mâles castrés</i> .....	148
1. Les relations interindividuelles.....	148
2. Les comportements sociaux.....	149
<b>e. Conclusion</b> .....	153
 <b>CONCLUSION</b> .....	 <b>155</b>
 <b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	 <b>159</b>
 <b>ANNEXES</b> .....	 <b>177</b>
<b>ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE ENVOYÉ AUX PARCS ZOOLOGIQUES</b> .....	179
<b>ANNEXE 2 : SUCCÈS, LIMITES, ET STATUT ACTUEL DES DIFFÉRENTES CIBLES DE L'IMMUNOCONTRACEPTION</b> .....	181
<b>ANNEXE 3 : TEXTES RÉGLEMENTAIRES</b> .....	183

# TABLE DES ILLUSTRATIONS

## LISTE DES TABLEAUX

<b>TABLEAU 1 :</b> « EXTRAIT DE LA CLASSIFICATION DES PRIMATES » (MOISSON, 2005).....	24
<b>TABLEAU 2 :</b> LISTE DES PARCS ZOOLOGIQUES INTERROGÉS .....	60
<b>TABLEAU 3 :</b> TABLEAU COMPARATIF DE LA GESTION DES MACAQUES DE BARBARIE DANS DIFFÉRENTS PARCS ZOOLOGIQUES FRANÇAIS .....	64
<b>TABLEAU 4 :</b> « <i>SCAN SAMPLING</i> » AVANT LE RELACHER DES 3 MÂLES CASTRÉS .....	131
<b>TABLEAU 5 :</b> INDICES D'ASSOCIATION (CALCULÉS À PARTIR DU « <i>SCAN SAMPLING</i> » PRÉCÉDENT).....	131
<b>TABLEAU 6 :</b> « <i>ALL BEHAVIOUR SAMPLING</i> » CONCERNANT LES COMPORTEMENTS AFFILIATIFS AVANT LE RELACHER DES 3 MÂLES CASTRÉS .....	133
<b>TABLEAU 7 :</b> « <i>ALL BEHAVIOUR SAMPLING</i> » CONCERNANT LES COMPORTEMENTS AGONISTIQUES AVANT LE RELACHER DES 3 MÂLES CASTRÉS .....	135
<b>TABLEAU 8 :</b> « <i>SCAN SAMPLING</i> » APRÈS LE RELACHER DES 3 MÂLES CASTRÉS .....	136
<b>TABLEAU 9 :</b> INDICES D'ASSOCIATION (CALCULÉS À PARTIR DU « <i>SCAN SAMPLING</i> » PRÉCÉDENT).....	137
<b>TABLEAU 10 :</b> « <i>ALL BEHAVIOUR SAMPLING</i> » CONCERNANT LES COMPORTEMENTS AFFILIATIFS (APRÈS LE RELACHER DES 3 MÂLES CASTRÉS).....	139
<b>TABLEAU 11 :</b> « <i>ALL BEHAVIOUR SAMPLING</i> » CONCERNANT LES COMPORTEMENTS AGONISTIQUES APRÈS LE RELACHER DES 3 MÂLES CASTRÉS .....	140
<b>TABLEAU 12 :</b> RÉCAPITULATIF CONCERNANT LES DIFFÉRENTES CIBLES DE L'IMMUNOCONTRACEPTION (D'APRÈS NAZ, 2011). .....	181

## LISTE DES FIGURES

<b>FIGURE 1 :</b> CONDUITE À TENIR EN CAS DE SUSPICION DE TRANSMISSION D'UN MACAQUE À L'HOMME (COUTROT, 2006).....	82
<b>FIGURE 2 :</b> ENVELOPPES TESTICULAIRES (EXEMPLE CHEZ LE CHAT) (D'APRÈS MILLER ET AL, 1979) .....	94
<b>FIGURE 3 :</b> APPAREIL GÉNITAL MÂLE DU MAGOT ( <i>MACACA SYLVANUS</i> ) (D'APRÈS ECKSTEIN, 1956).....	96
<b>FIGURE 4 :</b> DIFFÉRENTES CIBLES EXPLORÉES POUR LE DÉVELOPPEMENT DES VACCINS CONTRACEPTIFS (D'APRÈS NAZ, 2011) .....	118
<b>FIGURE 5 :</b> COMPOSITION ET FILIATION DU GROUPE DE LA BOISSIÈRE DU DORÉ.....	123
<b>FIGURE 6 :</b> ENCLOS DES MAGOTS DE LA BOISSIÈRE DU DORÉ, SCHÉMATISÉ.....	126
<b>FIGURE 7 :</b> DENDROGRAMME OBTENU AVANT LE RELACHER DES 3 MÂLES CASTRÉS.....	132
<b>FIGURE 8 :</b> SOCIOGRAMME OBTENU CONCERNANT LES COMPORTEMENTS AFFILIATIFS AVANT LE RELACHER DES 3 MÂLES CASTRÉS .....	134
<b>FIGURE 9 :</b> SOCIOGRAMME OBTENU CONCERNANT LES COMPORTEMENTS AGONISTIQUES AVANT LE RELACHER DES 3 MÂLES CASTRÉS .....	135
<b>FIGURE 10 :</b> DENDROGRAMME OBTENU AVANT LE RELACHER DES 3 MÂLES CASTRÉS.....	137
<b>FIGURE 11 :</b> SOCIOGRAMME OBTENU (CONCERNANT LES COMPORTEMENTS AFFILIATIFS APRÈS LE RELACHER DES 3 MÂLES CASTRÉS).....	139
<b>FIGURE 12 :</b> SOCIOGRAMME OBTENU (CONCERNANT LES COMPORTEMENTS AGONISTIQUES APRÈS LE RELACHER DES 3 MÂLES CASTRÉS).....	141

## LISTE DES PHOTOGRAPHIES

PHOTOGRAPHIE 1 : MACAQUE DE BARBARIE ( <i>MACACA SYLVANUS</i> ) .....	26
PHOTOGRAPHIE 2 : BÉBÉ MAGOT AVEC SA MÈRE .....	29
PHOTOGRAPHIE 3 : BÉBÉ MAGOT AVEC SA MÈRE .....	29
PHOTOGRAPHIE 4 : ÉPOUILLAGE ENTRE DEUX MAGOTS MÂLES .....	35
PHOTOGRAPHIE 5 : COMPORTEMENT DE JEU CHEZ DEUX JEUNES MAGOTS .....	35
PHOTOGRAPHIE 6 : LE PORT D'ENFANT ALLOPARENTAL .....	36
PHOTOGRAPHIE 7 : BÉBÉ MAGOT QUI CRIE .....	36
PHOTOGRAPHIE 8 : "LIPS MAKING" CHEZ UN MAGOT .....	37
PHOTOGRAPHIE 9 : "EMBRASSEMENT" CHEZ LES MAGOTS .....	37
PHOTOGRAPHIE 10 : PRÉSENTATION D'UN MAGOT À UN AUTRE .....	37
PHOTOGRAPHIE 11 : INTERACTION TRIADIQUE ENTRE MAGOTS .....	38
PHOTOGRAPHIE 12 : MIMIQUES DE MENACE PAR UN JEUNE MÂLE MAGOT .....	40
PHOTOGRAPHIE 13 : MIMIQUES DE MENACE PAR UN JEUNE MÂLE MAGOT .....	40
PHOTOGRAPHIE 14 : MOLIÈRE .....	124
PHOTOGRAPHIE 15 : JEANNE .....	124
PHOTOGRAPHIE 16 : MICHELLE, DITE « MIMIE » .....	124
PHOTOGRAPHIE 17 : GORAN .....	124
PHOTOGRAPHIE 18 : RADJA .....	124
PHOTOGRAPHIE 19 : JIHINI .....	124
PHOTOGRAPHIE 20 : NOLAN .....	125
PHOTOGRAPHIE 21 : GEBIR .....	125
PHOTOGRAPHIE 22 : OUALI .....	125
PHOTOGRAPHIE 23 : MATHY .....	125
PHOTOGRAPHIE 24 : ODA .....	125
PHOTOGRAPHIE 25 : GAHIS .....	125
PHOTOGRAPHIE 26 : MOUPHID .....	125
PHOTOGRAPHIE 27 : MAISON DE QUARANTAINE .....	127
PHOTOGRAPHIE 28 : UNE VUE DEPUIS L'ENTRÉE DE L'ENCLOS .....	127
PHOTOGRAPHIE 29 : EXTRÉMITÉ GAUCHE DE L'ENCLOS .....	127



# INDEX DES ABRÉVIATIONS EMPLOYÉES

BCG = Bacille de Calmette et Guérin

CeHV- 1 = Cercopithecine HerpesVirus 1

CEPA = Conservation des Espèces et des Population Animales

CITES = Convention on International Trade of Endangered Species of wild fauna and flora

CWAF = Cameroun Wildlife Aids Funds

DHT = Dihydrotestostérone

EAZA = European Association of Zoos and Aquariums

EEP = Programmes Européens pour les Espèces menacées

ESB = Studbooks Européens

FSH = Hormone Folliculo-Stimulante

GnRH = Gonadotropin Releasing Hormone

ICPE = Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

IM = Intramusculaire

ISIS = International Species Information System

IV = Intraveineuse

LH = Hormone Lutéinisante

MADO = Maladie À Déclaration Obligatoire

MFP = Mission Française de Protection des primates en danger

OIE = Office International des Epizooties

PCR = Polymerase Chain Reaction

SIV = Simian Immunodeficiency Virus

SOCP = Sumatra Orang-outang Conservation Program

SSN = Species Survival Network

STLV = Simian T-lymphotropic virus

SRV = Simian RetroVirus

UI = Unité Internationale

UICN = Union Internationale pour la Conservation de la Nature

WWF = World Wildlife Fund



# INTRODUCTION.

Le macaque de Barbarie, plus connu sous le nom de magot (*Macaca sylvanus*), est une espèce aujourd'hui victime de trafic, et en danger d'extinction.

Son maintien en captivité est donc justifié, entre autres, par l'importance de sa conservation.

Or, le magot est un primate, donc par définition particulièrement évolué et très proche de l'homme, ce qui rend son maintien en captivité délicat.

Ayant des besoins sociaux très élevés, il est préférable, pour leur bien-être, d'héberger les magots dans des enclos leur permettant un mode de vie le plus proche possible de leur mode de vie « naturel », c'est en dire en groupes multimâles-multifemelles.

Hélas, ce type de groupe est relativement difficile à gérer en captivité : il est difficile d'obtenir un groupe stable et qui le reste.

Ceci est d'autant plus vrai que les magots sont des animaux très prolifiques en captivité, ce qui est à l'origine d'une augmentation rapide et continue du nombre de bêtes que les parcs zoologiques doivent héberger et, par extension, du nombre de mâles.

Si on s'intéresse ici plus particulièrement aux mâles, c'est parce qu'ils sont plus difficiles à gérer en captivité.

En effet, ils sont souvent responsables de conflits, ne serait-ce que lorsqu'ils convoitent les femelles du groupe établi. Ils ont donc tendance à rendre ce dernier instable.

C'est pourquoi ils sont souvent envoyés par les parcs zoologiques dans d'autres zoos. Le problème étant que, représentant un éventuel danger pour le mâle dominant du nouveau groupe, les jeunes mâles ont du mal à s'y intégrer.

Voilà pourquoi aussi de nombreuses structures hésitent aujourd'hui à héberger cette espèce, délicate à gérer.

Il devient donc urgent de trouver une solution permettant aux parcs zoologiques de continuer à héberger des macaques sans avoir à trop se soucier de leur placement futur.

C'est dans ce but que l'on envisage la stérilisation des mâles. Peu d'études existent à ce sujet, et les réels bénéfices de cette dernière en captivité sont donc peu connus.

Outre la réduction des naissances en captivité tout en permettant un maintien de vie en groupe multimâles-multifemelles si chère au bien-être des magots, la stérilisation pourrait aussi, suivant la technique utilisée, résoudre certains conflits intermâles d'un groupe donné et donc permettre de stabiliser ce dernier.

Si tel est le cas, la stérilisation des mâles magots en captivité pourrait s'avérer être une alternative intéressante pour les parcs zoologiques abritant cette espèce.

Dans une première partie nous aborderons les généralités sur les magots, afin de mieux connaître cette espèce, son mode de vie, ses comportements typiques et ses besoins. Dans une deuxième partie nous nous intéresserons à la place qu'occupe cette espèce en France. Nous évoquerons y tout d'abord le problème posé par les magots « clandestins », victimes de trafic, puis nous étudierons leur présence « légale » dans les parcs zoologiques français. Nous nous efforcerons alors de décrire les points à prendre en compte pour une gestion optimale des magots en captivité. Enfin, nous terminerons par nous interroger sur l'utilité de la stérilisation des magots en captivité. Notre étude sera basée sur la comparaison des effets de différentes techniques de stérilisation sur les comportements des mâles. Cette partie sera étayée d'une étude réalisée au parc zoologique de la Boissière du Doré, concernant la castration chirurgicale et ses effets sur 3 jeunes mâles du groupe ; nous y en analyserons les conséquences sur le groupe entier.

# I/ LE MAGOT – GÉNÉRALITÉS

## **1) Classification systématique**

(Aron et Passera, 2009 ; Foulquier, 2008 ; Myers et al, 2008 ; Darras, 2006 ; Chen, 2006 ; Moisson, 2005 ; Fortman et al, 2002 ; Deputte, 1998 ; Fa, 1989)

Le macaque de Barbarie, ou « *Macaca sylvanus* », est communément appelé Magot.

Ce singe peut être décrit plus précisément en le replaçant dans la classification systématique suivante :

- Ordre des primates

Mammifères placentaires euthériens plantigrades, arboricoles, à céphalisation progressive, et à mains et pieds préhensiles avec des doigts opposables.

- Sous-ordre des Simiens

Regroupant les singes proprement dits (ceux de l’Ancien Monde et ceux du Nouveau Monde), par opposition au sous-ordre des prosimiens (comprenant entre autres les tarsiens et lémuriniens), aux caractères plus primitifs.

- Infra-ordre des Catarrhiniens

Regroupant les singes dits « de l’Ancien monde » (Afrique et Asie), et excluant ceux dits « du Nouveau Monde » ainsi que les « Hominoïdes » (Gorille, Chimpanzé, Orang-Outan, Gibbon et Homme).

Les Catarrhiniens possèdent des narines ouvertes et rapprochées, une cloison nasale mince, et 32 dents.

- Superfamille des *Cercopithecoidea*

Possédant des molaires avec deux crêtes séparées par un sillon.

- Famille des *Cercopithecidae*

Comprenant les singes de taille moyenne caractérisés par une queue non préhensile et une denture complète de 32 dents chez l’adulte. Les singes de cette famille possèdent des callosités ischiatiques, et leurs membres postérieurs sont au moins aussi longs que les antérieurs.

- Sous-famille des *Cercopithecinae*

Divisée en plusieurs genres, mais englobant les singes possédant des pouces aux mains et aux pieds, ainsi que des abajoues.

- Genre *Macaca*

Rassemblant les singes massifs et corpulents, au museau arrondi, à narines non terminales et à larges callosités fessières.

- Espèce *Macaca sylvanus*

Se différenciant des autres macaques par l’absence de queue et l’existence d’un sillon nasal bien creusé entre les deux narines.

Tableau 1 : « Extrait de la classification des primates » (Moisson, 2005)

Ordre	Sous-ordre	Infra-ordre	Super-famille	Famille	Sous-famille	Ex. de Genre		
Primates	Prosimii/Strepsirrhini	Lorisiformes	Loroidea	Loridae		Loris, Nycticebus		
				Galagonidae		Galago, Otolemur		
		Lémuriformes	Lemiroidea	Cheirogaleidae	Cheirogaleinae		Microcebus, Allocebus	
						Phanerinae		Phaner
				Megalapidae			Lepilemur	
				Lemuridae			Lemur, Varecia	
				Indridae			Propithecus, Indri	
	Daubentoniidae			Daubentonia				
	Prosimii/Haplorrhini	Tarsiiformes	Tarsioidea	Tarsidae		Tarsius		
	Anthropoidea/Haplorrhini	Platyrrhiniens	Ceboidea	Callithrichidae	Callithricinae		Callimico, Callithrix, Saguinus	
				Cebidae			Callicebus, Ateles	
		Catharrhiniens	Hominoidea	Cercopithecoidea	Cercopithecidae	Cercopithecinae	Macaca, Papio, Cercocibus	
					Colobinae	Colobus, Nasalis		
			Hylobatidae			Hylobates, Bunopithecus		
			Pongidae			Pongo		
			Hominidae			Gorilla, Pan, (Homo)		

## 2) Répartition géographique et effectifs

(Mouna et Campario Ciani, 2006a et b ; Modolo et al, 2004 ; Aselmeyer, 1990 ; Fa, 1989)

En milieu naturel, les macaques de Barbarie vivent en Afrique du Nord et en Europe. En effet, on les trouve dans les zones montagneuses marocaines et algériennes essentiellement, et ils sont aussi présents à Gibraltar, où ce sont les seuls primates à vivre en liberté sur le continent européen.

L'aire de répartition des magots s'est cependant considérablement réduite depuis trois siècles, et ceci surtout à cause de la déforestation et du développement des pâturages.

Ainsi, les derniers groupes de magots ont disparu de Tunisie à la fin du siècle dernier, et la seule colonie restante en Europe se trouve actuellement sur le rocher de Gibraltar, où elle subsiste encore grâce à l'intervention de l'homme.

De même, la population de magots au Maroc et en Algérie n'a cessé de régresser ces derniers temps ; les magots subsistant se trouvent aujourd'hui éparpillés en petits groupes dans des fragments isolés de forêt.

C'est pourquoi, en mille-neuf-cent-quatre-vingt, l'espèce fut portée sur la liste des animaux à protéger de toute urgence.

Le magot est donc actuellement une espèce menacée, dont la population sauvage est estimée à 10 000 individus (Association SOS magots).

### **3) Caractéristiques morphologiques**

#### **a. Caractères morphologiques généraux propres aux macaques**

(Didier et Rode, 1938)

En tant que Macaque, le magot est un singe quadrupède, de taille moyenne, et dont les membres sont de longueur égale.

Comme chez tous les macaques, le pouce et le gros orteil du magot sont opposables à ses autres doigts, et tous ses doigts sont pourvus d'ongles et de coussinets palmaires ou plantaires.

Lors de la marche, le membre antérieur est digitigrade, alors que le membre postérieur est plantigrade.

Les macaques présentent des callosités fessières (épaississements cornés de la peau surmontant la pointe de l'ischium), qui lui facilitent la position assise sur les branches.

Par ailleurs, les proportions du crâne des macaques sont équilibrées.

Leur boîte crânienne est moyennement développée, leur prognathisme est faible, leur nez court, et leurs narines sont obliques et dirigées vers le haut et l'extérieur. Leurs mâchoires sont arrondies et peu proéminentes et leurs yeux sont dans le plan frontal.

Le magot possède de plus deux abajoues (poches fines, musculo-muqueuses) sous ses arcades mandibulaires, qui ne sont visibles que lorsqu'elles sont pleines (après un repas).

#### **b. Spécificités morphologiques du Magot**

(Didier et Rode, 1938)

Le magot est un singe de taille et poids moyens.

Ainsi, il mesure entre quarante-cinq et soixante centimètres de hauteur d'épaules, et de soixante à soixante-quinze centimètres de longueur totale du corps.

En ce qui concerne le poids, les femelles sont en principe plus légères que les mâles. Elles pèsent entre dix et quinze kilos tandis que les mâles atteignent généralement les dix-sept kilos.

Le pelage du magot est abondant, de couleur jaunâtre gris (plus foncé l'hiver), et sa tête est en général ocre.

Sur la face, sa peau est glabre, et elle fonce avec l'âge. Elle est pigmentée de façon différente chez chaque individu, ce qui est un critère essentiel utilisé pour identifier les animaux.

Cette pigmentation apparaît vers les trois ans du magot et évolue tout au long de la vie de ce dernier.

Ainsi, des traits noirs plus ou moins épais soulignent les bords supérieur et inférieur de l'œil et se prolongent sur la tempe, et des taches et points bruns-noirs sont répartis différemment sur le nez et les joues de chaque individu.

Par ailleurs, le macaque de Barbarie présente des adaptations importantes aux variations climatiques : il change de poil (mue) au printemps (le poil d'hiver est long (dix centimètres environ) et celui d'été est court (il mesure dans les deux centimètres)), et a une queue absente voire très courte (ce qui diminue la surface corporelle exposée au froid).

Le dimorphisme sexuel est assez important, non seulement de par la corpulence des singes comme nous l'avons vu ci-dessus, mais également par la taille des canines, bien plus importante chez les mâles : les canines supérieures atteignent trois centimètres et les inférieures un centimètre et demi aux sept-huit ans du magot mâle. De même, les mâles ont en général un pelage plus long et plus fourni que les femelles sur les épaules et la tête ; et les femelles possèdent, quant à elles, une barbe noire bordée de blanc qui apparaît dès leurs cinq ans et qui s'étoffe avec l'âge. Elles présentent par ailleurs un gonflement périnéal saisonnier (Cf la partie « reproduction du magot »).



**Photographie 1 : Macaque de Barbarie (*Macaca sylvanus*)**  
([http://www.natuurbeleving.be/zoogdieren/Makaak\\_Macaca-sylvanus.php](http://www.natuurbeleving.be/zoogdieren/Makaak_Macaca-sylvanus.php))



## **4) Mode de vie**

(Rowe, 1996)

Les magots sont des mammifères diurnes, mais qui se retirent dans des coins ombragés lorsqu'il fait trop chaud.

Ainsi, leur activité est maximale dans la matinée puis en fin d'après midi en été. En revanche, ils sont actifs la quasi-totalité des journées fraîches.

Ce sont des animaux sociaux vivant en groupe.

En ce qui concerne leur espérance de vie, elle est de 20 ans en moyenne.

On classe habituellement les magots en fonction de leur âge, de leurs critères morphologiques, et de leur maturité sexuelle.

Ainsi, on qualifiera de « enfants » les singes de moins d'un an, de « juvéniles » ceux de un à trois ans, de « subadultes » les mâles de trois à cinq ans ainsi que les femelles de trois à quatre ans, et de « adultes » les mâles de plus de cinq ans et les femelles de plus de quatre.

### **a. Habitat**

(Rowe, 1996)

Les magots sont à la fois arboricoles et terrestres, mais évoluent essentiellement au sol lorsqu'ils sont adultes. En effet, ils font partie des espèces de Macaques les plus terrestres.

Les magots vivent de préférence en milieu forestier, et surtout dans des cédraies, mais ils peuvent aussi s'installer dans des chênaies, pinèdes, ou différents maquis.

Ils peuvent également coloniser les crêtes rocheuses plus ou moins dénudées. Cependant la disponibilité alimentaire étant moins abondante et moins diversifiée dans ces dernières, les conditions de vie des primates y sont donc moins favorables.

Ces singes peuvent supporter de vivre dans des zones enneigées pendant une longue période grâce à leurs adaptations morphologiques au froid (abordées ci-dessus).

Les divers habitats du magot restent néanmoins des zones très difficilement accessibles en général.

### **b. Alimentation**

(Thierry, 2000 ; Rowe, 1996)

Le magot est omnivore et sa nourriture est diversifiée.

Les variations de nourriture sont non seulement liées à l'habitat et à la saison (les disponibilités alimentaires varient en fonction du temps), mais aussi à l'âge de l'animal, qui

peut voir ses goûts modifiés au cours du temps. En effet, les jeunes mangent en général moins de feuilles et de champignons que les adultes, mais plus de graines et de proies animales (insectes) que ces derniers.

Ainsi, la nourriture du macaque se compose de fruits, graines, herbes, feuilles, bulbes, et insectes. Le régime alimentaire du magot est néanmoins, dans l'ensemble, préférentiellement folivore en hiver et au printemps et granivore en été et en automne.

En général, lorsqu'il vit en liberté dans les chênaies, le magot mange les glands mûrs en automne et les fleurs et jeunes feuilles de chêne au printemps ; et, lorsqu'il réside dans les cédraies, il se nourrit de graines de cèdre au printemps et d'aiguilles et pommes de pins pendant l'hiver (lorsque l'enneigement est important).

Il dénude également l'écorce des arbres pour manger la couche interne de cambium.

Il peut également, lorsque les conditions le nécessitent, piller les différentes récoltes humaines (riz, maïs, canne à sucre, ou encore pommes de terre).

### **c. Reproduction**

Chez les macaques de Barbarie, le rythme de reproduction est strictement saisonnier (de Turckheim et Merz, 1984 ; Fa, 1984 ; Wallen et Winston, 1984 ; Gordon, 1981) : la saison d'accouplement s'étend de début août à fin mars, avec un pic d'activités copulatoires en novembre et décembre (Kuester et Paul, 1992).

Les naissances ont lieu au printemps suivant (Mehlman, 1989).

Les cycles sexuels ne diffèrent pas entre les populations sauvages et les populations captives (Roberts, 1978). En effet, l'activité reproductrice s'observe lorsque les températures et la longueur du jour chutent. Ainsi, la majorité des femelles est fécondée de mi-novembre à mi-décembre.

La maturité sexuelle des magots est atteinte vers l'âge de quatre à cinq ans en moyenne.

Les femelles sont synchrones et présentent des cycles menstruels moyens de vingt-huit jours (Small, 1990).

Elles présentent une boursouffure périodique de la peau entourant la zone ano-génitale pendant l'œstrus. Cette dernière, œstrogène-dépendante, atteint sa taille maximale au pic d'ovulation (Wallner et al, 1999). La boursouffure périnéale persiste plusieurs semaines, puis s'affaisse ensuite pendant la phase lutéale (Modolo et Martin, 2008 ; Small, 1989).

Les fonctions reproductrices des femelles diminuent progressivement après l'âge de vingt ans (les naissances s'espacent de plus en plus) (Kuester et al, 1995).

Les mâles sont pubères à l'âge de trois ans et demi, lorsque la descente des testicules est apparente ; ils atteignent leur complète maturité sexuelle vers l'âge de sept ans, lorsque la taille maximum de leur scrotum est atteinte et lorsque leurs canines sont entièrement sorties. La vigueur sexuelle des mâles diminue après 15 ans, mais ces derniers restent tout de même encore sexuellement actifs après cet âge là. (Carmille, 1990 ; Phoenix et Chambers, 1986a).

La longueur de la gestation varie de cent quarante-cinq à cent soixante-dix-sept jours, avec une moyenne de cent soixante-quatre jours. En général, la femelle met bas la nuit (Carmille, 1990).

Le nouveau-né présente un pelage noir (il subira une mue entre six mois et un an qui donnera à son pelage sa couleur définitive), sa face est ridée, et ses zones glabres sont rose vif. A la naissance, il pèse sept cent grammes environ et a déjà les yeux ouverts.

Dès qu'il est mis bas, le petit singe prend une position ventro-ventrale par rapport à sa mère pour se trouver en contact avec la mamelle de cette dernière. Il passe ainsi les trois premiers jours de sa vie, puis commence à explorer son environnement.

Dès sa première semaine, il peut aussi être porté par des singes parents ou amis de sa mère, que l'on appelle « porteurs alloparentaux ».

A six semaines, il participe aux premiers jeux avec d'autres jeunes.

Le petit singe passe alors de moins en moins de temps au contact de la mamelle, et, statistiquement, à six mois il ne passe plus que trente pour cent de son temps pendu au ventre de sa mère (Fa, 1984).

Le bébé magot est très entouré et devient, dès sa naissance, le centre d'intérêt du groupe entier (Carmille, 1990 ; Paul et Kuester, 1986 ; Hiraiwa, 1981).

Ceci se retrouve chez les autres espèces de macaques qui ont aussi un comportement allomaternel développé (Caine et Mitchell, 1980).

A 5 mois, les petites femelles passent beaucoup plus de temps à proximité de leur mère que les petits mâles, qui, quant à eux, restent souvent avec des mâles adultes ou subadultes (Timme, 1995). En effet, la socialisation des petits est sexe-spécifique.

Ainsi, les femelles mères de petites femelles interagissent d'avantage avec les femelles de leur propre lignée (ce qui consolide les relations intragroupe des femelles), et les mères de petits mâles le font plutôt avec des femelles non reliées (ce qui intègre les mâles à un groupe plus large, et les prépare à une éventuelle migration de leur groupe natal) (Timme, 1995 ; Berman, 1982 ; Hiraiwa, 1981).

Le sevrage a lieu lorsque le petit a douze mois environ, soit lorsqu'il est assez âgé pour être indépendant. Il est alors repoussé progressivement par sa mère (Murray et Mayer Murdoch, 1977 ; Jensen et al, 1973).

La croissance du jeune dure environ huit ans. Le gain annuel de poids dépasse les deux kilos durant les deux premières années de vie de l'animal, puis diminue jusqu'à sa puberté où il subit une augmentation importante.



**Photographie 2** (<http://www.zoo-boissiere.com>) ; **Photographie 3** (<http://www.la-foret-des-singes.com/>)

#### Bébés magots avec leur mère

#### **d. Occupations, déroulement d'une journée « type » des magots**

Les magots débutent en général leur journée par une courte séance d'épouillage, puis quittent progressivement les arbres où ils ont passé la nuit.

Ils commencent alors à rechercher leur nourriture, et à s'alimenter au sol tout en progressant doucement. Cette progression, en vue de recherche alimentaire, occupe les trois-quarts de la journée. Les magots peuvent ainsi parcourir jusqu'à un kilomètre et demi par jour.

Enfin, lorsque vient le soir, les activités sociales augmentent au détriment de l'alimentation.

Puis les animaux gagnent progressivement les branches des arbres dortoirs où ils vont passer la nuit, dormant assis sur les branches horizontales, groupés en petits groupes familiaux ou conviviaux. En général, tout le groupe dort dans le même bouquet d'arbres, différent chaque jour.

Les conditions climatiques ont cependant une grande influence sur le déroulement de la journée.

Ainsi, en été, lorsque les jours sont plus longs, plus chauds, et que la nourriture est abondante, les magots font une pause supplémentaire en milieu de journée : ils montent dormir ou s'épouiller dans les arbres.

Par contre, après de fortes chutes de neige, les singes évitent au maximum de se déplacer au sol ou, s'ils le font, c'est en file indienne.

Lorsque les magots repèrent un prédateur, ils poussent un cri d'alerte, emportent les petits sur leur dos, et tout le groupe monte se réfugier dans les arbres.

#### **e. Un groupe hiérarchisé**

Les magots ont une vie sociale très importante.

Ils vivent en groupes multimâles-multifemelles d'une vingtaine d'individus en moyenne, mais pouvant aller jusqu'à cent (Thierry, 2000 ; Rowe, 1996 ; Fa, 1984).

Chaque groupe est en effet formé de plusieurs mâles, dont un dominant (généralement celui qui présente le plus d'aptitudes au combat), et d'un harem de femelles avec leurs jeunes d'âges variés.

L'avantage du groupe multimâle est la diminution du risque de prédation et le meilleur succès de reproduction (avec, entre autres, la formation de coalitions pour lutter contre les mâles extérieurs et ainsi monopoliser l'accès aux femelles du groupe) (Aron et Passera, 2009 ; Mitani et al, 1996).

Le nombre de mâles dans le groupe serait dépendant de la saisonnalité de reproduction des femelles, mais aussi du nombre de femelles présentes dans le groupe, et de la synchronisation de ces femelles. Les magots ayant en général une saisonnalité de reproduction marquée et les femelles étant synchrones, la formation de grands groupes mâles est encouragée (pourvu qu'il y ait assez de femelles dans le groupe) (Nunn, 1999).

Comme la plupart des simiens, les magots sont des êtres sociaux ayant une hiérarchie stricte. Leur hiérarchie est linéaire : il y a le mâle dominant, qui impose sa discipline à toute la

troupe et qui a priorité à la reproduction en théorie, puis au dessous ses femelles préférées ; vient ensuite le reste du groupe (les jeunes), également hiérarchisé (Fa, 1984 ; Bernstein, 1976).

### **i. La hiérarchie mâle**

En fait, la hiérarchie des mâles est en général linéaire : les dominances sont liées aux caractères physiques (poids, vigueur, taille des canines) et psychologiques (comme l'agressivité ou la sociabilité) des mâles, et aussi parfois au rang de leur mère (Thierry, 2000 ; Sprague, 1998 ; Rowell, 1996 ; Drickamer et Vessey, 1973).

L'âge interviendrait également, et les mâles adultes domineraient les préadultes (de quatre à sept ans) (Sprague 1992 ; Bernstein, 1976 ; Paul, 1989), bien que cela reste contesté.

Par ailleurs, les mâles les plus vieux deviennent souvent subordonnés aux jeunes adultes (Widdig et al, 2000), et les mâles natifs (nés dans le groupe étudié) ont tendance à être plus haut-placés hiérarchiquement que les non natifs du même âge.

De façon générale, la hiérarchie est assez stable entre mâles adultes ou entre mâles subadultes (les manifestations de menaces ou d'évitement restent rares) ; par contre les menaces sont bien plus fréquentes entre les mâles adultes et les subadultes, qui contestent la hiérarchie adulte (Rowell, 1996 ; Deag, 1977).

Ainsi, cette hiérarchie linéaire est quelquefois instable.

D'ailleurs, il n'est pas rare que les jeunes magots mâles, vers l'âge de trois ans et demi jusqu'à sept ans, quittent leur groupe natal et aillent en rejoindre un autre ; c'est ce que l'on appelle la migration inter-groupe.

#### Particularités de la migration intergroupes chez les macaques :

Elle se produit en général volontairement, et non sous la contrainte, contrairement à ce qu'il se passe chez d'autres espèces de macaques (où le mâle fuit son groupe natal après en avoir été chassé par le mâle dominant).

En effet, chez les macaques rhésus (*Macaca mulatta*), les macaques « à longue queue » (*Macaca fascicularis*), ou les macaques japonais (*Macaca fuscata*), les jeunes mâles sont souvent temporairement exclus du groupe à la puberté (soit à partir de trois ou quatre ans) ; ils occupent alors une position périphérique. Durant cette période, les animaux n'ont que de très rares contacts avec les individus dominants du groupe (mâles ou femelles), et seuls les jeunes mâles encore au sein du groupe continuent à entretenir des relations étroites avec eux.

Ainsi, les mâles vivent essentiellement entre eux et se détachent de leur matrilineage ; ils passent beaucoup de temps à observer les alentours, ce qui leur permet d'une part de donner l'alerte en cas de danger, et d'autre part de repérer et d'observer d'autres groupes vers lesquels ils pourraient émigrer (Sprague, 1992).

Le comportement des mâles magots dévie considérablement de celui de ces autres espèces de macaques, qui ont un style de dominance beaucoup plus strict (les macaques rhésus sont même considérés comme « despotiques ») (Preuschoft et al, 1998 ; Inue et al, 1993 ; Sprague, 1992). C'est pourquoi le taux de migration des mâles est plus faible chez le magot (qui a une tolérance « inter-mâle » élevée) que dans les autres espèces (Thierry et Aureli, 2006 ; Thierry, 2000 ; Kuester et Paul, 1985 ; Shively et al, 1982).

Ainsi, la vie en périphérie du groupe évoquée ci-dessus n'a jamais été observée chez *Macaca sylvanus*, et ce ni en milieu naturel, ni en semi-liberté (Bartecki, 1986).

Par contre, les jeunes magots mâles vont, en grandissant, progressivement arrêter d'entretenir des rapports privilégiés avec la parenté femelle et au contraire augmenter les comportements sociaux visant à resserrer les liens avec les autres jeunes mâles (les relations sociales restant plus fortes entre mâles apparentés que non parents).

Malgré cela, ils ne sont en aucun cas exclus du groupe ; ils ne sont pas spatialement séparés des autres classes sociales et maintiennent avec toutes ces classes, sans exception, des rapports plus ou moins fréquents. Ils constituent donc un sous-groupe de mâles immatures intégré au groupe social.

La vie en périphérie du magot mâle préadulte est donc excessivement rare. Lorsqu'elle survient, elle a pour origine des tensions sociales importantes à l'intérieur du groupe, et en particulier un manque de communication positive entre les mâles dominants et les préadultes. Cela peut se produire par exemple pendant la saison sexuelle (Prud'homme, 1991). Ceci reste très rare, comme nous le verrons en étudiant plus particulièrement les comportements entre magots (ci-après).

Cependant, en liberté, et même s'ils sont bien intégrés dans le groupe social, les jeunes mâles montrent également un intérêt marqué pour les autres groupes, et ont des relations sociales avec ces derniers.

Ils migrent ainsi fréquemment vers d'autres groupes à partir de l'âge de quatre ans.

Le but de ces migrations n'est pas uniquement de trouver ailleurs une meilleure position sociale, mais plutôt d'améliorer leur succès de reproduction. En effet, la plupart des migrations se font durant la saison d'accouplement. Cela suggère qu'au moins l'une des causes de migration est l'attraction sexuelle des femelles réceptives non familières et probablement non reliées génétiquement (Michael et Zumpe, 1993 ; Kuester et Paul, 1985). En effet, les femelles préférant en général s'accoupler avec des mâles immigrés (qui constituent un nouvel apport génétique) qu'avec les mâles natals du groupe, un mâle pourra copuler avec un plus grand nombre de femelles en changeant de groupe (Ellis, 1995).

La migration des mâles adolescents est donc fréquente, à l'état sauvage comme en captivité, et permet d'éviter l'inceste (Kuester et Paul, 1999).

La plupart du temps, la migration des jeunes mâles et des préadultes se fait par petits groupes (parentaux ou amicaux), tandis que les mâles adultes (de sept ans et plus) migrent seuls.

Par ailleurs, les mâles arrivant dans un nouveau groupe sont mieux acceptés si un parent ou un ami y est déjà installé. D'où l'importance de bonnes relations entre les mâles pour pouvoir émigrer dans de bonnes conditions (Kuester et Paul, 1985).

Ainsi, certains jeunes mâles quittent leur groupe natal. Néanmoins, l'intégration dans le nouveau groupe est très progressive : les jeunes restent d'abord à l'écart, observant leurs congénères et tissant des rapports avec eux ; puis, ils sont en général intégrés au groupe et prennent la dernière place dans la hiérarchie mâle. Ils pourront ensuite évoluer dans cette dernière en développant de bons contacts sociaux avec les autres individus (et particulièrement avec les singes haut-placés) du nouveau groupe.

## **ii. La hiérarchie femelle**

En ce qui concerne les femelles, elles sont dominées par les mâles adultes (de plus de sept ans), mais ce sont elles qui constituent la partie stable des sociétés de macaques ; elles restent toute leur vie dans leur groupe natal et forment des alliances étroites entre elles. Les changements dans leur hiérarchie sont, s'il y en a, fortement prédictibles (Thierry, 2000).

Quelques règles peuvent expliquer la hiérarchie des femelles : les filles héritent du rang social de leur mère (elles dominent toute femelle dominée par cette dernière et sont subordonnées à toute femelle dominant leur mère) ; en général, une femelle est subordonnée à sa mère, du moins tant que cette dernière n'est pas trop vieille ; et enfin les sœurs cadettes dominent souvent leurs aînées vers l'âge de trois ou quatre ans (si leur différence d'âge n'est pas trop importante).

## **iii. La hiérarchie des jeunes**

En ce qui concerne les jeunes, la hiérarchie se fait essentiellement selon l'âge (les plus vieux dominent les plus jeunes, ceci étant dû en particulier aux différences morphologiques des singes), le sexe (les mâles dominent les femelles), et le rang social de la mère (Widdig et al, 2000 ; Sprague, 1998).

Néanmoins, des évolutions de rang dans la hiérarchie sont toujours possibles. Ainsi, un jeune magot peut s'élever dans la hiérarchie s'il aide un supérieur au combat, ou s'il s'occupe d'un petit de haut rang.

Le groupe de magots se décompose en fait en sous groupes en fonction des affinités, de l'âge, du sexe, et des liens familiaux des singes.

Ainsi, on retrouve souvent, en milieu naturel, un sous-groupe des mâles célibataires qui quittent le groupe maternel (ils migrent entre 3,5 et 7 ans) et s'associent : ils s'épouillent régulièrement, dorment ensemble, etc. Ces comportements sociaux tendent à rapprocher les mâles, ce sont des comportements dits positifs, comme nous le verrons ci-après.

De même, on retrouve le groupe des femelles et de leurs petits, qui restent ensemble, avec des sous-groupes souvent familiaux.

Comme on l'a vu ci-dessus, chaque sous-groupe est lui-même hiérarchisé, et la puberté tardive permet d'éviter la compétition sexuelle entre les adolescents d'un même groupe.

De plus, les animaux apparentés, y compris les mâles adultes ou préadultes, gardent des liens privilégiés entre eux. Ainsi, tout magot peut soutenir un membre de sa famille lors d'un conflit.

## **5) Comportements sociaux**

En raison de leur vie sociale très développée (les primates développant des structures sociales parmi les plus évoluées du monde animal), et pour se positionner dans le groupe et communiquer avec leurs congénères, les magots ont à leur disposition tout un panel de comportements et autres mimiques.

Les comportements entre magots peuvent être affiliatifs (ou positifs) et visent alors à rapprocher deux individus, ou au contraire agonistiques (ou négatifs) et séparent alors ces derniers (Thierry, 2000).

Dans un groupe, les comportements affiliatifs sont en général prépondérants par rapport aux comportements agonistiques.

Les relations parentales ont une place non négligeable dans les sociétés de macaques.

De plus, il existe un sexisme important chez le magot. Ainsi, les singes ont tendance à avoir des échanges sociaux surtout avec des partenaires de même sexe, et souvent aussi de même classe d'âge. Cette tendance s'accroît avec l'âge (Berman, 1982).

Ce sont les mâles préadultes qui entretiennent le plus de relations sociales dans le groupe (et qui interagissent le plus), juste après les petits et leur mère.

### **a. Les comportements affiliatifs**

Les comportements affiliatifs sont le plus souvent observés dans les rapports entre femelles adultes affiliées ou amies, entre une mère et ses enfants, entre jeunes de même âge et sexe, ou encore entre un mâle adulte et une femelle en chaleur.

En effet, ce sont les femelles qui élèvent leurs petits, et elles maintiennent des rapports avec eux longtemps après leur sevrage.

Chez les mâles, par contre, les comportements affiliatifs visent à calmer la tension sociale entre les partenaires et rapprochent ces derniers. Ils sont plus fréquemment observés dans de petits groupes, et sont constitués essentiellement de jeux et de comportements d'apaisement (Cf ci-après) (Hill, 1994 ; Bercovitch et Lebron, 1991).

Si les jeunes mâles échangent autant de comportements affiliatifs entre eux, c'est aussi pour s'imposer dans la hiérarchie. En effet, chez le magot mâle adulte, plus que la force physique, c'est la faculté de créer et d'entretenir de bonnes relations avec d'autres mâles du groupe qui détermine le rang social. Ces derniers lui servent d'alliés lors de conflits et lui permettent ainsi de s'imposer. D'où l'importance pour les mâles d'entretenir de bonnes relations entre eux.

Les comportements affiliatifs observés le plus souvent dans les sociétés de magots sont les suivants :

#### **- L'épouillage :**

C'est un rapport social qui consiste à nettoyer le pelage et à enlever soigneusement les insectes ou parasites et les peaux mortes d'un congénère.



L'animal fouille longuement avec ses mains la fourrure du congénère et fait des mouvements coordonnés, une main rabattant le poil et l'autre retirant des particules entre le pouce et l'index et les portant à sa bouche.

On sait que, chez les magots, la distribution du toilettage social est biaisée en faveur des individus de haut rang. Ainsi, les dominants sont plus épouillés que ce qu'ils épouillent eux-mêmes.

Il y a par ailleurs en général beaucoup de relations d'épouillage entre la famille et le bébé.



**Photographie 4 : Épouillage entre deux magots mâles  
(Document personnel)**

- La sollicitation de l'épouillage :

L'animal se couche ou s'assoit devant un autre individu pour l'inciter à l'épouiller.

- Le jeu :

Deux animaux s'attrapent et luttent, ou se poursuivent mais avec absence apparente d'agressivité (ils n'arborent pas de mimiques faciales agressives ni de cris).

La mimique de jeu est caractérisée par une bouche grande ouverte et des lèvres arrondies ne découvrant pas les dents ; elle est réitérée régulièrement par tous les participants au jeu, à tout moment.

Le jeu est le vecteur dominant pour les apprentissages, tant sur le plan moteur que social, la plupart des comportements étant acquis et non innés chez les singes.

Les jeunes mâles jouent plus que les jeunes femelles, et cette différence s'accroît avec l'âge.



**Photographie 5 : Comportement de jeu chez deux jeunes magots (<http://www.sos-magots.fr>)**

- Le port d'enfant :

C'est la prise sur son dos d'un enfant par un adulte ou par un juvénile. Le petit est porté dorsalement, couché à califourchon sur le dos de son porteur.

Le comportement alloparental est très important chez le magot, des individus autres que la mère pouvant transporter les enfants et en prendre soin (Hiraiwa, 1981).

Ainsi, il n'est pas rare, chez les magots, de voir le mâle prodiguer aussi des soins aux jeunes.

En effet, Les mâles magots (et essentiellement les juvéniles et les subadultes) établissent des relations fortes avec certains enfants du groupe (Kuester et Paul, 1985 ; Deag, 1980).

Il n'y a a priori pas de préférence pour les enfants les plus étroitement reliés.

Les interactions les plus fréquentes des mâles se font avec des enfants nés en début de saison des naissances, avec une mère multipare et de haut rang social (Paul et al, 1996 ; Kuester et Paul, 1986 et 1985).

Les mâles portent alors les petits, les épouillent, et les protègent.

Il n'existe pas de relation entre le fait qu'un mâle prodigue des soins à un enfant et la probabilité qu'il soit le père de ce dernier (Menard et al, 2001).

Par contre, le mâle qui s'occupe d'un enfant augmenterait ses chances d'accouplement avec la mère de ce dernier (en développant progressivement des relations affiliatives avec la femelle) (Menard et al, 2001). Cependant cette hypothèse n'est pas partagée par tous les auteurs (Paul et al, 1996).

Dans tous les cas, s'occuper d'un bébé de haut rang étant l'un des meilleurs moyens pour les mâles d'être intégrés dans le groupe, ils s'en occupent donc volontiers (Riechelmann et al, 1994).

De plus, les mâles s'occupant des enfants du groupe peuvent utiliser ces derniers comme « tampon agonistique » (détaillé ci-dessous), l'incluant dans des triades afin d'abaisser les tensions sociales avec les autres mâles du groupe (Paul et al, 1996 ; Cords, 1994).



**Photographie 6 : Le port d'enfant alloparental**  
(Document personnel)

- L'invitation d'un petit à monter sur le dos :

L'animal baisse l'arrière train ou une épaule pour aider et inciter le petit à monter.

- Les cris :

Ils sont variés et peuvent être d'alarme, d'appel maternel, ou de cohésion (visant à appeler le soutien d'autres animaux pendant des relations agonistiques).



**Photographie 7 : Bébé magot qui crie**  
(<http://www.sos-magots.fr>)

- Le « lips making » :

C'est un claquement de dents caractéristique qui, face à un congénère, a un sens amical.

Il peut aussi servir à apaiser les tensions et à « calmer » le congénère, et c'est dans ce cas un signal de soumission (réduisant la probabilité que les subordonnés ne soient chassés ou ne reçoivent des agressions fortes de la part des dominants, ou permettant aux dominés de se rapprocher des dominants lors de situations risquées) (Semple et Wiper, 2007).

Ce comportement joue un rôle très important dans la coordination des interactions sociales chez le macaque et souligne les relations pacifiques présentes au sein des mâles en dehors de la saison de reproduction.



**Photographie 8 : "Lips making" chez un magot**  
([http://wn.com/Barbary\\_Ape](http://wn.com/Barbary_Ape))

- L'embrassement :

Deux individus se pressent l'un contre l'autre en s'enlaçant de leurs bras. L'embrassement peut être ventro-ventral ou ventro-dorsal.



**Photographie 9 : "Embrassement" chez les magots**  
(<http://www.sos-magots.fr>)

- La présentation :

La présentation consiste pour le singe à montrer ses parties génitales à un autre. Ceci est réalisé par le dominé au dominant, ou par la femelle réceptive au mâle (c'est alors un comportement sexuel). Le singe se présentant tourne son arrière train vers le destinataire en tendant les membres postérieurs et en le regardant.



**Photographie 10 : Présentation d'un magot à un autre**  
(<http://www.sos-magots.fr>)

- La monte (ou chevauchement) :

Ne sont considérés ici que les comportements d'accouplement entre un mâle et une femelle ; la monte par dominance est considérée comme un comportement agonistique.

- La triade ou présentation d'un bébé « tampon » :

Il s'agit d'une scène complexe impliquant classiquement deux mâles et un petit (le plus souvent mâle également) (Timme, 1995 ; Kuester et Paul, 1986).

L'animal dominé (le plus souvent juvénile ou préadulte) attrape le bébé et le présente au congénère dominant pour l'apaiser. L'approche est en général hésitante, accompagnée de comportements d'apaisement (comme le « *lips-making* »), et d'attirement de l'attention du dominant sur le bébé porté (Deag, 1980).

Le bébé est alors un intermédiaire passif, utilisé comme « passeport » par les mâles (Smith et Pfeffer-Smith, 1982). D'ailleurs quelquefois des petits morts peuvent également être utilisés pour ce type de relation (Deag, 1980).

Les mâles ont des préférences d'individus avec lesquels ils réalisent les triades ; de même, ils ont en général des enfants « favoris », qu'ils intègrent préférentiellement dans leur triade (Taub, 1980).

Le comportement de « triade » permet de réduire les relations agonistiques entre les membres du groupe (Deag, 1980 ; Deag et Crook, 1971).

Les deux mâles sont en contact corporel, tiennent le petit, et claquent des dents tout d'abord vers ce dernier (« *lips making* »), puis l'un envers l'autre.

Le petit peut ensuite rester avec le dominant, avec le dominé, ou encore s'en échapper.

Ce comportement n'existe aussi constamment et fréquemment que chez *Macaca sylvanus*.

Les triades assurent une meilleure cohabitation des mâles adultes et préadultes. Elles seraient à l'origine de l'intégration des jeunes mâles dans leur groupe et permettraient donc aux magots de vivre en groupe polygame (Taub, 1980).

En effet, les triades ont un rôle capital dans la formation de liens solides entre les mâles ; elles impliquent le magot dès son plus jeune âge (lorsqu'il est bébé) dans des contacts sociaux avec ses congénères de même sexe. Puis, durant l'adolescence, les liens établis ne font que se resserrer par le renouvellement de ce contact amical. Les mâles gardent ainsi le contact entre eux, ce qui évite le rejet des animaux à la puberté.



**Photographie 11 : Interaction triadique entre magots**  
(<http://www.sos-magots.fr>)

Le nombre de comportements positifs varie peu avec l'âge, mais leur nature évolue. Les comportements ludiques diminuent et sont peu à peu remplacés par d'une part des comportements sexuels, et d'autre part des comportements amicaux (contact, épouillage, triades).

## **b. Les comportements agonistiques**

Les comportements agonistiques sont au total peu fréquents par rapport aux comportements affiliatifs.

Ces comportements sont, au sein du groupe, directement liés à la hiérarchie ; ils servent à asseoir et à maintenir cette dernière.

En effet, chez les magots, l'acquisition du rang hiérarchique se fait souvent par l'intermédiaire de conflits : l'individu progresse dans la hiérarchie lorsqu'il dépasse un supérieur.

Cependant, ces conflits sont ritualisés et n'aboutissent que rarement à un contact physique.

Effectivement, la soumission ritualisée est imposée aux dominés par les dominants. En d'autres mots, ces derniers laissent le choix au dominé de poursuivre les hostilités (pour tenter de les détrôner), ou bien d'entrer dans une relation tolérante avec eux, mais avec clairement une différence de statut social. Si aucun des deux individus ne se soumet, l'agression a de grands risques d'avoir des effets dispersifs (de Waal, 1986).

Néanmoins, les individus subalternes se soumettent en général aux dominants, les combats restent rares (car la soumission de la victime entraîne l'arrêt de l'agression) (Shively et al, 1982).

Les macaques de barbarie peuvent aussi, de temps en temps (et en particulier pendant la saison sexuelle), former des coalitions.

Dans ce cas, deux mâles (ou plus) se liguent et en attaquent un autre. L'issue de cette attaque dépendra de l'asymétrie des forces entre les deux parties : si la cible est attaquée par deux mâles plus forts qu'elle, elle se soumettra, si elle l'est par deux mâles plus faibles, elle contre-attaquera souvent, et si elle l'est par un plus fort et un moins fort, elle aura tendance à ne pas contre-attaquer (Bissonnette et al, 2009b).

De façon générale, lorsque la cible est attaquée par une coalition, sa première réaction sera de fuir, le temps de décider dans les secondes suivantes si la contre-attaque est utile ou pas.

Chez les macaques de barbarie, les coalitions sont expliquées par trois théories, avançant respectivement que (Widdig et al, 2000) :

- Les mâles soutiennent leurs proches lors d'un conflit.

En effet, lors de coalitions, les mâles soutiennent d'avantage les opposants qui leur sont apparentés (familièrement reliés) que les autres, et le soutien est d'autant plus fréquent que les individus sont proches (Aron et Passera, 2009).

- Les mâles supportent des individus non reliés afin de recevoir une aide future de leur part (altruisme réciproque)

De même, ils auront tendance à supporter les individus qui leur seront venus en aide auparavant (même s'ils limiteront le plus possible leur intervention contre les mâles de rang élevé). Et à l'inverse, ils interviendront le plus souvent contre les autres mâles ayant intervenu précédemment contre eux.

Ce principe de réciprocité/vengeance est assez présent chez le magot (Aron et Passera, 2009).

- Les mâles coopèrent pour leur propre intérêt et pour le bénéfice immédiat.

Par exemple, ils forment des coalitions qui ciblent surtout les jeunes mâles immigrants, quelque soit leur rang, afin d'isoler ces derniers en périphérie du groupe (voire les chasser) et ainsi réduire la taille du groupe mâle, et donc la compétition sexuelle (Berghänel et al, 2010).

Les coalitions sont majoritairement formées par des mâles de bas rang social, ou moyennement bien placés dans la hiérarchie, qui en ciblent un de plus haut rang (Berghänel et al, 2010 ; Bissonnette et al, 2009a ; Kuester et Paul, 1992).

Avec l'âge, on constate une augmentation de comportements sociaux agonistiques, et ce surtout à l'intérieur d'une même classe d'âge et de sexe.

D'autre part, les mâles adultes montrent significativement plus d'agressions envers les mâles adolescents (Bernstein et Ehardt, 1986).

Les comportements agonistiques principalement observés dans les sociétés de magots sont les suivants :

- La monte :

C'est un comportement analogue à la copulation, qui signe le statut de dominant de l'individu.

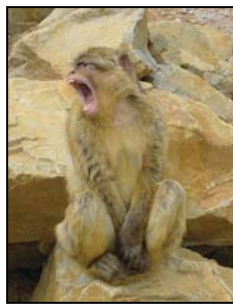
- La menace :

Elle se traduit souvent par un rapide avancement de tête du singe menaçant vers l'individu menacé, avec la bouche ouverte, les sourcils relevés, et le regard appuyé.

Une menace plus pressante se caractérisera par un bâillement, les dents montrées. La menace peut également s'accompagner de cris.



Photographie 12



Photographie 13

Mimiques de menace par un jeune mâle magot (Document personnel)

- La menace avec appel :

Il s'agit du même comportement que celui décrit précédemment, mais dans ce cas l'animal qui menace tourne rapidement et plusieurs fois, la tête pointant tantôt dans la direction de l'animal menacé et tantôt dans celle du mâle dominant.

- La charge :

C'est la course d'un individu vers un congénère immobile.

- La poursuite :

Il s'agit de la course d'un individu après un congénère qui fuit.

- L'attaque :

Cela désigne une agression avec coup porté (claque, lorsque l'individu porte un coup à un congénère avec les mains) ou morsure (plus rare, lorsque l'individu maintient un congénère et le saisit avec les dents).

**c. Les comportements « neutres »**

Ce sont des comportements typiques décrits lors de rencontres entre deux groupes : les principaux sont la surveillance de l'autre groupe et le fait de secouer les arbres. Ces comportements ne sont pas considérés comme agonistiques.

- Secouer les arbres :

Cela consiste pour le primate à monter en haut d'un arbre, en saisir le tronc entre les deux mains, et le frapper violemment avec les deux pieds réunis. Le bruit engendré est alors audible à de grandes distances.

Ce comportement est en général manifesté par les mâles ; il n'est pas agressif mais serait plutôt une manière d'affirmer sa présence ou peut-être d'impressionner.

- La surveillance :

C'est une activité réalisée principalement par les mâles, et surtout les préadultes (âgés de quatre à sept ans). Elle consiste à s'éloigner de son groupe pour aller s'asseoir ostensiblement face à l'autre groupe et le regarder fixement.

## **6) Comportement sexuel**

Il convient à présent de s'intéresser plus particulièrement au comportement sexuel des Macaques de Barbarie.

Les données générales concernant les caractéristiques reproductives du magot ayant été abordées plus haut dans ce chapitre, il s'agit ici de se concentrer sur l'aspect comportemental de la reproduction.

**a. Le déroulement de l'accouplement chez le magot**

Le comportement sexuel diffère selon l'espèce de macaque étudiée.

Le magot, tout comme les macaques à bonnet (*Macaca radiata*) et les macaques ours (*Macaca arctoides*), est une espèce « SME » (*Single Mount Ejaculation*), c'est-à-dire éjaculant en un seul chevauchement (Kuester et Paul, 1992 ; Shively et al, 1982 ; Taub, 1982 ; Kanagawa et al, 1972).

Tous les primates anthropoïdes, incluant les macaques, peuvent copuler à n'importe quel moment du cycle ; mais la fréquence des accouplements et autres comportements sexuels est beaucoup plus élevée au milieu du cycle, autour du présumé moment de l'ovulation de la femelle (Brauch et al, 2008 ; O'Neill et al, 2004 ; Aujard et al, 1998 ; Wallen et al, 1984).

Les mâles concentrent ainsi leur effort reproducteur pendant la phase fertile de la femelle, au moment où la conception est la plus probable (lorsque la taille de la boursoufflure périnéale est maximale) (Brauch et al, 2008 ; Fisher et al, 2008 ; Heistermann et al, 2008 ; Brauch et al, 2007).

La séquence du comportement sexuel du macaque de Barbarie est la suivante (Aselmeyer, 1990 ; Taub, 1982) :

Elle commence tout d'abord par l'approche.

Cette dernière est la plupart du temps initiée par la femelle, qui présente alors son enflément périnéal au mâle (Heistermann et al, 2008 ; Shively et al, 1982).

Les mâles peuvent également approcher la femelle, mais ce sera elle qui décidera de répondre ou non à leurs avances ; ils peuvent aussi suivre la femelle, plusieurs heures s'il le faut, en attendant qu'elle s'intéresse à eux ; ou, enfin, ils peuvent attirer l'attention de cette dernière (en secouant un arbre par exemple) pour qu'elle vienne à eux. Cette dernière tactique évoquée est surtout utile pour les jeunes mâles adultes qui se font souvent chasser par les mâles dominants lorsqu'ils s'approchent eux-mêmes de la femelle.

Une fois l'approche réalisée par l'un ou l'autre des partenaires, le mâle inspecte de façon visuelle et tactile l'aire génitale de la femelle.

Si cette dernière est en oestrus, il y a alors accouplement. Celui-ci est très rapide chez le magot, l'éjaculation survenant au bout de huit secondes en moyenne.

Les partenaires restent ensuite à proximité l'un de l'autre et s'épouillent.

La femelle peut ensuite se présenter à nouveau au mâle, et il y aura alors une seconde copulation (deux éjaculations successives sont séparées de dix minutes environ).

Ensuite a lieu la séparation du couple, qui est la plupart du temps initiée par la femelle (Heistermann et al, 2008 ; Shively et al, 1982).

Le changement de partenaire se fait au bout de dix-sept minutes en moyenne. En fait, la femelle peut quitter le mâle immédiatement après le coït, tout comme elle peut aussi rester avec lui plusieurs heures (Kuester et Paul, 1992).

En général, l'ex partenaire de la femelle suit alors cette dernière et tente de rétablir le contact.

Cependant, la femelle, quant à elle, s'approche souvent alors d'un autre mâle.

L'issue de la rencontre entre le mâle vers lequel la femelle se dirige et le « suiveur » (soit l'ex partenaire de la femelle) dépendra de l'asymétrie de pouvoir entre les deux mâles : si cette dernière est faible, il y aura alors compétition entre les deux mâles ; si au contraire elle est forte, alors l'un des deux mâles (le plus faible) fuira, évitant le contact physique avec son concurrent, et laissant à ce dernier l'opportunité d'établir (ou de rétablir) le contact avec la femelle convoitée (Kuester et Paul, 1992).



## **b. La multiplicité des accouplements**

Nous avons vu ci-dessus que les femelles créent elles-mêmes des situations de compétition entre les mâles (Kuester et Paul, 1992).

Cette compétition est renforcée par les cris qu'elles émettent lors des copulations.

Les cris sont alternativement adressés au partenaire sexuel (et favorisent la poursuite de la copulation et l'éjaculation) et aux autres mâles (qu'ils renseignent sur le fait qu'il y a eu éjaculation, et favorisent ainsi la compétition entre mâles) (Fisher et al, 2008 ; Semple et McComb, 2000).

Si ces « appels » tendent à réduire l'intervalle entre deux copulations et à renforcer la compétition de sperme (Semple, 1997), ils n'annoncent pas pour autant la phase fertile des femelles (Pfefferle et al, 2007).

Par ailleurs, les femelles s'accouplent avec la majorité des mâles résidents du groupe (Heistermann et al, 2008 ; Gibbons, 1992; Small, 1990 ; Small, 1989).

Ainsi, le magot, comme la plupart des primates, ne s'accorderait pas aux prédictions de la théorie de l'évolution, dans laquelle la femelle choisirait son partenaire sexuel en fonction de ses caractéristiques et des bénéfices qu'il est susceptible de transmettre à sa descendance.

On souligne ici que le rang du mâle magot a peu d'importance pour son succès reproducteur (Modolo et Martin, 2008 ; Kümmerli et Martin, 2005 ; Gibbons, 1992).

De même, il ne semble pas y avoir de corrélation entre le rang social des femelles et le succès reproducteur de ces dernières (Modolo et Martin, 2008).

Les accouplements multiples offrent certains bénéfices.

D'une part, ils promeuvent la compétition de sperme (Le sperme des différents partenaires de la femelle entre en compétition et c'est le meilleur qui est à l'origine de la descendance) ; et d'autre part, ils entretiennent un « flou de paternité », qui pourrait expliquer l'importance du développement du système alloparental chez le magot (s'occuper des jeunes serait alors considéré comme un « investissement paternel »).

Enfin, un autre bénéfice de la multiplicité des accouplements pour la même femelle est le recrutement des mâles dans le groupe à but défensif (la femelle ne s'accouplant avec le mâle que lorsque celui-ci a rejoint le groupe, dans la plupart des cas) (Fisher et al, 2008 ; Heistermann et al, 2008 ; Soltis, 2002 ; Paul et al, 1993 ; Gibbons, 1992).

## **c. Les préférences de partenaires**

### **i. L'attractivité des femelles**

Les femelles les plus attirantes pour les mâles sont celles qui montrent la plus grande tumescence de l'aire périnéale (Wallner et al, 1999).

En effet, à mesure que le pic d'oestrus approche, le nombre de mâles à proximité de ladite femelle augmente également (Small, 1990).

Par contre, a priori, l'attractivité des femelles ne serait pas dépendante de signaux olfactifs, comme le montre une étude de 1978 dans laquelle les mâles macaques rhésus avec anosmie copulent autant que les témoins (à odorat « normal ») (Goldfoot et al, 1978).

## ii. L'importance de la position hiérarchique mâle concernant la monopolisation des femelles

### 1. L'accès à la reproduction pour les mâles dominants

En ce qui concerne les mâles, leur position hiérarchique conditionne leur accès aux femelles.

En effet, les mâles dominants ont tendance à monopoliser les femelles pendant leur oestrus, et présentent donc une activité sexuelle supérieure à celle des mâles de rang inférieur (Finlayson et al, 2009 ; Modolo et Martin, 2008 ; Semple, 1997 ; Innue et al, 1993 ; Zumpe et Michael, 1990).

C'est pourquoi les mâles adultes passent plus de temps à proximité des femelles en oestrus que les subadultes ou les juvéniles, qui leur sont subordonnés (Small, 1990).

De plus, même s'ils s'accouplent avec toutes les femelles, les mâles dominants sont moins motivés à le faire avec des femelles subordonnées (Kuester et Paul, 1996). Ainsi, les mâles dominants préfèrent monopoliser les femelles en oestrus de haut rang hiérarchique plutôt que les subordonnées (Paul et Kuester, 1996 ; Paul, 1989).

Par ailleurs, en plus de contrôler l'accès aux femelles (en rétablissant le contact, ou en suivant cette dernière durant ses déplacements), ces mâles dominants interviennent clairement dans les associations sexuelles des autres mâles ; par exemple, ils n'hésiteront pas à chasser les subadultes ni à intervenir dans leurs copulations (Semple, 1997 ; Kuester et Paul, 1992 ; Zumpe et Michael, 1990).

### 2. L'accès à la reproduction pour les mâles subadultes

C'est pourquoi les mâles subadultes, pour leur part, s'accouplent d'avantage avec les femelles de plus bas rang hiérarchique, qui sont moins « attrayantes » pour les mâles dominants (Kümmerli et Martin, 2005 ; Kuester et Paul, 1996).

De même, la plupart de leurs copulations se fait avec des femelles n'étant pas encore tout à fait en oestrus.

Leurs accouplements avec les femelles en oestrus se fait uniquement lors des moments de distraction du mâle dominant (Kuester et Paul, 1989).

Il peut être précisé ici que les subadultes mâles ne sont tolérés auprès des femelles en oestrus par les mâles adultes que tant qu'ils ne défient pas la position dominante de ces derniers, ce qui commence à l'âge de 6-7 ans.

N'étant pas capables de mettre en place une « sphère d'influence » pour protéger leur association sexuelle des autres mâles, les mâles subadultes adoptent des tactiques reproductives alternatives pour avoir accès aux femelles (Modolo et Martin, 2008 ; Kuester et Paul, 1992).

Ils ont ainsi souvent recours aux « *sneak copulations* » ou accouplements furtifs, et profitent des périodes de distraction des mâles adultes pour saillir leurs femelles (ce qui est

rendu possible par la capacité d'éjaculer en quelques secondes seulement) (Kuester et Paul, 1992).

De même, les mâles dominants isolant les plus jeunes à la périphérie du groupe pendant la journée, les copulations des subadultes se font préférentiellement en soirée ou durant la nuit. Alors quelques singes parviennent à avoir accès aux femelles lorsque la visibilité baisse et qu'il devient difficile de manœuvrer dans les arbres dortoirs, la probabilité de coalition entre les mâles dominants étant de ce fait réduite (Dixson, 1997).

Ainsi, les mâles subadultes parviennent tout de même à s'accoupler avec les femelles, dont les dominantes (préférées des mâles dominants), comme en témoignent des études sur la comparaison des succès reproducteurs des mâles adultes et subadultes (Kuester et Paul, 1996 ; Kuester et al, 1995).

Chez les magots, les subordonnés peuvent donc aussi saillir les femelles, ce qui diffère de ce qui se passe chez les espèces MME « *Multiple Mounts to Ejaculation* », réputées à tolérance plus faible (Paul et al, 1993 ; Shively et al, 1982 ; Bernstein, 1976).

On peut conclure que le rang hiérarchique et le succès d'accouplement sont donc bien liés chez le magot mâle. Par contre, la relation entre le rang social et le succès reproducteur (c'est-à-dire la capacité à se reproduire, évaluée par le nombre de descendants générés par le mâle en question) reste complexe et équivoque (Finlayson et al, 2009 ; Dixson, 1997 ; Ellis, 1995 ; Paul et al, 1993 ; Kuester et Paul, 1992), et il semblerait bien qu'elle soit nulle (Kümmerli et Martin, 2005 ; Innue et al, 1993).

### **iii. L'évitement de l'inceste**

Comme chez de nombreuses espèces de primates vivant en groupe, les interactions sexuelles entre les membres d'une même famille sont quasi absentes.

En effet, le mécanisme d'évitement de l'inceste est très développé chez le magot, ce qui limite les phénomènes de consanguinité dans l'espèce (Kuester et Paul, 1985).

Ainsi, les mâles s'accouplent essentiellement avec des femelles non apparentées.

### **d. Comportement reproducteur et agression**

Bien que les macaques de Barbarie soient réputés pour avoir un taux d'agression intermâle faible, on constate néanmoins une augmentation des conflits généraux ainsi qu'une augmentation des blessures des mâles adultes pendant la saison de reproduction. (Small, 1990 ; Shively et al, 1982 ; Michael et Zumpe, 1993 ; Michael et Zumpe, 1970 ; Wilson et Boelkins, 1970).

Cependant, les mâles évitant au maximum « l'escalade de conflits », les agressions « ouvertes » entre mâles adultes sont rarement observées et les agressions sans contact (menaces) sont privilégiées (Kuester et Paul, 1992).

Parfois, les mâles magots ont recours aux coalitions pour soustraire une femelle en chaleur d'un mâle, mais ceci reste très rare contrairement à ce qui survient chez les babouins (Widdig et al, 2000).

Dans le cas rare où les coalitions surviennent chez les magots, une corrélation positive entre le succès d'accouplement des mâles et leur participation en allié dans les relations agonistiques polyadiques est alors constatée (Widdig et al, 2000).

Dans de telles coalitions, ce sont les plus vieux mâles qui donnent et reçoivent le plus de support et qui sont rarement eux-mêmes victimes de coalition. On assiste au phénomène inverse concernant les jeunes mâles adultes (Kuester et Paul, 1992).

### **e. Comportement sexuel et âge**

Le comportement sexuel des magots mâles varie avec l'âge.

En effet, les mâles magots présentent trois phases principales dans leur carrière reproductrice : entre quatre et cinq ans, ils privilégient les accouplements furtifs, et leurs accouplements sont souvent dérangés par d'autres individus ; de six à sept ans, ils adoptent une stratégie de faible risque en restant à la périphérie du groupe pendant la saison de reproduction ; et autour de sept ans, ils s'installent enfin en tant que membres du groupe (Widdig et al, 2000 ; Kuester et Paul, 1992).

Dans les deux premières années suivant l'atteinte de leur maturité sexuelle, les mâles subadultes voient la fréquence de leurs comportements sexuels augmenter, même si cette dernière reste tout de même encore inférieure à celle des mâles adultes.

A l'inverse, à partir d'un certain âge (vers 15 ans en moyenne), la vigueur sexuelle des mâles diminue, et ces derniers s'accouplent alors surtout avec leurs femelles « préférées ». Ainsi, le nombre de femelles qu'ils saillissent diminue.

Cependant, leur comportement sexuel avec les femelles préférées est identique à celui des jeunes mâles avec des partenaires choisies au hasard (Phoenix et Chambers, 1986a).

## **II/ LA PLACE DU MAGOT EN FRANCE**

### **1) Importations et abandons**

(El Azizi, 2009 ; Mountassir, 2009 ; SSN, 2008 ; Van Lavieren, 2008a, 2008b, et 2004 ; Caillaud, 2007 ; Mouna et Campario Ciani, 2006a et b ; Modolo et al, 2005 ; Terry, 1977 ; rapports (ou communications personnelles) de SOS magots, One voice, MFP (Joachim Younes), et la Montagne des singes ; CITES)

#### **a. Le déclin de la population sauvage du magot**

La population de magots sauvages ne cesse de décliner au cours du temps.

En effet, un recensement récent estime aujourd'hui la population sauvage à environ dix mille individus en Algérie et au Maroc, contre plus de vingt mille il y a trente ans (soit exactement vingt-trois mille individus en 1978).

Les causes d'un tel déclin de la population sauvage des macaques de Barbarie peuvent se diviser en deux grandes catégories.

Il s'agit d'une part de la dégradation et de la destruction de leur habitat. On pense alors à la déforestation, à la fragmentation du territoire par l'agriculture qui isole les groupes, au surpâturage, etc.

Et d'autre part du commerce illégal de singes magots juvéniles du Maroc vers l'Europe ainsi que leur chasse par les agriculteurs (qui pensent que les singes détruisent leurs récoltes).

On peut aussi évoquer ici, de manière plus anecdotique, que le magot est convoité depuis quelques temps pour les propriétés aphrodisiaques qu'aurait sa cervelle, surtout lorsqu'il est jeune. Ceci contribuerait à l'extinction des jeunes générations

Ainsi, d'après des études menées dans les forêts de cèdre des Moyen et Haut atlas marocains (dont 40% des forêts ont disparu en 20 ans), la densité de population des magots serait passée de 70 individus par km<sup>2</sup> dans les années 70 (Taub, 1984) à 7 individus par km<sup>2</sup> en 2004. Et le phénomène va en s'accroissant.

C'est pourquoi le magot, initialement (depuis 1986) placé en tant qu'«animal vulnérable» sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), a été reclassé en « animal menacé » sur cette même liste en octobre 2008. Et ceci car la population des macaques de Barbarie a récemment subi un déclin de plus de 50%, comme évoqué ci-dessus.

Constituant l'inventaire mondial le plus complet de l'état de conservation global des espèces végétales et animales, l'UICN, en donnant au magot le statut d'« animal menacé » dans sa liste rouge, signifie que l'espèce « est confrontée à un risque très élevé d'extinction à l'état sauvage ».

Elle a ainsi pour but d'alerter les responsables politiques ainsi que le public sur la nécessité de développer des politiques de conservation de l'espèce.

Les scientifiques estiment que l'extinction de l'espèce sera complète dans dix ans si des mesures rigoureuses ne sont pas prises et si le déclin de la population continue ainsi.

## **b. Réalité du braconnage et modalités**

### **i. Trafic de magots et déclin de la population sauvage**

Le commerce illégal de magots est ainsi en partie responsable du déclin de la population sauvage nord africaine de ces derniers.

En effet, on estime que, chaque année, ce sont trois cent à quatre cent individus qui sont capturés et qui quittent le territoire marocain pour rejoindre l'Europe

La France semble être l'un des pays les plus concernés par cette importation illégale de magots, puisque la police française estime qu'elle saisit environ cinquante macaques par an en France ; d'autres sources avancent que plus de cinq cent macaques auraient été importés illégalement en France depuis le Maroc entre 1998 et 2000.

### **ii. Lieux et techniques de prélèvements**

Les petits magots illégalement importés ont été prélevés, pour la majorité, dans la forêt de cèdres Gouraud, à proximité d'Azrou (dans le Moyen Atlas marocain), qui est considérée comme l'un des derniers viviers de l'espèce.

En ce qui concerne la technique de capture, elle varie selon les braconniers. Mais, la plupart du temps, ces derniers utilisent des friandises jetées sur le sol pour attirer les singes. Ensuite, soit ils profitent d'un moment d'inattention des singes pour capturer un bébé magot et s'enfuir en mobylette, soit ils utilisent des filets, ou bien encore ils apeurent les singes avec des bâtons ou des chiens jusqu'à arriver à séparer la mère de son petit.

### **iii. Circonstances de l'achat**

Les petits magots capturés sont ensuite vendus avant d'atteindre l'âge adulte dans les marchés locaux, pour un prix assez variable et souvent négociable, mais se rapprochant des 200 euros par animal.

Ces jeunes magots sont la plupart du temps achetés sur place, par des touristes qui les achètent en tant que simples animaux de compagnie. Ils peuvent également être achetés par des laboratoires peu scrupuleux pour des tests médicaux (comme le confirment certaines saisies à la frontière française), ou bien encore par des particuliers qui envisagent de les utiliser comme bêtes de combat.

Les particuliers achetant les magots en tant qu'animal de compagnie sont en grande majorité des marocains résidant en Europe et plus particulièrement en France qui, durant leurs

vacances d'été dans leur pays natal, « craquent » pour les magots nourrissons et les ramènent ensuite, à leur retour.

Ainsi, le pic d'achat des magots se situe en été, c'est-à-dire à l'arrivée des vacanciers marocains, même si en théorie les magots peuvent se vendre tout au long de l'année (ils sont vendables jusqu'à leur un an).

Le détroit de Gibraltar semble être la plus grande porte d'entrée des macaques en Europe, sachant que c'est la route de choix empruntée par des millions d'européens marocains pour leurs vacances annuelles au Maroc.

#### **iv. Exportation et devenir des petits singes**

Les petits singes peuvent aussi être exportés vers l'Europe par un intermédiaire, et vendus une fois sur le territoire français. Dans ce cas, ils seront alors endormis (à l'aide de barbituriques) et cachés dans un bagage aéré afin de passer les frontières. Une seule voiture sur cinq mille serait vérifiée. Ainsi, le passage des frontières est relativement aisé.

Une fois en France, le magot est généralement revendu illégalement via le net, pour des prix pouvant s'élever à plus de mille euros.

Cependant, lorsque les propriétaires des singes se rendent compte que prendre soin d'un macaque n'est pas facile, ou qu'ils découvrent que le macaque peut devenir agressif une fois adulte, ou encore lorsqu'ils apprennent que la possession d'un magot est illégale, alors ils se débarrassent de ce dernier, soit en l'abandonnant « dans la nature », soit en le confiant à un refuge.

Cela correspond aux données fournies par les autorités et les centres d'accueil, qui voient le nombre de macaques abandonnés augmenter pendant les mois d'automne, ce qui signifie que les propriétaires de magots ne gardent l'animal que très peu de temps avant de s'en débarrasser.

### **c. Gestion des primates abandonnés et mesures de prévention**

#### **i. Les centres d'accueil**

Quelques centres peuvent accueillir les magots abandonnés ou saisis en France. Néanmoins, ceux-ci sont trop peu nombreux compte tenu de l'affluence des singes, et sont donc assez rapidement surchargés.

On peut citer la Mission Française de Protection des primates en danger (MFP) créée par Joachim Younes en 2007 qui, sous l'égide de la Convention de Washington, recueille les primates en danger de tout le territoire européen.

Peuvent y être recueillis tous les primates abandonnés issus du commerce illégal, de zoos, de laboratoires, de cirques, ainsi que tous les primates issus de saisies par les autorités territoriales (police, douane, services vétérinaires, etc.)

Les primates ainsi recueillis sont placés en France dans « le refuge de la ferme », en pays d'Othe.

Une autre mission de la MFP est d'accompagner les détenteurs de primates dans leurs démarches administratives et de soins portés à leur compagnon.

La MFP a par ailleurs une mission d'information et de sensibilisation auprès du public concernant le commerce illégal des espèces de primates protégées par la Convention de Washington (CITES) ; elle travaille également de concert avec les autorités gouvernementales et scientifiques afin de participer à la protection, à la conservation et à la réintroduction dans leur pays d'origine des primates menacés d'extinction.

Un autre des rares centres qui accueille encore le singe magot est le centre AAP.

C'est un refuge européen pour primates et mammifères exotiques situé aux Pays-Bas, près d'Amsterdam. Il récupère les animaux en danger (issus de saisies ou d'abandons), les soigne, puis leur assure un placement dans un milieu plus naturel, comme un parc zoologique renommé ou une réserve naturelle. Si un tel placement n'est pas possible, il leur prodigue des soins permanents.

A leur arrivée dans le centre, les primates sont mis en quarantaine puis suivent un processus de resocialisation afin de pouvoir être placés dans une structure plus permanente (Fondation AAP).

Néanmoins, entre 2000 et 2008, ce sanctuaire a vu doubler la quantité de demande d'asile pour des magots illégalement introduits, passant de 20 demandes à plus de 50 par an, dont la majorité vient de France. Il risque d'être rapidement surchargé si les demandes continuent ainsi.

Il convient également de citer le Refuge de l'Arche, en France, qui est habilité à accueillir des animaux exotiques et sauvages.

Ce n'est pas un parc zoologique, et tous les animaux qu'on y trouve sont issus de saisies ou d'abandons (mis à part les animaux de la faune sauvage locale qui y sont recueillis, lorsqu'ils sont blessés, avant d'être relâchés).

Hélas, le refuge se voit aujourd'hui obligé de refuser certaines espèces par manque de place, et le magot en fait partie (Refuge de l'Arche).

D'autres associations, telles que l'Association d'assistance aux animaux sur Paris, ou l'Association Brigitte Bardot récupèrent également les magots issus de saisies en France ; l'organisation française « One voice » est aussi engagée dans la capture et le placement des singes magots.

En ce qui concerne les parcs zoologiques, peu acceptent des singes issus du commerce illégal.

En effet, ceux-ci sont « imprégnés » par l'homme et ont donc souvent du mal à s'intégrer avec leurs congénères.

Cependant, certains en accueillent tout de même.

C'est le cas du zoo de St Martin la Plaine ou du zoo du Lunaret (à Montpellier).

Récemment (en Juin 2010), le parc zoologique de Jurques a lui aussi accueilli 17 magots provenant du centre de protection AAP.

Selon une étude de Els Van Lavieren, ce serait la France qui obtiendrait le record de demandes de placement de magots au sein de ses parcs, déjà surchargés par cette espèce.



Certains magots seraient donc quelquefois ainsi euthanasiés, simplement par manque de place.

Le paradoxe est donc là, le singe disparaît de son écosystème, et la surpopulation captive en Europe conduit à l'euthanasie des individus saisis.

## **ii. Quelques actions menées par les associations**

Le trafic persiste donc malgré la suppression de l'importation imposée par la Convention de Washington depuis 1975.

C'est pourquoi les associations lancent des programmes de conservation et de sensibilisation en France.

C'est le cas de SOS magots, qui a lancé un plan de réintroduction et de protection du singe magot, ou du Fond mondial pour la nature (WWF), qui s'est attelé à former d'anciens braconniers du Moyen Atlas pour en faire des guides salariés.

De même, le SSN, le sanctuaire AAP, l'UICN, et le WWF, en collaboration avec les autorités gouvernementales espagnoles et marocaines, initient un programme ambitieux de conservation et de sensibilisation.

Ce programme comprend la mise en place de formations CITES pour les douanes au Maroc et en Espagne, la dissémination d'informations sur les mesures in situ en place pour conserver le singe magot au Maroc, et la préparation de ressources pour éduquer les touristes et la population locale sur la nécessité d'une protection renforcée de l'espèce.

Par ailleurs, le département des Eaux & Forêts lutte contre le commerce illégal de singes magots depuis le Maroc. En effet, les autorités marocaines profitent de la saison estivale pour lancer des campagnes d'information pour mettre fin à la vente et à l'exportation illicite des singes magot vers l'Europe. Ainsi, on peut trouver des brochures où figure la phrase suivante : « Vous êtes priés de ne pas prendre de photos avec les singes ni de les acheter par sympathie, pour ne pas encourager leur capture et leur commerce illégal ».

Les autres mesures urgentes de protection de l'espèce consistent principalement en la préservation des milieux naturels et en la limitation de l'impact des hommes (surexploitation des forêts, concurrence avec les troupeaux, etc.).

## **d. Comportement du magot chez les humains et besoins spécifiques**

Si le nombre d'abandons de magots en France est si important, c'est parce que ce petit singe ne s'adapte que mal à la vie en captivité chez des particuliers.

Tout d'abord, les besoins nutritionnels quotidiens du Magot ne sont que très peu connus des propriétaires, et différent de ceux de l'homme.

De plus, les macaques de barbarie sont habitués à la vie en groupe social hiérarchisé. Ainsi, élevé seul et en milieu confiné, le magot développera des troubles du comportement parfois sévères.

D'autant plus que les magots illégalement importés ont été arrachés très tôt de leur groupe natal et de leur mère et n'ont donc pas été correctement socialisés, qu'ils ont été traumatisés par leur capture, et qu'ils ont du ensuite s'adapter à un nouveau mode de vie, et la plupart du temps sous un nouveau climat.

Le magot peut ainsi devenir agressif envers les humains à l'âge adulte. Ceci survient très souvent chez les magots confinés, et c'est donc régulièrement que les particuliers appellent les zoos et autres associations pour se débarrasser de leur animal devenu agressif.

### **i. Défaut d'enrichissement du milieu**

Par ailleurs, en captivité, le milieu de vie est clos ; l'animal doit donc subir les conditions de vie et l'environnement qu'on lui impose.

Ce dernier est souvent trop simple et ne fournit pas suffisamment de stimulation, et le primate manque alors d'activités.

De plus, la restriction spatiale peut empêcher la pratique d'une locomotion normale ; le primate exprimera alors une activité motrice de substitution.

Voilà pourquoi le macaque développe souvent des stéréotypies dues au confinement. Ces dernières sont caractérisées par des mouvements répétitifs du corps entier, le plus souvent étant celui de va et vient perpétuel dans la pièce. Des comportements de « toupie », où l'animal tourne autour d'un point fixe, ou de « saut périlleux arrière » sont aussi décrits dans les stéréotypies de confinement (Mallapur, 2005 ; Lutz et al, 2003).

### **ii. Privation sociale**

Le développement de stéréotypies associées à la privation est aussi fréquent chez les magots captifs.

En effet, ceux-ci ont été séparés très tôt de leur mère et de leur groupe social, et n'ont donc eu que très peu de contacts avec leurs congénères en phase précoce de leur développement.

Une fois installés chez le primate, ces comportements de privation persistent et s'expriment en général dans les situations de grande excitation. On peut citer en exemple les actions comme se balancer, serrer fortement ses bras autour de ses épaules, ou sucer ses orteils.

De même, des comportements agressifs dirigés vers le primate lui-même sont fréquents chez les animaux anormalement socialisés.

Ils se manifestent typiquement dans des situations de frustration.

Les animaux n'ont alors pas appris à diriger leurs comportements agressifs vers d'autres animaux, ni à inhiber de tels comportements (Gluck et Sackett, 1974).

C'est pourquoi un tel animal, ayant vécu en captivité chez un particulier et étant trop imprégné, est extrêmement difficile à réintégrer dans un groupe social, et nécessite une resocialisation préalable.

En effet, chez les animaux ainsi élevés sont décrits une attitude passive face à la nouveauté (réduction de l'activité et de l'exploration, augmentation des comportements auto-

dirigés), mais aussi des comportements d'hyperagressivité (dans ce cas l'animal continuera d'attaquer même si l'autre individu se soumet), de peur excessive face à tout congénère, ou encore de désintérêt pour les échanges sociaux (et donc d'absence totale de relations sociales avec le reste du groupe) (Sackett, 1965).

Le comportement social de tels singes est donc très compromis, ces derniers étant incapables d'interagir avec des animaux correctement socialisés du même âge ; ces animaux échouent dans l'initiation ou dans la réponse aux jeux et au comportement de toilettage caractéristique de leurs semblables (Goosen et al, 1984 ; Goy et Wallen, 1979 ; Anderson et Masson, 1974 ; Harlow et Suomi, 1971).

Il en va de même pour leur comportement sexuel, les mâles ne sachant pas convenablement monter les femelles et copuler, et les femelles étant effrayées par les tentatives des mâles et étant de plus en général incapables de présenter un comportement maternel (Anaya-Huertas, 1994 ; Dienske et al, 1980).

Bien sûr, ces troubles varient d'un individu à l'autre, et le type de trouble comportemental ainsi que sa sévérité dépendent des caractéristiques et de la durée de l'isolement social, ainsi que de l'âge à partir duquel le singe a été isolé (Goosen et al, 1984).

Certains troubles peuvent néanmoins s'atténuer avec le temps et l'expérience. Ainsi, l'intégration d'un animal « perturbé » dans un groupe d'individus normaux apporte souvent une amélioration ; de même, l'utilisation d'individus « thérapeutes » (c'est-à-dire ne présentant pas de trouble comportemental et susceptibles d'apprendre à l'animal perturbé les règles du comportement social spécifique) est préconisée (Dienske et al, 1980 ; Harlow et Suomi, 1971).

## **e. Législation**

Au Maroc, la capture, la chasse, la détention, la vente et le colportage des macaques de barbarie sont prohibés par la législation (Arrêté du ministre de l'Agriculture relatif à la réglementation permanente de la chasse, en date du 3 novembre 1962).

La détention et l'exportation de spécimens n'est permise que sous autorisation spéciale, et par détention d'un permis, par la loi nationale.

L'autorité compétente sur place est le ministère des Eaux et forêts.

Les mouvements de magots font l'objet d'une étroite surveillance en France également.

En effet, les magots (*Macaca sylvanus*) sont inscrits sur l'Annexe II de la liste CITES (*Convention on International Trade of Endangered Species of wild fauna and flora*) des espèces menacées qui résulte des dispositions prises lors de la convention de Washington, et ce depuis 1975.

On rappelle que la convention de Washington est une convention sur le commerce international des espèces de flore et de faune sauvages menacées d'extinction, également connue par son sigle CITES, qui a pour but de veiller à ce que le commerce international des spécimens d'animaux et de plantes sauvages ne menace pas la survie des espèces auxquelles

ils appartiennent. Elle est applicable par l'ensemble des états membres de l'Union Européenne.

L'annexe II est la liste des espèces qui, bien que n'étant pas nécessairement menacées actuellement d'extinction, pourraient le devenir si le commerce de leurs spécimens n'était pas étroitement contrôlé.

Le commerce international des spécimens des espèces inscrites à l'Annexe II peut néanmoins être autorisé, mais sous certaines conditions bien précises, et à condition que ce commerce ne nuise pas à la survie de l'espèce dans la nature. Lorsque c'est le cas, un permis d'exportation est délivré par les autorités compétentes ; un permis d'importation n'est pas nécessaire.

Ainsi, pour se procurer un singe, il est nécessaire de détenir un permis CITES délivré par le bureau de la Convention de Washington du pays importateur ainsi que le certificat d'identification du singe délivré par le pays exportateur, il faut également le certificat de vaccination antirabique en cours de validité du singe ; enfin, il faut détenir un certificat de capacité (délivré par la préfecture du département).

En cas d'absence de ces justificatifs, toute personne possédant un magot peut se voir appliquer la procédure pénale. Les sanctions pénales peuvent s'élever de trois à six mois d'emprisonnement et à 4000 euros d'amende environ ; et le singe peut être saisi et placé dans un lieu adapté à l'accueil et à la garde de ce dernier (où il subira les tests sanitaires indispensables notamment ceux pour l'Herpès B, la tuberculose, et la rage), ou bien euthanasié, et ce sans mise en demeure préalable. Selon l'association SOS magots, ce serait plus de 50% des magots saisis en France qui finirait euthanasiés.

De même, toute personne qui ramène illégalement un magot peut encourir une double sanction. L'importation illégale de ces animaux expose, dans le cadre de la CITES, à une amende de 25 à 50 000 euros et à une peine de prison de 6 mois à 5 ans.

## **2) Importance des parcs zoologiques**

Les trois colonies captives les plus importantes de magots se trouvent en France (à Kintzheim et Rocamadour) et en Allemagne (à Salem) (Modolo et al, 2005 ; de Turkheim et Merz, 1984).

En effet, d'après une étude menée en 2003, sur les 1300 à 1400 magots qui vivaient en Europe à ce moment là, près de la moitié étaient hébergés par ces trois parcs (Kuester, 2006).

### **a. Utilité des zoos**

Les parcs zoologiques, tenant compte de la prise de conscience de l'intérêt de conserver la nature, ont aujourd'hui évolué.

Aujourd'hui, au-delà de leur rôle divertissant, ils ont également des objectifs de sensibilisation du public, mais aussi de recherche et de conservation des espèces.

### **i. Information et sensibilisation du public**

La majorité des parcs zoologiques présente aux visiteurs une large variété d'espèces et donne, à l'aide de panneaux pédagogiques, un grand nombre de renseignements sur ces dernières ainsi que sur les dangers qu'elles encourent en milieu naturel (dangers dus à la déforestation, au trafic d'animaux, etc.).

Le public, venant sur son temps de loisir, est intéressé et réceptif.

De plus, des visites guidées, et parfois même des nourrissages (où le soigneur, en même temps qu'il distribue la nourriture aux animaux, explique au micro ce que l'on doit savoir sur l'espèce en question) sont proposés aux visiteurs, qui peuvent ainsi poser toute question.

Ces différentes stratégies permettent d'informer le public et de le sensibiliser (Paulian, 1999 ; Coe, 1987).

### **ii. Conservation des espèces**

La plupart des parcs zoologiques appartiennent à l'EAZA (European Association of Zoos and Aquariums), dont les membres ont développé des standards pour l'accueil et les soins à donner aux animaux.

Les membres de l'EAZA ont joué un rôle important dans la rédaction de la directive européenne pour les zoos, devenue officielle en 1999.

L'EAZA a également mis en place des Programmes Européens pour les Espèces menacées (EEP) et des Studbooks Européens (ESB).

Pour l'instant, les magots ne font pas l'objet d'EEP ni d'ESB.

Pour les espèces menacées faisant l'objet d'EEP, les zoos en possédant s'engagent à conserver le meilleur patrimoine génétique possible ces dernières. Cela permet d'éviter la consanguinité et ainsi de faciliter les transferts d'animaux d'un zoo à un autre, mais aussi de bannir toute domestication, pour pouvoir, si nécessaire, réintroduire les animaux dans leur milieu naturel.

Quant aux espèces faisant l'objet d'ESB, elles bénéficient de mesures moins intensives : sont seulement collectées les données sur les naissances, les décès, et les transferts entre zoos de l'EAZA ; la population de l'espèce est ainsi analysée, et son management est adapté en fonction (afin de maintenir la population en bonne santé sur le long terme).

De nombreux parcs participent également aux opérations de différentes associations telles la SOCP (Sumatra Orang-outang Conservation Program), la CWWAF (Cameroun Wildlife Aids Funds), et la CEPA (Conservation des Espèces et des Population Animales), ce qui permet de financer des études in situ pour la réintroduction des espèces en danger.

Quelques uns s'investissent fortement dans la défense des animaux en reversant une partie de leurs bénéfices liés aux visites à des associations de défense des animaux et de la nature.

De par leurs moyens et leurs contacts, les parcs zoologiques s'impliquent ainsi dans des actions de soutien concrètes.

C'est pourquoi l'Union Internationale de Conservation de la Nature (UICN) considère officiellement, depuis décembre 2002, les zoos comme des partenaires dans la conservation de la nature (Association française des parcs zoologiques, <http://www.afdpz.org>).

### **iii. Recherche scientifique**

Les parcs zoologiques collaborent avec les scientifiques en leur permettant notamment d'observer leurs animaux ; ils peuvent également fournir des prélèvements divers (sang, urines, biopsies,...).

## **b. Législation**

### **i. Concernant les missions des zoos**

Comme expliqué ci-dessus, les parcs zoologiques ont différentes missions. Ces dernières sont définies par la directive européenne n°1999/22/CE du 29/03/99 relative à la détention d'animaux sauvages dans un environnement zoologique et par l'article 53 de l'arrêté du vingt-cinq mars deux mille quatre relatif aux installations d'hébergement et de présentation au public d'animaux.

Ladite directive demande aux parcs zoologiques de mettre en œuvre les mesures de conservations suivantes : la conservation des espèces, l'éducation et la sensibilisation du public, et la recherche scientifique.

### **ii. Concernant le logement des animaux**

Il existe également des réglementations auxquelles les zoos doivent se plier en matière de logement.

En effet, d'après les chapitres trois (article dix) et quatre de l'arrêté du vingt-cinq mars deux mille quatre relatif aux installations d'hébergement et de présentation au public d'animaux et la directive européenne n°1999/22/CE du 29/03/99 relative à la détention d'animaux sauvages dans un environnement zoologique, les installations d'hébergement des animaux, le sol, et les équipements doivent être adaptés aux mœurs de l'espèce, garantir la sécurité des animaux et leur permettre d'exprimer largement leurs aptitudes naturelles. L'enrichissement de l'enclos a également une grande importance.

Ainsi, en captivité, les macaques doivent disposer d'une cage entièrement fermée de minimum deux mètres cinquante de hauteur, bien exposée au soleil.

Les normes de surface minimales à respecter sont de dix mètres carrés pour un couple et de deux mètres carrés par animal supplémentaire.

Le sol de l'enclos doit préférentiellement être dur, et contenir un bassin d'eau.

L'enclos doit par ailleurs offrir aux primates des aménagements leur permettant de grimper et de se balancer, ainsi que des niches.

Un espace de un mètre cinquante est recommandé pour séparer le public du grillage de l'enclos (Arrêté ministériel du 21 août 1978 fixant les caractéristiques auxquelles doivent

satisfaire les installations fixes ou mobiles des établissements présentant au public des spécimens vivants de la faune locale ou étrangère \*parcs zoologiques, ménagerie\*).

Cependant, dans les parcs zoologiques (qui ont une fonction de présentation), les enclos sont suffisamment grands ; ainsi, les normes minimales s'appliquent surtout aux cages des primates de laboratoire.

L'arrêté du 25 mars 2004 avance également que les animaux vivant en groupe ne doivent pas être tenus isolés sauf pour des raisons sanitaires ou de dangerosité (Article 11).

C'est pourquoi la majorité des magots dans les zoos ne sont pas seuls en cage.

### **iii. Concernant la sécurité du public**

L'arrêté du 25 mars 2004 (fixant les règles générales de fonctionnement et les caractéristiques générales des installations des établissements zoologiques à caractère fixe et permanent, présentant au public des spécimens vivants de la faune locale ou étrangère et relevant de la rubrique 21-40 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement) évoque aussi les impératifs législatifs concernant la sécurité du public qui, dans les conditions optimales de visite, «doit être tenu à distance suffisante de tout lieu et de toute activité pouvant présenter un risque pour sa santé et sa sécurité ».

Doivent être mis en place une signalisation des dangers éventuels, des clôtures et séparations (par exemple, un espace de un mètre cinquante doit séparer le public du grillage), des espaces de sécurité, des installations pour les secours d'urgence, une lutte contre les incendies, et un réseau de communication intérieur.

De plus, un règlement intérieur doit être affiché aux entrées de l'établissement. Il doit préciser les plages d'ouverture de l'établissement, les risques liés aux animaux et le respect à leur apporter. Il fixe aussi les consignes de sécurité et la liste des interdictions (Arrêté du 21 août 1978 relatif aux règles générales de fonctionnement et contrôle des établissements présentant au public des spécimens vivants de la faune locale et étrangère \*parcs zoologiques, ménagerie\*).

### **iv. Concernant l'aspect sanitaire**

Les parcs zoologiques doivent mettre en œuvre des programmes étendus de surveillance de maladies auxquelles sont sensibles les animaux hébergés ainsi que de prophylaxie ou de traitement de ces maladies (Arrêté du 25 mars 2004, chapitre 5, article 41).

De plus, les animaux nouvellement introduits doivent faire l'objet d'un examen sanitaire et bénéficier d'une période d'acclimatation accompagnée d'une surveillance sanitaire particulière ; les animaux dont l'état sanitaire est incertain font l'objet d'une période de quarantaine (s'effectuant selon un protocole précis) (Arrêté du 25 mars 2004, chapitre 5, article 43).

Enfin, tous les animaux doivent faire l'objet d'un contrôle régulier par un vétérinaire. Doivent leur être prodigués les soins vétérinaires prophylactiques et curatifs, ainsi que des soins de nutrition (Directive européenne n°1999/22/CE du 29/03/99).

#### **v. Concernant la traçabilité**

Les parcs zoologiques doivent tenir à jour, conformément à l'Arrêté du 25 octobre 1995 relatif à la mise en oeuvre du contrôle des établissements détenant des animaux d'espèces non domestiques, un registre où sont enregistrés chronologiquement tous les mouvements d'animaux détenus dans l'établissement ainsi qu'un inventaire permanent des animaux de chaque espèce détenue (Article 2) ; ce registre doit être conservé dans l'établissement durant au moins dix ans à dater de la dernière inscription (Article 8).

Doit aussi être tenu à jour un livre de soins où sont consignées toutes les interventions pratiquées sur les animaux par le vétérinaire ou sous son autorité.

#### **vi. Documents nécessaires pour détenir des espèces non domestiques en captivité dans un parc zoologique**

Les contraintes liées à la présentation de spécimens de la faune sauvage en captivité sont les suivantes :

Les établissements destinés à la présentation au public d'animaux appartenant à des espèces non domestiques sont soumis à autorisation préfectorale d'ouverture et à autorisation d'ouverture en tant qu'installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) (Article L.413-3 du Code de l'Environnement ; Articles R413-8 à R413-23 du code de l'environnement, qui encadrent la demande et l'instruction de l'autorisation d'ouverture).

Pour plus d'informations, se référer aux arrêtés ministériels du 25 mars 2004 et du 10 août 2004 modifié par l'arrêté du 24 mars 2005, qui fixent les conditions d'autorisation d'ouverture au public et de détention d'animaux de certaines espèces non domestiques dans les établissements d'élevage, de vente ou de location, de transit ou de présentation au public d'animaux d'espèces non domestiques.

Au moins un responsable du parc zoologique doit être titulaire d'un certificat de capacité pour l'entretien des animaux (Art L.413-2 du chapitre III du titre 1<sup>er</sup> du code de l'environnement ; L'arrêté du 25 mars 2004 ; article R-213-2 du code rural ; Loi n°76-629 du 10 juillet 1976).

Le certificat de capacité nécessaire est celui correspondant à la présentation au public des spécimens vivants de la faune locale ou étrangère.

(Pour plus d'information sur les caractéristiques du certificat, sa demande, sa délivrance, et son retrait, se référer à la circulaire DNP/CFF n° 2008-2 du 11/04/08 relative au certificat de capacité pour l'élevage d'animaux d'espèces non domestiques autres que celles de gibier dont la chasse est autorisée, à la circulaire DNP/CFF 2000-1 du 17 janvier 2000 relative au certificat de capacité pour l'entretien d'animaux d'espèces non domestiques, aux articles R.413-3 à R.413-7 du code de l'environnement (qui fixent les conditions générales d'obtention et de retrait du certificat de capacité délivré par le préfet), ainsi qu'aux articles R. 213-2 à R. 213-4 du code rural (qui s'appliquent aux certificats de capacité dont doivent être titulaires les responsables des établissements détenant des animaux d'espèces non domestiques autres que ceux d'élevage, de vente et de transit des espèces de gibier dont la chasse est autorisée) ; Pour plus d'information sur les diplômes et les conditions d'expérience professionnelle requise pour la délivrance du certificat de capacité pour l'entretien d'animaux d'espèces non domestiques, se référer à l'arrêté ministériel du 4 octobre 2004 modifiant l'arrêté du 12 décembre 2000.

Le certificat de capacité est une autorisation administrative personnelle et incessible, reconnaissant la compétence propre d'une personne à assurer la responsabilité de l'entretien



d'animaux d'espèces non domestiques, et qui peut être abrogée en cas d'erreur grave et/ou répétée (Circulaire DNP/CFF 2000-1 du 17 janvier 2000 relative au certificat de capacité pour l'entretien d'animaux d'espèces non domestiques).

### **c. Zoos possédant des magots en France**

Pour cette partie, nous avons mené une enquête sous forme de questionnaire auprès de différents parcs zoologiques français. Le questionnaire est visible en Annexe 1.

Étant donné que seule une faible partie des parcs zoologiques français hébergent des macaques de Barbarie, nous avons choisi de cibler le plus grand nombre de parcs afin d'obtenir un maximum de réponses.

Ont ainsi été interrogés tous les zoos français membres de l'EAZA, et quelques autres. En tout soixante parcs, dont les trente six membres de l'EAZA, ont été consultés.

Les parcs ont été contactés par courrier électronique. Les adresses mail utilisées sont celles du fichier des membres de l'EAZA (pour les membres) et celles présentes sur les sites internet des différentes structures (pour les autres).

Quant à la montagne des singes, elle a été appelée, et un entretien téléphonique avec Ellen Merz, la directrice scientifique du parc, a été obtenu.

Sur les soixante questionnaires envoyés, nous avons reçu quarante trois réponses.

Seulement dix parcs ayant répondu possédaient des magots. Il s'agit des parcs de la Boissière du Doré, de la Cabosse, la Vallée des Singes, de Saint-Martin-la-Plaine, du Bouy, Gramat, de Bordeaux-Pessac, la Montagne des singes, Zoodyssée, et la forêt des singes.

Hélas, parmi les parcs n'ayant pas répondu au questionnaire malgré plusieurs sollicitations se trouvent notamment les parcs de Beauval, Pontscorff, et Lunaret. Ceci est d'autant plus regrettable que ces derniers sont sensés héberger des magots d'après le site d'ISIS ([www.isis.org](http://www.isis.org)) où sont répertoriées toutes les espèces hébergées dans la plupart des zoos du monde.

Les parcs zoologiques destinataires du questionnaire ainsi que l'adresse mail utilisée pour les contacter sont répertoriés dans le tableau ci-après (Tableau 2).

Les différentes structures y ont été classées en fonction de leur appartenance ou non à l'EAZA et de leur type de réponse au questionnaire. Sont ainsi distingués les parcs n'ayant pas répondu de ceux ayant répondu au questionnaire, eux-mêmes divisés en sous catégories suivant s'ils ont indiqué posséder des magots ou pas.

**Tableau 2 : Liste des parcs zoologiques interrogés**

Parcs animaliers interrogés	Nom	Adresse e-mail	
Parcs zoologiques contactés membres de l'EAZA	Ne possédant pas de magot	<p>Parc Zoologique d'Amiens            Parc Zoologique d'Amneville            Zoo d'Asson            Réserve Zoologique de Calviac            Parc Zoologique de Champrepus            Parc Zoologique de Cleres - Jean Delacour            Le Pal            Parc Zoologique Doue-la-Fontaine            Parc Zoologique Fort-Mardyck            Zoo de la Palmyre            Parc Zoologique de Lille            Parc Zoologique de Mulhouse            Parc Zoologique du Château de Branfere            Menagerie du Jardin des Plantes            Parc Zoologique de Paris            Safari de Peaugres            Parc Zoologique de la Barben            African Safari            La Bourbansais Zoo            Zoologique des Sables d'Olonne            Parc Zoologique de Tregomeur</p>	<p><a href="mailto:Ca.dossantos@amiens-metropole.com">Ca.dossantos@amiens-metropole.com</a>  <a href="mailto:Zoo.amneville@wanadoo.fr">Zoo.amneville@wanadoo.fr</a>  <a href="mailto:info@zoo-asson.org">info@zoo-asson.org</a>  <a href="mailto:contact@reserve-calviac.org">contact@reserve-calviac.org</a>  <a href="mailto:zoo.champrepus@wanadoo.fr">zoo.champrepus@wanadoo.fr</a>  <a href="mailto:paul.astolfi@cg76.fr">paul.astolfi@cg76.fr</a>  <a href="mailto:info@lepal.com">info@lepal.com</a>  <a href="mailto:infos@zoodoue.fr">infos@zoodoue.fr</a>  <a href="mailto:jeanmarc.charpentier@tud.fr">jeanmarc.charpentier@tud.fr</a>  <a href="mailto:admin@zoo-palmyre.fr">admin@zoo-palmyre.fr</a>  <a href="mailto:zoolille@mairie-lille.fr">zoolille@mairie-lille.fr</a>  <a href="mailto:zoomulhouse@mulhouse-alsace.fr">zoomulhouse@mulhouse-alsace.fr</a>  <a href="mailto:contact@branfere.com">contact@branfere.com</a>  <a href="mailto:valhuber@mnhn.fr">valhuber@mnhn.fr</a>  <a href="mailto:pzp@mnhn.fr">pzp@mnhn.fr</a>  <a href="mailto:safari@safari-peaugres.com">safari@safari-peaugres.com</a>  <a href="mailto:zoolabarben@wanadoo.fr">zoolabarben@wanadoo.fr</a>  <a href="mailto:contact@zoo-africansafari.com">contact@zoo-africansafari.com</a>  <a href="mailto:assistant@labourbansais.com">assistant@labourbansais.com</a>  <a href="mailto:info@zoodessables.fr">info@zoodessables.fr</a>  <a href="mailto:contact@zoo-tregomeur.com">contact@zoo-tregomeur.com</a></p>
	Possédant des magots	<p>Espace Zoologique de la Boissiere du Dore            Parc Zoologique de la Cabosse            La Vallée des Singes            Zoo de Saint-Martin-la-Plaine</p>	<p><a href="mailto:contact@zoo-boissiere.com">contact@zoo-boissiere.com</a>  <a href="mailto:infos.zoodejurques@orange.fr">infos.zoodejurques@orange.fr</a>  <a href="mailto:info@la-vallee-des-singes.fr">info@la-vallee-des-singes.fr</a>  <a href="mailto:zoo-st-martin@wanadoo.fr">zoo-st-martin@wanadoo.fr</a></p>
	N'ayant pas répondu	<p>Zooparc de Beauval            Parc Zoologique du Museum de Besancon            Zoo de la Fleche            Parc zoologique de Lisieux            Jardin Zoologique de la Ville de Lyon            Parc de Lunaret            Espace Animalier de la Haute-Touche            Parc Zoologique de Pont-Scorff            Touroparc            Réserve Africaine de Sigean            Parc Zoologique de Thoiry</p>	<p><a href="mailto:infos@zoobeauval.com">infos@zoobeauval.com</a>  <a href="http://museum@besacon.fr">museum@besacon.fr</a>  <a href="mailto:infozoofleche@wanadoo.fr">infozoofleche@wanadoo.fr</a>  <a href="mailto:info@cerza.com">info@cerza.com</a>  <a href="mailto:jardin-zoologique@mairie-lyon.fr">jardin-zoologique@mairie-lyon.fr</a>  <a href="mailto:zoo.dpn@ville-montpellier.fr">zoo.dpn@ville-montpellier.fr</a>  <a href="mailto:parcdelahautetouche@yahoo.fr">parcdelahautetouche@yahoo.fr</a>  <a href="mailto:contact@pass-culturel-ubs.fr">contact@pass-culturel-ubs.fr</a>  <a href="mailto:touroparc@wanadoo.fr">touroparc@wanadoo.fr</a>  <a href="mailto:ra.sigean@wanadoo.fr">ra.sigean@wanadoo.fr</a>  <a href="mailto:resa@thoiry.net">resa@thoiry.net</a></p>
Autres parcs contactés	Ne possédant pas de magot	<p>Natur'Zoo de Mervent            Réserve de Beaumarchais            Parc zoologique de Fréjus            Zoo Sanary            La pinède des singes            Parc zoologique du bois d'Attilly            Refuge de l'Arche            Parc du Reynou            Zoo de Maubeuge            Parc animalier de Sainte-Croix            La coccinelle            Zoo de l'Orangerie</p>	<p><a href="mailto:contactnaturzoo@free.fr">contactnaturzoo@free.fr</a>  <a href="mailto:safaritrain@orange.fr">safaritrain@orange.fr</a>  <a href="mailto:zoofrejus@aol.com">zoofrejus@aol.com</a>  <a href="mailto:contact@zoosanary.com">contact@zoosanary.com</a>  <a href="mailto:contact@pinede-singes.com">contact@pinede-singes.com</a>  <a href="mailto:infos@zoo-attilly.com">infos@zoo-attilly.com</a>  <a href="mailto:info@refuge-arche.org">info@refuge-arche.org</a>  <a href="mailto:parczooreynou@wanadoo.fr">parczooreynou@wanadoo.fr</a>  <a href="mailto:contact@zoodemaubeuge.fr">contact@zoodemaubeuge.fr</a>  <a href="mailto:parc.stecroix@wanadoo.fr">parc.stecroix@wanadoo.fr</a>  <a href="mailto:contact@la-coccinelle.fr">contact@la-coccinelle.fr</a>            (mail laissé sur le site du parc)</p>
	Possédant des magots	<p>Zoo du Bouy            Parc animalier Gramat            Zoo de Bordeaux-Pessac            La montagne des singes            Zoodyssee            La forêt des singes</p>	<p><a href="mailto:contact@zoodubouy.fr">contact@zoodubouy.fr</a>  <a href="mailto:gramat.parc.animalier@wanadoo.fr">gramat.parc.animalier@wanadoo.fr</a>  <a href="mailto:sceanimalierzbp@free.fr">sceanimalierzbp@free.fr</a>  <a href="mailto:info@montagnedessinges.com">info@montagnedessinges.com</a>  <a href="mailto:accueil@zoodyssee.org">accueil@zoodyssee.org</a>  <a href="mailto:info@la-foret-des-singes.com">info@la-foret-des-singes.com</a></p>
	N'ayant pas répondu	<p>Parc animalier d'Ecouvès            Planète sauvage            Parc animalier des bois de Saint-Pierre            Parc animalier du Cezallier            Parc de l'Auxois            Parc animalier de Casteil</p>	<p><a href="mailto:Vincechauv1@hotmail.com">Vincechauv1@hotmail.com</a>  <a href="mailto:info@planetesauvage.com">info@planetesauvage.com</a>  <a href="mailto:animation.zoo.stpierre@wanadoo.fr">animation.zoo.stpierre@wanadoo.fr</a>  <a href="mailto:contact@zoo-cezallier.com">contact@zoo-cezallier.com</a>  <a href="mailto:visite@parc-auxois.com">visite@parc-auxois.com</a>  <a href="mailto:cases.j@wanadoo.fr">cases.j@wanadoo.fr</a></p>

### **3) Gestion des magots en captivité**

#### **a. Mode de captivité des magots dans différents zoos**

##### **i. Logement**

Différents types de logements sont possibles pour héberger les primates en parc zoologique.

Les cages, qui prédominaient il y a plusieurs années, laissent désormais place à un hébergement plus spacieux et plus apprécié des visiteurs : il s'agit de l'hébergement en semi-liberté, ou sur des îles.

Les autres types d'hébergements pouvant accueillir les primates sont les volières, maisons, et autres fosses.

La particularité des magots est qu'ils n'ont pas besoin de chauffage, et peuvent dormir dehors sans problème.

Étant donné que les macaques de Barbarie ne sont pas considérés comme des primates dangereux, ils sont donc très souvent présentés en semi-liberté, dans un enclos contenant beaucoup d'arbres (où ils pourront dormir en hauteur) et au moins un point d'eau.

Le public évolue alors à pied parmi les animaux, en suivant un chemin balisé.

Cependant, ce mode de captivité nécessite une surveillance par un personnel compétent, afin d'éviter toute morsure et tout agacement des macaques.

La plupart des parcs zoologiques s'appliquent à respecter le mode de vie en groupe des macaques, et les présentent donc en groupe multimâles/multifemelles (comprenant plusieurs mâles et plusieurs femelles) d'une dizaine d'individus en moyenne (Mallapur, 2005).

La taille du groupe varie bien sûr en fonction des individus qui en font partie (et de leurs affinités respectives), mais aussi en fonction de la disponibilité d'accueil du parc (suivant les dimensions de l'enclos et le nombre de soigneurs disponibles).

Les petits groupes sont plus faciles à gérer que les grands, dans lesquels la hiérarchie est prononcée et les conflits plus fréquents (Stevenson, 1984).

Il convient de veiller à ce que les enclos soient être assez grands, afin d'empêcher les compétitions territoriales à l'origine d'agressions et éviter toute surpopulation.

Une étude menée en 2003 sur les parcs zoologiques européens indique que les enclos hébergeant des magots (les réponses de quarante deux parcs zoologiques à un questionnaire ont été centralisées et analysées) s'étendent de trente mètres carrés à plus de vingt-cinq hectares, et hébergent des groupes de cinq à deux cents animaux.

De même, les parcs n'hébergeraient pour la plupart qu'un seul groupe de magots, et ne garderaient qu'un seul mâle pour la reproduction (à cause de la difficulté de gestion des hauts niveaux d'agression entre mâles adultes pendant la saison sexuelle dans un lieu restreint) (Kuester, 2006).

Les primates ayant besoin d'un environnement complexe et stimulant, leur enclos doit être aménagé en fonction.

En effet, jouir d'un grand espace ne suffit pas aux magots captifs ; il leur faut également un milieu « enrichi » (IPS, 2007).

D'autant plus que la création par les parcs zoologiques d'un espace de vie stimulant (basé sur l'enrichissement du milieu de vie) favorise la réalisation des activités et des comportements typiques de l'espèce (Carlstead, 1996 ; Goosen et al, 1984).

Cet « enrichissement » comprend trois volets : l'enrichissement physique de l'environnement, l'enrichissement physique alimentaire, et l'enrichissement social.

L'enrichissement physique de l'environnement consiste à mettre en place des aménagements tels que des plateformes, des cordes, des barres, des poteaux, troncs, branches et autres accessoires, ou encore des abris.

Ceci permet l'optimisation de l'espace disponible, trompe l'ennui, et favorise l'exercice physique des singes. Ces aménagements rendent par ailleurs possible l'isolement du primate (par rapport à l'homme ou à ses congénères) lorsque celui-ci le désire (Bonnotte, 1999 ; Meder, 1992 ; Goosen et al, 1984).

L'enrichissement physique alimentaire sera traité ci-après.

Quant à l'enrichissement social, il consiste à permettre au primate d'interagir avec ses congénères. Un tel objectif est facilement atteint en plaçant les animaux en groupe.

## **ii. Alimentation**

Les Directives de la Société Internationale de Primatologie stipulent que les primates doivent être nourris avec des aliments appétents, non contaminés, et diététiquement adéquats (IPS, 2007).

Ceci est permis par l'utilisation d'aliments du commerce (extrudés) adaptés à l'espèce.

Les parcs zoologiques rajoutent généralement à cette ration des fruits, légumes, et herbes.

De plus, des compléments vitaminiques peuvent être utilisés (Bonnotte, 1997).

Il faut veiller à ce que l'apport en vitamine C soit suffisant (Fortman et al, 2002) ; mais en général il l'est si on ajoute des fruits et légumes (qui en sont une excellente source) à la ration.

Les points d'alimentation doivent être suffisamment éloignés les uns des autres, pour permettre à tous les singes (même les plus dominés) d'accéder à la nourriture.

En effet, si la nourriture n'est distribuée qu'en un seul point, le mâle dominant s'assied en général dessus et garde tous les fruits pour lui jusqu'à satiété. Au contraire, si les aliments sont dispersés en petits tas, chacun pourra se servir (Hosey, 2005 ; Goosen et al, 1984).

D'autre part, il vaut mieux offrir aux magots plusieurs petits repas tout au long de la journée plutôt qu'un seul gros.

Ainsi, les macaques sont en général nourris deux fois (voire trois fois) par jour dans les parcs zoologiques (Darras, 2006 ; Bonnotte, 1997 ; Goosen et al, 1984).

Un autre point important à respecter dans la distribution de l'alimentation est le fourrage.

Ce dernier fait partie de « l'enrichissement physique alimentaire » évoqué ci-dessus.

C'est un mode de distribution de l'aliment très pratiqué dans les parcs zoologiques consistant à disperser sur le sol des aliments de petite taille, généralement des graines de céréales. Le primate devra alors rechercher minutieusement sa nourriture, ce qui augmente la durée de ses repas et lutte également contre l'ennui (Mallapur, 2005).

Dans le même but, on utilisera une alimentation variée et on préférera donner aux primates des fruits entiers et non épluchés plutôt que déjà « prêts à consommer » et coupés.

Les singes mettront alors plus de temps à les manger (IPS, 2007 ; Britt, 1998 ; Oftedal et Allen, 1996 ; Bayne et al, 1991 ; Smith et al, 1989 ; Stevenson, 1984).

### **iii. Mode de captivité des magots dans les parcs zoologiques français interrogés**

A partir des différents questionnaires remplis et retournés par dix parcs zoologiques français hébergeant des macaques de Barbarie, nous avons pu dresser le tableau comparatif sur la page ci-après (Tableau 3).

On y voit que la plupart des parcs zoologiques français (8/10) préfèrent héberger leurs magots en groupes dans de grands enclos, en semi-liberté.

De plus, la plupart des zoos (8/10 également), forment des groupes multimâles-multifemelles de sex-ratio relativement équilibré.

Seul le parc zoologique de Jurques préfère garder un groupe de « célibataires », formé uniquement de mâles d'âges variés.

Le zoo de Bordeaux-Pessac se situe quant à lui un peu à part des autres zoos, puisque d'une part il élève ses macaques en volière (contrairement aux autres parcs interrogés), et d'autre part il les présente en harem (n'hébergeant qu'un seul couple et sa descendance féminine).

Le regroupement en « couple » est aussi utilisé par le zoo de Saint-Martin la Plaine, pour certains singes issus de saisies et difficilement adaptables à la vie en grands groupes.

Enfin, les parcs de La Montagne des singes et de la Forêt des singes présentent des macaques en quasi liberté, et où le mode de vie y est identique : on y trouve plusieurs groupes formés de dizaines de magots sur le même territoire, très étendu. Les groupes se forment naturellement et les mâles peuvent migrer d'un groupe à l'autre, s'ils le souhaitent.

Des moyens de maîtrise de reproduction sont employés dans quatre des huit zoos pouvant avoir des naissances (les deux autres zoos, le zoo de Jurques et celui de Gramat, possédant respectivement un groupe monomâle et des individus trop proches génétiquement pour se reproduire, ne sont pas pris en compte ici).

Parmi les moyens de maîtrise de reproduction, deux zoos plébiscitent la pose d'implants sur les femelles, un utilise la castration chirurgicale des femelles et deux castrant leurs mâles. Quant au zoo de Bordeaux-Pessac, il envisage également la castration de son mâle pour cet hiver.

Les groupes comprenant des magots se reproduisant voient naître en moyenne 1,5 petit par an.

Peu de structures réalisent des transferts de magots.

Si tel est le cas, elles récupèrent en général des magots d'autres zoos ou de saisies, ou bien en exportent vers d'autres zoos ou en milieu naturel (c'est le cas des programmes de réintroduction menés par la Montagne des singes notamment).

Les groupes ainsi formés par les parcs zoologiques français sont relativement stables, même si quelques conflits éclatent de temps en temps.

Nous reviendrons sur cette stabilité des groupes de magots des zoos interrogés un peu plus tard dans la thèse.

	magots hébergés	Type d'hébergement	Reproduction	Maitrise de la reproduction	Transferts d'animaux	Stabilité du groupe
<b>La Boissière du Doré</b>	13 : 7 M et 6 F	Groupe en grand enclos, en semi-liberté	2 naissances/an	3 M castrés (2 A et 1 SA)	Echanges entre zoos +/- récupération de saisies	relative
<b>la Cabosse</b>	17 : M (de 2 à 20 ans)	groupe en semi-liberté (+moufflons à manchettes)	NON	NON	Magots récupérés du sanctuaire AAP en 2010	OUI (rares conflits, sans gravité)
<b>la Vallée des Singes</b>	24 : 14 M et 10 F	grand groupe en semi-liberté	NON	F sous implants sauf 1, M castrés sauf 1	NON	OUI
<b>Zoo du Bouy</b>	14 : 7 M et 7 F	groupe en semi-liberté	2-3 naissances/an	NON	rare	ASSEZ (conflits autorésolutifs)
<b>Gramat</b>	4 proches parents	groupe dans un vaste enclos	NON	NON (magots trop proches parents)	NON	OUI
<b>la Montagne des singes</b>	4 grands groupes de plusieurs dizaines d'individus, M et F	plusieurs groupes, en quasi-liberté	OUI "naturelle" (1 naissance/F en âge de procréer/an)	NON	rare exportations en milieu naturel	OUI (~ "naturel")
<b>Zoodyssée</b>	10 : 3 M (1 A, 2 J) et 7 F	groupe en semi-liberté	0-1 naissance/an	Castration des F dès leurs 3 ans	exceptionnels (saisie des douanes, échanges entre zoos)	NON (morsures fréquentes (2-3 profondes/an), incluant toujours les mêmes individus
<b>La forêt des singes</b>	3 grands groupes de plusieurs dizaines d'individus, M et F	plusieurs groupes, en quasi-liberté	OUI "naturelle" (1 naissance/femelle en âge de procréer/an)	NON	rare exportations en milieu naturel	OUI (~ "naturel")
<b>Saint-Martin-la-Plaine</b>	45 : M et F	en couple, en groupes de 6-8 individus, ou en enclos de 15 individus	NON	F sous implants dès leur adolescence	récupération de saisies de douanes, d'associations...	OUI
<b>Bordeaux-Pessac</b>	6: 1 couple adulte et leur descendance F	Harem en volière	1 naissance/an	Castration du M envisagée pour cet hiver	NON	OUI

(Avec M = mâle, F = femelle, A = adulte, SA = subadulte, et J = juvénile)

**Tableau 3 : Tableau comparatif de la gestion des macaques de Barbarie dans différents parcs zoologiques français**

## **b. Les risques sanitaires majeurs relatifs à la détention de primates et leur prévention en parc zoologique**

Maintenir des primates en captivité peut, en rapprochant les populations humaine et simienne, donner lieu à la transmission d'agents pathogènes de l'une à l'autre.

Les animaux importés sont porteurs de germes variés contractés dans leur endroit d'origine (s'agissant quelquefois d'un pays étranger) qui sont parfois dangereux, aussi bien pour les primates d'une colonie déjà établie que pour le personnel de l'établissement les accueillant.

Les germes se maintiennent et se disséminent dans la colonie d'autant plus facilement que le milieu est confiné et qu'il y a promiscuité.

De plus, les singes étant des animaux très sociaux, leur comportement est en faveur de la propension desdits germes (on peut citer le comportement de toilette, les contacts physiques et l'épouillage fréquent, ou encore parfois la coprophagie, pouvant entraîner l'ingestion des agents pathogènes).

De même, les singes appartenant à des classes d'âge différentes, tout comme ceux provenant d'origines différentes, ne sont pas sensibles aux mêmes agents pathogènes ; il est donc déconseillé, si possible, de les mélanger dans une même colonie.

### **i. Principales zoonoses transmises par les macaques**

Les primates non humains sont sensibles à plusieurs agents pathogènes qui peuvent infecter l'homme mais qui ne sont pas infectieux pour les animaux « inférieurs ». C'est pourquoi le primate malade est un danger potentiel pour le personnel travaillant à son contact.

Ce danger est d'autant plus fort pour le propriétaire de singe de compagnie, qui ignore tout de la pathogénie des maladies et des mesures préventives à appliquer pour éviter de contracter ces dernières (Renquist et Whitney, 1987).

Nous allons traiter ci-dessous des principaux agents viraux, bactériens, et parasitaires transmissibles des primates à l'homme.

Cette partie n'a pas la prétention d'être très détaillée ni exhaustive, mais est seulement destinée à donner un aperçu des risques encourus par l'homme lors de contacts rapprochés avec les primates non humains.

Pour chaque affection, la partie ci-dessous traite des symptômes exprimés respectivement par les singes et les hommes, du mode de transmission, puis fait un point rapide sur le diagnostic et le traitement, et termine par évoquer les mesures préventives à appliquer pour éviter toute contamination.

## 1. Zoonoses virales

(Molto, 2010 ; Coutrot, 2006 ; Honess et al, 2006 ; Fortman et al, 2002 ; Acha et Szyfres, 2005b ; Brack, 1987 ; Renquist et Whitney, 1987)

### - L'herpesvirus B :

Il s'agit d'une zoonose majeure, grave, mais cependant assez peu fréquente (jusqu'en 2006, le nombre total de contaminations humaines était estimé à 40 (Coutrot ; Wanert et Vidal, 2006)). C'est une maladie légalement contagieuse.

C'est la maladie zoonotique la plus importante associée aux primates non humains à cause de sa grande séroprévalence parmi les macaques et ses près de 70% de taux de mortalité chez les humains infectés (Fortman et al, 2002). Voilà pourquoi ce paragraphe est un peu plus détaillé que les autres...

Ce virus est essentiellement transmis par les macaques qui sont les hôtes naturels. A priori, les magots sauvages ne seraient pas porteurs, mais les macaques asiatiques si ; ce serait donc ces derniers qui transmettraient le virus aux magots dans les parcs zoologiques. Ainsi, la contagiosité entre Primates Non Humains semble très élevée (plus de 80% des macaques vivant en captivité seraient séropositifs d'après la thèse « Transmission des zoonoses chez les primates » (Lodde, 1998).

Les singes sont le plus souvent des porteurs asymptomatiques. Ils présentent en effet en début d'infection généralement une stomatite ou une angine vésiculeuse et ulcéreuse qui guérit, et s'ensuit un portage latent du virus, permanent.

La transmission se fait par morsure ou griffure de primate infecté, par application de salive de singe porteur sur des lésions dermatologiques existantes, par blessure avec du matériel souillé, voire indirectement par voie respiratoire. Chez les primates, la voie vénérienne est un mode de transmission supplémentaire. Tous les fluides et sécrétions peuvent être contaminants.

L'infection touche le plus souvent les hommes jeunes manipulant depuis peu les primates, ou les individus immunodéprimés. Certains hommes, travaillant depuis longtemps au contact des primates non humains, résistent à la maladie (et présentent une sérologie positive).

La contamination de l'homme aboutit à une encéphalomyélite mortelle en l'absence de traitement.

Les symptômes apparaissent généralement durant le premier mois suivant l'infection : la zone d'inoculation devient alors hyperhémique, douloureuse, prurigineuse, et on observe la formation de vésicules autour de la plaie, associée à une lymphadénopathie régionale ainsi qu'à une fièvre légère. Ensuite survient un syndrome pseudogrippal avec mal de gorge ainsi qu'une paresthésie par progression proximale à partir du site d'exposition. Une faiblesse musculaire ou une paralysie de l'extrémité exposée est possible. (Dans le cas d'une transmission par aérosols, les troubles respiratoires sont dominants).

Ensuite survient le syndrome méningo-encéphalitique comprenant des douleurs musculaires, céphalées, raideur méningée, et vomissements. Il y a une évolution vers l'ataxie, la paralysie, puis la mort par paralysie respiratoire.

La mortalité s'élève à 80% et, chez survivants, des séquelles neurologiques graves et permanentes persistent dans 60% des cas.

Le diagnostic est clinique (et s'appuie sur la présence de vésiculo-pustules caractéristiques à l'inspection de la cavité buccale et du carrefour pharyngien), virologique (PCR à partir d'écouvillons de muqueuse buccale, oculaire, rectale, vaginale ou du prépuce, ou de fragments de tissus), voire histologique (à partir de lésions cutanées).



On ne traite pas les singes infectés.

Quant aux hommes, le traitement est à base d'antiviraux : on utilise un analogue de desoxyguanosine qui agit comme inhibiteur de l'ADN polymérase tel l'Acyclovir. Il est bien toléré en général mais néphrotoxique, donc à éviter chez les insuffisants rénaux. D'autres molécules existent (Valaciclovir, Ganciclovir, Foscarnet, Cidofovir). Après régression des symptômes, le traitement doit être suivi d'un traitement de couverture par le valacyclovir à vie du fait du risque de récurrence.

La prévention se base sur la gestion des animaux, qui doit comprendre une quarantaine de six à huit semaines avec deux examens à un mois d'intervalle pour dépister les lésions herpétiformes. Une recherche virologique et/ou sérologique permet de dépister les porteurs asymptomatiques. Tout animal infecté, malade, ou porteur asymptomatique doit être sacrifié (puis incinéré). Tout animal n'ayant pas été reconnu séronégatif pour l'Herpesvirus B doit être considéré comme infecté et doit être manipulé avec précaution.

De plus, il est recommandé de ne pas mélanger les espèces africaines et asiatiques.

Quoiqu'il en soit, l'importation de tout animal du genre *Macaca* ne peut se faire que si l'animal a subi une épreuve de dépistage sérologique et est séronégatif.

Un autre aspect de la prévention est la formation du personnel sur l'application des règles d'hygiène de base, la détection des premiers symptômes et la conduite à tenir en cas d'accident d'exposition.

En cas de morsure de singe, il faut laver et désinfecter dans les 2 à 3 premières minutes suivant l'accident. Une procédure de déclaration des morsures et griffures doit être respectée rigoureusement, avec alerte systématique du médecin du travail. Il faut rapidement effectuer une recherche du virus par PCR sur des écouvillonnages réalisés sur le singe ; il faut également effectuer un suivi sérologique de la personne mordue en tenant compte du taux d'anticorps basal (Wanert et Vidal, 2006).

En ce qui concerne la prophylaxie sanitaire, il n'existe aucun vaccin. L'administration préventive d'antiviraux éviterait cependant l'apparition de symptômes.

#### - La rage :

Cette Maladie Réputée Contagieuse est due à un Lyssavirus et se traduit, une fois déclarée, par une encéphalomyélite inéluctablement mortelle. Celle-ci est parfois précédée d'hypersalivation, de paralysie, voire d'agressivité chez certains singes.

La transmission se fait par morsure ou griffure par un animal contaminé principalement. Elle est aussi possible par contact de salive infectée sur une peau lésée et par voie conjonctivale.

D'après certaines publications, environ 1000 personnes dans le monde auraient subi un traitement antirabique suite à la morsure par un singe suspect de rage.

En ce qui concerne le traitement, il faut veiller à bien nettoyer la plaie en cas de morsure par un primate. De plus, il convient d'effectuer une vaccination curative, et éventuellement une sérothérapie.

La prévention implique le respect des règles de base concernant la manipulation des primates et la vaccination préventive impérative du personnel en contact avec les primates. Il est possible de vacciner les primates avec un vaccin à virus tué.

#### - L'hépatite A :

C'est une zoonose majeure due à un picornavirus. Les singes ne sont que des hôtes secondaires (c'est l'homme qui est le réservoir principal), mais la contamination

homme-singe est facile. On précise que plus de 90% des primates sont sérologiquement positifs. Les singes, une fois infectés, peuvent alors transmettre la maladie aux hommes et deviennent ainsi une menace pour ces derniers.

L'infection est souvent inapparente chez l'animal.

La transmission se fait par voie digestive ou respiratoire, mais est aussi possible par le sang.

Les êtres humains atteints présentent des troubles gastro-intestinaux ou un syndrome pseudo-grippal. Il est aussi possible que l'infection reste latente, ou qu'elle entraîne une hépatite aiguë.

Quoiqu'il en soit, l'infection est généralement bénigne.

Le diagnostic est virologique ou sérologique, mais il n'existe pas de traitement.

La prévention repose sur la mise en quarantaine des singes à l'introduction, le respect des mesures d'hygiène de base, et la proposition de vaccination contre l'Hépatite A à tout le personnel travaillant avec les primates. Les vaccins ne sont par contre pas recommandés pour la vaccination de routine des primates.

- La maladie d'Ebola :

Elle est due à un filovirus. Les singes infectés sont brusquement atteints d'anorexie et de léthargie ; ils peuvent présenter un écoulement nasal, puis meurent.

La transmission se fait par le sang (et le matériel souillé), par morsure, par les liquides physiologiques qui s'échappent des cadavres, ou encore par voie digestive.

Chez l'homme, le virus entraîne des hémorragies et souvent la mort. Cependant tous les cas de contamination en laboratoire à partir de primates ont donné lieu à des infections asymptomatiques.

La prévention comprend la mise en quarantaine des singes le temps de les dépister et les règles sanitaires de base.

- La maladie de Marburg :

C'est une zoonose grave chez l'homme due à un filovirus. Elle est souvent asymptomatique chez les singes et se transmet par contact avec des fluides de singes infectés lors d'autopsie ou de blessure avec du matériel servant à l'entretien des singes, ou encore par voie respiratoire (les singes peuvent se contaminer par aérosols).

L'homme atteint présentera un malaise général intense, un syndrome pseudogrippal, des diarrhées et vomissements intenses avec souvent atteinte hépatique associée.

Les troubles nerveux sont fréquents et ces symptômes sont suivis d'éruptions maculo-papuleuses et d'hémorragies.

Le diagnostic peut être virologique (après isolement à partir de sang ou de biopsie hépatique) ou sérologique, mais le traitement n'est que symptomatique.

Pour prévenir la maladie, il convient de respecter la mise en quarantaine des primates à l'introduction et la stérilisation des instruments.

Les singes contaminés doivent être euthanasiés et leur cadavre détruit.

Aucun vaccin n'est disponible.

- L'encéphalite équine de l'Est :

On la rencontre chez certains macaques de l'est des États-Unis et du Canada. Chez ces derniers, le virus est responsable d'anorexie, de léthargie, et de paralysie des membres postérieurs.

La transmission est principalement vectorielle (par piqûre de moustiques du genre Culex ou Aedes).

Chez l'homme, l'infection est responsable de formes inapparentes à suraigües, incluant de la fièvre, des encéphalites, et souvent une mortalité (dans 70 à 80% des cas).

Le diagnostic est virologique (à partir de sang) ou sérologique.

La prévention inclue la mise en quarantaine des singes à l'importation, l'isolement des animaux malades, et la lutte contre les arthropodes vecteurs.

Enfin, la vaccination est courante aux USA et réalisée à partir de virus inactivés.

- L'infection par le virus Influenza (grippe) :

Souvent asymptomatique chez les macaques, elle se transmet par voie respiratoire et est responsable chez l'homme d'une maladie respiratoire aiguë d'allure épidémique.

Ce sont les oiseaux sauvages et le porc qui jouent le rôle de réservoirs du virus.

Le diagnostic est virologique ou sérologique.

Quant au traitement, il est seulement symptomatique, à base d'analgésiques plus ou moins d'antibiotiques si l'on craint les complications bactériennes pulmonaires.

La vaccination est conseillée pour les populations à risque (on utilise un vaccin inactivé en France), mais n'est pas utile pour les primates non humains au vu de la faible pathogénicité du virus.

- L'infection par les rotavirus :

Elle entraîne chez l'animal une prostration, une anorexie, ainsi que des vomissements et diarrhées. Ce sont les jeunes qui sont le plus atteints.

Un grand nombre d'animaux et de jeunes humains sont par ailleurs porteurs de rotavirus au niveau de leur tractus digestif, qui sont responsables ou non de diarrhées.

La transmission se fait par voie digestive, respiratoire, ou par contact direct ou indirect.

Chez l'homme, ce sont aussi les très jeunes qui sont touchés. Ils présenteront alors des diarrhées et vomissements intenses, avec plus ou moins de signes associés (otites, rhinopharyngites, etc.).

Le diagnostic est virologique (à partir de selles) ou sérologique chez l'animal.

Le traitement comprend une mise à jeun et une couverture antibiotique afin de limiter les surinfections.

- La Fièvre jaune :

C'est une zoonose due à un Flavivirus. Les hôtes principaux du virus sont les singes, tandis que les hommes sont des hôtes accidentels.

La maladie est inapparente chez les singes locaux (d'Afrique et d'Amérique latine) ; elle se transmet de manière vectorielle (par piqûre de moustique) et entraîne chez l'homme des formes frustes, voire une hépatonephrite hémorragique.

La prévention passe par la vaccination ainsi que par l'interdiction d'introduire en zone indemne des singes provenant de zones infectées.

- La Dengue :

Cette zoonose, répandue dans les zones tropicales et subtropicales, est également due à un flavivirus.

L'infection est inapparente chez le singe.

La transmission est vectorielle (par les moustiques) et provoque chez l'homme une maladie fébrile aiguë et bénigne, plus ou moins accompagnée de nausées, vomissements, et d'érythèmes généralisés.

En ce qui concerne la prévention, elle se base sur l'élimination des vecteurs en zone infectée et sur l'interdiction d'introduire en zone saine des animaux issus de zones infectées.

- La maladie de la forêt de Kyasanur :

Elle est transmise par un flavivirus. Chez le macaque, qui y est sensible, la maladie peut être cliniquement inapparente, ou bien comporter de la fièvre et de l'anorexie et une bradycardie pendant la phase virémique ; enfin, une encéphalite et un syndrome hémorragique peuvent survenir, entraînant la mort de certains singes atteints.

La transmission est vectorielle (par piqûre de tiques).

Chez l'homme, la maladie peut être inapparente ou bien inclure un syndrome pseudo grippal, de la bradycardie et de l'hypotension ; les atteintes gastro-intestinales et bronchiques sont communes. Surviennent ensuite des symptômes nerveux de type raideur de la nuque, tremblements, confusion mentale, voire coma. La convalescence est longue et le taux de létalité s'élève à 5-10%.

Le diagnostic est virologique et sérologique, et le traitement symptomatique.

La prévention consiste essentiellement en la lutte contre les vecteurs et en la protection contre ceux-ci.

- La variole du Tana :

Elle est due à un tanapoxvirus, qui provoque chez les macaques atteints des lésions dermatologiques ; ces dernières disparaissent sans traitement en deux mois.

La transmission se fait par contact étroit avec les animaux malades, par blessure, ou par piqûre par un vecteur (moustique).

Chez l'homme infecté, une phase fébrile est suivie par l'apparition de quelques papules et vésicules ombiliquées sur les bras, le visage, ou le torse. Ceci est associé à une lymphangite et lymphadénite loco-régionale évoluant vers des nodules qui s'ulcèrent et se nécrosent avant de cicatriser en deux à trois semaines.

Les lésions rétrocedent sans traitement spécifique.

En prévention, il convient de respecter les règles sanitaires de base.

## 2. Zoonoses bactériennes

(Molto, 2010 ; Honess et al, 2006 ; Fortman et al, 2002 ; Acha et Szyfres, 2005a ; Lodde, 1998 ; Brack, 1987 ; Renquist et Whitney, 1987)

- La tuberculose :

(Fortman et al, 2002)

C'est la maladie zoonotique bactérienne la plus importante associée aux primates non humains.

La tuberculose est une Maladie Réputée Contagieuse (MRC) (concernant *Mycobacterium tuberculosis* et *M. bovis*) à laquelle les macaques sont très sensibles. L'agent responsable est *Mycobacterium tuberculosis var hominis* principalement, mais *M. africanum*, *M. bovis* et *M. avium* peuvent aussi intervenir.

Chez les primates, la maladie évolue de façon discrète et les signes cliniques ne sont visibles que dans les stades avancés de cette dernière.

Les singes atteints présentent alors de l'anorexie, de la léthargie, une modification du comportement, parfois des signes respiratoires et une mort soudaine.

La transmission se fait principalement par voie respiratoire, mais est aussi possible par voie conjonctivale. L'inoculation accidentelle par voie cutanée (blessure, morsure, ou griffure) est également décrite.

C'est l'homme qui transmet la tuberculose aux singes, et ces derniers peuvent alors ensuite la lui retransmettre.

Le dépistage se fait principalement par intradermoréaction (tuberculation), interprétable trois à quatre semaines après contamination.

Des tests bactériologiques et sérologiques sont aussi disponibles mais peu utilisés.

Le traitement des singes est formellement déconseillé car il rend toute possibilité de diagnostic futur impossible ; il en est de même pour la vaccination.

La prévention consiste en l'application des règles sanitaires de base, en l'assurance que le personnel soignant est indemne de tuberculose et est à jour de sa vaccination BCG, en la mise en quarantaine des nouveaux arrivants et en la réalisation de tuberculinations régulières (au moins deux à deux semaines d'intervalle) avec élimination des individus positifs.

En effet, si l'animal se révèle positif à la tuberculation (c'est-à-dire si un œdème avec rougeur apparaît au point d'injection dès la 16<sup>ème</sup> heure post-injection), il doit être isolé et éventuellement retesté. S'il est toujours positif, il doit alors être euthanasié et autopsié. En cas de résultat douteux, l'animal est isolé et testé à nouveau au minimum quinze jours plus tard. S'il est alors toujours douteux, il doit être considéré comme tuberculeux.

Les animaux sont reconnus indemnes pendant la quarantaine s'ils obtiennent trois tests négatifs successifs (pratiqués à quinze jours d'intervalle).

- Les maladies causées par les agents bactériens d'origine gastro-intestinale :

Les agents bactériens d'origine gastrointestinale sont le plus souvent responsables de diarrhées. On peut citer *Campylobacter (jejuni* le plus souvent), *Shigella*, ou encore *Yersinia enterocolitica*.

Les maladies causées par ces germes (respectivement les campylobactériose, shigellose, et yersiniose) sont la plupart du temps asymptomatiques chez les singes porteurs, ou se caractérisent par une légère altération de l'état général et une diarrhée (voire des avortements à *Campylobacter*), plus ou moins des vomissements.

Les signes cliniques peuvent néanmoins être plus marqués en cas de stress important ou d'infections annexes des animaux.

La transmission est directe ou par voie féco-orale (par ingestion d'aliments ou d'eau contaminés) ; mais la transmission vectorielle (par des mouches) est aussi décrite pour *Shigella*.

Chez l'homme, les symptômes sont surtout marqués chez les personnes immunodéprimées et chez les enfants, et comprennent en général douleurs abdominales, diarrhées, et syndrome fébrile.

D'autres formes (septicémique ou localisée (arthrites, endocardites, avortement)) sont également possibles pour la campylobactériose.

La shigellose est très infectieuse, et de nombreux cas ont été décrits chez le personnel de laboratoire au contact des simiens (fièvre et signes digestifs).

Le diagnostic est bactériologique (par coprologie sur des selles fraîches ou écouvillon rectal) ou sérologique.

Le traitement est à base d'antibiotiques (la gentamicine est très efficace ; de même, l'enrofloxacin semble avoir une très bonne action sur les *Shigella*).

La prévention comprend le respect des règles d'hygiène de base (hygiène des mains et précautions lors de la préparation des repas), mais aussi le respect de mesures prophylactiques sanitaires adaptées sur les animaux, consistant à éviter de mélanger des singes de différentes espèces ou origine, éviter le surpeuplement, et réaliser des recherches coprologiques systématiques lors de la période de quarantaine. Une dératisation plus ou moins une élimination des oiseaux peut également être bénéfique pour la gestion de la yersiniose (Fortman et al, 2002 ; Lodde, 1998).

- La salmonellose :

On en parle ici car elle peut revêtir chez l'homme comme chez l'animal des formes graves. Le sérovar le plus important la provoquant est *Salmonella typhimurium*.

Elle s'exprime chez les animaux sous plusieurs formes. La forme gastro-intestinale est la plus fréquente et est responsable d'un syndrome fébrile accompagné d'une gastro-entérite. La mort survient dans 1% des cas.

Il existe également une forme septicémique avec endotoxémie et choc possible chez les jeunes, et enfin des formes localisées responsables suivant le cas d'endocardite, arthrite, méningite, ou encore avortements.

La transmission se fait par voie oro-fécale par le biais d'aliments contaminés, mais est aussi possible par voie respiratoire, conjonctivale, ou vectorielle (mouches, rongeurs).

Chez l'homme, les signes cliniques sont digestifs et comprennent des entérite, entérocolite, ou colite ulcéreuse.

Le diagnostic est coprologique et le traitement antibiotique.

La prévention sanitaire s'appuie sur les mesures d'hygiène basique, sur la réalisation de bactériologies sur les animaux nouvellement importés, et sur la lutte contre les rongeurs.

- La pasteurellose :

L'infection peut être inapparente, ou bien provoquer des signes respiratoires (rhinites, trachéobronchites, pneumonies) ou intestinaux (selles muqueuses hémorragiques, péritonite) ; une forme septicémique hémorragique existe également, et est mortelle en quelques heures ; des lésions suppuratives de type arthrite, endocardite, ou simple abcès sont aussi décrites.

La maladie s'exprime en général de façon aiguë, mais peut devenir suraiguë en cas de stress important.

La transmission se fait par blessure (morsure), mais aussi par voie respiratoire, placentaire, ou vectorielle.

L'homme est en général porteur sain, sauf s'il s'agit d'un sujet immunodéprimé, qui développera alors des conjonctivite, sinusite, ou méningite si la contamination a été aérienne, ou encore des tendinites, adénopathies, et périostite s'il a été mordu.

Le diagnostic est bactériologique et le traitement antibiotique (les pénicillines se révèlent efficaces).

La prévention sanitaire est axée sur le bon nettoyage des plaies.

- La klebsielle :

Due à *Klebsiella pneumoniae*, elle est responsable chez les macaques infectés de bronchopneumonie, méningite, polyarthrite, méningite, mais aussi d'avortements.

La transmission se fait par contact direct et par aérosols.

Chez l'homme, *Klebsiella* est un pathogène opportuniste entraînant des troubles respiratoires sévères mais aussi des méningite, infection urinaire, et même aussi parfois une septicémie.

Le diagnostic est bactériologique ou sérologique, et le traitement est à base d'antibiotiques.

En prévention, il convient de réaliser une désinsectisation des locaux régulière et d'utiliser les antibiotiques de manière raisonnée.

- La borreliose :

Asymptomatique chez l'animal, elle provoque un syndrome grippal chez l'homme.

La transmission se fait principalement par des vecteurs (arthropodes).

Le diagnostic est bactériologique.

La prévention repose sur la lutte contre les arthropodes vecteurs (désinsectisation régulière des locaux).

- La leptospirose :

L'infection est le plus souvent inapparente chez les singes, mais peut selon le cas entraîner un amaigrissement, de la fièvre, une conjonctivite, un ictère, et même des convulsions.

La transmission se fait par contact de matériel souillé sur une microlésion, par voie digestive ou respiratoire (inhalation d'urines contenant des leptospires).

L'homme infecté présente tout d'abord un syndrome grippal, puis un ictère et des hémorragies cutanées apparaissent, et enfin surviennent des complications neuroméningées et cardiaques. L'infection peut être responsable d'une insuffisance rénale aigue parfois mortelle.

Le diagnostic peut être bactériologique mais la culture reste difficile. Il est donc le plus souvent sérologique

Le traitement est à base de tétracycline, et de pénicilline G chez les humains.

En ce qui concerne la prévention, il convient d'appliquer les règles sanitaires de base (la leptospirose est une Maladie À Déclaration Obligatoire (MADO)), de lutter contre les rongeurs (la transmission aux primates non humains se fait essentiellement par les rats), etc.

Il existe des vaccins, utilisés surtout chez les Saimiris.

- Les rickettsioses :

Les primates infectés peuvent l'être de manière asymptomatique, ou bien présenter un syndrome hémorragique ou une gangrène périphérique.

La transmission se fait par voie respiratoire, oculaire, vénérienne, ou vectorielle (via des arthropodes, dont les tiques).

Suivant la souche contractée, l'homme présentera différentes formes cliniques. L'une d'entre elles est la fièvre Q.

Le diagnostic peut être fait par bactériologie, sérologie, ou intradermoréaction.

Le traitement est antibiotique.

La prophylaxie est basée sur le dépistage sérologique des animaux à l'introduction et sur l'isolation des positifs ; une lutte contre les rongeurs et les insectes est aussi bénéfique. De plus, il existe un vaccin dans les zones endémiques (nécessitant un rappel par an).

- Le tétanos :

Ce n'est pas une zoonose au sens strict du terme mais plutôt une maladie commune aux primates non humains et aux hommes. Ces derniers peuvent donc être contaminés par morsure des premiers. Il s'agit d'une toxi-infection à incubation de plus d'une semaine.

Chez l'animal, le germe responsable *Clostridium tetani* provoque de la torpeur, une difficulté voire une incapacité de préhension des aliments et de la démarche, un opisthotonos, une piloérection et une rigidité excessive ; la mort par paralysie respiratoire est possible.

Chez l'homme les symptômes sont semblables, avec en plus une hypersensibilité aux sons et à la lumière et des spasmes musculaires localisés.

Le traitement consiste en la neutralisation de la toxine par le biais d'injections intramusculaires de sérum antitétanique (la dose utilisée chez le macaque est de 15000 unités, avec 0,5 mL d'anatoxine tétanique). On peut rajouter des pénicillines et des sédatifs ou myorelaxants.

La prévention consiste à faire preuve d'une grande prudence lors des interventions chirurgicales ou des manœuvres puerpérales (mise bas). Il convient d'effectuer un bon nettoyage des plaies.

La vaccination est par ailleurs fortement conseillée.

### 3. Zoonoses parasitaires

(Fortman et al, 2002 ; Acha et Szyfres, 2005c ; Brack, 1987)

- Les filarioses zoonosiques :

Les macaques sont sensibles à l'espèce *Brugia malayi*.

La transmission est vectorielle (par des moustiques).

L'homme infesté est alors atteint de syndrome pseudo-grippal, lymphangite, lymphadénopathie, nausées, voire œdème d'une jambe et abcès stériles.

Le traitement est à base d'antiparasitaires (Tétramisole, lévamisole, diéthylcarbamazine, ou ivermectine).

La prévention se base sur la lutte contre les arthropodes vecteurs.

- La strongyloïdiase :

Le macaque est sensible à l'espèce *Strongyloides fulleborni*.

Chez le singe, la maladie débute par un urticaire, une dermite, et une toxémie. Ensuite surviennent des troubles respiratoires.

Chez l'homme, l'infestation provient le plus souvent du sol pollué par les matières fécales, par voie percutanée. Cette infestation est le plus souvent chronique et bien supportée (démangeaisons, troubles respiratoires mineurs, puis troubles digestifs). Cependant, les symptômes peuvent s'exacerber lors d'une baisse de l'immunité.

Le traitement de choix est le thiabendazole, et la prévention comprend l'élimination des selles des animaux, l'entretien correct des locaux, ainsi que la vermifugation régulière des singes.

- Les schistosomoses :

Le macaque est sensible à *Schistosoma japonicum*. Ce parasite est responsable chez les singes de deux grands syndromes : le syndrome intestinal aigu (lors de forte



infestation) comprenant une diarrhée profuse et une déshydratation, et le syndrome hépatique chronique à l'origine de maigreur et d'anémie.

La transmission se fait essentiellement par les selles, et est percutanée ou digestive.

Chez l'homme, le parasite provoque une dermatite, puis des troubles respiratoires, puis un syndrome pseudo-grippal avec troubles digestifs, et enfin une fibrose intestinale et hépatique.

Le traitement au praziquantel (à la dose de 40 mg/kg) est efficace.

La prévention est la même que pour la strongyloïdiase.

- La balantidiose :

Elle est due à l'infestation par *Balantidium coli*.

Chez le primate non humain, l'infection reste le plus souvent inapparente, sauf lors d'un stress ou de maladies concomitantes. On peut observer des diarrhées, des douleurs abdominales, et un amaigrissement.

La contamination se fait par voie digestive, via l'environnement souillé par les matières fécales.

Chez l'homme, la maladie est le plus souvent asymptomatique, ou s'exprime sous forme de colite chronique.

Une forme grave est tout de même possible, avec dysenterie non fébrile pouvant se compliquer d'abcès hépatique voire pulmonaire ou endocardique.

Le traitement de choix est le métronidazole.

La prévention est sanitaire de base et peut aussi être médicale, en utilisant de la diiodohydroxyquinine chez les animaux nouvellement importés afin d'éviter la multiplication du parasite favorisée par le stress.

- L'amibiase :

(Fortman et al, 2002)

Les macaques sont sensibles à *Entamoeba chattoni* et d'autres amibes. Cependant, lorsqu'ils sont infestés, c'est le plus souvent asymptomatiquement, ou bien ils présentent une colite chronique sans gravité.

La transmission se fait via les aliments et l'eau contaminés par les matières fécales.

La contamination de l'homme est également asymptomatique en général ou évolue sous forme bénigne. Néanmoins, une maladie intestinale peut se manifester sous forme aiguë, avec forte fièvre et dysenterie profuse.

L'amibiase hépatique ou abcès amibien est la complication extra-intestinale la plus fréquente.

Le traitement de référence est le métronidazole.

La prévention est hygiénique.

- La giardiose :

(Fortman et al, 2002)

Due à *Giardia intestinalis*, cette maladie provoque chez les singes atteints des troubles digestifs allant de la stéatorrhée à la diarrhée, des douleurs abdominales ainsi qu'un amaigrissement. Cette affection peut aussi rester asymptomatique.

La transmission se fait par voie digestive via l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés.

Chez l'homme, l'infection est en général asymptomatique, ou entraîne des troubles digestifs et un abattement.

Le traitement semble efficace avec le métronidazole.

- Le paludisme :

Ce sont les agents du genre *Plasmodium* qui en sont responsables. Il existe 4 espèces susceptibles d'infecter l'homme, à savoir *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale*, et *Plasmodium malariae*.

L'infection est souvent asymptomatique chez le macaque et se transmet de manière vectorielle (par des moustiques *Anopheles*).

L'infection humaine est en général bénigne, avec un syndrome pseudo-grippal, une anorexie et une anémie ; elle est de courte durée et les rechutes sont rares. Elle peut par contre, si elle n'est pas traitée, s'avérer mortelle chez les individus immunodéprimés et chez les jeunes enfants.

Le traitement peut se faire à base de quinine.

La prévention est sanitaire et comprend la lutte contre les vecteurs.

- Les trypanosomoses :

De nombreux trypanosomes peuvent à la fois infecter les singes et les hommes.

Chez l'animal, la maladie est le plus souvent asymptomatique ; on peut cependant parfois observer une anorexie, un amaigrissement, une dépression, des troubles cardiaques, un œdème généralisé, ou encore une lymphadénite.

La transmission est vectorielle (par piqûre de punaise), digestive (par ingestion de punaise par les primates non humains), muqueuse ou cutanée (par blessure avec du matériel contaminé).

Chez l'homme, la maladie est asymptomatique dans les deux tiers des cas ; elle peut évoluer de façon aigue chez les jeunes enfants voire être mortelle pour ces derniers.

La maladie débute par un syndrome grippal, des diarrhées et vomissements, un prurit, voire une encéphalite ou des troubles cardiaques.

Le traitement comprend la lutte contre la déshydratation et l'anémie, complété d'imidazole ou de kétoconazole.

La prévention s'appuie sur la désinsectisation des locaux.

Ici n'ont été traitées que les zoonoses majeures, c'est-à-dire graves pour la santé humaine et/ou très fréquentes.

Il existe un grand nombre d'autres maladies transmissibles non évoquées dans cette partie : les zoonoses mineures (rares et bénignes), les zoonoses occasionnelles (rares à exceptionnelles), et les zoonoses potentielles (maladies communes à l'homme et aux animaux dont la transmissibilité est possible mais non prouvée). Dans cette dernière catégorie, on peut citer les maladies bien connues suivantes : rougeole, varicelle, rubéole, ou oreillons, qui ont la particularité de se transmettre des singes aux hommes mais aussi inversement, ou encore les infections parasitaires telles les aspergillose, cryptococcose, ou bien angiostrongylose ou toxoplasmose.

## **ii. Prévention des risques à l'importation**

### **1. Maladies règlementées à l'importation**

(Molto, 2010 ; Coutrot, 2006 ; art.2.10.1.6 du code sanitaire pour les animaux terrestres, 2003)

Étant donné le risque zoonotique que les primates non humains représentent, il est aisé de comprendre qu'il existe des conditions fondamentales à respecter quant au transport international de ces derniers.

Ainsi, d'après le chapitre 2.10.1 du code zoosanitaire international de l'OIE sur les zoonoses transmissibles par des primates non humains, ces conditions, permettant de garantir la santé publique ainsi que le bien-être des animaux, sont d'une part l'établissement de certificats zoosanitaires au départ de ces derniers, et d'autre part leur mise en quarantaine à l'arrivée.

Ces deux procédures relèvent de la compétence des administrations vétérinaires nationales (du pays exportateur en ce qui concerne la certification zoosanitaire, et du pays importateur pour la mise en quarantaine).

Les certificats attestent que les animaux ont été identifiés individuellement et qu'ils ont été « examinés le jour de leur chargement, reconnus sains, exempts de signes cliniques de maladie contagieuse et aptes au transport » (Article 2.10.1.3 du Code sanitaire pour les animaux terrestres, 2003).

Y sont joints entre autres une description du programme de surveillance sanitaire mis en œuvre sur le site d'origine de l'animal et le relevé complet des vaccinations, analyses et traitements auxquels l'animal a été soumis depuis le début de sa vie jusqu'au transport.

Ces certificats doivent être considérés comme la meilleure évaluation possible de l'état de santé des animaux avant l'exportation, mais en aucun cas comme un document déclarant ces animaux indemnes.

Ils permettent aux administrations vétérinaires et aux personnes chargées de recevoir les animaux de prendre des décisions appropriées sur les procédures de quarantaine qui s'imposent (Article 2.10.1.3 du Code sanitaire pour les animaux terrestres, 2003 ; Document justificatif pour le chapitre 3.9.1. du code zoosanitaire international de l'OIE sur les zoonoses transmissibles par des primates non humains, 1996).

De plus, d'après l'arrêté du 19 Juillet 2002 fixant les conditions sanitaires pour l'importation et le transit, sur le territoire métropolitain et dans les départements d'outre-mer, des animaux vivants et de certains de leurs produits visés à l'article L. 236-1 du code rural, certaines maladies sont règlementées à l'importation.

Il s'agit des fièvres hémorragiques simiennes, de la tuberculose, de la rage, des entérobactéries pathogènes et de l'herpès B.

Ainsi, en ce qui concerne les fièvres hémorragiques simiennes, tous les primates non humains importés doivent être certifiés (par un vétérinaire officiel) originaires et provenir d'« un pays tiers dans lequel aucun cas de fièvres hémorragiques simiennes (fièvre de Crimée-Congo, fièvre jaune, fièvre de Mayaro, maladies à virus Ebola, maladie de Marburg, maladie à virus Kungunya) n'a été constaté au cours des deux dernières années ».

De même, les primates, pour être importés, doivent être certifiés provenir « d'un établissement dans lequel aucun cas de tuberculose et de rage ou d'autres zoonoses n'a été constaté au cours des deux dernières années ».

Ainsi, pour être importés les animaux doivent présenter une sérologie rage négative à J0 et être vaccinés à ce moment là, puis présenter un titre sérique d'au moins 0,5 UI/mL 30 jours après ; ils pourront alors être expédiés à J120.

De même, ils doivent avoir eu un résultat négatif à deux épreuves de dépistage de tuberculose de début et fin de quarantaine, ou bien avoir présenté des résultats négatifs à deux dépistages de tuberculose, le dernier ayant été effectué dans les quarante jours précédent le chargement.

De plus, les primates importés doivent être certifiés avoir « été soumis à une épreuve diagnostique annuelle, avec résultat négatif, pour la recherche des entérobactéries pathogènes » ou avoir été « soumis à une épreuve diagnostique, avec résultat favorable, pour la recherche des entérobactéries pathogènes dans les quarante jours précédant le chargement ».

On précise ici que le terme « entérobactéries pathogènes » est un terme large, mais qu'on ne s'intéresse actuellement qu'aux agents de Salmonellose, Shigellose et Yersiniose.

Pour finir, l'importation de tout animal du genre *Macaca* ne peut se faire que si l'animal a subi une épreuve de dépistage sérologique et s'avère séronégatif pour le CeHV- 1 (certifié par un vétérinaire officiel).

Cette disposition n'est cependant pas obligatoire pour les macaques originaires et en provenance de l'île Maurice (la colonie de macaques crabiers vivant sur cette île étant réputée naturellement indemne de CeHV-1.)

Il convient également pour les administrations vétérinaires des pays importateurs d'exiger que les animaux aient été soumis à des épreuves diagnostiques pour la recherche des endoparasites et des ectoparasites et aient reçu, le cas échéant, le traitement adapté.

## 2. Dépistage et quarantaine

(Molto, 2010 ; Bonnotte, 1997 ; Darras, 2006 ; Mermet, 2003 ; Fortman et al, 2002)

Les animaux nouvellement arrivés dans les parcs zoologiques font l'objet d'une quarantaine. Ils sont alors isolés en cages individuelles dans un bâtiment séparé des autres installations du parc prévu à cet effet.

Ainsi, ils peuvent subir un dépistage clinique et biologique de toute affection qui pourrait mettre en danger soit l'animal lui-même, soit les animaux ou personnes avec lesquels il entrerait en contact.

La période de quarantaine est fonction de la provenance de l'animal et de son historique sanitaire ; elle dure en général entre six et huit semaines (dans tous les cas, plus de trente jours), mais peut s'allonger en fonction des résultats obtenus.

En effet, pendant la période de quarantaine sont réalisés plusieurs examens qui comprennent, selon les établissements :

### ➤ Un examen clinique général :

Incluant l'inspection générale de l'animal, de ses muqueuses, de son comportement, etc.

- Une coproscopie et une coproculture :  
Qui permettent de rechercher des parasites intestinaux, salmonelles, shigelles, et autres campylobacter.
- Une vermifugation
- Une prise de sang pour stockage de sérum et une réalisation de sérologies orientées selon la provenance de l'animal (recherche de SIV, STLV, SRV, Herpes B, Marburg, Hépatites A/B, rage, ...), voire éventuellement un bilan sanguin.  
Compte tenu du risque que représente le portage par les animaux de l'Herpèsvirus B non pour ces derniers mais plutôt pour les humains qui sont à leur contact, il est fortement recommandé de dépister systématiquement cette maladie lors de la période de quarantaine. Il est préférable de réaliser les tests sérologiques à l'entrée puis à la sortie de quarantaine des animaux, car le transport et les changements de conditions de vie des animaux sont très propices aux réactivations virales (Coutrot, 2006).
- Éventuellement des vaccinations
- Une recherche d'ectoparasites et de dermatophytes :  
La gale principalement et la teigne sont ainsi recherchées, et leur traitement est administré si besoin.
- Une tuberculination :  
Il s'agit d'une intradermoréaction réalisée à la paupière. L'injection comprend entre 0,05 et 0,1 ml d'une solution à 1% de tuberculine à usage humain, de « *Old mammal T* », ou de Bovituber ND.  
Ce dépistage est réalisé classiquement, même si la réglementation n'impose aucune mesure sanitaire.

Les coprologies, sérologies, et dépistages (comme la tuberculination) peuvent ensuite être organisés régulièrement (en général une fois par an, en même temps que les rappels vaccinaux).

De même, toujours dans un souci de dépistage, tous les animaux morts devront être autopsiés ; et toute cause de morbidité ou de mortalité devra être déterminée avant que le groupe auquel appartiennent les singes soit libéré de quarantaine (Article 2.10.1.6. du code sanitaire pour les animaux terrestres, 2003).

### **iii. Protection du personnel**

Afin de réduire au maximum les risques inhérents à la proximité macaques-êtres humains dans les parcs zoologiques, un certain nombre d'instructions doivent être mises en œuvre et respectées.

Ainsi, le personnel travaillant au contact des primates doit être formé aux grandes règles sanitaires à respecter, tout comme il doit être suivi médicalement.

## 1. Formation sanitaire

(Molto, 2010)

La prophylaxie sanitaire doit être dûment appliquée par le personnel des parcs zoologiques.

Ainsi, les grandes règles hygiéniques de base, telles se laver les mains après tout contact avec un animal, doivent être respectées.

C'est pourquoi des formations peuvent être organisées.

En effet, d'après l'article R231-63 du code du travail, tout chef d'établissement est tenu d'organiser au bénéfice des salariés une formation à la sécurité concernant les risques pour la santé et les prescriptions en matière d'hygiène, de précautions à prendre afin d'éviter toute exposition, d'utilisation de protections individuelles, et de gestion des déchets ; la procédure à suivre en cas d'accident peut aussi être abordée.

De plus, doivent figurer dans les locaux un règlement intérieur ainsi que des consignes de sécurité rappelant les mesures élémentaires d'hygiène. Peuvent ainsi être rappelés certains points tels que l'interdiction de manger, boire, ou fumer dans les locaux où sont hébergés les animaux ou durant la préparation de la nourriture, la défense d'entreposer des aliments dans l'animalerie, le lavage soigneux obligatoire des mains avant et après toute manipulation animale et avant de quitter les locaux, etc. (Darras, 2006 ; Fortman et al, 2002 ; Lodde, 1998).

De même, une manipulation correcte des primates et de leurs sécrétions, excréments, et tissus doit être dûment appliquée par le personnel.

Ce dernier doit veiller à réduire au maximum les manipulations directes des animaux ; si celles-ci sont inévitables, elles ne s'effectueront qu'avec application d'une méthode de contention physique ou chimique appropriée.

De plus, des équipements de protection individuelle (gants, masque, surbottes, ...) doivent se trouver à disposition du personnel et être utilisés si nécessaire (lors de manipulations générant des aérosols par exemple).

Lesdits aérosols doivent cependant être limités au maximum par des manipulations soigneuses, notamment lors des changements de litière (Article 2.10.1.7. du code sanitaire pour les animaux terrestres, 2003).

## 2. Prévention médicale

(Molto, 2010 ; Article 2.10.1.7. du code sanitaire pour les animaux terrestres, 2003)

Le suivi médical du personnel de parcs zoologiques doit être régulier. Il doit se réaliser à l'embauche puis ensuite au moins une fois par an.

Le médecin doit mettre en œuvre pour le personnel des zoos un programme de santé adapté, comportant la mise à jour des vaccinations, le dépistage de la tuberculose, la recherche des entérobactéries pathogènes, la recherche des endoparasites et une vermifugation si besoin, voire la recherche d'autres micro-organismes si nécessaire.

Les vaccinations conseillées comprennent le tétanos, le BCG, la rage, les hépatites A et B et le typhus, mais aussi (dans une moindre mesure) le ROR (Rougeole-Oreillons-Rubéole), la diphtérie, la leptospirose, voire la grippe.

Toute personne malade ne doit à aucun moment entrer en contact avec les animaux, et ce jusqu'à son rétablissement complet.

Par ailleurs, afin de pouvoir travailler au contact des primates, les personnes intéressées ne doivent pas avoir d'antécédents d'allergie, ni être sous traitement immunosuppresseur, ni présenter de dermatose extensive (qui pourrait augmenter le risque de contamination), ni être enceintes. Elles doivent également présenter une radiographie thoracique et des examens sanguins, fécaux, et urinaires corrects.

Les parcs zoologiques doivent disposer dans leurs locaux d'une armoire à pharmacie ou d'une trousse de premiers soins rapidement accessible au personnel.

En cas de blessure, les personnes concernées doivent se désinfecter selon un protocole précis, prévenir leur médecin du travail et faire une déclaration d'accident du travail ; ils doivent de plus alerter le service des maladies infectieuses et tropicales du CHU ou CHR local. Lors de chaque accident, le responsable doit prévenir le vétérinaire sanitaire en charge de l'animal et la Direction Départementale de la Protection des Populations (DDPP) ou la Direction Départementale de la Cohésion Sociale et de la Protection des Populations (DDCSPP) et se renseigner sur l'état sanitaire des animaux en cause ; des sérologies ou autres examens complémentaires peuvent éventuellement être pratiqués sur les animaux impliqués. Si ces dernières se révèlent positives, elles pourront impliquer la réalisation de sérologies également sur la personne mordue.

Quoiqu'il en soit, lors de morsure, on préfère réaliser une injection de sérum antitétanique préventive et mettre en place une antibiothérapie.

Les vaccinations et rappels de la personne mordue sont vérifiées ou, si nécessaire, envisagées (tétanos, hépatite).

L'animal mordeur fait l'objet d'une surveillance accrue et la réglementation concernant la rage s'applique alors ; l'animal est donc placé sous surveillance vétérinaire pendant un mois. Par ailleurs, l'état de santé de la personne mordue est également bien surveillé (Coutrot, 2006).

En cas de blessure grave, la personne doit être prise en charge par un hôpital, qui s'occupera des premiers soins, voire du traitement s'il y a contamination.

Ceci est reporté sur le schéma ci-dessous, traitant de la conduite à tenir en cas d'exposition à un macaque suspecté porteur de l'HerpèsB (Figure 1).

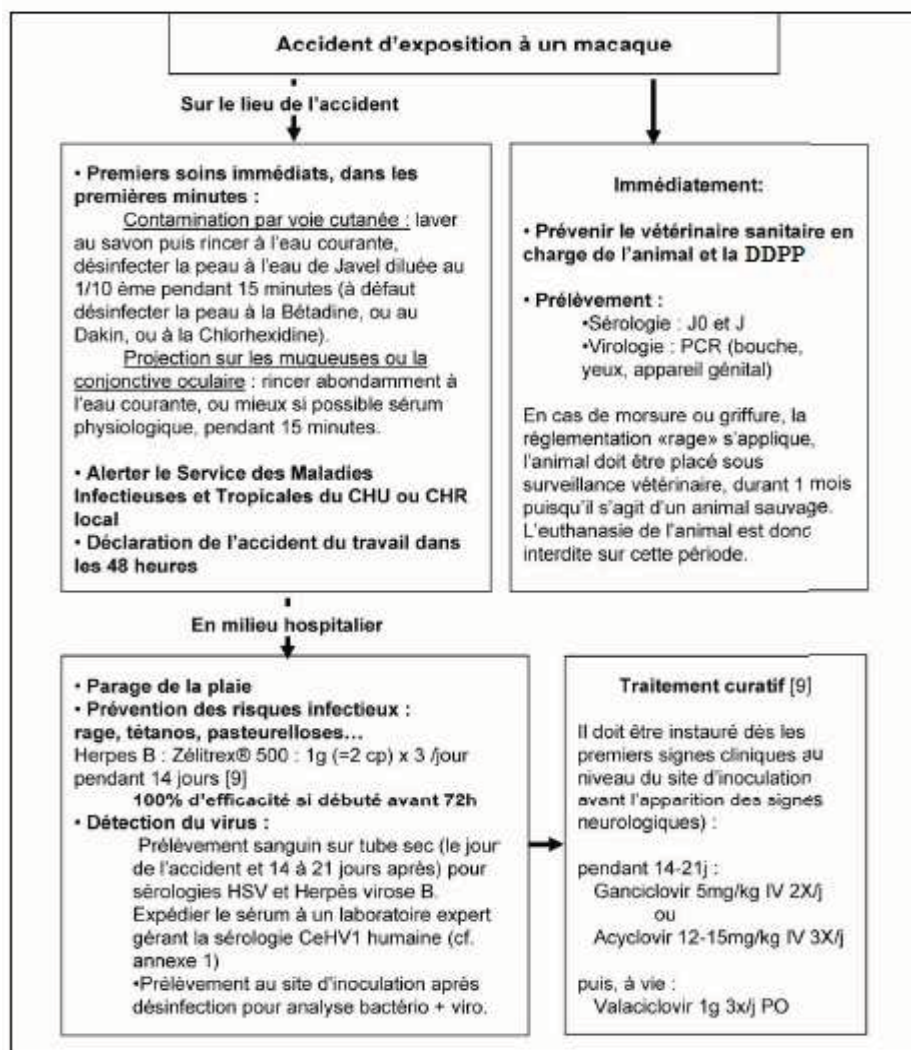


Figure 1 : Conduite à tenir en cas de suspicion de transmission d'un macaque à l'homme (Coutrot, 2006)

#### iv. Mesures sanitaires mises en place dans les locaux

Afin de limiter tout risque zoonotique, il convient également, outre former le personnel aux mesures sanitaires et le suivre médicalement, d'avoir une bonne gestion des locaux.

Ainsi, les locaux doivent être assez nombreux et bien disposés. Des locaux spéciaux de quarantaine doivent être prévus. Il est important que ces derniers soient en nombre suffisant, afin de ne pas y mélanger les espèces animales.

En ce qui concerne l'intérieur des locaux, on veillera à disposer de cages aménagées en vue d'un nettoyage facilité, pratique, et total. Les cages devront par ailleurs être conçues pour ne pas présenter de risque (blessure) pour les animaux qu'elles hébergent.

Le nettoyage ainsi que la désinfection des locaux devront être quotidiens, et la température ainsi que l'hygrométrie de ces derniers régulièrement contrôlés.



De plus, une bonne lutte contre les nuisibles, à savoir les rongeurs (susceptibles d'agir comme réservoirs pour certains pathogènes) et les insectes (pouvant agir en tant que vecteurs), est nécessaire. Les dératisations et désinsectisations devront donc être régulières.

Par ailleurs, des mesures particulières de sécurité doivent être prises. Ainsi, toutes les mesures de sécurité devront être prises afin d'éviter toute évasion des animaux.

De même, il ne faudra pas non plus négliger la mise en place de procédures visant à assurer la sécurité des agents travaillant seuls dans les animaleries ; et l'installation de téléphones ou de systèmes de surveillance pourront s'y avérer utiles.

Enfin, il faudra veiller à éliminer tout déchet et cadavre selon une procédure rigoureuse, de manière à ne pas mettre en danger la santé publique (Article 2.10.1.7. du code sanitaire pour les animaux terrestres, 2003).

### **c. Gestion des animaux**

#### **i. Identification des animaux**

(Chapitre II de l'arrêté du 10 août 2004 fixant les conditions d'autorisation de détention d'animaux de certaines espèces non domestiques dans les établissements d'élevage, de vente, de location, de transit ou de présentation au public d'animaux d'espèces non domestiques ; Chapitre 3.9.1. du code zoosanitaire international de l'OIE sur les zoonoses transmissibles par des primates non humains ; Rice et Kalk, 1996)

Les parcs zoologiques ont l'obligation d'identification individuelle des primates qu'ils hébergent.

Cette identification peut être effectuée au moment de la quarantaine si l'animal n'est pas encore identifié.

On peut recourir à différentes méthodes, tout aussi acceptables les unes que les autres dans la mesure où elles permettent d'aboutir à une identification permanente et certaine de chaque animal. Ainsi l'identification peut se faire par tatouage ou toute autre marque physique.

Dans la plupart des parcs zoologiques, c'est le transpondeur qui est plébiscité, et ce surtout pour des raisons esthétiques, les animaux étant destinés à être montrés au public. Le transpondeur est alors généralement placé entre les omoplates du singe.

L'identification est indispensable pour relier l'historique sanitaire et clinique de l'animal.

#### **ii. Vaccinations**

Aucune vaccination n'est obligatoire en parc zoologique chez les primates en France.

La seule vaccination obligatoire concerne la rage lors de l'importation de primates de pays tiers (extra-communautaires), évoquée ci-dessus (dans la partie « maladies réglementées à l'importation ») (Arrêté du 19 Avril 2002 fixant les conditions sanitaires pour l'importation

et le transit, sur le territoire métropolitain et dans les départements d'outre-mer, des animaux vivants et de certains de leurs produits visés à l'article L. 236-1 du code rural)

Ainsi, globalement, on ne vaccine pas les macaques.

Néanmoins, s'ils sont vaccinés, les primates le sont le plus souvent contre la pseudotuberculose (ou Yersiniose) même si le vaccin donne des résultats mitigés. Mais cela concerne surtout les callithricidés.

De même, les macaques peuvent être vaccinés contre la rage, le tétanos (auquel ils sont très sensibles et dont la vaccination peut donc être recommandée chez les individus vivant dehors) (Fortman et al, 2002 ; Lodde, 1998), ou encore la rougeole (qui est fortement transmissible entre primates humains et non humains) (Fortman et al, 2002 ; Hinshaw et al, 1996 ; Renquist et Whitney, 1987). Si cette dernière vaccination est réalisée, on veillera tout de même à ne pas l'effectuer pendant la période de quarantaine car les vaccins pourraient alors induire des faux négatifs au test de tuberculination (Fortman et al, 2002).

### **iii. Vermifugations usuelles**

Les primates sont en général très parasités. Leurs principaux parasites sont les nématodes, dont notamment les trichures, les oxyures, et les strongles.

En règle générale, ces nématodes ne provoquent que peu de signes cliniques ; mais une surveillance est néanmoins nécessaire car des troubles graves peuvent survenir en cas d'infestation massive.

C'est pourquoi les macaques sont vermifugés dans les parcs zoologiques. D'autant plus que certaines maladies parasitaires sont des zoonoses (telles les filarioses ou les strongyloïdiases dont on a parlé plus haut).

Si un diagnostic étiologique précis est recherché, une coproscopie sera réalisée.

Chaque établissement a ses propres protocoles en matière de vermifugation.

Ainsi, la fréquence des vermifugations varie de une à deux, parfois trois, fois par an.

Il en est de même pour les molécules utilisées : certaines structures utilisent plusieurs molécules en rotation, tandis que d'autres gardent la même.

De même, le moment de vermifugation (certains établissements vermifugent après avoir réalisé des coproscopies, d'autres le font « à l'aveugle ») ainsi que le mode d'administration des vermifuges varient selon les structures.

En ce qui concerne les molécules utilisées contre les nématodes, on peut citer : le mébendazole (à 5mg/kg/jour pendant deux jours), efficace dans la lutte contre les trichures et les ascaris ; ou encore le lévamisole (à 5-10 mg/kg/jour pendant deux jours), utile contre les oxyures et les strongyloïdes.

On utilisera des molécules telles le niclosamide ou le praziquantel pour lutter contre les cestodes.

Le métronidazole s'avère utile dans la lutte contre les *Entamoeba* et les *Balantidium*.

Enfin, l'ivermectine (à 0,2 mg/kg), le flubendazole, ou la pipérazine sont aussi des vermifuges utilisés dans certaines structures et luttent notamment contre les nématodes (Fortman et al, 2002).

#### **d. Problèmes sociaux inhérents au maintien des macaques en captivité**

On constate que les macaques de Barbarie présentent les mêmes comportements sociaux en liberté que lorsqu'ils sont élevés avec un mode de captivité qui s'en approche, tel que la Montagne des Singes (de Turkheim et Merz, 1984). Ils y expriment dans tous les cas les mêmes relations de matrilinéage.

Par contre, certaines études constatent que, en captivité, les distances interindividuelles des magots ont tendance à être plus élevées qu'en milieu « naturel » (Hornshaw, 1984). Ainsi, les magots auraient globalement moins d'affinités en étant captifs que libres.

En effet, dans un groupe, la distance entre deux individus révèle leur type d'association.

Or, une faible distance séparant deux congénères rend compte de leur affinité et démontre la recherche d'un rapprochement ; et, à l'inverse, un éloignement géographique entre deux congénères témoigne d'un évitement.

En captivité, les magots ont donc plus tendance à s'éviter les uns les autres. Cela pourrait s'expliquer tout d'abord par le fait qu'ils n'ont pas le choix de leurs partenaires sociaux ; car, même si l'homme s'efforce de créer des groupes pouvant être les plus stables possibles, il peut tout de même y réunir des individus sans grandes affinités entre eux.

Une autre explication à ce résultat pourrait résider dans l'espace clos offert aux macaques, qui empêche la migration des jeunes mâles le désirant, les forçant à rester dans le groupe même s'ils en ressentent les tensions.

Ainsi, dans les conditions spatiales réduites des parcs zoologiques et compte tenu de la gestion que ces derniers imposent à leur groupe de magots, les conflits sociaux entre magots se font souvent plus importants en captivité qu'en « milieu naturel ».

En effet, l'environnement du parc zoologique peut être défini en 3 dimensions concomitantes, à savoir : un espace réduit, la présence régulière d'un grand nombre d'humains non familiers, et la gestion. Chacune d'entre elles peut participer à l'émergence de problèmes sociaux chez les macaques en captivité et favoriser le conflit social (Hosey, 2005).

#### **i. Les conflits dus au confinement**

Dans l'environnement du parc zoologique, toute possibilité de fuite des animaux est abolie.

Ainsi, les rivaux sociaux ne peuvent pas s'écarter bien loin les uns des autres comme ils le feraient à l'état sauvage, et les risques d'agressions sont donc augmentés (Carlstead, 1996 ; Waterhouse et Waterhouse, 1971).

De même, l'espace réduit des enclos entraîne un contact visuel plus ou moins permanent entre les habitants de ce dernier.

Donc, après un conflit, le vaincu sera toujours sous les yeux du vainqueur, ce qui peut générer une tension sociale assez importante, surtout entre les mâles.

Un autre inconvénient de la captivité est l'impossibilité de migration des mâles. Ces derniers sont contraints de rester dans leur groupe natal, ce qui n'est pas le cas en milieu

naturel où, comme nous l'avons vu précédemment, ils quittent en général leur groupe pendant la saison sexuelle pour en rejoindre un autre, ce qui limite d'une part les conflits avec les autres mâles adultes du groupe, mais aussi la consanguinité (Carlstead, 1996).

Enfin, la réduction de l'espace vital des magots en captivité facilite également la tâche de surveillance du mâle dominant et le maintien de son contrôle.

Le point positif est que cela diminue les agressions entre les femelles, mais le négatif est que cela augmente celle entre les mâles.

En effet, en captivité dans un lieu restreint ont lieu des hauts taux d'agression entre les mâles adultes, et ce surtout pendant la saison sexuelle. L'intumescence des femelles en œstrus favorise alors les conflits entre les mâles, et le comportement de ces dernières en fait tout autant.

Or, le mâle dominant ayant tendance à monopoliser l'accès aux femelles de tout l'enclos, les conflits éclatent fréquemment, d'autant plus que les femelles convoitées sont directement sous les yeux des vaincus...

Il semblerait par contre qu'une surface de un hectare soit la limite de l'aire qu'un seul mâle pourrait monopoliser.

C'est pourquoi l'augmentation de taille d'un enclos de un hectare faciliterait la conservation de mâles entiers captifs supplémentaires (Kuester, 2006).

Ces désagréments de la vie en captivité peuvent cependant être atténués par une bonne organisation de l'espace disponible.

Des barrières visuelles permettent par exemple aux animaux agressés de se soustraire à la vue de leur agresseur, ou des plateformes surélevées leur permettent de s'en éloigner.

Toutes les études ne s'accordent pas sur ce point, certaines avançant que de tels aménagements favoriseraient au contraire la prolongation du conflit sans pour autant le résoudre. La résolution de tout conflit est de toute façon inéluctable, et se conclura par la victoire de l'un des deux protagonistes, ce qui assiera la hiérarchie.

On gardera donc en tête le caractère bénéfique de ces aménagements, qui permettent d'augmenter la complexité de l'enclos et qui ont donc, d'après plusieurs études, un bon effet sur le comportement des primates captifs (la complexité de l'espace étant a priori plus importante que la taille de cet espace elle-même) (Hosey, 2005 ; Carlstead, 1996).

Le confinement induit la plupart du temps une densité animale élevée, et parfois même une surpopulation. En effet, dans tous les cas, l'espace offert aux animaux est restreint, et donc l'espace physique disponible est bien moindre que celui que les animaux occuperaient à l'état sauvage (Hosey, 2005).

Or, qui dit espace restreint implique une probabilité de contact entre les animaux plus élevée, et donc une augmentation concomitante de l'agression (Waterhouse et Waterhouse, 1971).

Une pensée commune, alimentée par des études anciennes, énonce que l'augmentation de densité de population serait à l'origine de pathologies comportementales, et particulièrement augmenterait l'agression entre les animaux, dont les primates.

Ces théories sont aujourd'hui jugées trop simplistes, bien que ce soit encore controversé. Les modifications comportementales observées chez les primates dépendraient d'avantage des individus et des caractéristiques de leur habitat plutôt que de la densité de ces derniers (Judge et de Waal, 1997 ; Alexander et Roth, 1970).

De plus, de nombreuses expériences, plus anciennes, sont aujourd'hui jugées obsolètes car, pour faire varier la densité des groupes de macaques étudiés, les scientifiques avaient recours à l'introduction de nouveaux individus ou au contraire au retrait de membres du

groupe, ce qui déstabilisait la hiérarchie et était à l'origine des nombreuses agressions observées (Southwick, 1967).

Ainsi, le niveau d'agression serait similaire dans toutes les populations (denses ou non), mais les conséquences de ces dernières, par contre, seraient plus graves dans le cas de surpopulation (la fuite se révélant difficile, et les blessures étant fréquentes aux limites de l'enclos).

En effet, plusieurs études ont montré que, plus la densité de population des singes augmente, plus ces derniers développent des comportements visant à éviter les conflits et à réduire la tension sociale.

On peut citer ici l'étude de Judge et de Waal (1997) qui met en évidence une augmentation des comportements d'apaisement des mâles macaques rhésus (épouillage, blottissement) corrélée avec l'augmentation de la densité de population du groupe. Les mâles sont ainsi bien plus intégrés au réseau matriarcal à mesure que la densité du groupe augmente ; de même, ils interagissent beaucoup plus avec les juvéniles. Tandis que les femelles, quant à elles, augmentent tous leurs comportements (affiliatifs et agonistiques) lorsque la densité de population augmente, mais différemment suivant à quels individus elles ont affaire. Ainsi, elles favoriseront les contacts positifs envers les mâles et les femelles non reliées. Ceci contribuera à la cohésion du groupe.

Les groupes captifs sont donc capables d'adaptations comportementales leur permettant de vivre relativement en paix dans un espace réduit. Ces comportements, comprenant l'épouillage, les manifestations formelles, l'évitement, et la réconciliation, s'avèrent très efficaces pour réguler la tension sociale et ainsi contrôler les conséquences négatives de la surpopulation (Semple et Wiper, 2007 ; Hosey, 2005 ; de Waal et al, 2000 ; Judge et de Waal, 1997 ; Cords, 1994 ; Kappeler et Schaik, 1992 ; de Waal, 1989 ; Smith et Pfeffer-Smith, 1982).

D'autres "inhibiteurs de conflits" sont aussi présents dans les sociétés de magots. Il s'agit des enfants, qui sont souvent utilisés dans les triades.

On doit ici néanmoins émettre un bémol quant à la réduction des conflits par les enfants. En effet, celle-ci est relative car, d'un autre côté, les enfants peuvent aussi être directement responsables de conflits, les individus du groupe étant tous attirés par eux et voulant les toucher, porter, ou jouer avec eux.

Quant aux singes âgés, ils peuvent aussi intervenir dans les conflits initiés par les plus jeunes et les limiter.

D'autre part, la présence de mâles inhibe en général les agressions entre femelles.

L'enfermement dans un zoo est également une source d'ennui pour les primates.

Ainsi, les primates captifs ont tendance à intensifier leurs interactions sociales, le partenaire social étant alors une source continue, et parfois exclusive, de stimulations.

De même, les primates captifs réagissent à un élément nouveau (aliment, objet, enfant) avec excès. Ce dernier attire alors la convoitise de plusieurs individus à la fois et génère souvent un conflit.

Il s'agit donc d'occuper les primates de façon à ce qu'il ne leur reste plus beaucoup de temps pour se battre. C'est pourquoi les principes d'enrichissement du milieu semblent être une part intéressante dans l'approche constructive du problème de l'agression en captivité (Carlstead, 1996 ; Goosen et al, 1984).

## **ii. Les conflits générés par le public et le stress**

La vie en milieu zoologique se caractérise par la présence fréquente (journalière en général) d'un grand nombre d'êtres humains non familiers aux animaux (Hosey, 2005).

Le comportement des primates subit l'influence du public. En effet, il est relié notamment à la taille et à l'activité du groupe de visiteurs présents devant ou dans l'enclos des singes (Mitchell et al, 1992). Ainsi, en présence de visiteurs, les animaux sont plus actifs et plus agressifs, et leurs comportements affiliatifs varient également (mais cela diffère selon les études). En l'absence de visiteurs, les singes consacrent plus de temps au repos et aux activités à caractère social (Hosey, 2005 ; Birke, 2002 ; Bonnotte, 1997 ; Chamove et al, 1988). Cependant, de tels changements n'ont pas été remarqués dans toutes les études.

De plus, la plupart des primates sont stressés par la présence de visiteurs (Hosey, 2005 ; Wells, 2005).

Surtout que, souvent, ces derniers ressentent le besoin de provoquer des réactions chez les animaux, et les importunent donc.

C'est pourquoi la semi-liberté est préférable pour diminuer le stress des animaux, qui pourront alors décider d'aller à leur rencontre ou non ; la rencontre sera dans ce cas plus facile et moins stressante pour eux.

D'autre part, l'introduction de nourriture par le public, si elle n'est pas correctement gérée, peut entraîner des agressions intra-groupe ou dirigées contre les visiteurs eux-mêmes (comme c'est le cas à Gibraltar).

Voilà pourquoi la plupart des parcs zoologiques interdisent l'apport de nourriture par les visiteurs aux primates.

## **iii. Les conflits créés par la gestion même du groupe**

La plupart des aspects de la vie des primates de parc zoologique est gérée par les hommes.

Ainsi, le choix de la nourriture, le rythme de sa distribution, la routine du nourrissage, les changements d'enclos ou de groupe social, la disponibilité spatiale, la proximité par rapport à d'autres espèces, ainsi que la santé et la reproduction sont bien loin du contrôle de l'animal (Hosey, 2005).

C'est pourquoi le management peut générer des conflits.

Dès que l'homme veut établir un « groupe » et qu'il réunit deux animaux ou plus ensemble, la possibilité d'un conflit violent est à envisager.

En effet, lorsque les protagonistes désirent la même « chose » (limitée dans l'espace et dans le temps ou en quantité) au même moment, le conflit sera inéluctable. Celui-ci mènera à l'établissement d'une dominance hiérarchique (Meder, 1992).

Lorsque les singes sont nouvellement placés en captivité, les agressions augmentent jusqu'à l'établissement de la hiérarchie, puis diminuent (Deag, 1977).

Ainsi, l'homme ne peut et ne doit pas empêcher les combats de prime abord : il faut d'abord que l'animal connaisse sa place au sein du groupe.

Les changements sociaux ont un impact bien plus important que les changements d'environnement sur les agressions intragroupes, et le problème d'agression en captivité est l'obstacle majeur aux tentatives de regroupement (Hosey, 2005 ; Bonnotte, 1997 ; Southwick, 1967).

Ainsi, tout changement de groupe est une affaire délicate.

Avant tout regroupement envisagé, il faut prendre en considération les critères suivants (Bonnotte, 1997) :

➤ L'âge des individus :

La nature et la force des réponses face à un nouveau venu varie selon l'âge et le sexe de cet « intrus », mais aussi selon ceux des membres du groupe (Bernstein et al, 1977).

Les macaques nouvellement introduits dans un groupe social préétabli recevraient plus d'agressions de la part des individus de leur même classe d'âge et de sexe.

De plus, les juvéniles du groupe ont tendance à se joindre à toute attaque de nouveaux arrivants (Anderson, Combette, et Roeder, 1991).

Il faut savoir qu'en général les agressions sont plus sérieuses chez les adultes, et que les individus immatures sont en général relativement bien acceptés au sein de groupes établis (Goosen et al, 1984).

Les mâles subadultes, quant à eux, peuvent poser de sérieux problèmes d'organisation. En effet, ils sont souvent les victimes des mâles adultes du groupe mais, en l'absence de ces derniers, ils agressent les femelles qu'ils commencent à dépasser en taille.

➤ Le sexe des animaux :

Comme évoqué précédemment, la présence d'au moins un mâle dans le groupe diminue l'agression entre les femelles de ce dernier (Watts et Mader, 1996 ; Erwin, 1977).

Ainsi, chez les macaques, le déplacement des mâles du groupe entraîne une augmentation des conflits entre les femelles.

Par contre, aucun changement du point de vue de la fréquence des conflits n'est noté en cas de déplacement d'une femelle du groupe (et ce quel que soit son rang social).

D'autre part, il faut prendre en compte le fait que les femelles macaque sont intolérantes vis-à-vis des femelles étrangères et les agressent.

Par ailleurs, si blessures il y a, elles seront plus sérieuses lors de conflits entre mâles (qui sont plus musclés et présentent des canines plus longues) qu'entre femelles.

➤ Les compatibilités interindividuelles :

Chaque individu a ses propres affinités avec les autres membres du groupe. Il est ainsi possible que certains individus du groupe se battent souvent, soit parce qu'ils ne tolèrent pas les autres partenaires sociaux, soit parce qu'ils sont eux-mêmes non tolérés par les autres membres du groupe.

De tels individus sont très difficiles à intégrer dans un groupe social.

Cependant, ces « incompatibilités » individuelles peuvent être parfois corrigées en déplaçant certains animaux.

➤ Les liens entre les animaux membres du groupe :

Il faut prendre en compte les degrés de familiarité entre les individus avant de tenter la formation d'un groupe avec ces derniers.

En effet, l'attachement entre les femelles est très solide et durable chez les macaques.

Ainsi, si on réunit des femelles qui ont vécu ensemble par le passé, tout se déroulera bien (les femelles s'épouilleront et resteront proches) ; Par contre, lors d'introduction d'une femelle « inconnue » ou non reliée, les femelles se battront.

Le statut préalable des animaux entre aussi en compte. Ainsi, un animal dominant rencontrera de grandes difficultés à réintégrer un groupe dans lequel en son absence l'organisation sociale a changé (Watts et Mader, 1996).

➤ La taille du groupe :

Il est préférable d'éviter de former des triplets lors de regroupement de magots. En effet, la probabilité que l'un des magots subisse une agression concertée de la part des deux autres est alors plus importante que dans les groupes plus larges (Goosen et al, 1984).

➤ Le moment de l'introduction :

Les comportements sociaux des individus envers un autre peuvent varier suivant le moment auquel est réalisé le transfert de ce dernier.

Par exemple, lorsqu'on veut intégrer un mâle dans un groupe de femelles, il est bien préférable de le faire pendant la saison sexuelle.

En effet, une étude sur les macaques rhésus a montré que, si un mâle adulte est introduit dans un groupe formé exclusivement de femelles pendant la saison de reproduction, alors l'agression initiale des femelles envers ce dernier est rapidement remplacée par des comportements affiliatifs, et le mâle gagne le statut alpha dans le groupe (il a accès aux partenaires sociaux et sexuels).

Par contre, lorsque cette introduction est réalisée en dehors de la saison de reproduction, c'est l'inverse qui se produit : le mâle subit des agressions de la part des femelles et reste soumis.

Ainsi, le comportement social des femelles face aux mâles nouvellement introduits diffère selon la saison. Cela expliquerait la limitation saisonnière des migrations des mâles à la saison de reproduction (Bernstein et al, 1977).

De même, si on veut intégrer des femelles dans un groupe de mâles, il est préférable de réaliser l'introduction au pic d'oestrus de ces dernières. Ainsi, les mâles les accepteront plus facilement.

Au contraire, si on désire introduire des femelles dans un groupe d'autres femelles, il sera alors plus judicieux de le faire au plus bas de leur intumescence, les femelles devenant plus menaçantes les unes envers les autres lorsque leur réceptivité augmente (Michael et Zumpe, 1970).

➤ Le lieu de l'introduction :

L'enclos doit être assez grand pour procéder à une introduction, et de préférence non familier aux singes du groupe établi afin d'éviter tout conflit supplémentaire dû à la territorialité.

Si une introduction dans un milieu « neutre » est impossible, on veillera à enrichir à l'excès l'enclos et à modifier ses aménagements, de façon à ce qu'il paraisse « nouveau » pour ses occupants.



Quoiqu'il en soit, on ne négligera pas l'utilité de barrières visuelles, de cachettes, et de chemins de fuite circulaires.

➤ La composition du nouveau groupe :

Il faut éviter de former des nouveaux groupes de magots par mélange de groupes déjà établis.

Le nouveau groupe devra être préférentiellement formé soit d'animaux complètement étrangers les uns les autres, soit d'animaux tous familiers entre eux (Watts et Mader, 1996 ; Erwin, 1977).

En effet, si plusieurs individus se connaissent avant le regroupement, ils risquent de former une coalition et d'agresser les autres individus, qui n'ont pas eu le temps de s'allier.

Par ailleurs, il faut se méfier de l'introduction de magots qui n'ont pas été correctement socialisés ou qui sont non expérimentés (il s'agit des animaux saisis pour la plupart, et/ou élevés à la main).

Ces derniers peuvent en effet présenter un comportement déviant et être incapables de s'intégrer au groupe de leurs congénères.

Ils pourront présenter des attaques semi-suicidaires contre des rivaux physiquement supérieurs, ce qui entraînera leur perte, ou au contraire ne pas reconnaître les signes de soumission de leurs congénères, et donc persévérer dans leur attaque, qui pourra alors avoir des conséquences sérieuses (Watts et Mader, 1996).

Dans les parcs zoologiques, les transferts d'animaux sont relativement fréquents. En effet, les parcs régulent à leur convenance la taille de leurs groupes, notamment en échangeant entre eux les animaux au niveau national et international.

Lorsqu'ils possèdent des mâles en surplus, les zoos peuvent également décider de former avec ces derniers des groupes de célibataires (notamment chez les gorilles ou les lémurins) (Hosey, 2005).

La mise en place de tels groupes de célibataires représente certains bénéfices pour les zoos. Tout d'abord, ils permettent de maintenir une bonne socialisation des primates, et évitent toute reproduction tout en maintenant une ressource génétique. De plus, du fait de l'absence de femelles, ils limitent en général les conflits interindividuels sérieux (Watts et Mader, 1996).

L'âge des individus doit être pris en compte pour la formation de tels groupes. Ainsi, il est recommandé de former un groupe de célibataires d'âge similaire, sachant que les plus jeunes animaux sont les plus adaptables.

Le taux de succès de stabilité du groupe peut être augmenté si les mâles ont grandi ensemble ou ont été regroupés avant d'être complètement matures.

Des précautions doivent être prises systématiquement en cas de création ou de modification d'un groupe social de magots, car les animaux qui ne se connaissent pas ne se tolèrent en général pas. De même, l'introduction brusque de nouveaux animaux dans un groupe établi provoque souvent des attaques violentes et parfois létales.

Tout déplacement d'animal est une affaire délicate, étant donné qu'il peut être la cause de problèmes importants non seulement sur l'animal déplacé, mais également sur le groupe dont il est issu et sur celui où on le place. Tout transfert doit donc être réalisé en connaissance de cause, progressivement, et sous surveillance accrue.

Ainsi, on préférera commencer tout d'abord par organiser une rencontre par contact visuel entre le nouvel animal à introduire et son futur groupe.

L'animal devant subir l'intégration pourra alors être placé dans un enclos adjacent à celui du groupe, ou placé à l'intérieur de ce dernier, dans une petite cage. Dans ce cas là, il faudra veiller à procurer au singe en cage un abri, lui permettant une retraite s'il le désire ; de plus, il faudra assurer la sécurité de ce dernier pour éviter toute blessure de la part de ses congénères.

Ainsi, les relations se limiteront seulement aux contacts visuel, olfactif, et auditif, mais tout contact tactile sera tout d'abord prohibé.

On regardera alors comment les singes se comportent entre eux et on jugera s'il est bon d'introduire le singe ou pas.

Si oui, on tentera ensuite une rencontre physique dans un terrain neutre si possible, avant la rencontre finale sur le territoire de vie (Goosen et al, 1984).

Si le transfert est ainsi réalisé, il n'entraîne en général pas de rupture sociale importante ; de plus il évite d'imposer brutalement un individu étranger (ou isolé du groupe depuis longtemps) au groupe.

Ainsi, la réorganisation de la hiérarchie peut se faire en douceur, les relations de dominance entre deux individus pouvant s'établir sans aucun contact physique, et par simple contact visuel (suivant la taille, le comportement des animaux, etc.) (Reinhardt et al, 1988).

On doit procéder de même pour la réintroduction d'un individu dans son groupe d'origine, lorsque celui-ci a été séparé de son groupe pendant un long moment.

En aucun cas on ne remettra un animal séparé depuis longtemps de son groupe d'origine dans ce dernier sans une exposition visuelle préalable.

Une réintroduction se passe cependant en général mieux qu'une simple introduction d'un individu totalement étranger au groupe (Watts et Mader, 1996).

Quoi qu'il en soit, les groupes nouvellement formés doivent bénéficier d'une haute surveillance. Une attention particulière doit être apportée à la détection des blessures consécutives à des combats excessifs (IPS, 2007).

Néanmoins, tant que les blessures ne sont pas graves, on préférera laisser l'animal dans le groupe, le temps que le conflit soit résolu. Car, si on l'en retire pour le traiter, les bagarres recommenceront dès sa réintroduction dans le groupe, le temps que la position sociale de l'individu se stabilise et que la hiérarchie du groupe ait fini de se mettre en place.

### **III/ LA CASTRATION DES MAGOTS EN CAPTIVITÉ**

Comme nous l'avons vu précédemment, la plupart des parcs zoologiques désirent aujourd'hui présenter au public des magots comme dans le milieu naturel, c'est-à-dire en groupe, ou plus précisément en harem (le mâle dominant, ses femelles, et leur descendance).

Cependant, aujourd'hui, la reproduction est devenue une réussite dans les zoos et, les magots étant très prolifiques (les parcs zoologiques obtiennent en moyenne un petit par femelle en âge de procréer et par an), la descendance se fait de plus en plus nombreuse.

Or, si les naissances attirent le public, elles posent néanmoins un problème aux parcs zoologiques pour la gestion du groupe. D'un point de vue purement physique (le nombre de magots de l'enclos augmentant au cours du temps grâce à la prolifération de l'espèce, et les enclos n'étant pas indéfiniment extensibles), il devient donc important de maîtriser la reproduction des magots captifs élevés en groupes (Glatston, 1998).

Dans cette thèse, je me suis seulement intéressée à la maîtrise de la reproduction des mâles, car celle-ci présente également des avantages d'un point de vue comportemental.

En effet, nous avons vu que, en milieu naturel, les jeunes mâles migrent et quittent le groupe natal quand arrive l'âge adulte en principe.

Or, en captivité, cela leur est impossible, et on arrive ainsi souvent à une proportion de mâles trop importante par rapport à celle des femelles dans le groupe. D'où de nombreuses tensions entre les jeunes mâles et le mâle dominant et, par extension, avec le groupe entier.

Ces conflits mettent en péril la stabilité du groupe et peuvent mener à des bagarres à l'origine de sévères blessures sur les membres du groupe, voire parfois à la mort de certains magots.

Il est donc nécessaire de trouver un avenir pour les jeunes magots mâles en captivité.

Étant donné que la majorité des parcs possédant des magots ont le même problème (de tensions entre le mâle dominant et sa descendance mâle), il n'est aujourd'hui que difficilement possible d'envoyer ces jeunes magots d'un zoo à un autre.

C'est pourquoi la castration des mâles est de plus en plus envisagée pour maintenir un groupe stable et garder les enfants avec leurs parents.

#### **1) L'appareil reproducteur du magot mâle**

(Duhautois, 2003 ; Fossum, 2000 ; Slatter, 1993 ; Miller et al, 1979 ; Barone, 1978 ; Eckstein, 1956)

L'appareil génital mâle est formé de l'ensemble des organes chargés de l'élaboration du sperme et du dépôt de celui-ci dans les voies génitales de la femelle.

L'élaboration des spermatozoïdes, ou spermatogenèse, est assurée en permanence par les testicules.

Les gamètes sont ensuite stockés (et éventuellement résorbés) dans les voies spermatiques, dont les glandes produisent une partie du plasma séminal. Ce dernier est complété lors de l'éjaculation par la sécrétion des glandes annexes au sinus uro-génital.

- Anatomie :

L'appareil génital mâle comporte 3 grandes parties :

○ La section glandulaire, constituée par les 2 testicules :

Chacun des deux testicules est suspendu dans le scrotum par le cordon spermatique, pédicule vasculo-conjonctif qui sort du canal inguinal par son orifice externe.

On remarque par contre, chez les macaques, que les mâles dominés présentent des testicules en général plus petits que les dominants, qui ont donc tendance à remonter dans l'anneau inguinal.

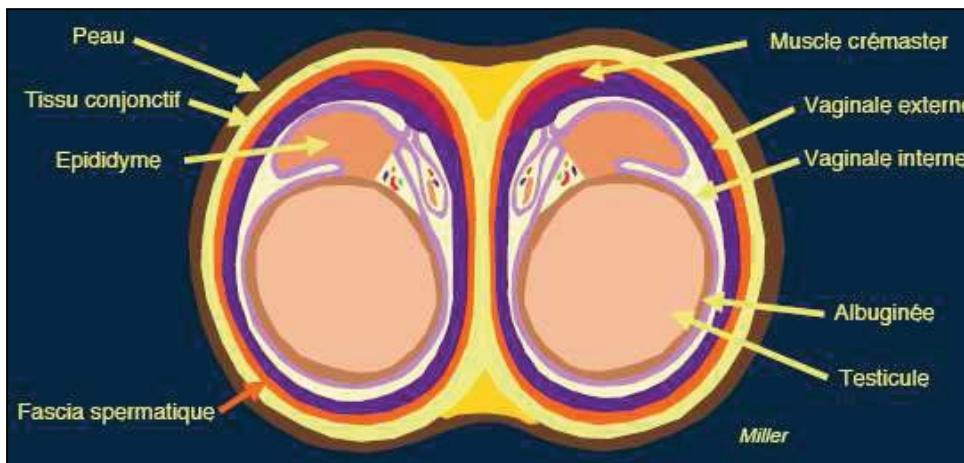
Les testicules se développent d'abord dans la région dorso-lombaire de l'abdomen puis migrent chez la plupart des mammifères (dont le magot) en région inguinale, où ils sont logés dans des enveloppes particulières.

Les enveloppes du testicule sont les suivantes : la tunique vaginale (avec ses lames viscérale et pariétale) ; le fascia spermatique interne ; le muscle crémaster ; le fascia spermatique externe ; le dartos ; et, intimement adhérente au dartos, la peau.

Les gonades produisent les gamètes et les hormones sexuelles.

Les artères testiculaires sont tortueuses et proviennent de l'aorte au niveau de la quatrième vertèbre lombaire.

Les veines testiculaires suivent le chemin des artères et forment un plexus pampiniforme dans le cordon spermatique.



**Figure 2 : Enveloppes testiculaires (exemple chez le chat) (D'après Miller et al, 1979)**

○ La section tubulaire, formée par les voies de stockage et de transport du sperme jusqu'au sinus uro-génital :

Elle constitue les voies spermatiques, comportant de chaque côté l'épididyme, le canal déférent, et les glandes vésiculaires.

- L'épididyme est dorsal au testicule.

Il est constitué d'une tête (liée au testicule), d'un corps (longeant le testicule), et d'une queue. Cette dernière est attachée au fascia spermatique et au testicule par un ligament.

L'épididyme a un rôle de stockage, de maturation, et de transport des spermatozoïdes.

La queue de l'épididyme se poursuit par le canal déférent.

- Le canal déférent s'étend jusqu'à la prostate (entre les deux uretères).

On précise ici que le « cordon spermatique », dont nous parlerons plus tard, est une structure contenue dans le fascia spermatique interne et comprenant des filets nerveux et les vaisseaux sanguins alimentant le testicule (artère déférentielle, artère spermatique, veines spermatiques), ainsi que le canal déférent ; on y trouve aussi des vaisseaux lymphatiques ainsi que les nerfs du testicule.

Ce cordon débute au niveau de l'anneau inguinal, où se rejoignent ses différents composants

Il est enveloppé à l'extérieur par le fascia spermatique externe, le crémaster et le fascia spermatique interne.

- La section uro-génitale :

Formée par un long conduit impair : l'urètre.

A celui-ci sont annexées des glandes (prostate, glandes bulbo-urétrales) et des formations érectiles dont la principale est le corps caverneux.

C'est l'union de la partie extra-pelvienne de l'urètre à ce dernier qui constitue le pénis, organe copulateur du mâle.

- Physiologie du testicule :

- Rôle endocrine :

Le testicule est le siège de l'élaboration d'hormones sexuelles.

Les cellules interstitielles de Leydig sécrètent la testostérone (qui est ensuite stockée dans les cellules de Sertoli).

- Rôle exocrine :

Les testicules ont un rôle dans la sécrétion du sperme.

Les cellules de Sertoli forment les spermatozoïdes et sécrètent par ailleurs des œstrogènes.

- Régulation :

Les fonctions testiculaires sont contrôlées par l'hypothalamus qui, par la GnRH (Gonadotropin Releasing Hormone), favorise la synthèse et la sécrétion de FSH (Hormone folliculo-stimulante) et de LH (Luteinizing Hormone) par l'antéhypophyse, qui elles-mêmes stimulent la spermatogenèse et la production de testostérone.

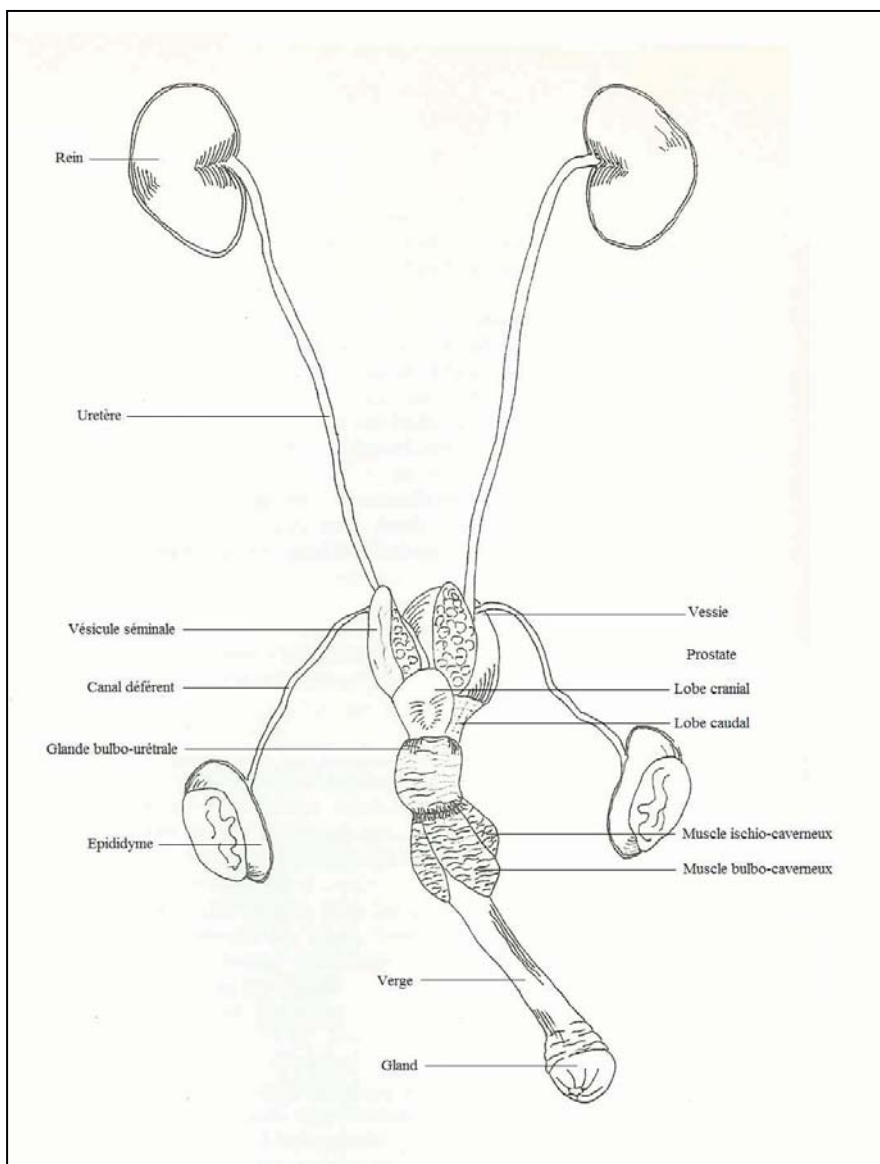


Figure 3 : Appareil génital mâle du magot (*Macaca sylvanus*) (D'après Eckstein, 1956)

## **2) Les différentes techniques de castration et leur utilité**

Les différentes techniques de maîtrise de reproduction des mâles sont aujourd'hui bien connues, et peuvent également s'appliquer aux magots.

Néanmoins, toutes ces techniques n'ont pas les mêmes effets sur le comportement, et certaines sont donc à préférer dans le cas de la gestion d'un groupe de magot en captivité.

Ci-après sont décrits la réalisation pratique et les effets des trois grandes techniques de suppression de reproduction mâle pouvant être utilisées chez les magots (à savoir la vasectomie, la castration chirurgicale, et la castration chimique) ; dans tous les cas, ces

techniques reposent sur l'une des deux approches basiques de stérilisation, à savoir le blocage de l'activité testiculaire ou la prévention du transport des gamètes (Wildt, 1996).

Dans cette partie sont également décrits les effets respectifs de chacune des trois techniques sur le comportement des macaques ainsi que sur la stabilité du groupe.

## **a. Point sur l'anesthésie des primates**

### **i. Mise à jeun**

La mise à jeun des primates doit survenir entre 12 et 16 h avant l'induction de l'anesthésie (Flecknell, 1987).

### **ii. Contention**

(Lumb et Jones, 1996 ; Flecknell, 1987)

Les primates étant des animaux agiles, souvent remuants et parfois dangereux, de grandes précautions doivent être prises quant à leur contention lors de l'induction de l'anesthésie.

Ainsi, les singes sont le plus souvent prémédiqués directement dans une cage de contention par injection intramusculaire avant d'être induits par une injection intraveineuse (une fois le cathéter posé sur l'animal sédaté) ou par inhalation.

Nous nous intéressons ci-après aux molécules utilisables et le plus fréquemment employées.

### **iii. Prémédication**

(Lumb et Jones, 1996 ; Flecknell, 1987)

Elle peut être réalisée à l'aide de molécules différentes, chacune ayant des particularités propres.

La molécule de choix pour la plupart des primates est la kétamine qui, à la plus faible dose, provoque une sédation profonde, et à la dose la plus élevée entraîne une anesthésie générale légère.

Elle s'utilise de 5 à 25 mg/kg IM. A priori, 10 mg/kg de kétamine en intramusculaire provoquerait une sédation et une analgésie suffisante pour pratiquer des actes courts et légers.

L'acépromazine peut également être utilisée à la dose de 0 à 2 mg/kg IM. Cependant, si elle entraîne une sédation, elle n'immobilise cependant pas l'animal.

De même, le diazépam (à la dose de 0 à 3 mg/kg IV) est sédatif, mais pas assez pour permettre une manipulation sans risque des primates peu coopératifs.

Enfin, des associations de médicaments sont appréciées car elles procurent une sédation profonde ainsi qu'une bonne analgésie.

Il s'agit des associations Fentanyl/Fluanisone ou Fentanyl/Droperidol à 0-3 mg/kg IM.

L'atropine peut également être administrée en prémédication afin de réduire la bradycardie induite par les combinaisons de neuroleptiques et pour limiter l'excrétion salivaire.

#### **iv. Induction**

(Darras, 2006 ; Chen, 2006 ; Lumb et Jones, 1996 ; Flecknell, 1987)

Elle se fait souvent par injection.

La kétamine (à 10 mg/kg IM) en association avec la xylazine (à 0-5 mg/kg IM) est souvent utilisée car elle provoque une anesthésie générale avec une bonne relaxation musculaire, et ce durant 30 à 40 minutes. De même pour l'association de kétamine (à 15 mg/kg IM) et de diazepam (à 1 mg/kg IM).

Lorsqu'une voie veineuse est disponible, l'induction peut se faire au methohexitone (à 10 mg/kg IV) ou au thiopentane (15-20 mg/kg IV). On obtient alors une anesthésie de 5 à 10 minutes. Les doses peuvent être diminuées de moitié si de la kétamine a été utilisée en prémédication.

L'association Alphaxalone/alphadolone (à 10-12 mg/kg IV) entraîne également une bonne anesthésie, et qui peut être repoussée toutes les 10-15 minutes avec 5 mg/kg IV supplémentaires.

Pour finir, le pentobarbital (à 25-35 mg/kg, mais les doses pouvant être diminuées de moitié avec une prémédication adéquate) permet une anesthésie de 30 à 60 minutes. Par contre, il est souvent également responsable de fortes dépressions respiratoires, et est donc à utiliser avec précaution.

Une autre voie utilisable pour l'induction est l'inhalation (à l'aide d'un masque).

Cependant, dans la plupart des cas, les primates sont induits par injection puis maintenus anesthésiés par relai gazeux pour des actes de durée plus longue ; les anesthésiques volatils (isoflurane, ou bien halothane) sont alors administrés à l'aide d'un masque ou bien sous intubation suivant la taille de l'animal.

L'association de kétamine et de xylazine, avec ou non relai à l'isoflurane, est souvent plébiscitée.



## **b. La vasectomie**

### **i. Technique**

La vasectomie est un moyen de contrôle de naissance répandu, dont la première tentative a été effectuée en 1823 sur des chiens.

La vasectomie est réputée être une procédure sans risque en terme d'effets sur les organes reproducteurs (testicules, prostate, vésicule séminale) des primates non humains. En effet, les grandes caractéristiques structurales et fonctionnelles de ces organes (diamètre, longueur, volume, cellules, spermatogenèse, etc.) sont conservées (Peng et al, 2002).

De plus, cette technique chirurgicale permet la stérilisation du mâle sans affecter la physiologie sexuelle.

Elle consiste à interrompre le passage du sperme dans le canal déférent par occlusion mécanique et/ou section transversale de ce dernier près de l'épididyme afin que le reste du liquide séminal soit éliminé au moment de l'éjaculation (Rodriguez Gomez et al, 2007).

Les principaux temps opératoires sont les suivants (Rodriguez Gomez et al, 2007) :

➤ Temps préliminaire :

Le singe, sous anesthésie générale, est placé en décubitus dorsal.

Une tonte et une désinfection chirurgicale de la zone opératoire (c'est-à-dire d'un rectangle de 6 sur 10 cm environ, médial et cranial au pénis) sont pratiquées.

➤ Temps principal :

Le cheminement présrotal des cordons spermatiques est tout d'abord localisé par palpation de chaque côté du pénis, puis lesdits cordons sont immobilisés (entre le pouce et l'index).

Une petite incision cutanée de deux à trois centimètres de long est réalisée. Celle-ci s'effectue juste au dessus de l'anneau inguinal, vers le pli de l'aîne, en amont des testicules.

Une dissection mousse est ensuite pratiquée sur les tissus sous-jacents jusqu'à atteindre le cordon.

La tunique vaginale est alors incisée aux ciseaux, ce qui rend les composants du cordon spermatique directement visibles.

Il faut ici prendre garde à ne pas inciser le pédicule vasculaire.

Le canal déférent (structure nacréée et dure au toucher) est ainsi visualisé, isolé, puis ligaturé, tout en veillant à préserver sa vascularisation.

Il est ensuite doublement sectionné en dessous de la ligature, et un fragment de 0,5 à 2 cm (selon le gabarit de l'animal) est réséqué. Il faut faire ici attention car, si l'exérèse n'est pas suffisante, il peut y avoir reperméabilisation des canaux déférents lors de la cicatrisation.

Dans ce cas, l'extrémité du canal la plus proximale au testicule est laissée ouverte et l'extrémité la plus éloignée est ligaturée ; cette technique, dite « de l'extrémité libre », permet d'éviter l'atrophie testiculaire provoquée par la pression engendrée lorsque les deux extrémités du canal sont ligaturées.

D'autres techniques sont cependant applicables, comme la double ligature ou encore la plicature puis la ligature du canal déférent.

La tunique vaginale est ensuite suturée par un point en X.

La même technique est utilisée pour le traitement du cordon spermatique controlatéral.

La plaie chirurgicale est enfin suturée sur deux plans, sous-cutané et cutané.

## **ii. Effet hormonal**

La vasectomie n'est pas à l'origine de changement rapide sur les testicules.

Quelquefois, une dégénérescence des tubules séminifères peut se produire chez certaines espèces, dont le macaque rhésus (*Macaca mulatta*) (Phoenix et Alexander, 1979), mais il n'y a pas de perturbation des cellules de Leydig, donc la sécrétion de testostérone par les testicules n'est nullement perturbée (Weiske, 2001).

De même, les autres concentrations hormonales sexuelles sanguines (Hormone Lutéinisante (LH), Hormone Folliculostimulante (FSH), Oestradiol, Oestrone, et Dihydrotestostérone (DHT)) ne semblent pas affectées par la vasectomie (Alexander, 1981).

On peut aussi rajouter que la vasectomie n'entraîne aucune lésion, même histologique, sur la tête et le corps de l'épididyme (Bedford, 1976).

## **iii. Effets sur le comportement**

### **1. Sexuel**

La vasectomie n'a aucune influence sur le comportement sexuel des animaux vasectomisés, elle mène seulement à l'azoospermie ; la libido des animaux n'est donc nullement modifiée après vasectomie (Rodriguez Gomez et al, 2007).

En effet, aucune différence significative n'est notée entre les singes rhesus vasectomisés et les singes entiers quant à l'occurrence de la première monte en présence d'une femelle réceptive, à l'intervalle entre deux montes successives, à la faculté d'intromission, et à l'éjaculation (Alexander, 1981 ; Phoenix, 1972 ; Phoenix, 1973; Phoenix et Alexander, 1979).

Par ailleurs, les femelles se comportent exactement de la même manière avec les mâles vasectomisés qu'avec les mâles non vasectomisés.

Ainsi, elles se présentent aux mâles vasectomisés et restent à leur proximité avec la même fréquence que ce qu'elles font avec les autres mâles (Phoenix et Alexander, 1979 ; Phoenix, 1973).

C'est pourquoi, dans un but de stérilisation, il faudra veiller à maintenir le mâle nouvellement vasectomisé éloigné des femelles réceptives durant un délai suffisant après l'intervention.

Chez le chien, le délai préconisé est de un mois suivant l'intervention, temps nécessaire à l'élimination de tous les spermatozoïdes présents dans le canal déférent (Rodriguez Gomez et al, 2007).

## 2. Reliés (agressif, social)

Si la vasectomie n'a aucune influence sur le comportement sexuel des magots, elle n'en a pas non plus sur les comportements reliés.

En effet, les fréquences d'épouillage, de menace, de bâillement, et d'agression (qu'elle soit de faible ou de forte intensité) ne sont pas modifiées par la vasectomie (Phoenix, 1973). Des études plus récentes sur des chiens vasectomisés apportent les mêmes résultats (lesdits chiens ne verraient pas leur agressivité ni leur tendance au vagabondage diminuer) (Rodriguez Gomez et al, 2007).

De même, les femelles ne présentent pas de modification de comportement envers un mâle vasectomisé (par comparaison à un mâle témoin) : les mimiques, l'épouillage, et les agressions se produiront à la même fréquence.

## 3. Dominance

Nous avons vu ci-dessus que la vasectomie n'affecte en rien les comportements sexuels ou d'agression des primates. De même, elle n'a aucun effet sur la sécrétion hormonale ni sur l'expression des caractères sexuels secondaires.

Les rapports sociaux du mâle avec ses congénères restent donc inchangés après sa vasectomie, et il en est de même pour son rang social.

Ainsi, la vasectomie n'a pas d'influence sur le statut de dominance des individus.

C'est pourquoi, lorsqu'on est confronté à un groupe de macaques stable et sans tensions, et que l'on veut seulement empêcher la reproduction sans modifier la structure sociale, la stérilisation par vasectomie semble adéquate.

Si, à l'inverse, c'est plutôt un effet comportemental qui est recherché par la stérilisation, on préférera alors d'autres techniques de castration.

## **iv. Complications et effets secondaires**

La complication la plus fréquente de cette technique chirurgicale est l'hématome provoqué par la manipulation brutale des structures vasculaires qui, associées au canal déférent, forment le cordon spermatique (Rodriguez Gomez et al, 2007).

De plus, il faut veiller, lors de la vasectomie, à préserver le plexus artério-veineux spermatique (Wildt, 1996).

Chez les macaques, les principales complications de la vasectomie sont les épидидymites et les granulomes spermatiques. De telles complications sont en général absentes chez les êtres humains (Alexander, 1981 ; Tung et Alexander, 1980).

La vasectomie bloque le passage des spermatozoïdes dans le canal déférent mais ne stoppe en rien la production de ces derniers par le testicule.

Ainsi, après la vasectomie, le transport de spermatozoïdes le long de l'épididyme étant tout de même maintenu, les spermatozoïdes s'accumulent en amont de la ligature de vasectomie.

Ceci finit par entraîner la distension du canal déférent ainsi que de la portion distale de l'épididyme (Alexander, 1972).

La réponse à cette accumulation varie d'une espèce à l'autre, et parfois même d'un individu à l'autre (Alexander, 1981 ; Bedford, 1976).

Cet effet indésirable peut néanmoins être évité en utilisant la technique chirurgicale de « l'extrémité libre », consistant à ligaturer seulement l'extrémité du canal déférent la plus éloignée du testicule, et mentionnée ci-dessus (dans la partie « technique ») (Rodriguez Gomez et al, 2007).

Les singes peuvent ainsi développer des épидидymites post vasectomie.

Les réactions interstitielles de l'épididyme sont microscopiques, non encapsulées, et se mêlent au tissu conjonctif environnant.

Des antigènes spermatiques solubles (ou des constituants de liquide séminal qui s'échapperaient de la lumière du conduit vers le tissu conjonctif environnant après vasectomie) seraient des agents incitant la réaction interstitielle (Flickinger et al, 1993).

Des granulomes spermatiques post-vasectomie sont également très fréquents chez les macaques (Peng et al, 2002).

Les granulomes spermatiques proviennent d'une rupture ( focale) de la paroi du canal déférent ou de la queue de l'épididyme qui est à l'origine d'une extravasation de sperme et donc d'une réponse inflammatoire (Flickinger et al, 1993 ; Chapman et al, 1978a et b).

Les lésions histologiques se développent chez les macaques seulement cinq à six semaines après la vasectomie et, chez quelques individus, cela coïncide avec la présence d'un petit, mais palpable, élargissement de la queue de l'épididyme (lorsque la rupture est située à cet endroit) (Bedford, 1976).

En effet, chez le singe, le canal déférent est peu extensible et sa rupture survient donc assez tôt (contrairement à d'autres espèces, telles que le lapin par exemple) (Bedford, 1976).

Macroscopiquement, un granulome spermatique se présente comme une structure kystique de quelques millimètres à un centimètre de diamètre qui contient un cœur semi solide rempli d'un grand nombre de spermatozoïdes à des niveaux de désintégration différents entourés de neutrophiles, macrophages, cellules épithélioïdes, et d'une coque externe de tissu conjonctif fibreux (Flickinger et al, 1993).

D'abord attirés sur les sites de lésions focales de l'épithélium du canal déférent, les leucocytes migrent ensuite dans le canal intact pour phagocyter les spermatozoïdes se trouvant plus loin que la lésion elle-même (Bedford, 1976).

L'inflammation granulomateuse chronique est ainsi accompagnée d'une réponse immunitaire faisant intervenir la présentation antigénique par les macrophages aux lymphocytes, la différenciation de ces derniers, et la production locale d'anticorps par les cellules plasmiques (Flickinger et al, 1993).

La fuite constante d'antigènes spermatiques solubles (par le canal déférent principalement) est à l'origine de la production d'anticorps anti-sperme chez quasiment tous les singes vasectomisés, et ce seulement au bout de dix jours après l'intervention de vasectomie chez certains individus (Alexander, 1981 ; Clarkson et Alexander, 1979 ; Alexander, 1972).

De ce fait, il y a aussi souvent formation de complexes immuns circulants. L'adhérence de ces derniers à l'endothélium vasculaire finit par en diminuer l'intégrité, d'où une perméabilité vasculaire accrue (Clarkson et Alexander, 1980).

C'est pourquoi la vasectomie augmente la probabilité d'artériosclérose et d'artérite. En effet, selon quelques études, les singes vasectomisés présenteraient des artérioscléroses plus fréquentes, plus étendues, et plus graves que les témoins du même âge (Alexander, 1981 ;

Clarkson et Alexander, 1980), même si ceci n'est pas retranscrit par toutes les études (Clarkson et al, 1988 ; Linnet et al, 1982).

En tout cas, l'artériosclérose induite par l'alimentation se développe plus chez les singes vasectomisés que chez les mâles "entiers" nourris avec la même alimentation (Clarkson et Alexander, 1979).

De plus, l'existence de dépôt de complexes immuns dans les reins des singes vasectomisés est également évoquée (McDonald, 1988).

D'autres complications post-vasectomie sont également possibles.

Ainsi, les singes vasectomisés ont une prévalence d'orchite supérieure aux témoins. Ce sont des orchites auto-immunes (McDonald, 1988 ; Alexander, 1981 ; Tung et Alexander, 1980).

De plus, des fistules cutanées du canal déférent peuvent apparaître dans le mois suivant l'opération. Ces fistules sont pour la plupart récurrentes, et peuvent réapparaître des années après, par intermittence (Alexander, 1981).

Chez l'homme, le syndrome de douleur post-vasectomie est reporté et bien connu, mais les informations sur ce qu'il se passe chez le singe manquent (Weiske, 2001).

La fertilité résiduelle est décrite mais rare chez l'homme. En effet, la recanalisation spontanée peut être observée dans les cinq à huit ans après la vasectomie.

Ainsi, pour résumer, outre le désagrément de l'hématome en post-opératoire immédiat, la vasectomie peut aussi entraîner des épидidymites et des granulomes spermatiques. Même si ces effets secondaires peuvent être limités par la technique chirurgicale de « l'extrémité libre », l'extravasation de sperme que permet cette dernière pourrait finir par entraîner la formation de complexes immuns et ainsi augmenter la probabilité d'artériosclérose chez les singes vasectomisés. De plus, la vasectomie augmente la prévalence d'orchite et de fistules cutanées récurrentes du canal déférent.

Enfin, une fertilité résiduelle par recanalisation lors de la cicatrisation est possible si on n'a pas enlevé une assez bonne longueur du canal déférent lors de l'opération.

## **c. La castration chirurgicale**

### **i. Technique**

Il n'y a pas de méthode particulière décrite quant à la castration des primates non humains.

Ainsi, cette dernière peut être pratiquée de la même manière que celle des carnivores domestiques, à savoir en abord scrotal ou préscrotal et aussi bien à testicules couverts que découverts.

Néanmoins, certains auteurs recommandent pour les simiens une castration préscrotale, qui serait alors moins inflammatoire (Sevestre, 1979).

#### ➤ Temps préliminaire :

Le singe, sous anesthésie générale, est placé en décubitus dorsal.

Une tonte et une désinfection chirurgicale de la zone opératoire sont pratiquées (Crane, 1990).

➤ Temps principal :

- Orchidectomie préscrotale (à testicules couverts ou découverts) (Tobias, 2010 ; Fossum, 2010 ; Slatter, 1993)

Cette technique nécessite une incision cutanée préscrotale médiale.

Le premier testicule est ensuite poussé cranialement sur l'incision cutanée, et le tissu sous cutané ainsi que le fascia spermatique sont incisés le long du raphé médian du testicule déplacé, ce qui permet d'exposer la tunique vaginale pariétale. Le testicule est alors extériorisé et libéré de ses attachements au scrotum par une incision du fascia spermatique et du ligament testiculaire. La graisse et le fascia entourant la tunique vaginale pariétale sont réclinés, ce qui permet une meilleure extériorisation du testicule et du cordon spermatique.

- Dans le cas de la méthode à testicules découverts, une incision est réalisée à travers la tunique vaginale pariétale couvrant le cordon spermatique à l'endroit où les ligatures seront placées.

Les composants du cordon spermatique sont alors visualisés et le canal déférent d'une part et la vascularisation d'autre part sont séparés puis ligaturés doublement. (On précise que la séparation se fait par déchirement, à l'aide de compresses, du ligament de la queue de l'épididyme et de la tunique vaginale au niveau de l'épididyme).

On peut aussi faire une ligature en masse du pôle vasculaire et du canal déférent, ou encore une ligature transfixante, qui rendra le risque de glissement de ligatures bien moindre.

Le canal déférent et le cordon vasculaire sont ensuite sectionnés au dessus des ligatures (soit entre le testicule et les ligatures), et le testicule est oté. Il est important, avant la section, de clamber le pédicule vasculaire afin d'éviter toute effusion sanguine sur le champ opératoire.

L'hémostase est vérifiée puis les ligatures sont réintégrées dans les tuniques vaginales.

La tunique vaginale pariétale et le muscle crémaster sont enfin ligaturés par une ligature encerclante distalement à la ligature du cordon spermatique.

- Dans le cas de la méthode à testicules couverts, le cordon spermatique intact et les tuniques vaginales sont doublement ligaturés par des ligatures transfixantes une fois le testicule extériorisé. L'aiguille peut être introduite sans risque à travers le cordon spermatique entre le muscle crémaster et le canal déférent.

Le cordon spermatique est ensuite coupé transversalement distalement à la ligature puis, après vérification de l'hémostase, réintégré dans la région inguinale.

Le second testicule est traité de la même manière, et par la même incision cutanée de préférence.

Les tissus sous-cutané puis cutané sont enfin suturés. L'utilisation de fil résorbable est fortement recommandée, les primates étant des animaux difficilement manipulables.

- Orchidectomie scrotale  
(Tobias, 2010 ; Slatter, 1993 ; Sevestre, 1979)

Pour chaque testicule, le scrotum est incisé longitudinalement, puis le testicule est poussé caudalement contre l'incision cutanée, et le tissu sous-cutané ainsi que la tunique vaginale pariétale sont incisés.

Le cordon spermatique est doublement ligaturé avec du fil irrésorbable ou des clips, ou bien le canal déférent est séparé du testicule et est noué aux vaisseaux testiculaires.

Le cordon spermatique est ensuite coupé distalement à ces nœuds, l'hémostase est vérifiée, et le cordon est réintégré dans la tunique vaginale.

Cette dernière est toujours suturée chez les singes. On la repositionne ensuite dans le scrotum.

De plus, on veille à suturer aussi le scrotum, en réalisant par exemple une suture intradermique puis en appliquant en plus de la colle, car les primates ont tendance à beaucoup toucher leurs points.

## **ii. Effet hormonal**

Les testicules sont le site majeur, par les cellules de Leydig, de production de testostérone. Ainsi, après ablation de ces derniers, on assiste à une diminution rapide de la testostérone plasmatique (Michael et Zumpe, 1993).

L'objectif est ici de s'intéresser plus particulièrement aux rôles de cette hormone, en particulier dans le domaine comportemental.

La testostérone est une hormone stéroïde appartenant à la classe des androgènes ; c'est un régulateur physiologique qui affecte aussi le comportement (par fixation à des récepteurs du cerveau) (Anestis, 2010). Ses tissus cibles sont variés, et concernent principalement les muscles et le cerveau.

### **1. Testostérone et comportement sexuel**

Il convient tout d'abord de rappeler que la testostérone est responsable de l'apparition et du maintien des caractères sexuels mâles et de l'augmentation de la masse musculaire des mâles (Anestis, 2010 ; Hews et Moore, 1995 ; Wickings et Dixon, 1992).

Ainsi, elle rend le mâle plus attrayant aux femelles, qui vont le solliciter (Wallen, 2001).

Si la testostérone régule la faculté de copulation pour la plupart des espèces, chez les primates elle influence seulement la motivation sexuelle (Bardi et al, 2006 ; Wallen, 2001).

En effet, chez ces derniers la capacité de copulation est « émancipée » de la régulation hormonale, c'est-à-dire qu'il y a séparation entre la faculté de copulation et l'intérêt de copulation médié par les hormones.

L'importance des systèmes de motivation chez les primates fait que le comportement sexuel de ces derniers est fortement influencé par le contexte social (Barrett et al, 2002 ; Wallen, 2001).

Ainsi, l'effet de la testostérone dans le comportement sexuel est modulé par des facteurs environnementaux (tel que la photopériode ou la saison) et sociaux (comprenant entre

autres les relations sociales, le rang hiérarchique, et la familiarité entre individus) (Michael et Zumpe, 1996 ; Michael et Zumpe, 1993).

Cela explique, entre autres, les différences individuelles constatées dans l'expression des comportements agressif et sexuel chez des individus présentant une même excrétion de testostérone (Michael et Zumpe, 1993).

Ainsi, les préférences sociales pour certains partenaires (fonctions de l'âge, du rang hiérarchique, de la personnalité, des expériences partagées, etc.) semblent moduler les influences hormonales et peuvent mener à une familiarité à long terme, diminuer les interactions sexuelles, et être un mécanisme soulignant l'évitement de l'inceste et le transfert périodique des mâles (Michael et Zumpe, 1996).

Au contraire, les préférences de partenaire à courte échelle sont hormono-dépendantes, et semblent cruciales pour la formation de couples et pour faciliter l'accouplement entre des partenaires non familiers.

Le comportement sexuel est plus testostérone-dépendant chez les individus de faible rang social que chez les dominants. Ceci est rapporté par des expériences prouvant que la corrélation entre le niveau de testostérone et la fréquence d'éjaculation des mâles n'existe que chez les mâles les plus dominés.

Ces données suggèrent aussi que la motivation sexuelle modulée par les androgènes permet aux mâles de plus faibles rangs de concourir avec ceux de rangs plus élevés pour l'accès à la reproduction (Wallen, 2001).

## 2. Testostérone et agression

La concentration de testostérone plasmatique augmente significativement pendant la saison de reproduction chez les mâles (Barrett et al, 2002 ; Ostner et al, 2002 ; Lynch et al, 2002 ; Mehlman et al, 1997 ; Matsubayashi et al, 1991).

En effet, la testostérone est réputée faciliter les comportements sexuel et agressif des mâles (Michael et Zumpe, 1993). Pour certains auteurs, elle serait même d'avantage associée à l'agression qu'au comportement sexuel (Étude sur les chimpanzés, Muller et Wrangham, 2003).

La « *challenge hypothesis* » (hypothèse du défi) a été initialement formulée par John Wingfield et ses collègues afin d'expliquer les changements dans les concentrations plasmatiques d'androgènes des oiseaux mâles.

Elle stipule que, comme la production de testostérone représente un coût, les mâles présenteront des niveaux de testostérone élevés uniquement lorsque de tels niveaux seront suffisamment bénéfiques, c'est-à-dire pendant des périodes à haute compétition reproductive, ou en présence de femelles en oestrus.

Cette hypothèse s'applique aux espèces vertébrées vivant en groupes multimâles et à reproduction saisonnière ; elle a également été testée chez une grande variété de primates et semble s'appliquer aussi à certains de ces derniers (Anestis, 2010 ; Bergman et al, 2006 ; Bales et al, 2005 ; Brockman et al, 2001 ; Wingfield et al, 1990).

Ainsi, les niveaux de testostérone et l'agression sont fortement associés l'un à l'autre chez les mâles adultes dans le contexte de compétition intermâle intense (surtout lorsque les mâles entrent en compétition pour avoir accès aux femelles en oestrus pendant la saison de reproduction), ou dans le contexte d'instabilité sociale (Anestis, 2010 ; Beehner et al, 2006 ; Cristobal-Azkarate et al, 2005 ; Brockman et al, 2001 ; Setchell et Dixson, 2000 ; Wingfield et al, 1990 ; Gordon et al, 1976).



Cela concerne surtout les primates qui présentent un taux d'agression élevé pendant la saison de reproduction, comme le macaque rhésus (*Macaca mulatta*), le maki catta (*Lemur catta*) (Cavigelli et Pereira, 2000), ou le chimpanzé (*Pan troglodytes*) (Muller et Wrangham, 2003).

En effet, chez ces espèces, la concentration plasmatique en testostérone n'est positivement et significativement corrélée au taux d'agression intermâle que pendant la saison de reproduction.

Ainsi, on trouve des niveaux de testostérone plus élevés chez les mâles qui combattent par rapport à ceux qui ne le font pas chez les lémuriers (Cavigelli et Pereira, 2000) ; on constate que l'agression est la plus forte au moment où la testostérone plasmatique atteint son niveau maximal chez les macaques rhésus captifs (Michael et Zumpe, 1978) ; et on assiste à une augmentation de testostérone entraînant une augmentation de l'agressivité chez les singes hurleurs, lorsqu'un mâle s'approche de leur groupe social (car on rappelle que, chez les singes hurleurs, la présence d'un mâle à proximité d'un groupe social est considéré comme une menace pour le succès reproducteur des mâles résidents).

Par contre, l'hypothèse du challenge ne peut pas être appliquée de manière si tranchée à d'autres espèces de primates, tels les capucins ou les tamarins à moustache, montrant un faible taux d'agression intermâle intragroupe pour les copulations (Huck et al, 2005 ; Muller et Wrangham, 2003 ; Lynch et al, 2002 ; Cavigelli et Pereira, 2000).

Enfin, des rapports contradictoires ont été publiés. Par exemple, chez les macaques japonais, seul le taux d'agression sans contact serait corrélé à l'augmentation de testostérone durant la saison sexuelle (Barrett et al, 2002).

Le fait que la testostérone soit intimement liée à l'agression chez les mâles primates reste indiscuté, mais la nature de cette association reste donc hautement contestée (Barrett et al, 2002)

### 3. Testostérone et rang hiérarchique

Il y aurait également un lien entre la testostérone et la position sociale chez les mâles primates.

Ainsi, les dominants sécrèteraient plus de testostérone que les dominés (Etudes chez les sifakas et les lémuriers de Barrett et al (2002) et de Brockman et al (1998)).

De même, lorsque la hiérarchie devient instable (ou lorsqu'il y a changement de rang social), alors le niveau de testostérone augmente chez les mâles dominants agressifs et diminue chez les subordonnés (Rose et al, 1975).

La testostérone varie donc en fonction du rang hiérarchique atteint par le mâle.

Ainsi, chez les singes talapoin, un mâle dominé peut présenter des niveaux de testostérone aussi bas que ceux d'un mâle castré lorsqu'il fait partie d'un groupe social ; mais, sitôt placé seul en cage ou après retrait du mâle dominant, sa testostérone peut augmenter et reprendre sa valeur normale (Dixson et Herbert, 1977).

Chez les Mandrill, la testostérone augmente lorsque mâle gagne la place alpha (Setchell et Dixson, 2000).

Quant aux babouins, leur niveau de testostérone serait prédicteur de leur futur rang social et prédirait également leur activité copulatoire future (les mâles augmentant de statut

social ayant des plus haut taux de testostérone que ceux qui en baissent) (Beehner et al, 2006 ; Bergman et al, 2006).

Ceci vient du fait que, chez les babouins, la compétition pour les hauts rangs hiérarchiques est un moyen de compétition pour l'accouplement (les femelles étant monopolisées par les dominants pendant leur phase fertile) (Beehner et al, 2006 ; Alberts et al. 2003).

En conclusion, la testostérone augmente l'agression des mâles, et ce d'autant plus dans le contexte d'instabilité sociale ; elle influence la motivation sexuelle, qui est également modulée par des facteurs environnementaux et sociaux ; et sa concentration est dépendante du rang hiérarchique que le singe atteint.

On peut donc supposer que les mâles, étant privés de cette hormone après castration, seront alors moins agressifs, et surtout dans le cadre d'instabilité sociale, et moins motivés sexuellement (a priori, ils n'entreront donc pas en compétition avec les autres mâles pour se reproduire avec les femelles). Ainsi, ils sembleraient être plus « gérables » dans une vie de groupe captif, car moins à l'origine de conflits que les mâles entiers a priori.

Nous allons plus particulièrement nous intéresser aux effets comportementaux de la castration ci-après.

### **iii. Effets sur le comportement**

#### **1. Sexuel**

Chez les macaques, la castration entraîne une diminution de la testostérone plasmatique en seulement quelques heures.

Cependant, la diminution du comportement sexuel (à savoir la fréquence de contact, de monte, d'intromission, et d'éjaculation) est beaucoup plus lente (Michael et Zumpe, 1993 ; Zumpe et al, 1992 ; Phoenix, 1976 ; Resko et Phoenix, 1972).

Des études ont montré que la castration réduit graduellement mais n'élimine pas totalement l'activité sexuelle mâle (Phoenix, 1974 ; Michael et Wilson, 1974 ; Phoenix et al 1973).

Ceci vient du fait que la capacité de copulation est « émancipée » de la régulation hormonale chez les primates, qui ont développé la capacité à s'engager dans des relations sexuelles à n'importe quel moment, avec ou sans haut désir sexuel (Wallen, 2001).

En effet, les androgènes ne sont pas obligatoires pour la capacité de copulation ou le réflexe éjaculatoire, mais ils influencent énormément la motivation à copuler et à entrer en compétition pour accéder à des partenaires sexuels (Wallen, 2001).

Ainsi, privés de testostérone, les mâles pourront tout de même continuer à avoir des relations sexuelles. En effet, le comportement de monte ne nécessite pas d'androgènes (d'ailleurs les singes non encore pubères présentent bien ce comportement, alors qu'ils ne produisent pas (ou peu) de testostérone) ; et des érections complètes en l'absence de niveaux mesurables d'androgènes ont même été décrites chez les primates (Bancroft et Wu, 1983 ; Kwan et al, 1983).

Seulement, une fois castrés, les mâles seront moins motivés à avoir des comportements sexuels car les androgènes, s'ils n'influencent pas le comportement de monte par lui-même, régulent tout de même la fréquence de monte et dans quel contexte cette dernière survient (Wallen, 2001 ; Wallen et al, 1991).

Voilà pourquoi l'activité sexuelle chez les primates est largement testostérone-dépendante, comme montré par de nombreuses expériences de castration et traitements de remplacements (de testostérone) (Zumpe et al, 1992).

Chez les mâles macaques rhésus, les effets de diminution d'androgènes sur le comportement sexuel varient suivant le contexte social, le statut social et l'expérience sexuelle (Wallen, 2001).

Ainsi, le comportement sexuel après castration diminue beaucoup plus rapidement chez les mâles placés en groupe dans un enclos, que chez ceux placés en couple et en cage (qui pour leur part peuvent continuer à copuler jusqu'à 6 ans après castration !!) (Wallen et al, 1991 ; Davis-daSilva et Wallen, 1989a).

De plus, les animaux placés au bas de la hiérarchie mâle ou les singes inexpérimentés sexuellement cessent de s'accoupler dans la semaine après la castration, tandis que les dominants expérimentés ne sont que peu affectés par leur effondrement en testostérone.

En ce qui concerne les études « de terrain » sur les comportements sexuels post-castration, on obtient les données suivantes :

L'éjaculation cesse en général au bout de un à deux mois après la castration, même si quelques individus peuvent continuer à éjaculer jusqu'à 2 ans après la chirurgie (Zumpe et al, 1992). Car, à force, le pénis devient insuffisamment rigide pour assurer une bonne intromission, donc les mâles continuent de monter mais n'éjaculent plus (Michael et Wilson, 1974).

Le comportement de monte, quant à lui, est beaucoup moins affecté par la castration, et peut se poursuivre durant plusieurs mois (Zumpe et al, 1992 ; Michael et al, 1987, Michael et al, 1986 ; Michael et Wilson, 1974 ; Phoenix et al, 1973).

En conclusion, même s'ils sont physiquement capables de copuler, les macaques mâles castrés seront moins motivés à le faire et ne gagneront pas la compétition contre les mâles ayant des taux d'androgènes normaux. Ceci est d'autant plus vrai chez les macaques placés en groupes, en grand enclos, et chez les animaux faiblement rangés dans la hiérarchie ou inexpérimentés sexuellement.

Voilà pourquoi la castration diminue considérablement les comportements sexuels lorsque les macaques sont élevés en groupe, même si elle ne les supprime pas totalement (chez les plus dominants d'entre eux).

## 2. Reliés (agressif, social)

La castration aurait des effets bénéfiques quant à la réduction de l'irritabilité de certains mâles (Michael et Zumpe, 1993).

En effet, elle réduit considérablement l'agression intermâle, que ce soit celle associée à la reproduction (telle que la garde de la femelle ou du territoire) ou celle visant à asseoir son statut hiérarchique (Simon, 2002 ; Wingfield et al, 1990).

De plus, la castration diminue considérablement la fréquence de bâillements des mâles (le comportement de bâillement, sexuellement dimorphique, étant testostérone-dépendant) et celle d'autres menaces (Morris et al, 2009 ; Zumpe et al, 1992 ; Phoenix et Chambers, 1986b ; Phoenix, 1976).

On voit que ceci se vérifie si on regarde de plus près les réponses au questionnaire fournies par certains des parcs zoologiques français possédant des magots (Tableau 3).

En effet, si on s'intéresse à la colonne « stabilité du groupe » on voit que, globalement, les groupes stables concernent les groupes pour lesquels il n'y a pas de conflits pour la reproduction, c'est-à-dire les groupes de célibataires (zoo de la Cabosse), les groupes de proches parents qui ne se reproduisent donc pas par évitement de l'inceste (zoo de Gramat), les groupes élevés tels qu'en milieu naturel et qui ont assez de place pour construire leurs groupes sociaux comme ils l'entendent et ainsi éviter les conflits) (Montagne des singes et Forêt des singes), les groupes en harem (ne comprenant qu'un seul mâle, sa femelle préférée, et sa descendance féminine) (zoo de Bordeaux-Pessac), ou encore les groupes avec un seul mâle reproducteur (les autres étant castrés) (La vallée des singes).

L'exception concerne le zoo de Saint-Martin la plaine, qui rapporte des groupes stables et ce quelque soit leur mode de captivité (c'est-à-dire entre autres en groupes multimâles-multifemelles) et sans recours à des castrations.

Par contre, les groupes instables (ou à stabilité relative) s'avèrent tous être des groupes multimâles-multifemelles possédant plusieurs mâles entiers (Cela concerne les parcs zoologiques de la Boissière du Doré, du Bouy, et Zoodyssée). Ainsi, la castration aurait donc un effet bénéfique sur la stabilité du groupe et limiterait les conflits dus à la convoitise des femelles.

Néanmoins, si cela semble réduire les agressions intermâles, il n'en est pas de même en ce qui concerne les agressions mâle/femelle.

En effet, comme ils présentent des difficultés d'intromission après la castration, certains mâles menacent, et même parfois mordent les femelles pendant la monte.

Quant aux femelles, elles semblent épouiller autant les mâles entiers que ceux castrés (Phoenix, 1974).

La castration des mâles aurait également un impact sur les relations sociales.

En effet, les mâles castrés restent proches des individus qui leur sont familiers, contrairement aux mâles entiers qui, quant à eux, passent beaucoup de temps avec des individus non familiers.

Par contre, la castration n'a aucun impact quant à la réaction des mâles face à un stimulus non social.

Ainsi par exemple, les mâles, qu'ils soient castrés ou non, présenteront le même comportement face à un objet apeurant (Morris et al, 2009).

En résumé, la castration réduirait les conflits intermâles mais pourrait dans certains cas augmenter les agressions sur les femelles.

Elle aurait également un impact sur les relations sociales et, même si les mâles castrés ne semblent pas exclus du groupe (et continuent à se faire épouiller à la même fréquence que leurs confrères entiers), ils préfèrent tout de même rester groupés avec des individus familiers.

### 3. Dominance

Toutes les études ne s'accordent pas sur le lien entre castration et statut social des macaques.

Certaines d'entre elles avancent que la dominance sociale des individus appartenant à des groupes est fortement détériorée par la castration (Mazur, 1976).

La testostérone maintiendrait ainsi le statut social des macaques.

D'autant plus que, contrairement à ce qu'il se passe chez les mâles entiers, il n'y a pas de corrélation entre le rang de la mère et le statut social du fils chez les mâles castrés. Ceci suggère que le rang de la mère exercerait son influence sur le comportement du fils à travers les hormones sexuelles.

Cependant, d'autres facteurs jouent un rôle dans la détermination de la position sociale des mâles dans la hiérarchie (Morris et al, 2009).

De plus, pendant l'adolescence, les singes mâles non castrés montrent une diminution des comportements subordonnés et une augmentation des comportements dominants, qui est relié à une augmentation de statut social et de rang dans la hiérarchie sociale.

Cette évolution de comportement est absente chez les mâles adolescents castrés (Morris et al, 2009).

De même, si on revient à notre tableau comparatif de la gestion des magots en captivité (Tableau 3), et si on s'intéresse au cas de Zoodyssée, qui est la seule structure qui castré chirurgicalement ses femelles, on constate que le groupe n'est pas stable. Ici, il n'y a pas pourtant de lutte entre les mâles concernant la convoitise des femelles puisque celles-ci ne sont plus attirantes sexuellement. Les conflits doivent donc éclater du fait d'une volonté de monter dans la hiérarchie. L'avantage de la castration chirurgicale des mâles par rapport à celle des femelles résiderait donc dans le fait que, en plus de limiter les conflits dus à la convoitise des femelles, cette dernière limiterait également les tensions dues à la convoitise d'une place plus haute dans la hiérarchie.

On peut d'ailleurs observer que, dans le zoo castrant tous ses mâles sauf un (le dominant), le groupe est décrit par ses gérants (la Vallée des singes) comme très stable.

Cependant, pour certaines autres études, de telles influences sur le statut hiérarchique ne seraient pas inévitablement induite par les hormones.

Ainsi par exemple, le comportement agressif des mâles semblerait être moins dépendant des androgènes chez les primates que chez d'autres animaux tels les ongulés, et il en serait de même pour l'expression du statut social (Bouissou, 1983).

C'est le cas de l'étude de Bernstein et al, en 1979. Cette étude relate le fait qu'un mâle macaque rhésus castré a pu prendre la dominance dans un groupe hétérosexuel de singes comprenant quatre autres mâles entiers. Lorsque la saison sexuelle a commencé, ledit mâle a montré les mêmes changements comportementaux saisonniers que ce qu'ont fait les autres mâles. Il a davantage interagi avec les femelles que ces derniers : il montait ces dernières et les épouillait. Par contre, il n'a jamais terminé de séquence copulatoire (aucune éjaculation n'a été retranscrite). Son interférence dans les activités sexuelles des autres mâles et sa défense des membres du groupe était indistinguable de celles de tout autre mâle entier. Par contre, ses niveaux de testostérone restaient très bas (du même ordre de grandeur que ceux d'un jeune juvénile), contrairement aux mâles entiers qui présentaient des taux de testostérone normaux (Bernstein et al, 1979).

#### 4. Effets de la castration suivant le moment auquel elle est pratiquée

On sait que l'axe hypothalamo-hypophyso-testiculaire est transitoirement activé dans les quatre à six mois suivant la naissance du petit singe. Il y a à ce moment là une augmentation de testostérone circulante correspondante.

Ensuite, l'activité de cet axe décline jusqu'à un bas niveau basal caractéristique de la période juvénile (Mann et al, 1989 ; Lunn et al, 1994).

La sécrétion pulsatile de GnRH n'est réinitiée qu'à la fin de la période pré pubertaire, ce qui provoque l'augmentation de volume des testicules et l'initiation de la spermatogenèse.

Il y a ainsi trois moments « clés » où l'on peut pratiquer la castration, à savoir en période néonatale (avant l'augmentation initiale de testostérone), juste avant la puberté (soit avant la seconde augmentation en testostérone), ou à l'âge adulte (après cette dernière).

Le comportement change énormément pendant l'adolescence des primates. Cependant, la nécessité des hormones gonadiques pour le développement du comportement social des adolescents est inconnue (Morris et al, 2009).

Comme le prouvent de nombreuses études de castration néonatale réalisées (les singes présentant des concentrations de LH et de testostérone sous la limite de détection jusqu'à leur trois ans grâce à un traitement avec un antagoniste de GnRH pendant leurs premiers mois de vie), l'absence de testostérone néonatale ne semble pas affecter les grandes différences sexuelles dans les comportements de jeu, sexuels, agonistiques, et dans l'intérêt pour les enfants des jeunes mâles (Nevison et al, 1997 ; Wallen et al, 1995). Ce déterminisme aurait donc lieu avant la naissance.

Par contre, la castration néonatale semble influencer les interactions sociales en altérant le comportement de l'enfant mâle envers sa mère ; ce dernier passerait alors plus de temps avec elle lorsqu'il est castré néonatalement que lorsqu'il est entier.

Néanmoins, toutes les études ne s'accordent pas sur ce sujet, et certaines n'y voient aucune modification sociale (Brown et Dixson, 1998 ; Nevison et al, 1997 ; Wallen, 1996 ; Wallen et al, 1995).

Par ailleurs, les mâles privés de testostérone néonatale sont, après deux ans, placés plus bas dans la hiérarchie que les témoins non castrés, et tardent plus à atteindre la puberté (Mann et al, 1998).

La testostérone jouerait donc un rôle dans l'acquisition du rang social avant même la puberté.

Par contre, les comportements agressif ou submissif juvéniles, sexuellement dimorphiques, dépendent surtout de l'environnement social, et non hormonal.

Des études sur les ouistitis mâles démontrent que la sécrétion d'hormones testiculaires pendant l'enfance a des effets importants sur le développement des comportements agressif et sexuel des singes.

Ainsi, selon le moment auquel est pratiquée la castration (durant l'enfance ou plus tard), des effets différents sont observés sur le développement comportemental.

Une fois à l'âge adulte, les mâles castrés néonatalement n'essaient pas de monter les femelles, et les agressions entre les deux sexes sont fréquentes. Par contre, ces mâles sont très peu agressés par les mâles adultes entiers.

Quant aux mâles castrés en prépuberté ou à l'âge adulte, ils tentent de copuler avec les femelles la plupart du temps et les agressions mâle/femelle sont réduites (elles sont cependant légèrement plus fréquentes avec les mâles castrés en prépuberté qu'avec ceux castrés à l'âge adulte). Par contre, l'agression intermâle (entre mâle castré et mâle entier) est alors plus élevée que lorsque le mâle castré l'a été en période néonatale (Dixson, 1993).

Outre les effets comportementaux, on doit aussi souligner les risques que comporte une castration trop précoce.

Ces risques concernent tout d'abord l'anesthésie car, si l'animal est trop jeune ou trop chétif, celle-ci sera d'autant plus délicate.

Les autres risques concernent les effets secondaires d'une castration trop précoce, à savoir le risque de défaut de développement (défaut de croissance, animaux chétifs ou dont certains systèmes restent immatures et sont le siège d'anomalies, comme c'est fréquemment le cas

pour le système urogénital) et de problèmes ostéoarticulaires (augmentation du risque de dysplasie des hanches, incongruence articulaire, retard de fermeture des cartilages de croissance, etc.) (Tobias, 2010).

Ces données concernent les carnivores domestiques mais devraient, dans une certaine mesure, s'appliquer également aux primates.

D'un autre côté, une castration avant l'âge adulte limiterait le développement musculaire chez les singes castrés. Ceux-ci seraient alors moins impressionnants physiquement que les mâles entiers, et resteraient donc leur subalternes.

Pour conclure, la castration la plus favorable pour éviter les agressions intermâles devrait se réaliser le plus tôt possible. Le mâle castré serait alors placé au bas de la hiérarchie. Néanmoins, si la castration est réalisée en période néonatale, cela peut induire des défauts de développement et perturber l'acquisition de certains comportements sociaux chez le singe d'après certaines études.

Il serait donc souhaitable de réaliser la castration en période prépubertaire, afin de limiter les agressions intermâles (moins fréquentes que lorsque la castration est réalisée à l'âge adulte) tout en permettant un développement comportemental optimal du jeune singe.

#### **iv. Complications et effets secondaires**

L'effet indésirable principal de la castration chirurgicale est l'inflammation scrotale, responsable d'une douleur assez soutenue et d'un oedème scrotal.

Cet effet secondaire est néanmoins réduit par la réalisation de la castration préscrotale à testicules couverts (Fossum, 2000 ; Slatter, 1993).

Cela finit en général par entrer dans l'ordre seul mais, en cas d'inflammation scrotale intense, on peut tout de même administrer aux animaux des Anti-inflammatoires non stéroïdiens, qui s'avèrent en général très efficaces sur ces désagréments.

D'autres complications péri-opératoires peuvent survenir, comme les hémorragies, même si elles restent rares (Rodriguez Gomez et al, 2007).

Le risque de glisse des ligatures ou de desserrage des fils est cependant plus important pour les techniques à testicules couverts (Fossum, 2000).

Enfin, un effet secondaire bien connu de la castration chirurgicale est la prise de poids ; chose qui est évitée par la vasectomie (Rodriguez Gomez et al, 2007).

#### **d. La castration chimique**

La castration chimique est une troisième méthode de stérilisation mâle bien connue. Elle est essentiellement utilisée en humaine (notamment pour réduire le comportement sexuel aberrant de certains hommes) et présente de bons résultats.

Or, en vue de l'application à l'espèce humaine, de nombreuses molécules ont tout d'abord été testées en laboratoire sur les modèles primates non humains. C'est pourquoi on peut trouver quelques données concernant l'effet de ces molécules sur ces derniers.

Néanmoins, après interrogation des parcs zoologiques, on constate qu'aucun d'entre eux n'utilise ce type de stérilisation (Cf tableau 2).

Dans cette partie, nous allons nous efforcer de décrire quelques molécules permettant une castration chimique ainsi que leurs effets sur le comportement et la reproduction des singes traités, puis nous discuterons des avantages et inconvénients de ce type de stérilisation afin de nous interroger sur la pertinence de son application dans les parcs zoologiques.

### **i. Quelques molécules (études pour l'homme)**

La testostérone est partiellement métabolisée en 17bêta-oestradiol (E2) dans le cerveau et est partiellement métabolisée par réduction en 5alpha-dihydroT (DHT) dans le cerveau et les tissus périphériques.

Ces deux métabolites ainsi que la testostérone elle-même facilitent différents aspects du comportement sexuel mâle (Zumpe et Michael, 1994a). C'est pourquoi ils seront la cible des « castrateurs » chimiques.

La castration chimique par des composants qui diminuent les niveaux de testostérone plasmatique est utilisée en clinique dans le traitement de certaines formes de cancer (testiculaire, rénal, prostatique) et pour réduire le comportement sexuel aberrant de certains violeurs (Zumpe et al, 1992).

#### ➤ Acétate de médroxyprogestérone (MPA)

Il s'agit d'un progestagène de synthèse. C'est le médicament le plus utilisé aux USA comme castration chimique afin de résoudre les problèmes de comportement sexuel chez les hommes (Zumpe et al, 1992). Ce médicament anti-androgénique (qui réduit la capture d'androgènes par le cerveau) est commercialisé sous le nom de « depo-provera ».

Ce médicament entraîne une diminution réversible de la concentration plasmatique de testostérone. Ainsi, après une à trois semaines de traitement, le taux de testostérone des individus est relégué à des niveaux très bas, semblables à ceux obtenus après castration chirurgicale (Zumpe et Michael, 1994b ; Zumpe et al, 1992).

Le MPA entraîne des effets rapides sur le comportement des singes, et des effets plus graduels sur leur faculté de copulation (c'est-à-dire entre autre sur la tumescence pénienne et sur la faculté d'éjaculation) (Zumpe et al, 1992).

En effet, le MPA diminue surtout la motivation sexuelle mâle (qui n'est pas initialement affectée par la castration chirurgicale). Ainsi, on assistera chez les singes traités à une diminution des tentatives de monte (de 50%) et à une augmentation du temps de latence avant la première tentative de monte en présence d'une femelle réceptive (Clancy et al, 2001 ; Zumpe et al, 1996 ; Zumpe et Michael, 1994b).

De même, l'habileté d'intromission et l'activité éjaculatoire, tout comme dans le cas d'une castration chirurgicale (quoique moins rapidement), sont fortement diminuées (de 40% par rapport à un sujet témoin non traité) (Zumpe et Michael, 1994b ; Zumpe et al, 1992).



Ainsi, chez les macaques cynomolgus, 40 mg de MPA administrés en intramusculaire une fois par semaine (ce qui correspond aux doses utilisées en clinique et ajustées au poids de l'animal) diminueraient le niveau de testostérone en 5-8 semaines et la performance éjaculatoire en 13-16 semaines (Zumpe et Michael, 1994b).

Le comportement de bâillement des mâles, considéré comme agonistique, est aussi diminué par ce type de castration.

D'après certaines études, le MPA diminuerait également le comportement sexuel et la motivation des macaques dont la testostérone circulante serait maintenue à de hauts niveaux grâce à des implants.

Il agirait donc par un mécanisme relativement indépendant de ses effets de suppression de la fonction testiculaire ; il exercerait ainsi son action via des mécanismes centraux régulant la motivation sexuelle, en diminuant la consommation d'androgènes (dont plus précisément la [3H]-T) au niveau du cerveau. La castration chirurgicale, quant à elle, agirait surtout via des mécanismes périphériques testostérone-dépendants (Zumpe et Michael, 1994b).

Cependant, certaines études avancent que les changements dus à la castration chimique au MPA sont bien moins marqués au niveau du comportement sexuel qu'au niveau hormonal ; en d'autres termes, pour une très forte diminution de testostérone plasmatique, on n'assisterait qu'à un faible effet comportemental associé.

Le comportement sexuel « normal », c'est-à-dire non dévié (comme c'est le cas chez les individus humains traités) serait donc seulement modérément réduit par un traitement au MPA (d'après une étude chez des macaques cynomolgus de Zumpe et Michael, 1988).

De plus, la réponse au traitement différerait selon les mâles (Zumpe et Michael, 1988).

Il convient également de préciser que le MPA présente des effets secondaires qui, chez l'homme, conditionnent l'observance du traitement.

Il s'agit entre autres de maux de tête, crampes musculaires, augmentation de pression artérielle, et prise de poids excessive (Clancy et al, 2001 ; Zumpe et al, 1996).

#### ➤ Progestérone

C'est le seul progestagène « naturel ». Elle entraîne une diminution du comportement sexuel mâle et de la motivation sexuelle quantitativement et qualitativement similaire à celle obtenue par traitement au MPA.

Par contre, elle n'entraîne pas de diminution de testostérone plasmatique associée et ne présente pas d'effets secondaires, contrairement au MPA (Clancy et al, 2001 ; Zumpe et al, 1997).

#### ➤ Fadrozole

C'est un inhibiteur non stéroïdien de l'aromatase.

Sachant que l'aromatase joue un rôle dans l'activité et la motivation sexuelles mâle, on utilise le fadrozole (qui élimine quasi-totalement la conversion

de testostérone en 17-bétoestradiol dans le cerveau) comme castrateur chimique (Zumpe et Michael, 1994a).

Les effets de ce traitement sont qualitativement similaires à ceux du MPA, car les singes traités voient leur comportement sexuel et leur motivation sexuelle diminuer (les tentatives de monte diminuent de 40%) (Clancy et al, 2001 ; Zumpe et al, 1996 ; Zumpe et al, 1993).

Par contre, le traitement au fadrozole n'entraîne pas de changement de niveau de testostérone, qui reste donc élevé (Zumpe et Michael, 1994a ; Zumpe et al, 1993).

Les modifications du comportement sexuel sont rapides et apparaissent une à deux semaines après le début de l'administration de fadrozole (à la dose de 0,25 mg/kg/jour) ; et les effets sont aussi rapidement anéantis après l'arrêt du traitement (Zumpe et Michael, 1994a).

#### ➤ Traitement combinant MPA et Fadrozole

Contrairement à ce que l'on aurait pu penser étant donné que chacune des deux molécules prise séparément diminue l'activité éjaculatoire et le comportement sexuel des mâles via un mécanisme différent, la combinaison de ces deux molécules n'a pas l'effet sommatoire attendu sur les mâles entiers.

En effet, la diminution de comportement sexuel observée chez mâles traités au MPA combiné au fadrozole est moitié moindre que celle obtenue chez les macaques traités au fadrozole seul.

Michael et Zumpe ont avancé que ceci viendrait du fait que le fadrozole supprimerait les effets comportementaux du MPA en empêchant l'induction (par le 17-bétoestradiol) des récepteurs progestagènes où le MPA se fixe dans le cerveau.

Par ailleurs, si on ajoute du fadrozole au MPA pour traiter les singes, alors on assiste à une augmentation rapide de testostérone plasmatique chez ces derniers (Zumpe et al, 1996 ; Zumpe et Michael, 1994c).

Quoiqu'il en soit, ce traitement n'est pas retenu pour la castration chimique des individus.

#### ➤ Acétate de cyprotérone (Androcur ND)

C'est un médicament de synthèse présentant des propriétés antiandrogéniques et antigonadotrophiques ; il est utilisé dans le traitement du carcinome prostatique avancé, de l'hirsutisme ou de l'acné chez les femmes, et en psychiatrie pour le traitement des déviations sexuelles masculines.

Il provoque chez les individus traités un arrêt de la spermatogenèse et une dégénérescence de la structure de l'épididyme, et altère les profils protéiques de l'épididyme et du sperme ; il supprime également la production de testostérone (Kaur et al, 1992).

Or, à l'inverse de l'homme, chez qui des études cliniques rapportent une diminution de la libido associée au traitement (Slob et Schenk, 1981), le singe ne voit pas sa libido affectée par ce dernier.

Néanmoins, le traitement à l'acétate de cyprotérone entraîne chez le singe une diminution de la testostérone plasmatique et une diminution de volume des testicules. De plus, la sociabilité des mâles traités augmente, puisque ces derniers passent plus de temps à épouiller leurs congénères une fois castrés chimiquement.

Cependant, les différentes études donnent des résultats équivoques, et le traitement aurait plus ou moins d'effet selon les singes étudiés.

#### ➤ Androgènes

Comme les androgènes suppriment la libération pituitaire de LH et de FSH, il serait logique que la testostérone ou ses dérivés puissent être utilisés pour la suppression chronique de la fonction testiculaire.

C'est pourquoi l'injection d'esters de testostérone, incluant les propionate, enanthate, cypionate, ou encore cyclohexanecarboxylate de testostérone est envisagée et se révèle assez utile.

Néanmoins, pour s'avérer efficaces, ces molécules doivent être injectées quotidiennement, voire au moins une fois par semaine, ce qui est ingérable à l'échelle d'un parc animalier.

De plus, certains dérivés androgéniques induisent des effets secondaires indésirables, tels qu'une prise de poids, une diminution de la taille testiculaire, ou encore une altération des paramètres sanguins.

De même, l'administration d'androgènes oraux (tels l'undecanoate de testostérone, la fluoxymesterone, ou la mesterolone) a été testée mais se révèle inefficace. En effet, même si elle diminue la spermatogenèse, elle ne mène pas pour autant à l'azoospermie totale.

On se trouve face aux mêmes résultats lors de l'injection de testostérone en combinaison avec d'autres hormones, comme l'acétate de cyproterone (un antiandrogène), les progestagènes (norethindrone, acétate de medroxyprogesterone, acetate de megestrol) et le danazol (un dérivé de l'éthinyltestostérone).

En effet, dans la plupart des cas la concentration du sperme en spermatozoïdes diminue après traitement mais l'azoospermie n'est pas atteinte universellement (Wildt, 1996).

#### ➤ Agonistes et antagonistes de GnRH

Les agonistes et antagonistes de GnRH sont des médicaments potentiellement antifertilité des mâles.

En effet, les agonistes de GnRH sont à l'origine d'une suppression testiculaire et diminuent la fréquence des comportements sexuels (monte, intromission, éjaculation).

Cette diminution est néanmoins plus marquée lorsque les singes sont en groupe et dans de grands espaces (tandis que, placés en cage et en couple, les singes castrés tentent plus souvent de copuler).

Il a été prouvé qu'un traitement à l'agoniste de GnRH provoque une suppression testiculaire en 16 jours (Davis-daSilva et Wallen, 1989).

Quant aux antagonistes de GnRH, tels l'Antide, ils suppriment la fonction hypophyso-testiculaire et le comportement sexuel mâle et sont à l'origine d'une diminution de testostérone chez les sujets traités (Wallen et al, 1991).

Ce qui est intéressant dans l'utilisation de ces molécules est que des mini-pompes osmotiques implantables ont déjà été utilisées pour délivrer une infusion constante d'agoniste ou d'antagoniste de GnRH dans des tests de fertilité incluant le macaque.

Des résultats concluants d'aspermie, d'abaissement du niveau de testostérone à une valeur semblable à celle obtenue après castration chirurgicale, et de réversibilité du traitement après retrait de la pompe suggèrent que cette approche pourrait être de valeur éventuelle dans le contrôle de fertilité chez certaines espèces (Wildt, 1996 ; Szende et al, 1990).

➤ Immunocontraception

Cette technique se base sur le principe de la vaccination, et consiste à immuniser l'animal contre certaines molécules lui servant pour sa reproduction.

Les différentes molécules utilisées comme vaccin cibleront alors soit la production des gamètes (en agissant sur les hormones GnRH, LH, ou encore FSH), soit leur fonction (en agissant sur les protéines de la zone pellucide (pour les femelles) ou du sperme (pour les mâles)), soit leur aboutissement (en ciblant l'hCG chez la femelle) (Naz, 2011 ; Naz 2005). Les différentes cibles de l'immunocontraception sont schématisées dans la figure ci-dessous (Fig. 4).

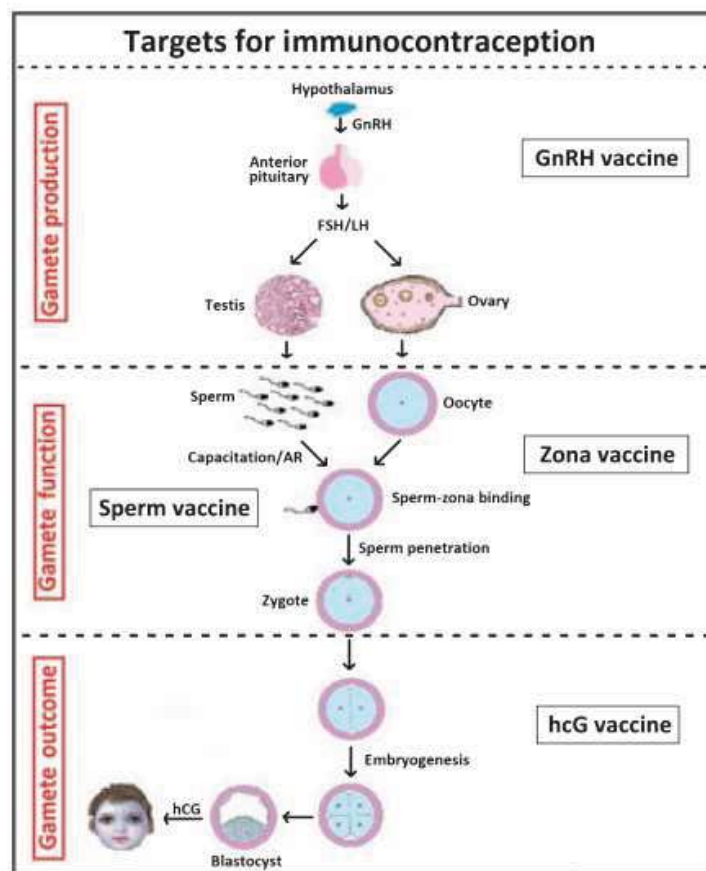


Figure 4 : Différentes cibles explorées pour le développement des vaccins contraceptifs (D'après Naz, 2011)

Ces molécules sont conjuguées avec du sérum d'autre espèce et émulsifiées dans un adjuvant avant d'être injectées intramusculairement à l'animal, et stimulent ainsi une réponse immunitaire ; les anticorps ainsi formés neutralisent ladite molécule endogène.

L'immunocontraception aurait prouvé son succès sur plus de 85 espèces sauvages différentes, en liberté et captives (Kirkpatrick et al, 2011 ; Wildt, 1996).

Les vaccins contraceptifs s'avèrent en effet être des alternatives valables aux autres moyens de castration, remplissant la plupart, si ce n'est toutes, les propriétés d'un contraceptif idéal (à savoir une haute spécificité de cible, une action long-terme, un faible coût, et aucun effet secondaire) (Naz, 2011).

L'avantage de l'immunisation contre la GnRH est qu'elle a un effet sur le comportement. En effet, en diminuant la GnRH de l'individu traité, la production d'hormones sexuelles est également diminuée (Levy, 2011 ; Naz, 2005). Cette stratégie serait donc équivalente sur le principe à l'administration d'antagoniste de GnRH.

C'est pourquoi ce type de castration est indiqué chez les étalons, chez qui il entraîne une diminution réversible de la libido. Cependant, la corrélation entre le titre en anticorps et les comportements sexuels associés est faible, et l'effet de ce type de castration sur les chevaux est assez fortement individu-dépendant (Janett et al, 2009).

Par contre, pratiquée chez les chats, cette castration s'avèrerait très efficace, assurant une contraception à long terme chez les mâles et femelles traités et ce après une seule dose injectée (Levy, 2011).

L'immunisation contre GnRH semble donc être une bonne alternative à la castration chirurgicale, ce qui devrait pousser les chercheurs à optimiser leurs vaccins afin que ces derniers puissent atteindre une contraception long terme (sur plusieurs années) suite à une seule dose injectée (Levy, 2011).

Cependant, d'après certains auteurs la stérilisation par immunisation contre la GnRH serait moins efficace que l'immunocontraception ciblant la fonction des gamètes elle-même car, même si elle présente des effets comportementaux contrairement aux autres types d'immunocontraception, son effet sur la fertilité des animaux traités serait seulement partiel (Naz, 2005).

D'un point de vue strictement « antifertilité » (sans prendre en compte l'action sur le comportement), les vaccins anti-sperme se révéleraient donc plus efficaces.

De plus, des études récentes ont testé ce type de castration sur des macaques (*Macaca radiata*). Les singes ont été immunisés avec une protéine de l'épididyme, désignée comme un inhibiteur de protéine épидидymaire (Eppin). Après immunisation, 78% des singes (soient sept singes sur neuf) ont développé un titre élevé en anticorps anti-Eppin et sont devenus infertiles et 71% d'entre eux ont retrouvé leur fertilité après l'arrêt de l'immunisation.

Afin de maintenir un haut titre en anticorps, plusieurs injections avec de l'adjuvant de Freund ont dû être réalisées toutes les 3 semaines, et ce tout au long de l'étude qui s'est étalée sur 691 jours en tout (Naz et al, 2005 ; O'rand et al, 2004).

Ainsi, l'immunocontraception serait applicable chez les macaques et aurait une bonne efficacité sur ces derniers. Néanmoins, elle n'aurait d'effet sur le

comportement que lorsque les antigènes choisis sont la GnRH, la LH, ou la FSH ; dans les autres cas, la castration chimique s'avèrerait seulement stérilisatrice.

➤ Injection de gluconate de zinc

(Tobias, 2010 ; Levy et al, 2008 ; Oliveira et al, 2007 ; Tepsu-methanon et al, 2005)

Un autre type de castration chimique, utilisée chez les chiens aux Etats-Unis, est l'injection intratesticulaire de gluconate de zinc.

Cette dernière aurait été à l'origine d'atrophie testiculaire et d'arrêt de spermatogenèse chez 99,6% des chiens testés (Tobias, 2010).

Le degré des changements histologiques observés par Oliveira et al en 2007 suggère l'irréversibilité de ce type de castration (les cellules de Sertoli et de Leydig sont dégénérées).

La production de testostérone est quant à elle réduite mais non stoppée par l'injection, ce qui ne perturbe pas trop les comportements hormono-dépendants.

Dans cette méthode, le volume de gluconate de zinc injecté est basé sur le volume testiculaire (et représente entre 0,2mL et 1mL par testicule chez les chiens).

Cette technique se révèle efficace, mais il faut veiller à tenir le mâle éloigné des femelles réceptives dans les soixante jours suivant l'injection au moins, car cette dernière n'a aucune action sur le sperme déjà produit au moment où elle est réalisée.

A priori, la castration par injection intratesticulaire de gluconate de zinc n'entraînerait pas d'effet secondaire ni de changement comportemental, si on en croit l'étude de Tepsu-methanon et al (en 2005) qui a observé les chiens ainsi castrés jusqu'à 51 jours après l'intervention.

Tous les articles référés ici font référence à la castration du chien mâle, reste à savoir si cette technique pourrait être envisageable pour la castration chimique des macaques mâles, mais a priori cela devrait fonctionner.

## **ii. Avantages et inconvénients de ce type de stérilisation**

### **1. Avantages de la castration chimique**

La castration chimique présente certains avantages.

Ainsi, elle peut entraîner des effets qualitativement proches de la castration chirurgicale sans nécessiter d'intervention chirurgicale sur l'animal (c'est-à-dire en évitant, entre autres, les risques inhérents à l'anesthésie).

Elle permet de diminuer la motivation sexuelle et donc les conflits intermâles qui y sont souvent associés.

Ceci est particulièrement vrai pour les traitements au MPA et à la progestérone.

Par ailleurs, suivant la molécule choisie, on peut influencer plus ou moins sur le comportement des singes.

En effet, si on ne veut pas modifier le comportement du singe tout en stoppant sa reproduction, on peut utiliser de l'acétate de cyprotérone, qui inhibe la spermatogenèse sans affecter a priori la libido chez les macaques.

Cependant, les études sur cette molécule étant équivoques, son utilisation dans ce contexte n'est pas conseillée.

Un autre avantage réside dans le fait que la castration chimique est rapide à agir ; ses premiers effets seront visibles entre une et quelques semaines après le début du traitement seulement.

Enfin, le plus grand avantage de ce type de stérilisation est qu'elle est réversible, et ce assez rapidement. Ainsi, la fertilité du mâle est recouvrée lorsque le traitement est stoppé (Wildt, 1996).

Ceci peut être intéressant pour les parcs zoologiques gérant des groupes de macaques. En effet, ce type de stérilisation leur permettrait de limiter les conflits chez les mâles tout en préservant leur patrimoine génétique.

Ainsi, les parcs zoologiques pourraient envisager de castrer chimiquement tous leurs mâles sauf le dominant du groupe, afin de réduire les conflits avec ce dernier, sans pour autant être dérangés à la mort de celui-ci ; il ne leur resterait plus qu'à stopper le traitement d'un des mâles dont ils aimeraient voir prendre la dominance du groupe.

Cela pourrait permettre de sélectionner le mâle reproducteur du groupe (celui-ci pouvant alors être choisi pour ses caractères physiques ou comportementaux, qu'il serait souhaitable qu'il transmette à sa descendance).

## 2. Inconvénients de la castration chimique

Par contre la castration chimique présente aussi un grand nombre d'inconvénients.

Tout d'abord parce que toutes les molécules ne garantissent pas, chez les singes, une azoospermie totale. Ceci est vrai pour les traitements aux androgènes.

Mais aussi parce que les réponses au traitement varieraient selon les individus (ceci est au moins vrai pour le traitement au MPA). Nous avons également vu ci-dessus que le traitement à l'acétate de cyprotérone, par exemple, donnait des résultats équivoques.

Un autre inconvénient de cette stérilisation est les effets secondaires qu'elle peut occasionner.

Ainsi, le MPA et les androgènes en induiront particulièrement (se reporter à la description précédente de l'effet de chaque molécule pour plus de renseignements).

Le prix des castrations chimiques peut par ailleurs s'avérer élevé par rapport aux autres techniques de stérilisation des mâles.

Enfin, le plus grand inconvénient de la castration chimique est la fréquence et la voie d'administration à laquelle elle doit être réalisée.

En effet, pour être efficaces les molécules doivent être administrées une fois par jour, voire au moins une fois par semaine.

Cela implique donc d'intervenir un grand nombre de fois sur les animaux, et d'en multiplier les captures pour réaliser les injections. Ceci sous-entend une réquisition de personnel, de moyens, mais aussi une prise de risque au minimum hebdomadaires, ce qui est concrètement ingérable pour un parc zoologique en vue de la stérilisation de ses animaux.

On aurait pu penser que cet inconvénient serait minimisé par l'apparition sur le marché de médicaments administrables par voie orale. Or, il n'en n'est rien. En effet, ces derniers se révèlent souvent inefficaces (c'est le cas des androgènes oraux, comme nous l'avons évoqué ci-dessus).

Et, de plus, il serait très difficile d'être certain que ce soit le bon animal qui ingère le médicament lorsque les animaux sont élevés en groupe ; d'autant plus que la prise d'un tel médicament, s'il est appétant, pourrait générer des conflits.

Ainsi, la castration chimique n'est pas concrètement applicable en parc zoologique. Ceci est vrai concernant les injections fréquentes.

Cependant, nous avons vu que d'autres moyens d'administration ont été testés ; ces derniers pourraient se révéler être une bonne application pour la castration chimique des animaux en parc zoologique.

Ainsi, l'immunocontraception, dont les champs se sont largement développés durant ces dix dernières années, pourrait être une alternative efficace (Se reporter à l'Annexe 2 présentant un résumé des succès, limites, et statuts actuels des différentes cibles de l'immunocontraception).

En particulier l'immunisation contre la GnRH s'avère très efficace dans le contrôle de la reproduction des populations sauvages et captives de plusieurs espèces (Naz, 2011).

En effet, certaines études avancent qu'une seule injection pourrait prévenir la reproduction pendant plusieurs mois. Ceci serait alors accessible dans la gestion des parcs zoologiques.

C'est pourquoi des vaccins ont été développés par plusieurs compagnies pharmaceutiques comme substituts de castration pour les animaux domestiques, de ferme, et sauvages (Naz, 2011).

Cependant, cette technique de castration n'est alors pas rapidement réversible, et on perd donc, en utilisant cette méthode, un des plus grands avantages de la castration chimique.

L'immunisation anti-sperme se révèle également très efficace d'après une étude sur les macaques, mais n'entraîne pas de modification comportementale.

D'autre part, les minipompes osmotiques implantables semblent très prometteuses et représentent une bonne option aux injections multiples.

Leurs principaux avantages résident dans le fait qu'elles sont miniatures, pratiques, fiables, rentables, et qu'elles permettent une délivrance de produit contrôlée, à débit constant. De plus, elles ne requièrent aucune intervention durant leur période de délivrance (qui peut s'étendre jusqu'à six semaines).

Un autre atout de ces pompes est qu'elles sont disponibles en différentes tailles, délivrent différents flux, et ont des durées d'action variées.

Ces minipompes auraient alors un mode d'action comparable à celui des implants hormonaux chez les femelles, tant utilisés par les parcs zoologiques (et considérés comme une méthode de régulation des naissances sûre, très fiable, et réversible) (Kuester, 2006).



### **3) Étude « sur le terrain » : Essai de castration chirurgicale de trois magots mâles en semi-liberté dans le groupe du zoo de la Boissière du Doré (44)**

Au parc zoologique de La Boissière du Doré, la castration des magots mâles a été envisagée pour maintenir un groupe stable et garder les enfants avec leurs parents.

C'est ainsi que, profitant de la séparation du groupe pendant la rénovation de son enclos, 3 jeunes mâles du groupe ont été séparés de leur groupe et castrés.

Pendant cette même période, le groupe a été quelque peu modifié puisque quelques singes ont été exportés vers d'autres parcs.

Étant présente sur les lieux, j'ai ainsi pu étudier l'impact du relâcher de trois jeunes magots mâles (initialement présents dans le groupe) après castration dans le groupe.

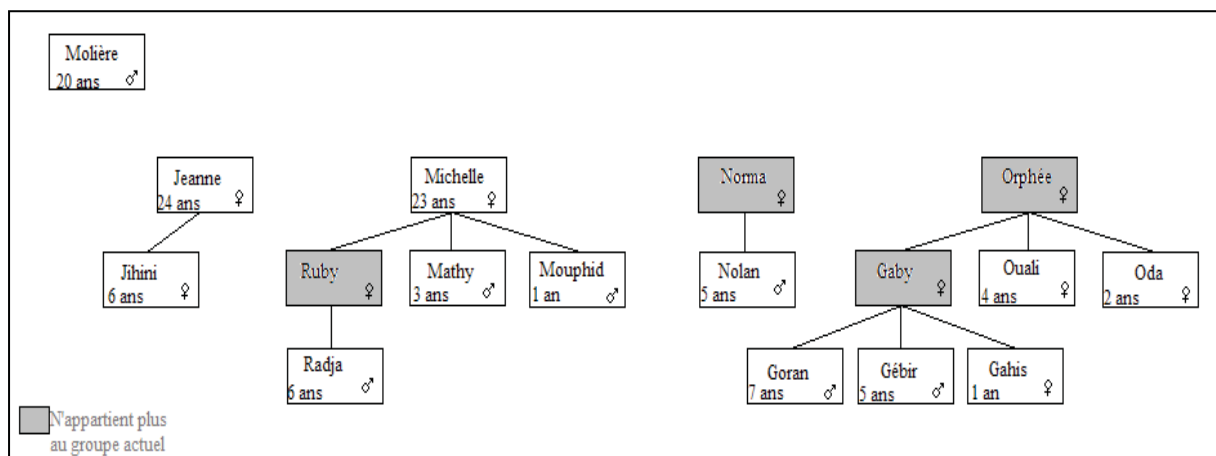
Cette étude avait pour but d'appréhender l'utilité de la castration des mâles pour pallier les problèmes sociaux rencontrés chez les magots vivant en captivité, et ainsi simplifier la gestion de ces derniers dans les parcs zoologiques.

#### **a. Matériel**

##### **i. Les sujets étudiés**

Le groupe étudié, après avoir subi quelques exportations vers d'autres parcs et certains décès, est aujourd'hui composé de 13 magots : Le mâle dominant (Molière), deux de ses femelles préférées (Michelle et Jeanne), et une partie de sa descendance (10 jeunes en tout).

La composition dudit groupe est représentée schématiquement ci-dessous (Figure 4), où les filiations entre les différents individus du groupe actuel apparaissent.



**Figure 5 : Composition et filiation du groupe de la Boissière du Doré**

Les 3 jeunes mâles castrés sont Goran, Radja, et Nolan, qui ont été placés en zone de quarantaine (dans une cage à l'intérieur de l'enclos du groupe) avant d'être relâchés.

Chaque individu ayant des caractéristiques particulières, on peut, avec un peu d'entraînement, les identifier aisément. On n'a donc eu recours à aucun marquage artificiel des sujets pendant l'étude.

Les caractéristiques de chaque individu sont reprises dans la liste ci-après, avec photos à l'appui.



**Photographie 14 : Molière (Document personnel)**

20 ans, mâle dominant, le plus gros, à poils longs et foncés, a perdu des poils sur la tête.



**Photographie 15 : Jeanne (Document personnel)**

24 ans, femelle préférée, à poils longs et plutôt clairs, avec un grain de beauté sous l'œil droit.



**Photographie 16 : Michelle, dite « Mimie » (Document personnel)**

23 ans, femelle préférée, à poils longs plutôt jaunes.



**Photographie 17 : Goran (Document personnel)**

7 ans, mâle castré à la face foncée, au le contour des yeux très noirs.



**Photographie 18 : Radja (Document personnel)**

6 ans, le plus grand et le plus maigre des mâles castrés, avec plein de grains de beauté.



**Photographie 19 : Jihini (Document personnel)**

6 ans, fille de Jeanne, la plus grande des jeunes femelles, au visage très fin.



**Photographie 20 : Nolan (Document personnel)**

5 ans, le plus petit des mâles castrés, au museau très fin.



**Photographie 21 : Gébir (Document personnel)**

5 ans, le plus grand des jeunes mâles (non castrés).



**Photographie 22 : Ouali (Document personnel)**

4 ans, assez pâle, avec des grains de beauté et des traits noirs autour des yeux, il lui manque des poils.



**Photographie 23 : Mathy (Document personnel)**

3 ans, fils de Michelle, très jaune.



**Photographie 24 : Oda (Document personnel)**

2 ans, très claire de visage, sœur de Ouali. Elle est orpheline.



**Photographie 25 : Gahis (Document personnel)**

1 an, la plus petite des femelles, petite sœur de Gébir et de Goran.



**Photographie 26 : Moughid (Document personnel)**

1 an, le plus petit de tous, fils de Michelle, assez jaune.

## ii. Le site d'étude

L'étude s'effectue au zoo de La Boissière du Doré, dans l'enclos des magots, ceux-ci évoluant en semi-liberté.

Il s'agit d'un enclos de 4000 m<sup>2</sup> parsemé d'amas de rochers sous lesquels les singes peuvent se cacher ou s'abriter, et de constructions en bois (poutres) sur lesquelles les animaux peuvent grimper.

La zone de quarantaine est également dans l'enclos ; il s'agit d'une maison en bois au devant grillagé où se trouvent les trois jeunes mâles castrés au début de l'étude.

Les visiteurs circulent sur un chemin de graviers délimité par des barrières en bois.

Ci-dessous (Figure 6) est schématisé l'enclos dans lequel vivent les magots (le schéma est simplement descriptif, et ses proportions sont approximatives).

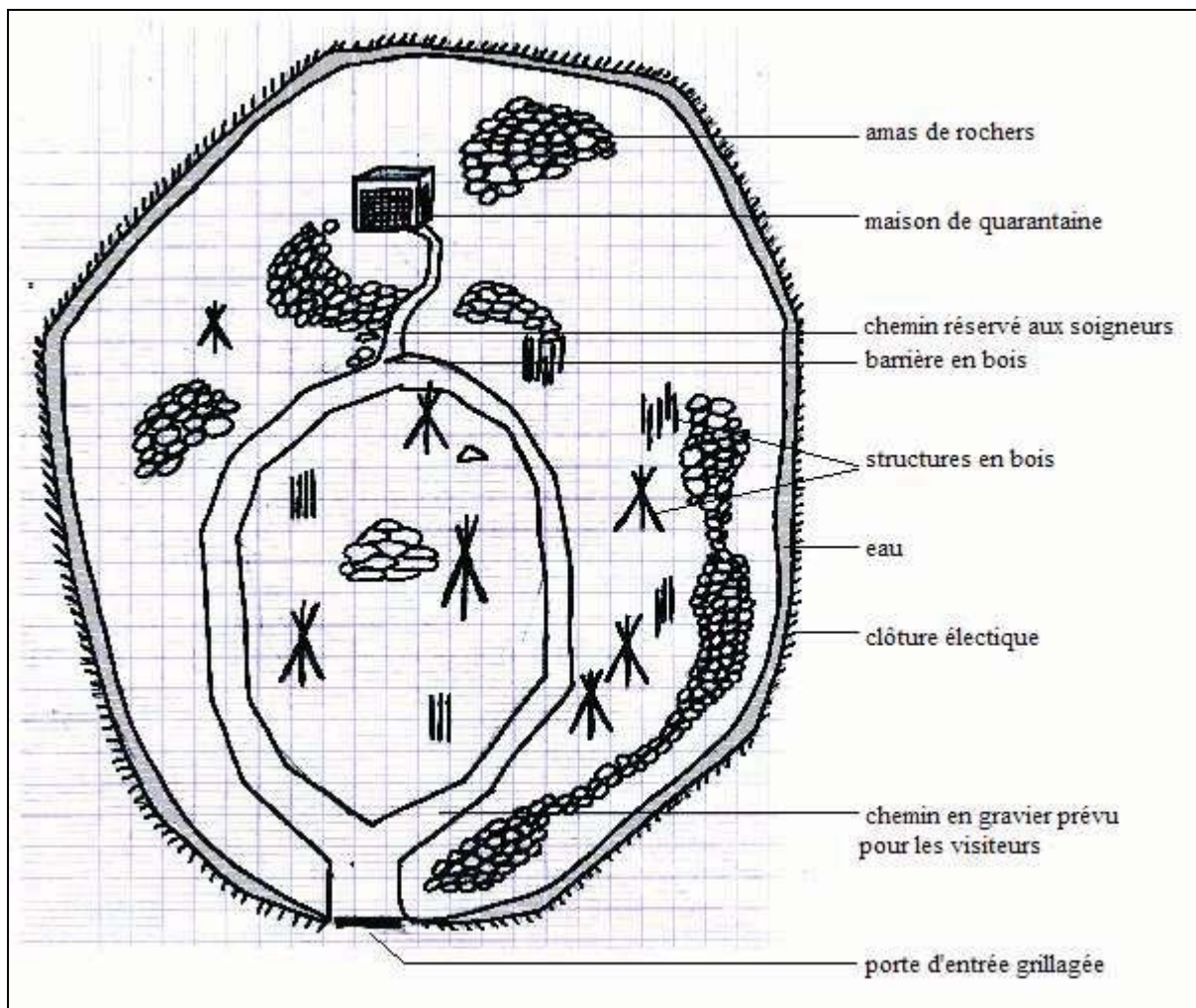


Figure 6 : Enclos des magots de La Boissière du Doré, schématisé

Les photographies ci-dessous (Photographies 27, 28, et 29) étayent les descriptions précédentes et permettent de se faire une meilleure idée du milieu de vie des magots du zoo.



Photographie 27

Photographie 28

Photographie 29

Enclos des magots (document personnel)

De gauche à droite : la maison de quarantaine (Photographie 27), une vue depuis l'entrée de l'enclos (Photographie 28), et l'extrémité gauche de l'enclos (Photographie 29).

### iii. Les conditions d'observation

#### 1. La place de l'observateur

Les singes étant habitués à la présence de visiteurs sur les allées prévues pour le public, la présence de l'observateur sur ces dernières ne devraient pas les déranger ni biaiser l'étude.

Toutefois, à certains moments de l'étude, les magots n'étaient pas visibles depuis les allées, et l'observateur a donc dû pénétrer dans leur territoire pour les voir.

Cependant, il s'est éloigné le moins possible des allées et est resté éloigné des animaux, préférant parfois un manque de renseignements à des renseignements biaisés.

Ainsi, lorsque les magots étaient dans les rochers par exemple, l'observateur n'avait pas accès à leurs faits et gestes.

#### 2. Le moment d'observation

Les magots sont observés de 10 h à 13 h puis de 14 h à 18 h, soit sept heures par jour, ce qui couvre une grande partie de leur temps d'activité. D'autant plus que, pendant cet intervalle de temps là on assiste à 4 des 5 nourrissages journaliers.

## b. Méthode

(Pearl et Schulman, 1983 ; Altmann 1974)

### i. Distance interindividuelle

#### 1. Définition

On rappelle que, dans un groupe, la distance entre deux individus révèle leur type d'association.

Ainsi, une faible distance séparant deux congénères rend compte de leur affinité et démontre la recherche d'un rapprochement et, à l'inverse, un éloignement géographique entre deux congénères témoigne d'un évitement.

## 2. Protocole

- Les dix premiers jours d'observation (soit tant que les mâles castrés sont enfermés dans la maison de quarantaine, au milieu de l'enclos) :

On effectue un « *instantaneous and scan sampling* », c'est-à-dire qu'à chaque intervalle de temps donné (prédéterminé), on regarde la distance interindividuelle entre chacun des membres du groupe.

Ici, on fait un « *scan sampling* » toutes les 30 minutes, de 10 h à 13 h puis de 14 h à 18 h, soit 16 « *scan samplings* » par jour.

On ne note que lorsque deux animaux sont distants de moins d'un mètre, en cochant un tableau à double entrée contenant en ligne et en colonne le nom de chaque magot.

Par exemple, en prenant A, B, et C les noms respectifs de 3 magots, on peut voir ici que, au moment du « *scan sampling* », B et A étaient distants de moins d'un mètre.

	A	B	C
A		I	
B			
C			

Même si les mâles castrés sont encore enfermés à ce moment là, on décide tout de même d'inclure ces derniers dans le tableau, au cas où la distance interindividuelle avec leurs congénères (à travers le grillage) serait inférieure à un mètre.

- Les jours suivants (soit après le relâcher des 3 mâles castrés au sein de leur groupe d'origine)

On met en place exactement le même protocole.

## 3. Analyse des données

A partir de chaque tableau obtenu (respectivement après les dix premiers jours d'observation, puis des jours après), on peut établir un dendrogramme pertinent.

Il représente les individus les plus proches spatialement (aux moments de l'observation, mais celle-ci ayant duré 28 heures en tout, on peut considérer qu'elle reflète bien ce qu'il se passe le reste des journées).

Le dendrogramme en question est obtenu à partir des indices d'association entre deux sujets, que l'on multiplie par 10000 pour rendre la lecture du dendrogramme plus facile.

On rappelle que l'indice d'association entre l'individu A et l'individu B,  $I_{AB} = U_{AB} / (U_{TA} + U_{TB})$ .

Avec  $U_{AB}$  les occurrences où A et B sont distants de moins d'un mètre, et  $U_{TA}$  et  $U_{TB}$  sont le nombre de fois où respectivement A et B sont distants de moins d'un mètre avec tout individu du groupe.

	A	B	C
A			
B	$U_{AB}$		
C	$U_{AC}$	$U_{CB}$	
total	$U_{TA}$	$U_{TB}$	$U_{TC}$

Les animaux dont l'indice d'association est le plus élevé sont le plus proches.

## ii. Comportements sociaux

### 1. Définition

L'étude des comportements sociaux permet d'y voir plus clair dans la hiérarchie car, suivant que l'animal est dominant ou dominé par un congénère, son comportement sera différent face à celui-ci.

Ainsi, cette étude rend compte de la physionomie des relations individuelles entre les différents membres du groupe.

### 2. Protocole

#### ➤ Les dix premiers jours :

On observe le groupe de magots 7 heures par jour (de 10 h à 13 h et de 14 h à 18 h) et on fait un « *all behaviour sampling* ».

En fait, cela consiste à étudier un ensemble de comportements 7 heures par jour. On différencie les comportements dits « affiliatifs » (positifs), et les comportements « agonistiques » (ou négatifs).

Ces types de comportements ont déjà été présentés dans la première partie de la thèse. Ici ont été pris en compte en tant que comportements affiliatifs l'épouillage, le jeu, le « *lips-making* », l'embrassement, la monte (comportement sexuel), la présentation d'un bébé-tampon, et le port d'enfant alloparental, et en tant que comportements agonistiques la monte (comportement de dominance), la menace (avec ou sans appel), la charge, la poursuite, et l'attaque.

On dresse deux tableaux à double entrée contenant le nom des magots du groupe et, dès qu'un individu A présente face à un individu B un type de comportement (affiliatif ou agonistique), on le note sur le tableau correspondant.

Pour savoir qui initie le comportement affiliatif ou qui domine l'agonistique, on prend par convention les magots placés en colonnes sur le tableau comme dominants ou initiateurs.

Ainsi, le sens dans lequel on coche à une importance ici (contrairement au cas des distances interindividuelles où, si A est distant de moins d'un mètre de B, B l'est également de A...).

➤ Les jours suivants :

Le protocole est le même sauf que les trois mâles ont été relâchés.

3. Analyse des données

Chacun de ces deux tableaux, une fois complété, nous permet d'établir un sociogramme témoignant des interactions entre les différents membres du groupe.

L'épaisseur des flèches est proportionnelle au nombre total de comportements (affiliatifs ou agonistiques suivant le sociogramme) présentés par chaque singe.

On décide, dans un souci de clarté du graphique, de ne pas représenter les comportements n'ayant eu lieu que peu de fois (on supprime les petites flèches, non représentatives par rapport au reste des comportements, beaucoup plus fréquents).

**c. Résultats**

**i. Après les dix premiers jours (Avant le relâcher des mâles castrés)**

1. Distance interindividuelle

Après les dix premiers jours d'observation, on obtient le tableau de « *scan sampling* » présent à la page suivante (Tableau 4).

Tous les indices d'association ont été calculés à partir de ce tableau de « *scan sampling* » (tableau 4) et ont été regroupés dans le tableau 5 ci-après (et arrondis à l'unité par excès).

Les abréviations des lignes sont les suivantes : Mo=Molière, Mi=Michelle, Je=Jeanne, Ji=Jihini, Gé=Gébir, Ou=Ouali, Ma=Mathy, Od=Oda, Ga=Gahis, Mou=Mouphid, Go=Goran, Ra=Radja, et No=Nolan.



**Tableau 4 : « Scan sampling » avant le relâcher des 3 mâles castrés**

	Molière	Mimie	Jeanne	Jihini	Gébir	Ouali	Mathy	Oda	Gahis	Mouphid	Goran	Radja	Nolan	Total
Mo		0	0	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	4
Mi	0		0	8	0	3	6	3	1	11	0	0	0	32
Je	0	0		7	0	0	1	6	3	5	0	0	0	22
Ji	1	8	7		0	5	4	6	12	6	0	1	0	50
Gé	2	0	0	0		1	17	2	1	8	4	5	5	45
Ou	0	3	0	5	1		9	11	5	7	1	0	1	43
Ma	0	6	1	4	17	9		7	1	11	1	4	0	61
Od	0	3	6	6	2	11	7		12	11	0	0	0	58
Ga	0	1	3	12	1	5	1	12		10	0	1	0	46
Mou	1	11	5	6	8	7	11	11	10		0	1	0	70
Go	0	0	0	0	4	1	1	0	0	0		2	3	11
Ra	0	0	0	1	5	0	4	0	1	1	2		3	17
No	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	3	3		12
Total	4	32	22	50	45	43	61	58	46	70	11	17	12	471

**Tableau 5 : Indices d'association (calculés à partir du « scan sampling » précédent)**

	Mo	Mi	Je	Ji	Gé	Ou	Ma	Od	Ga	Mou	Go	Ra	No
Mo													
Mi	0												
Je	0	0											
Ji	185	976	972										
Gé	408	0	0	0									
Ou	0	400	0	538	114								
Ma	0	645	121	360	1604	865							
Od	0	667	750	556	194	1089	588						
Ga	0	128	441	1250	110	562	94	1154					
Mou	135	1078	544	500	696	620	840	859	862				
Go	0	0	0	0	714	185	139	0	0	0			
Ra	0	0	0	149	807	0	513	0	159	0	714		
No	0	0	0	0	877	182	0	0	0	0	1304	1035	

Grâce à ce tableau 5, nous avons pu dresser le dendrogramme suivant (Figure 7).

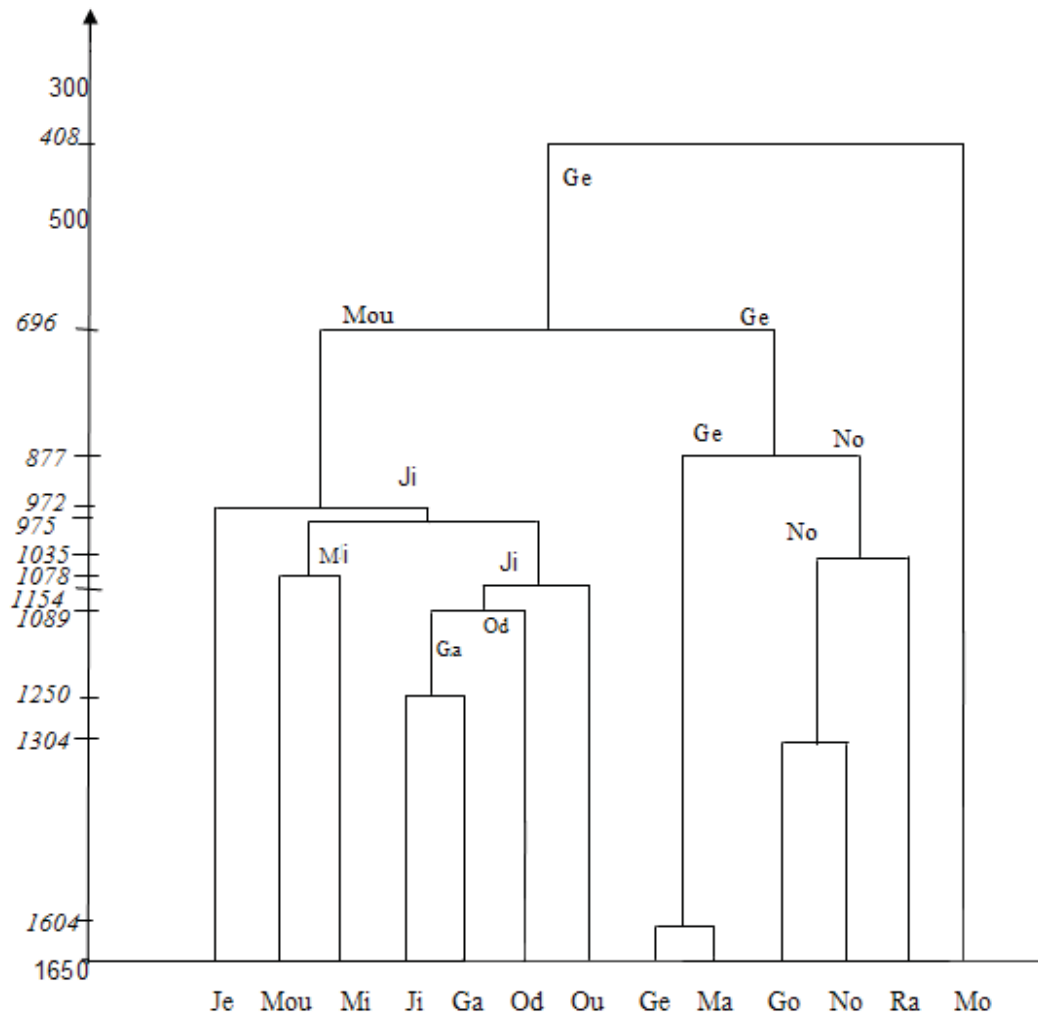


Figure 7 : Dendrogramme obtenu avant le relâcher des 3 mâles castrés

On peut ainsi voir que le groupe de la Boissière du Doré se subdivise en fait en trois grands groupes, dont un périphérique :

- Le groupe des célibataires, formé des jeunes mâles, où Gébir et Mathy sont les plus proches car leur indice d'association est le plus élevé ; il y a aussi une forte proximité entre Goran et Nolan.  
C'est Gébir, en se rapprochant de Nolan, qui fait le lien entre les mâles de la cage et ceux autour, Nolan lui-même rapprochant Goran de Radja par sa proximité avec ces deux derniers.
- Le groupe des femelles, où on retrouve aussi Mouphid. Ce groupe est assez soudé mais on peut le subdiviser en trois :
  - Le groupe des jeunes femelles, avec une proximité spatiale plus fréquente entre Gahis et Jihini, puis entre Oda et Gahis, et enfin entre Ouali et Oda.
  - Le groupe mère-fils Mimie-Mouphid, relié au reste du groupe par Mimie, qui est proche de Jihini.
  - Jeanne, en périphérie, reliée au reste du groupe essentiellement par Jihini, sa fille.

C'est Moupfid qui relie ce groupe de femelles au groupe de mâles décrit précédemment de par sa proximité avec Gébir.

- Molière, le mâle dominant, qui est souvent seul. Il est relié au reste du groupe par Gébir.

## 2. Comportements sociaux

### • Comportements affiliatifs

Après les dix premiers jours d'observation des magots, on obtient le tableau de « *all behaviour sampling* » concernant les comportements affiliatifs suivant (Tableau 6) :

**Tableau 6 : « *All behaviour sampling* » concernant les comportements affiliatifs avant le relâcher des 3 mâles castrés**

	Mo	Mi	Je	Ji	Gé	Ou	Ma	Od	Ga	Mou	Go	Ra	No	total
Mo		5		3	12			1		2		1		24
Mi	5			12		7	2	4	1	8				39
Je				6	1	3		3		2				15
Ji			5			6	1	2	2	5				21
Gé							3	1		3	3	4	9	23
Ou		3	1	5	2		3	4		5		1		24
Ma		2	2	4	10	3		1		7				29
Od		3	4	5		4	7		6	5				34
Ga		1	2	13		9	1	14		9				49
Mou	5	10	1	16	12	2	23	17	9				1	96
Go					5							3	6	14
Ra				1	4	2	3	1			4		7	22
No					1	1					6	5		13
Tot.	10	24	15	65	47	37	43	48	18	46	13	14	23	403

Celui-ci nous permet de dresser le sociogramme des comportements affiliatifs ci-après (Figure 8).

Ici, on a décidé de ne représenter que les comportements ayant eu lieu plus de cinq fois.

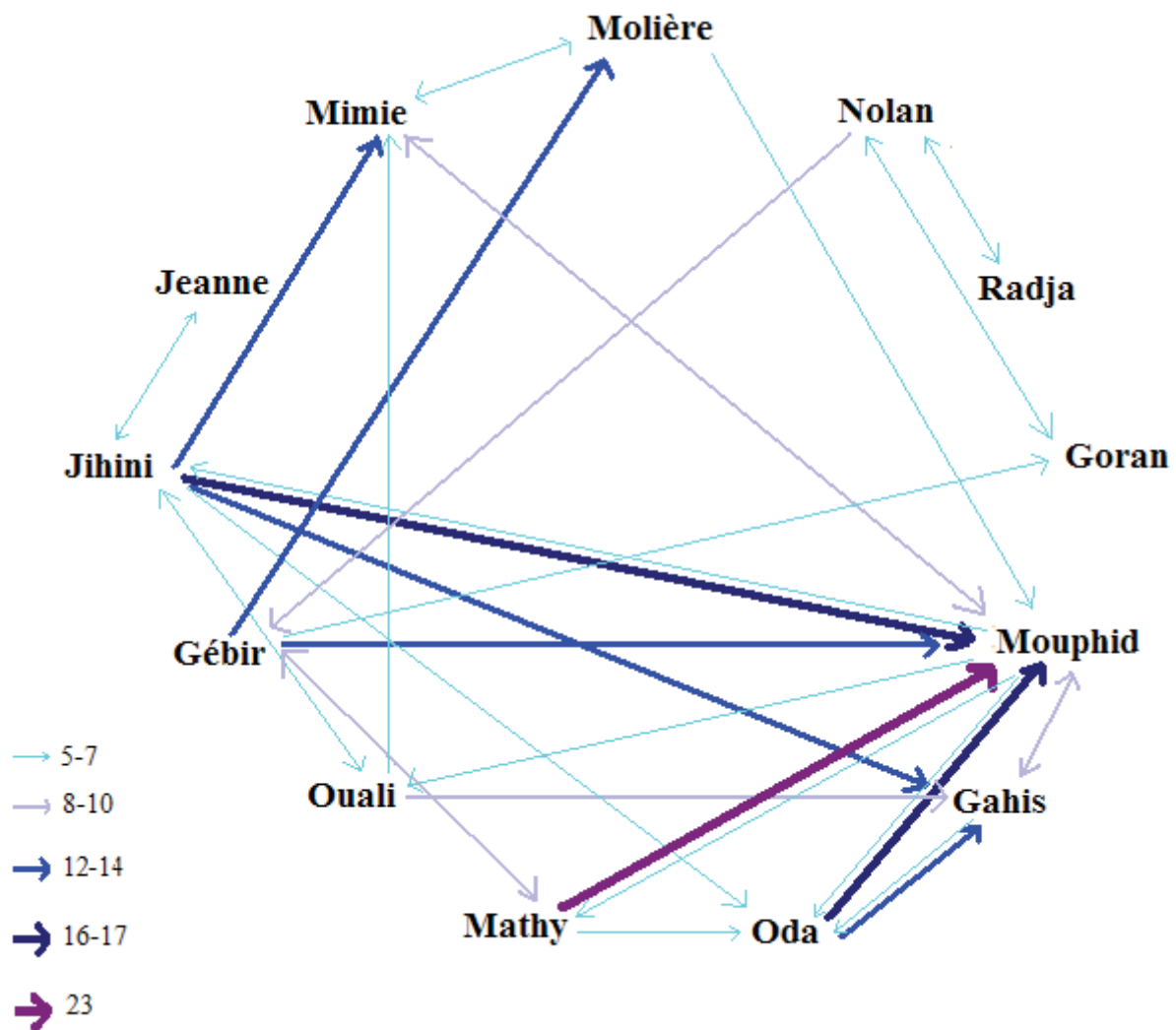


Figure 8 : Sociogramme obtenu concernant les comportements affiliatifs avant le relâcher des 3 mâles castrés

On voit que les principaux émetteurs sont les subadultes Jihini puis Géhbir. Ils émettent surtout vers les très jeunes (Mouphid et Gahis) et les plus vieux (Mimie et Molière). Mouphid, quant à lui, émet mais beaucoup moins que ce qu'il reçoit.

Les principaux récepteurs sont les deux plus jeunes, Mouphid puis Gahis (qui reçoit surtout de la part des autres jeunes et des femelles subadultes et juvéniles), et aussi Mimie.

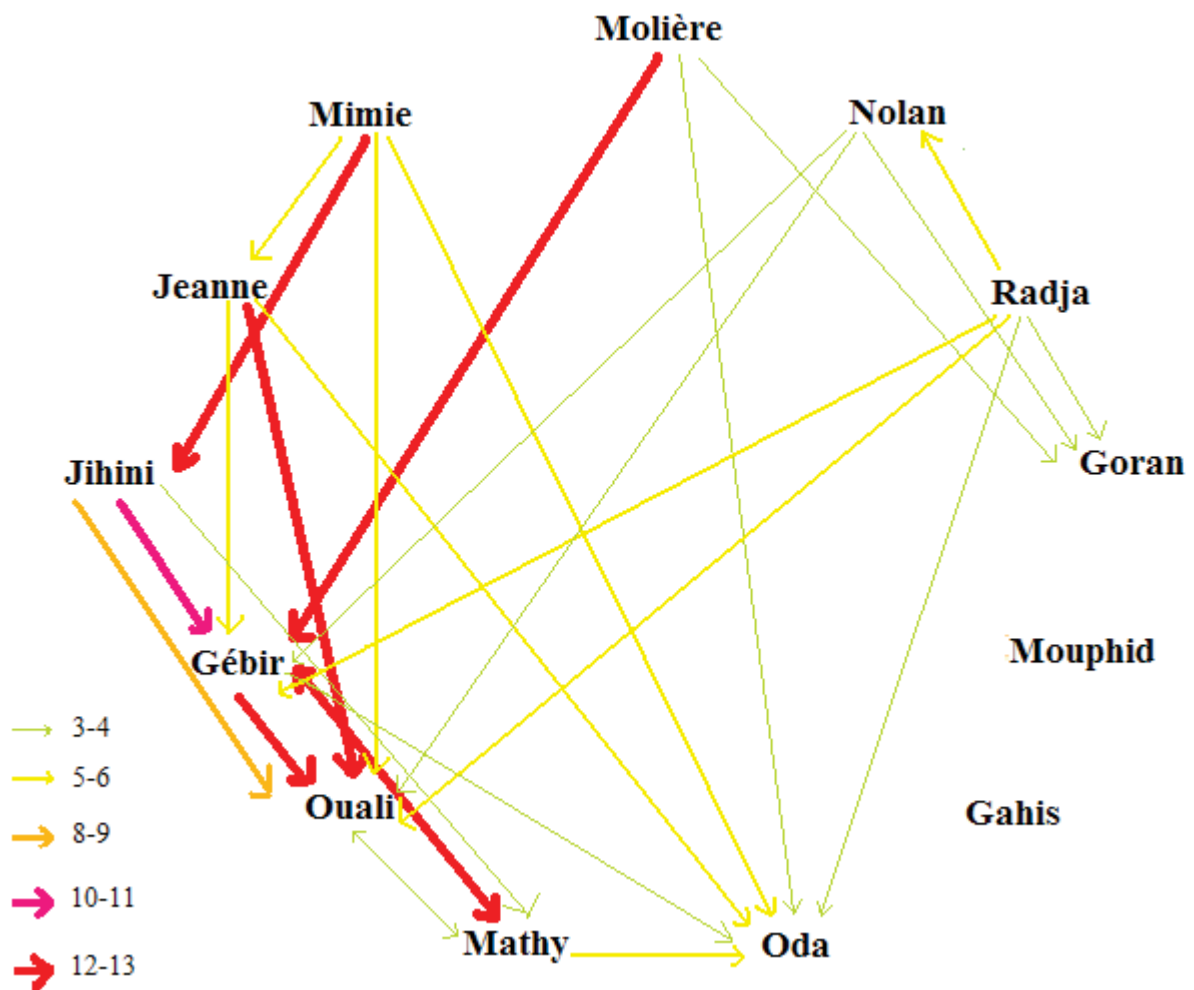
Les comportements affiliatifs les plus fréquents sont ceux dirigés de Mathy vers Mouphid (23 occurrences en tout).

#### • Comportements agonistiques :

Après les dix premiers jours d'observation des magots, on obtient le tableau de « *all behaviour sampling* » concernant les comportements agonistiques suivant (Tableau 7), qui nous permet de dresser le sociogramme des comportements agonistiques correspondant (Figure 9).

**Tableau 7 : « All behaviour sampling » concernant les comportements agonistiques avant le relâcher des 3 mâles castrés**

	Mo	Mi	Je	Ji	Gé	Ou	Ma	Od	Ga	Mou	Go	Ra	No	Tot.
Mo														0
Mi	2													2
Je		5												5
Ji		12										2		14
Gé	12		6	10			12				1	5	3	49
Ou	2	5	11	8	13		4	1		1	1	6	4	56
Ma	1	2	2	4	12	4				1	1	1		28
Od	3	5	5	1	3	1	6				1	3	1	29
Ga				1	1		2						1	5
Mou	1		1			1	1		2					6
Go	3											3	4	10
Ra	2	1	1								2			6
No	2				1						2	5		10
Tot.	28	30	26	24	30	6	25	1	2	2	8	25	13	220



**Figure 9 : Sociogramme obtenu concernant les comportements agonistiques avant le relâcher des 3 mâles castrés**

Les principaux émetteurs sont ici Molière, Mimie, puis Jeanne et Jihini. Par contre, ces individus ne reçoivent aucun comportement agonistique, mise à part Jihini.

Les principaux récepteurs sont Ouali, qui est pourtant faiblement émettrice, et sa jeune sœur Oda, qui quant à elle n'émet pas du tout.

Gébir est fortement émetteur mais aussi récepteur, ce qui fait de lui un « pilier » des relations agonistiques. Gébir et Mathy émettent le même nombre de comportements agonistiques l'un avec l'autre.

Les jeunes Mouphid et Gahis ne sont pas impliqués dans les relations agonistiques (ils n'émettent ni ne reçoivent pas).

Chez les mâles castrés, Radja est fortement émetteur, notamment sur Gébir. Nolan émet moins. Goran émet très peu mais reçoit quelques comportements agonistiques, contrairement aux deux autres.

## ii. Les jours suivants (Après le relâcher des 3 mâles castrés)

### 1. Distance interindividuelle

Le tableau de « scan sampling » obtenu (tableau 8) et les indices d'association correspondants (tableau 9) ont permis d'élaborer le dendrogramme correspondant (figure 10).

Seuls les indices d'association les plus importants ont été utilisés pour le dendrogramme, ils ont été mis en gras dans le tableau 9.

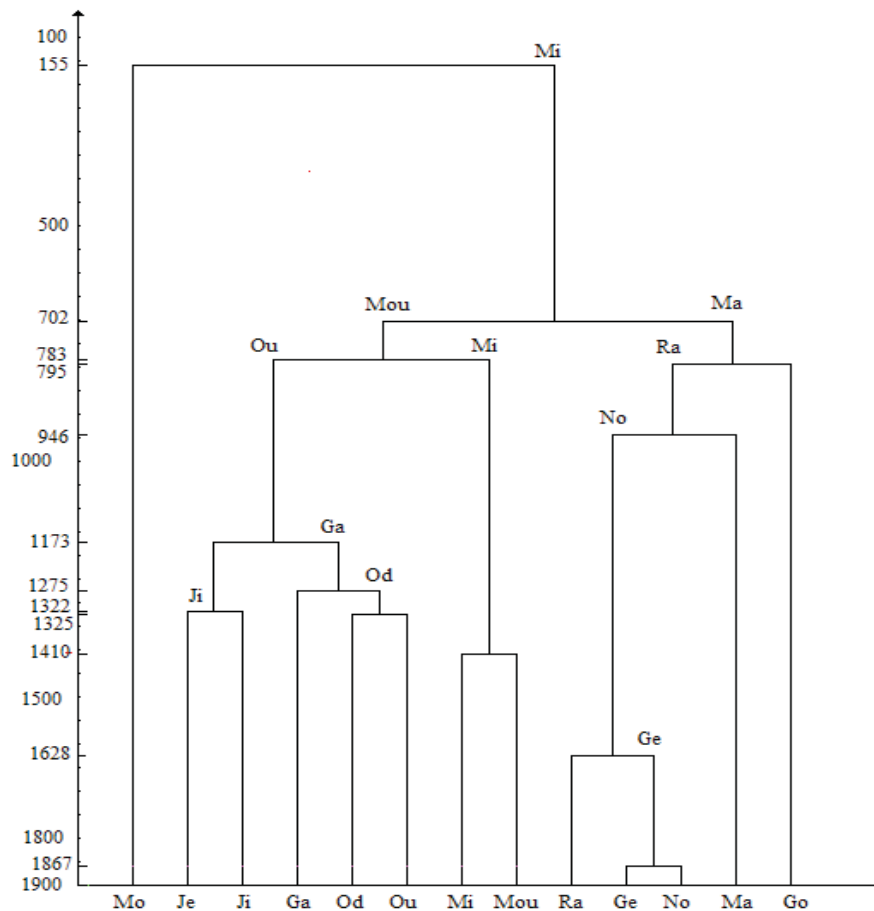
Les abréviations sont les mêmes que précédemment.

**Tableau 8 : « Scan sampling » après le relâcher des 3 mâles castrés**

	Molière	Mimie	Jeanne	Jihini	Gébir	Ouali	Mathy	Oda	Gahis	Mouphid	Goran	Radja	Nolan	total
Mo		4	2	2	2	0	0	0	102	2	0	0	2	16
Mi	4		2	20	2	44	36	28	4	88	0	2	12	242
Je	2	2		60	6	8	10	14	14	2	0	0	4	122
Ji	2	20	60		0	66	24	48	72	36	0	2	2	332
Gé	2	2	6	0		0	60	0	0	18	24	98	118	328
Ou	0	44	8	66	0		22	84	58	38	0	0	0	320
Ma	0	36	10	24	60	22		10	4	50	6	48	60	330
Od	0	28	14	48	0	84	10		76	54	0	0	0	314
Ga	2	4	14	72	0	58	4	76		50	0	2	0	282
Mou	2	88	2	36	18	38	50	54	50		0	26	18	382
Go	0	0	0	0	24	0	6	0	0	0		28	20	78
Ra	0	2	0	2	98	0	48	0	2	26	28		68	274
No	2	12	4	2	118	0	60	0	0	18	20	68		304
Total	16	242	122	332	328	320	330	314	282	382	78	274	304	3324

**Tableau 9 : Indices d'association (calculés à partir du « scan sampling » précédent)**

	Mo	Mi	Je	Ji	Gé	Ou	Ma	Od	Ga	Mou	Go	Ra	No
Mo													
Mi	<b>155</b>												
Je	145	55											
Ji	57	348	<b>1322</b>										
Gé	58	35	133	0									
Ou	0	<b>783</b>	181	1012	0								
Ma	0	629	221	363	912	338							
Od	0	504	321	743	0	<b>1325</b>	155						
Ga	67	76	347	<b>1173</b>	0	963	65	<b>1275</b>					
Mou	50	<b>1410</b>	40	504	254	541	<b>702</b>	776	753				
Go	0	0	0	0	591	0	147	0	0	0			
Ra	0	39	0	33	<b>1628</b>	0	795	0	36	396	<b>795</b>		
No	62	220	94	31	<b>1867</b>	0	<b>946</b>	0	0	262	524	1176	



**Figure 10 : Dendrogramme obtenu avant le relâcher des 3 mâles castrés**

Là encore, 3 groupes sont visibles, dont un périphérique :

- Le groupe des femelles et Mouphid avec, par indices d'association décroissants, les couples Mimie-Mouphid, Ouali-Oda, et Jeanne-Jihini. Ces deux derniers couples sont reliés par Gahis, qui est proche de Oda et, dans une moindre mesure, de Jihini.

On a donc en fait trois sous groupes : celui des jeunes femelles (Gahis-Ouali-Oda) et ceux des couples mère-enfant (Mimie-Mouphid et Jeanne-Jihini).

Le couple Mimie-Mouphid, quant à lui, est un peu plus à l'écart des autres femelles, et est relié au reste du groupe par la proximité entre Ouali et Mimie.

Ce groupe est relié au groupe des célibataires par la proximité entretenue entre Mouphid et Mathy.

- Le groupe des célibataires, avec un sous groupe soudé formé de Radja, Gébir, et Nolan (Gébir étant très proche de Nolan et un peu moins de Radja).

Mathy et surtout Goran sont en périphérie de ce sous groupe, y étant reliés respectivement par leur proximité avec Nolan et Radja.

- Molière, très à l'écart du reste du groupe. Il n'y est rattaché que par sa proximité occasionnelle avec Mimie (leur indice d'association n'est que 155).

## 2. Comportements sociaux

### • **Comportements affiliatifs**

Sur la page suivante sont reportés le tableau de « *all behaviour sampling* » concernant les comportements affiliatifs (Tableau 10) et le sociogramme obtenu à partir de celui-ci (figure 11), où on a décidé de ne représenter que les comportements ayant eu lieu plus de trente fois.

On y voit que les principaux émetteurs sont Jihini, qui émet essentiellement vers les jeunes (Mouphid et Gahis) et vers sa mère Jeanne.

Gébir, Mouphid et Mathy sont aussi fortement émetteurs vers les autres mâles du groupe ; Mouphid émettant en plus vers Mimie, Jihini, et les autres jeunes.

Ouali et Oda sont assez émettrices également, vers les jeunes et les dominantes Mimie et Jihini.

Quant aux mâles castrés Nolan et Radja, ils émettent fortement vers Mouphid, et aussi vers Gébir (surtout pour Nolan).

Les principaux récepteurs sont Mouphid et Gahis, qui reçoivent principalement des jeunes et des subadultes.

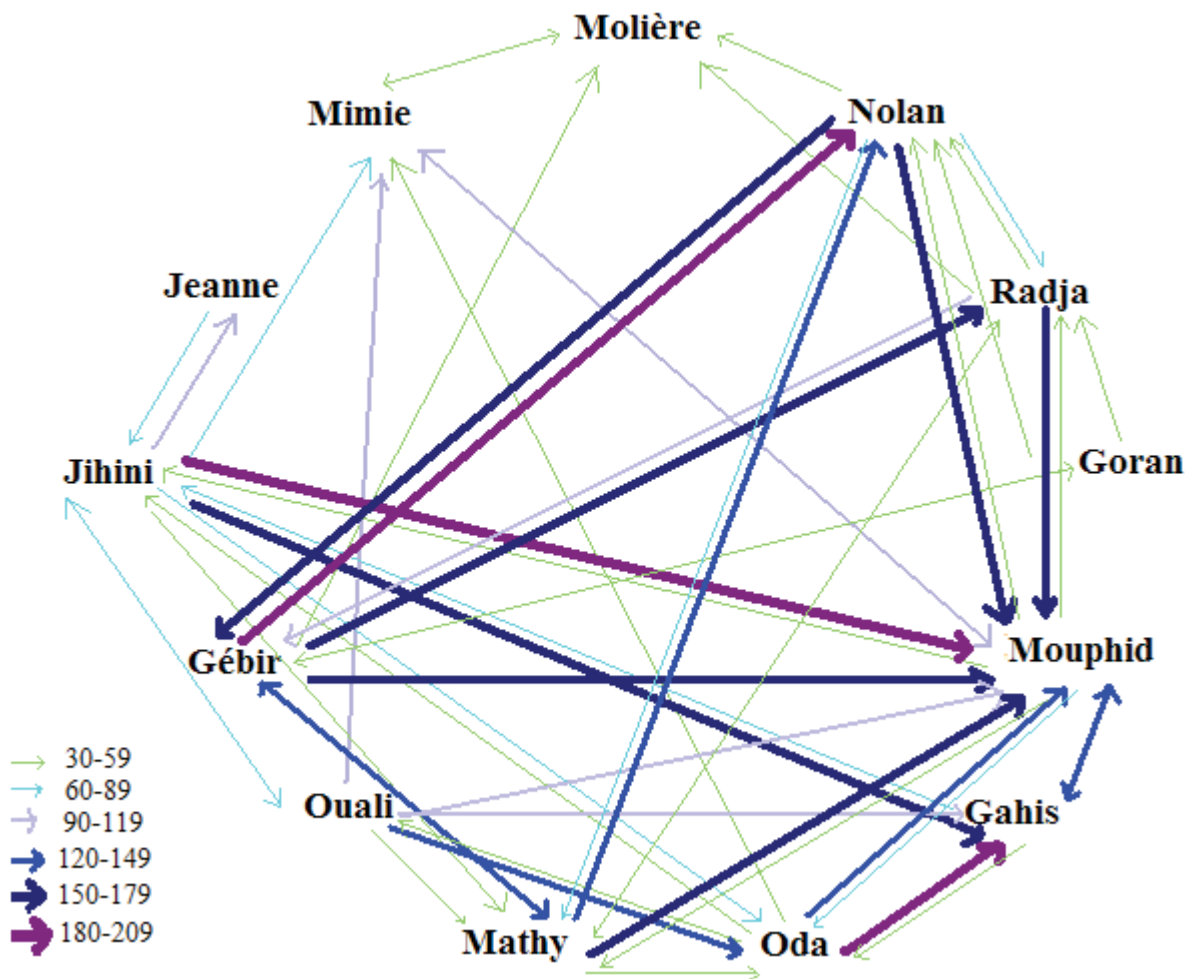
Les mâles Gébir, Nolan, et Mathy sont aussi fortement récepteurs, mais ne reçoivent que de la part des autres mâles du groupe, mis à part Mathy qui entretient aussi des relations avec Jihini et Ouali.

Mimie n'émet quasiment pas mais reçoit de son fils, de Molière, et des autres femelles du groupe.



**Tableau 10 : « All behaviour sampling » concernant les comportements affiliatifs (après le relâcher des 3 mâles castrés)**

	Mo	Mi	Je	Ji	Gé	Ou	Ma	Od	Ga	Mou	Go	Ra	No	Total
Mo		46	2	12	44	7	23	0	9	21	5	55	30	254
Mi	44		18	78	9	115	12	46	0	104	0	7	24	457
Je	5	4		108	1	0	7	18	5	14	0	0	2	164
Ji	14	28	81		5	74	21	39	67	55	0	0	14	398
Gé	5	5	5	9		0	120	0	0	28	59	97	150	478
Ou	0	7	7	85	4		21	46	28	23	0	7	7	235
Ma	0	9	9	48	131	35		16	0	46	14	48	78	434
Od	5	14	14	71	0	127	37		53	76	0	0	5	402
Ga	0	7	21	154	0	117	16	182		127	2	5	10	541
Mou	25	97	5	209	168	101	161	143	124		5	168	150	1356
Go	0	0	0	0	56	0	12	0	1	9		14	6	98
Ra	0	0	0	0	161	2	44	0	0	46	53		64	370
No	0	5	0	5	182	1	124	0	0	39	35	47		438
Tot.	98	222	162	779	761	579	598	490	287	588	173	448	540	5725



**Figure 11 : Sociogramme obtenu (concernant les comportements affiliatifs après le relâcher des 3 mâles castrés)**

• **Comportements agonistiques**

Ci-après sont reportés le tableau de « *all behaviour sampling* » concernant les comportements agonistiques (tableau 11) et le sociogramme obtenu à partir de celui-ci (Figure 12). Seuls les comportements d'occurrences supérieures à 15 y sont représentés.

On y voit que les principaux émetteurs sont Gébir et Radja, qui émettent essentiellement vers les autres mâles du groupe (les conflits sont surtout dirigés de Gébir vers Nolan et de Radja vers Gébir, ce qui représente la plus grosse flèche du sociogramme (144 occurrences)).

Les dominants émettent également beaucoup : Molière vers les jeunes mâles, Mimie vers les jeunes femelles, et Jeanne et Jihini vers Gébir, Ouali, et Oda.

Ouali est la principale réceptrice de comportements agonistiques ; presque tous les membres du groupe la menacent.

On retrouve ce phénomène pour Oda, mais dans une moindre mesure.

Les jeunes mâles sont menacés par les autres mâles ; et même Goran, qui n'émet pourtant pas, reçoit des menaces. Quant à Gébir, il est aussi menacé par certaines femelles.

Gahis, bien que très peu émettrice, reçoit pourtant de la part des autres jeunes (Mouphid et Oda), et de Radja et Mathy.

**Tableau 11 : « *All behaviour sampling* » concernant les comportements agonistiques après le relâcher des 3 mâles castrés**

	Mo	Mi	Je	Ji	Gé	Ou	Ma	Od	Ga	Mou	Go	Ra	No	Total
Mo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mi	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9
Je	4	14	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	21
Ji	9	51	1	3	0	3	0	1	0	0	0	20	1	89
Gé	27	5	36	35	0	3	0	0	0	0	7	79	8	200
Ou	5	36	53	47	29	31	1	1	3	8	23	48	285	
Ma	13	5	1	12	33	5	1	1	0	12	18	15	116	
Od	4	23	27	22	20	25	31	1	2	3	8	10	176	
Ga	3	12	9	10	14	14	26	33	16	0	18	7	162	
Mou	3	5	5	1	0	3	1	4	2	1	0	0	25	
Go	22	1	4	5	16	7	7	2	0	1	40	8	113	
Ra	34	5	1	0	8	1	0	1	3	3	0	1	57	
No	22	13	12	17	144	4	7	1	1	3	3	39	266	
Tot.	154	170	149	149	267	59	109	43	10	29	35	246	99	1519

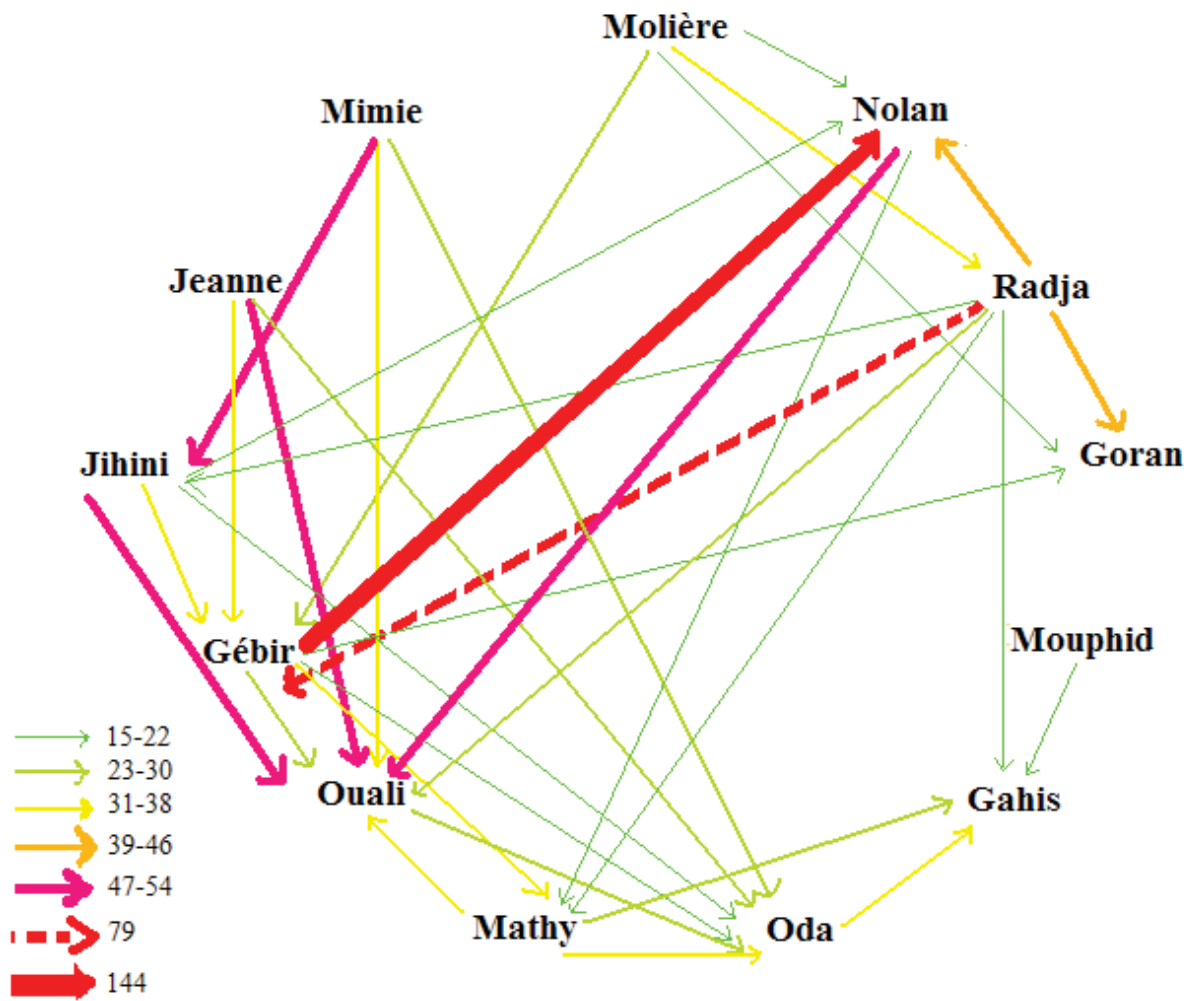


Figure 12 : Sociogramme obtenu  
(concernant les comportements agonistiques après le relâcher des 3 mâles castrés)

## **d. Discussion**

### **i. Caractéristiques du groupe avant la réinsertion des 3 mâles castrés**

On peut dire que, malgré le départ de certains singes, le groupe de La Boissière du Doré est redevenu stable.

#### **1. Les relations interindividuelles**

L'étude des relations interindividuelles révèle trois types de sous-groupes dans le groupe des 13 magots :

- Le groupe des célibataires, formé de Gébir, Mathy, Goran, Nolan, et Radja.

Ce groupe traduit ce qu'il se passe en milieu naturel, où les mâles quittent le groupe maternel (ils migrent entre 3,5 et 7 ans) et s'associent (ils s'épouillent régulièrement, dorment ensemble, ...).

Ici, leur totale migration dans un autre groupe est impossible du fait de leur captivité.

Mais, les magots ayant un niveau de tolérance intermâle assez élevé par rapport aux autres macaques, et les jeunes mâles restant groupés et un peu à part du reste du groupe, cela ne pose pas de problème majeur dans la stabilité et la bonne entente du groupe, comme on le verra en étudiant les interactions entre ces jeunes mâles et le reste du groupe, dont le mâle dominant.

Par ailleurs, on voit que, dans ce sous-groupe des célibataires, ce sont Gébir et Mathy qui sont les plus proches. Cela peut s'expliquer par le fait que ce sont les deux seuls jeunes mâles en semi-liberté, tandis que les autres sont enfermés, ou parce que ce sont les deux seuls jeunes à ne pas avoir été castrés.

De même, les trois mâles castrés étant enfermés dans la même cage, cela pourrait biaiser l'étude et expliquer le fait que Nolan et Goran soient si proches (et plus proches l'un de l'autre que des autres mâles en semi-liberté).

Radja, quant à lui, est un peu plus à l'écart des deux autres et entretient une proximité essentielle avec Nolan.

Ce qui est certain est qu'il y a une véritable proximité entre Gébir et les mâles castrés enfermés. Gébir est souvent situé à côté de la cage pour être proche de ces derniers, cela se traduit par des indices d'association élevés avec ceux-ci, et en particulier avec Nolan (877, puis 807 avec Radja et 714 avec Goran).

Ainsi, l'hypothèse que l'on pouvait émettre au départ comme quoi Gébir se rapprocherait de la cage parce que Goran, son frère, y est enfermé ne semble pas vérifiée. En effet, Gébir est, au vu du dendrogramme, beaucoup plus proche de Nolan que de son frère, et ce serait donc bien l'attraction « inter jeunes mâles » qui jouerait ici.

On voit par contre que Gébir se place au centre de ce groupe de célibataires puisqu'il est proche de tous les autres mâles du groupe et puisque c'est lui qui fait le lien avec le groupe des femelles via sa proximité avec Mouphid, et avec Molière également.

- Le groupe des femelles, où on retrouve aussi Mouphid.

Ce groupe est très important car c'est surtout lui qui garantit la stabilité du groupe.

En effet, en milieu naturel, les femelles restent toute leur vie dans leur groupe natal et ont en général une hiérarchie stable. Ainsi, le groupe qu'elles forment et les liens qu'elles tissent entre elles sont la fondation de tout le groupe de magots.

Ce groupe est aussi respecté à la Boissière du Doré ; on y retrouve toutes les femelles du groupe, que l'on peut néanmoins subdiviser en trois sous-groupes :

- Celui des jeunes femelles :

Dans ce groupe, Jihini et Gahis sont les plus proches.

Cela peut s'expliquer par le fait que, chez les magots, le comportement allomaternel (comportement incluant les comportements face à des immatures par des animaux autres que leur mère (baby-sitting, jeu, port de l'enfant,...)) est très développé.

Ici, Gahis étant jeune orpheline (1 an), c'est Jihini qui semble s'en occuper. D'autant plus que Gahis est la fille de Gaby, qui était la deuxième femelle dominante lorsqu'elle était dans le groupe. Et, comme on sait que, chez les magots, les filles héritent de la dominance de leur mère, Gahis est de haut rang hiérarchique.

Ainsi, une alliance avec cette dernière pourrait être bénéfique à Jihini pour, plus tard, élever son rang social dans le groupe.

Les femelles préférant en général s'occuper de bébés du même sexe, ceci pourrait expliquer que Jihini soit plus proche de Gahis que de Mouphid (qui a le même âge), d'autant plus qu'il est aussi moins facile d'accès (car, quand il n'est pas avec sa mère, il va avec les autres mâles du groupe, dont Gébir).

Oda et Gahis sont aussi très souvent à moins de un mètre l'une de l'autre. Ceci est très certainement dû à leur jeune âge (respectivement 2 et 1 an) et à leur même sexe, donc elles jouent souvent ensemble.

De plus on sait que les magots ont une préférence marquée pour leurs apparentés, et Oda est la tante de Gahis, ce qui explique cette proximité des deux singes.

Oda et Ouali sont proches également. Cela est normal car elles sont sœurs.

- Le groupe mère-fils :

On peut souligner la proximité entre Mimie et Mouphid, son plus jeune fils. A un an, celui-ci reste encore très proche de sa mère. En effet, Mimie n'ayant pas eu d'autre enfant cette année, elle autorise Mouphid à rester auprès d'elle, et s'en occupe encore beaucoup. D'autant plus que, même si la période de sevrage débute à 6 mois, il faut attendre entre 1 et 2 ans pour que le jeune soit indépendant de sa mère en principe.

Ce groupe mère-fils est relié aux jeunes femelles par la proximité entre Mimie et Jihini.

Cette dernière cherche certainement à renforcer ses relations avec Mimie, la femelle dominante. En effet, en général, les membres d'un groupe de magots luttent pour obtenir un accès auprès des alliés les plus puissants.

- Jeanne :

Cette vieille femelle est en périphérie, elle ne s'inclue dans le groupe que par la proximité qu'elle entretient avec sa fille Jihini.

Cela peut se comprendre car les magots ont une préférence marquée pour leurs apparentés, et Jihini est le seul enfant de Jeanne encore présent dans le groupe.

La séparation des deux sous-groupes (jeunes célibataires et femelles) n'est pas franche : le lien entre les deux est essentiellement fait par Mouphid qui se rapproche aussi de Gébir. En effet, dès leur plus jeune âge les enfants sont impliqués dans des « *all male peer groups* » ; ils s'éloignent progressivement de leur mère pour jouer avec les autres jeunes et juvéniles, puis pour rejoindre le groupe des célibataires ; d'autant plus que la mère initie l'indépendance du petit, en s'intéressant moins à lui et plus à elle-même et à son environnement.

• Molière.

En périphérie, il reste souvent éloigné des autres membres du groupe.

En effet, « le rôle principal d'un mâle dominant est la sécurité du groupe et sa place en tant que dominant » (Syme, 1974) ; ce n'est donc pas spécialement la proximité avec son groupe.

Le singe avec lequel il est le plus souvent proche spatialement est Gébir, le mâle non castré le plus âgé du groupe. Ceci traduit la volonté de Gébir à se rapprocher du membre le plus puissant du groupe pour s'assurer un rang haut placé.

Ainsi, avant le relâcher des trois magots castrés, le groupe semble stable. Pour en être sûr et étudier la hiérarchie (et voir ce qui a changé depuis la modification du groupe), il faut regarder les relations entre les différents individus. Ces dernières sont traduites par les sociogrammes.

## 2. Les comportements sociaux

L'étude des sociogrammes obtenus nous permet de déterminer la hiérarchie qui s'est remise en place après la modification du groupe de magots (après le départ de certains singes).

Nous allons étudier successivement la hiérarchie mâle et la hiérarchie femelle.

• **La hiérarchie mâle :**

- **Les mâles libres**

1/Molière : Très peu émetteur de comportements affiliatifs, ses attentions se portent essentiellement sur Mimie, la femelle dominante préférée, et sur Mouphid, son plus jeune fils, qu'il prend sur son dos quand il y a des tensions dans le groupe.

Sa dominance est visible par le grand nombre de comportements agonistiques qu'il émet. En fait, il émet quatre fois plus de comportements agonistiques que de comportements

affiliatifs et c'est le seul membre du groupe qui ne reçoit aucun comportement agonistique de la part de ses congénères. La dominance de Molière semble donc être respectée par tous.

Si Molière émet tant de menaces, c'est pour préserver son statut de dominant face aux jeunes mâles qui deviennent adultes ; la plupart des comportements agonistiques émis par Molière sont en effet dirigés contre Gébir, qui semble être sa principale menace.

2/Gébir : Gébir mérite en effet d'être placé au deuxième rang hiérarchique mâle. Sa position centrale dans le groupe des célibataires (comme on l'a vu plus haut) confirme cette théorie. Gébir a beaucoup de contacts avec le groupe (on a comptabilisé au total 77 comportements émis vers ses congénères et 77 reçus dans les dix premiers jours d'étude), et c'est le mâle le plus émetteur de comportements agonistiques. Ces derniers sont dirigés en priorité contre Ouali et Mathy, qui doivent être alors une menace.

Pourtant, Gébir reste tout de même proche de Mathy et joue avec lui, il fait partie du même groupe des célibataires comme nous l'avons vu plus haut. On peut donc penser que les jeux sont en fait des « tests », pour voir qui est le dominant (ce qui expliquerait l'importance des comportements affiliatifs (le jeu) entre ces deux individus). Pour l'instant, c'est toujours Gébir qui en sort vainqueur, ce qui le place au deuxième rang hiérarchique.

D'autant plus que Gébir entretient de bonnes relations avec Molière ; il l'épouille régulièrement pour gagner ses faveurs.

Ses attentions se portent également sur Mouphid, soit pour se rapprocher du couple dominant en s'occupant du fils de ce dernier, soit parce qu'il est attiré par l'enfant de même sexe que lui, qui s'intègre peu à peu dans le groupe des célibataires, dont Gébir est pour l'instant le pilier.

3/Mathy : C'est le mâle qui initie le plus de comportements affiliatifs, notamment avec Mouphid, son jeune frère. En effet, l'interaction affiliative de Mathy vers Mouphid est la plus importante que l'on ait comptabilisée durant les dix premiers jours d'observation, avec 23 occurrences, ce qui souligne l'importance des relations familiales au sein du groupe de magots.

Par ailleurs, on retrouve le même phénomène de comportements parfois affiliatifs et parfois agonistiques dirigés vers Gébir, donc on peut émettre l'hypothèse que Mathy cherche encore sa place dans la hiérarchie, ou a des désirs d'ascension sociale, mais Gébir le remet pour l'instant à sa place.

L'ambivalence des comportements affiliatifs et agonistiques dirigés sur un même individu est aussi présente envers Ouali et envers Oda. En fait, dans ce cas, c'est surtout des jeux entre les jeunes qui dégénèrent. Il se peut aussi que Mathy voit sa place menacée par l'ascension sociale très probable de ces deux jeunes, filles de la femelle dominante du groupe initial (désormais absente dans le nouveau groupe), qui grandissent et qui devraient bientôt prendre la place de dominante qui leur est due.

4/Mouphid : Le petit dernier n'émet ni ne reçoit pas de comportements agonistiques de par son jeune âge, mais est l'objet de toutes les attentions.

En effet, c'est le membre du groupe qui reçoit le plus de comportements affiliatifs (95 comptabilisés au total).

Or, les bébés de haut rang sont plus approchés que les autres, surtout quand ils sont près de leur mère. Ici, la mère de Mouphid étant la femelle dominante du groupe actuel, chacun cherche en effet à se faire une place auprès d'elle en s'occupant du bébé. Mouphid, quant à lui, émet en réponse quelques comportements affiliatifs envers les membres du groupe qui s'en occupent.

## - Les mâles castrés enfermés

1/Radja : C'est celui des trois qui émet le plus de comportements agonistiques, donc il est judicieux de penser qu'il domine les deux autres. Il émet par contre très peu de comportements affiliatifs, mais cela peut être dû au fait qu'il est enfermé.

Cependant, durant l'étude, il a fait un « *lips making* » à Molière, donc on peut supposer qu'il lui reste soumis.

Par contre, les relations entre Gébir et Radja sont tendues, puisque en tout 9 agressions ont été comptabilisées entre ces deux individus pendant les dix premiers jours d'observation. Radja, tout en bas de la hiérarchie dans le groupe initial, semblerait donc avoir pris du grade dans le nouveau groupe. Il pourrait ainsi en sortant dominer Gébir qui, à travers le grillage, semble pourtant dominer les deux autres mâles castrés. Mais, étant enfermé, on ne peut être encore sûr de rien.

2/Nolan : Le peu de comportements affiliatifs qu'il émet sont dirigés vers Gébir et les deux autres mâles castrés. Ses agressions se portent essentiellement sur Ouali et Goran, qu'il domine.

3/Goran : il semble dominé par les deux autres et émet très peu de comportements agonistiques. De même, il ne reçoit pas beaucoup d'affiliatifs, si ce n'est de Gébir, son frère, et de Nolan. Ainsi, là encore, la castration semble avoir changé son statut social.

En effet, dans le groupe initial, Goran était le deuxième mâle dominant après Molière tandis qu'ici, depuis sa castration, il semble être dominé par tous. Ceci soit parce qu'il a mal vécu son opération, soit parce qu'il reste enfermé.

### • La hiérarchie femelle :

1/Mimie : C'est la femelle dominante du groupe, la plus âgée. Seulement Molière ose émettre des comportements agonistiques envers elle. Par contre, elle reçoit beaucoup de comportements affiliatifs de la part des membres du groupe, dont Ouali. Et, comme on sait que, chez les magots, la distribution du toilettage social est biaisée en faveur des individus de haut rang, cela confirme ici la dominance de Mimie sur les autres femelles.

Mimie est peu émettrice elle-même de comportements affiliatifs, si ce n'est envers Moughid, son plus jeune fils qu'elle épouille régulièrement (ce qui est conforme à ce qu'il se passe en milieu naturel, où il y a en général beaucoup de relations d'épouillage entre la famille et le bébé).

Par contre, c'est la principale émettrice de comportements agonistiques, surtout envers Jihini qui semble être sa principale menace et mérite d'être placée au deuxième rang hiérarchique.

2/Jihini : La dominance entre elle et sa mère est difficile à établir. En effet, les deux femelles sont très proches, il n'y a aucune tension entre elles. Elles émettent autant de comportements agonistiques l'une que l'autre, comportements essentiellement tournés contre Gébir et Ouali.

Pourtant, Jihini est beaucoup mieux intégrée dans le groupe que sa mère, comme on l'a vu avec le dendrogramme et comme le traduisent les comportements affiliatifs émis.

Jihini est ainsi la principale émettrice du groupe, elle émet beaucoup plus de comportements affiliatifs que sa mère, et essentiellement vers Mimie, la femelle dominante, et vers son fils Moughid.



Elle cherche à augmenter de rang hiérarchique en se faisant les bons alliés ; cela se retrouve aussi dans le fait qu'elle s'occupe de Gahis, qui est hautement placée. Car en effet chez les magots c'est en général le jeu des alliances qui détermine de manière stricte le statut social des femelles.

Par ailleurs, 3 comportements affiliatifs envers Molière ont été comptabilisés, soit environ un cinquième de ce que Molière a reçu en tout, ce qui est assez important. La place hiérarchique d'une femelle régissant sa socialisation avec les mâles, Jihini se serait rapprochée de Molière car elle ne pouvait pas compter sur le rang hiérarchique de sa mère (la dernière femelle préférée dominante dans l'ancien groupe) pour être acceptée dans le groupe.

Jihini reçoit également plus de comportements affiliatifs que sa mère.

3/Jeanne : Même si elle est un peu à l'écart du groupe, elle semble tout de même garder sa dominance face aux jeunes femelles (à part Jihini). Elle émet et reçoit peu de comportements affiliatifs si ce n'est de sa fille Jihini.

Seule Mimie l'attaque.

Par contre, Jeanne émet beaucoup de comportements agonistiques. Ces derniers sont principalement tournés vers Ouali, ce qui place celle-ci au quatrième rang hiérarchique femelle, car elle semble être la principale menace de Jeanne.

4/Ouali : Elle semble garder son rang par les relations amicales qu'elle entretient avec les deux femelles dominantes, Mimie et Jihini, et s'occupe beaucoup de Gahis.

Par contre, elle reçoit peu de comportements affiliatifs, si ce n'est un retour de Mouphid et de Jihini.

C'est au contraire un peu la « tête de turc » du groupe. En effet, même si elle émet très peu de comportements agonistiques, c'est la femelle qui en reçoit le plus, et ceci surtout de la part des mâles qui ne doivent pas vouloir qu'elle s'élève dans la hiérarchie (ce qu'elle devrait faire étant donné le statut social élevé de sa mère), et de la part de Jeanne, qui doit voir sa place menacée.

5/Oda : C'est la petite sœur de Ouali. Étant jeune, elle lui est encore subordonnée.

Elle n'est pas très incluse dans le groupe en tant que tel car elle est orpheline, et ses interactions sont essentiellement avec les autres jeunes du groupe, Gahis et Mouphid.

Pourtant, même si Oda n'émet aucun comportement agonistique, elle en reçoit beaucoup de la part des membres du groupe menaçant également sa sœur, et ce pour les mêmes raisons apparemment.

6/Gahis : C'est la dernière femelle, d'un an, qui n'est pas totalement incluse dans la hiérarchie non plus. Elle émet et reçoit encore peu de comportements agonistiques et les interactions qu'elle initie sont principalement avec les autres jeunes, Mouphid et Oda.

Par contre, elle est l'objet de beaucoup d'attention (juste après Mouphid), notamment de Jihini qui est hautement placée dans la hiérarchie. Cela est dû au fait que, étant bébé, Gahis est attirante, surtout pour les femelles juvéniles et subadultes et que, étant en plus orpheline de haut rang (sa mère était la deuxième de la hiérarchie dans l'ancien groupe), Jihini, moins bien placée hiérarchiquement, a tout intérêt à s'en faire une alliée, ce qui pourrait lui être utile plus tard.

Ainsi, la stabilité du groupe que l'on avait remarquée à l'aide du dendrogramme se confirme aussi avec les sociogrammes.

Bien sûr, quelques tensions sont présentes du fait des comportements agonistiques, mais ces derniers sont au total peu fréquents par rapport aux comportements affiliatifs (moitié moins fréquents en fait, le ratio du total des comportements agonistiques émis par rapport aux comportements affiliatifs émis étant de 219/398, soit de 0,55), et servent à asseoir et à maintenir la hiérarchie.

Molière se place en tant que dominant incontesté.

La place de Mimie est sûre également : les deux premières femelles dominantes de l'ancien groupe n'étant plus là, Mimie a pris leur place de femelle dominante préférée de Molière. Et elle la garde de par les relations agonistiques qu'elle émet et ses relations privilégiées qu'elle entretient avec le mâle dominant Molière.

Cependant, il semble que Jihini soit en pleine ascension dans la hiérarchie. Réalisant les bonnes alliances avec les membres du groupe les plus forts, elle domine à présent sa mère. Elle pourrait donc devenir une menace pour Mimie, qui se fait vieille à présent.

Dans le groupe, Ouali est à l'origine de nombreux conflits, et il est peu probable que le groupe lui laisse prendre la place de dominante qui lui est due du fait du rang hiérarchique élevé de sa mère, Orphée (la première femelle dominante de l'ancien groupe).

Quant aux jeunes (Oda, Gahis, et Mouphid), ils le sont encore trop pour que l'on puisse émettre une hypothèse de future dominance (bien que Mouphid puisse y jouer un rôle important grâce aux relations qu'il tisse avec presque tous les membres du groupe). Pour l'instant, leur principale préoccupation reste le jeu (qui, rappelons le, est le vecteur dominant pour les apprentissages, tant sur le plan moteur que social, la plupart des comportements étant acquis et non innés chez les singes).

En ce qui concerne les mâles, Gébir semble être le deuxième dominant après Molière. Mais il faut voir comment cela va évoluer après le relâcher des trois mâles castrés, et en particulier de Radja, qui risque de lui tenir tête.

Goran, pour sa part, semble, depuis sa castration, dominé par son jeune frère.

Pour Nolan, il se place hiérarchiquement entre Radja et Goran.

Mathy, lui, cherche encore un peu sa place et provoque ses aînés. Ces derniers le dominant pourtant encore.

## **ii. Modification sociale du groupe après le relâcher des 3 magots mâles castrés**

### **1. Les relations interindividuelles**

Après le relâcher des trois magots castrés, le groupe ne semble pas avoir perdu sa stabilité. En effet, on y retrouve les trois mêmes grands sous-groupes, traduisant la stabilité du groupe de magots entier :

- Il y a toujours le groupe des femelles et Mouphid, dans lequel les singes reliés sont les plus proches.

Les magots ayant les indices d'association les plus élevés appartiennent en effet à la même famille.

On retrouve ainsi les sous-groupes familiaux mère-fils avec Mimie et Mouphid, qui sont toujours très proches, Jeanne et Jihini qui, même adulte, continue à entretenir une proximité avec sa mère, et enfin le couple de sœurs orphelines, Ouali et Oda.

C'est Gahis qui, par sa proximité avec sa tante Oda et, dans une moindre mesure, avec Jihini qui s'en occupe souvent, rapproche les deux sous-groupes familiaux Jeanne-Jihini et Ouali-Oda, et contribue à la cohésion du groupe.

Quant au lien entre le groupe cité précédemment et le couple Mimie-Mouphid, il est assuré par Ouali, qui se rapproche beaucoup de Mimie.

- Le groupe des célibataires, dont le lien avec le groupe des femelles est toujours effectué par Mouphid, mais cette fois par ses relations avec Mathy, son frère.

Gébir semble donc avoir quelque peu perdu sa place de « pilier » du groupe des célibataires depuis le relâcher des autres mâles. Car, de même, ce n'est plus lui qui fait la relation entre le groupe de mâles et Molière, mais Mimie.

Gébir reste pour sa part très proche des mâles castrés, comme le traduisent les indices d'association élevés Gébir-Nolan et Gébir-Radja. Ces trois mâles forment ainsi le noyau du groupe des célibataires.

Mathy, quant à lui, est plus en périphérie, mais il se rapproche tout de même de Nolan, et ceci surtout par le jeu comme nous le verrons plus loin. On peut supposer qu'il se rapproche de ce mâle car c'est le plus jeune après lui, et car il semble avoir une aspiration au jeu plus importante que ses aînés, Gébir et Radja. En effet, Mathy semble par contre être moins proche de Gébir qu'avant le relâcher des trois mâles castrés.

Quant à Goran, il est un peu à l'écart du groupe. Son relâcher s'est en fait très mal passé pour lui. S'étant fait mordre sévèrement par Molière et poursuivi plusieurs fois, il s'est lui-même isolé de peur d'être à nouveau attaqué, et a donc passé les premières semaines seul, blotti dans un coin de l'enclos. Ceci se traduit par le nombre important de zéros dans le tableau des indices d'association, où on voit que Goran a tout de même réussi à se rapprocher (mais peu vu les indices d'association faibles) des autres mâles. En effet, pendant les deux dernières semaines d'observation, Goran a fait des progrès énormes et s'est rapproché du groupe des célibataires, tant et si bien que, sur le dendrogramme, il en fait partie (de par son rapprochement avec Radja).

- Molière : il est toujours un peu à l'écart du groupe. En effet, il est toujours craint par les autres mâles du groupe, castrés ou non, et ceux-ci s'en approchent donc que rarement, et pas longtemps. Sa plus grande proximité n'est plus avec Gébir mais avec Mimie, sa femelle dominante préférée, qui l'inclue donc au reste du groupe.

Ainsi, on peut dire que le relâcher des trois mâles castrés s'est plutôt bien passé. Malgré les tensions du départ, et le cas difficile de Goran qui a été exclu au début et qui s'inclut peu à peu et difficilement dans le groupe des célibataires, le groupe est tout de même, au bout de six semaines, à nouveau stable.

## 2. Les comportements sociaux

- Entretenus par les femelles :

En ce qui concerne les relations entretenues par les femelles du groupe, elles n'ont pas changé depuis la réintroduction des trois mâles castrés.

Mimie reste la dominante, comme le traduisent les comportements agonistiques qu'elle émet envers les autres femelles, alors qu'elle n'en reçoit pas.

Puis on retrouve par rang hiérarchique décroissant Jihini, qui sert toujours de « nourrice » aux plus jeunes car on voit qu'elle est toujours très émettrice de comportements affiliatifs envers ces derniers. Puis Jeanne, qui est toujours à l'écart des autres, puis enfin Ouali, Oda, et Gahis.

Mis à part durant les premières heures suivant le relâcher des mâles, où les vieilles femelles les attaquaient, il n'y a quasiment pas de relations entre les femelles et les mâles nouvellement relâchés, qui ont plutôt tendance à rester dans le groupe de célibataires vu plus haut, conformément à ce qu'il se passe dans la nature.

Au contraire, on voit que, sur le long terme (les six semaines), ce ne sont pas les mâles nouvellement relâchés mais Gébir qui est le plus menacé par les femelles (Jeanne et Jihini) ; quant aux relations affiliatives des femelles, le mâle qui en reçoit le plus est Mathy (de la part de Jihini et de Ouali). On peut supposer que les femelles espèrent ainsi se rapprocher de Mimie (car Mathy est son fils).

- Entretenus par les jeunes mâles :

En ce qui concerne les mâles, ils sont tous émetteurs de comportements affiliatifs les uns envers les autres.

Les comportements affiliatifs en question sont ici surtout le jeu et les comportements d'apaisement, visant à calmer la tension sociale entre les mâles et rapprochant les partenaires : il y a très souvent l'utilisation de Mouphid, le petit dernier, comme « passeport » entre les mâles adultes. Le dominé attrape le bébé et le présente au dominant pour l'apaiser. C'est un comportement que l'on retrouve aussi en milieu naturel, et qui explique ici le grand nombre de comportements affiliatifs dirigés vers Mouphid (Mouphid étant alors un intermédiaire passif). D'autant plus que, s'occuper du fils de Mimie étant un des meilleurs moyens pour eux d'être intégrés dans le groupe, les mâles s'en occupent volontiers.

Si les jeunes mâles échangent autant de comportements affiliatifs entre eux, c'est aussi pour s'imposer dans la hiérarchie. En effet, chez le magot mâle adulte, plus que la force physique, c'est la faculté de créer et d'entretenir de bonnes relations avec d'autres mâles du groupe qui détermine le rang social. Ces derniers lui servent d'alliés lors de conflits et lui permettent ainsi de s'imposer. D'où l'importance pour les mâles d'entretenir de bonnes relations entre eux.

Mais les jeunes mâles échangent aussi un grand nombre de comportements agonistiques, comme le traduisent les plus grosses flèches du sociogramme (représentant les menaces fréquentes de Radja sur Gébir et de Gébir sur Nolan). Ces interactions entre mâles permettent d'établir la hiérarchie interne au groupe des célibataires. Ainsi on trouve, par rang hiérarchique décroissant :

- Radja : C'est lui qui reçoit le plus de comportements agonistiques de la part de Molière, ce qui le place juste après ce dernier, donc en dominant des jeunes mâles. Même s'il est assez proche de Gébir et que ces deux singes échangent beaucoup de comportements affiliatifs (Radja joue beaucoup plus avec lui qu'avec les autres mâles du groupe), Radja menace quand même beaucoup Gébir, comme le montre la plus grosse flèche du sociogramme correspondant aux comportements agonistiques ; on peut donc supposer que Gébir est sa principale menace.

- Gébir : il se situe juste après Radja, qu'il n'ose pas menacer (seulement six menaces ont été comptabilisées sur six semaines d'observation). Par contre, il affirme sa dominance

envers les autres membres du groupe des célibataires de par les comportements agonistiques qu'il présente à leur égard. Ses principales menaces se tournent vers Nolan.

○ Nolan : très peu émetteur de comportements agonistiques (seulement vers Ouali et Goran), il en reçoit pourtant beaucoup de la part de Gébir. Ses comportements affiliatifs se tournent surtout vers ce dernier et vers Mouphid, qu'il utilise comme passeport pour réduire la tension avec Gébir. Cela porte ses fruits puisque Gébir joue avec lui et est finalement très proche de lui comme on peut le voir sur le dendrogramme et en étudiant les comportements affiliatifs échangés par ces deux individus. En effet, les deux singes sont quasi inséparables, ils dorment ensemble et s'épouillent régulièrement.

○ Mathy : Assez proche de Nolan, il joue souvent avec lui, comme en témoignent les comportements affiliatifs échangés par ces deux magots. Ce sont là aussi plutôt des « jeux tests », où chacun teste sa hiérarchie. Mais Mathy reste pour l'instant subordonné, chaque phase de jeu se terminant par une « victoire » de Nolan. Depuis le relâcher des trois mâles, Mathy est en effet plus proche de Nolan que de Gébir qui, lorsqu'il n'est pas lui-même avec Nolan, lui préfère Radja. Par contre, Mathy reste toujours très proche de son frère Mouphid, il l'épouille et joue souvent avec lui.

○ Goran : Très à l'écart du reste du groupe durant tout le début de l'étude, il est difficile de lui trouver une place dans la hiérarchie. Au départ, il fuyait tous les membres du groupe sauf son frère, Gébir, qui le dominait largement. Comme il ne recevait pratiquement aucun comportement affiliatif, on l'aurait alors placé tout en bas de la hiérarchie. Cependant, avec son inclusion dans le groupe des célibataires durant les deux dernières semaines, et son rapprochement avec Radja, le dominant de ce groupe (avec lequel il dormait les derniers jours d'observation), on peut supposer qu'il va remonter dans la hiérarchie. On peut s'appuyer sur les neuf menaces de Goran sur Mathy comptabilisées durant les derniers jours d'observation, et qui placeraient donc Goran juste avant ce dernier. Goran pourrait donc poursuivre son ascension sociale, sous réserve que Molière le laisse s'intégrer totalement dans le groupe et ne le chasse plus à l'autre bout de l'enclos dès qu'il l'aperçoit.

○ Mouphid : il est très sollicité par tous les jeunes mâles et est surtout utilisé comme tampon entre les mâles, pour apaiser les tensions entre ces derniers. Ayant tout juste un an, il n'est pas encore inclus en tant que tel dans la hiérarchie des mâles adultes, même si, pour son jeune âge, il est très bien accepté dans le groupe des célibataires, lorsqu'il quitte sa mère et les femelles pour le rejoindre.

- La place et le rôle de Molière :

Il reste le dominant incontesté. En effet, comme on le voit sur le sociogramme, il n'est menacé par aucun membre du groupe, même pas par les mâles relâchés ; sa place de dominant est donc acceptée par tous.

Il tient par contre à la maintenir, comme le traduisent les comportements agonistiques qu'il émet envers les autres mâles avec, par occurrences décroissantes, des menaces sur Radja, Gébir, Nolan, Goran, et Mathy.

Les jeunes mâles, quant à eux, émettent des comportements affiliatifs vers Molière même s'ils n'en reçoivent aucun de ce dernier.

Ces comportements sont essentiellement de l'épouillage et leur permettent de maintenir leur place dans le groupe en se rapprochant du dominant et d'être acceptés par ce dernier.

Ils s'y soumettent et, ainsi, les comportements agonistiques que Molière leur réserve ne vont en général pas plus loin que la simple menace, et sont suffisant pour remettre les jeunes à leur place de subordonné, si besoin est.

Seul Goran reste à l'écart et fuit dès qu'il voit Molière. N'entretenant aucune relation avec le dominant du groupe, c'est pour cela qu'il est rejeté, c'est un cercle vicieux. Cependant, il semble s'intégrer peu à peu comme on l'a vu précédemment.

Ainsi, l'équilibre du groupe n'est pas virtuel et le groupe ne semble pas en danger, chacun ayant pu y trouver sa place, à son rythme.

Ainsi, deux des trois mâles castrés ont su se faire accepter du groupe, en se soumettant à Molière, en entretenant de bonnes relations avec lui et le reste du groupe, et en apaisant les tensions entre eux (notamment en utilisant Mouphid comme passeport).

Goran, par contre, a eu beaucoup de mal à s'intégrer. Cela est certainement dû plus au fait de sa séparation d'avec le reste du groupe pour l'opération que de sa castration en elle-même.

Cependant, il est difficile de comprendre pourquoi cela c'est plus mal passé pour lui que pour les autres.

On peut supposer qu'il était devenu une menace trop importante pour Molière (avant son opération, Goran était le « second » de Molière, et était juste en dessous de lui dans la hiérarchie), qui l'a donc remis à sa place, et que Goran n'a pas su s'y soumettre (étant donné qu'il évitait toute confrontation en prenant la fuite au lieu de se soumettre).

Une autre hypothèse serait que Goran a eu plus de mal que les autres à se remettre de son opération, mais cela reste une supposition. Si tel est le cas, il aurait été souhaitable de réaliser la castration plus tôt, bien avant l'âge de maturité sexuelle.

Ce qui est certain est que, quelle qu'en soit la cause, Goran, dominant initialement les autres jeunes mâles, a été relégué après sa castration tout en bas de la hiérarchie. Cependant, au vu des dernières observations, tout devrait rentrer dans l'ordre et Goran devrait augmenter de rang social, sous réserve que Molière le tolère.

Au contraire, Radja, initialement tout en bas de la hiérarchie, occupe aujourd'hui la deuxième place, juste après Molière.

En effet, il a su, dès sa libération, entretenir de bonnes relations avec Molière et s'occuper de Mouphid, et a profité de la disgrâce de Goran pour imposer sa dominance aux autres mâles, dont Gébir qui était, avant le relâcher des mâles, le pilier du groupe de célibataires.

On ne peut donc pas émettre une hypothèse sur le statut de dominance des mâles après leur castration, car ici on a deux exemples opposés : un dominant (Goran) devenu dominé après sa castration, et inversement (pour Radja), les deux étant des extrêmes.

Ce changement d'ordre hiérarchique devrait donc être plus attribué au fait de la séparation des mâles d'avec le reste du groupe et de leur réaction face aux autres membres dont Molière à leur libération qu'à la castration en tant que telle. La castration n'influerait donc pas sur le rang social des mâles.

Ceci se confirme par l'étude de la hiérarchie au sein du groupe de célibataires : la hiérarchie alterne les mâles castrés et non castrés.

La castration ne serait alors pas un facteur de dominance. En effet, les mâles entiers ne dominant pas forcément, comme on pourrait le supposer, les mâles castrés. Au contraire ici, c'est Radja, un des mâles castrés, qui domine le groupe des célibataires, dominant Gébir qui, lui, est entier.

De même, tous les mâles, castrés ou non, font partie du même groupe, le groupe des célibataires, et la castration ne semble donc pas avoir d'impact sur la proximité inter mâle ni sur le regroupement de ces derniers.

En effet, on n'assiste pas, comme on aurait pu le supposer, à la séparation du groupe des célibataires en deux sous-groupes mâles castrés et mâles entiers.

De plus, les mâles qui étaient proches avant la séparation et la castration (par exemple Radja et Goran, ou Radja et Gébir, ou dans une moindre mesure Goran et Gébir) le sont encore actuellement.

On a donc au final un groupe de célibataires liant les mâles castrés et non castrés, et donc un groupe de célibataires soudé, conforme à ce que l'on retrouve en milieu naturel avec des mâles entiers.

Par ailleurs, les femelles ne sont pas du tout perturbées par la présence des mâles castrés, et leur hiérarchie reste la même avant et après le relâcher des magots.

Ainsi, la castration semblerait donc être une bonne alternative de gestion du groupe pour le zoo, la stabilité du groupe de magots étant ainsi maintenue et les conflits limités.

### **e. Conclusion**

On retient que la castration réalisée sur trois magots mâles du zoo de la Boissière du Doré est un succès, le groupe reste stable et les conflits se font rares.

En fait, le groupe ainsi obtenu est conforme au groupe « naturel », les mâles castrés (même arrivés à l'âge de maturité sexuelle) se comportant comme des mâles juvéniles et restant intégrés dans le groupe des célibataires.

N'étant nullement attirés par les femelles du fait de leur castration, il n'y a de ce point de vue pas de tensions avec le mâle dominant à qui le droit à la reproduction est réservé.

C'est pourquoi la castration semble être une très bonne alternative pour résoudre les problèmes sociaux rencontrés chez les magots vivant en captivité.

Appliquée dans les parcs zoologiques, elle simplifierait la gestion de ces derniers.

S'ils sont castrés, les jeunes magots mâles peuvent en effet rester dans leur groupe natal sans pour autant perturber ce dernier, et le zoo n'a donc plus besoin de chercher à les placer ailleurs.

Cependant, il faut tout de même préciser qu'ici le groupe en question était un groupe familial, et que les mâles castrés étaient tous les fils du dominant Molière, ce qui a pu influencer sur la diminution des tensions sociales et sur les réconciliations.

Il serait alors intéressant de s'interroger sur la réaction du dominant face à l'introduction de mâles castrés qu'il ne connaîtrait pas (provenant d'autres zoos ou de particuliers par exemple).

Si la castration est un bon moyen de gestion d'un groupe à court terme, on peut cependant s'interroger sur son côté bénéfique à long terme, j'entends par là après la chute (ou la mort) du dominant du groupe.

En effet, on a vu que la castration n'influe a priori pas sur le statut social des mâles dans cette étude. Toute la bibliographie ne s'accorde pas sur cette relation entre castration et statut social, mais ici cependant, il semblerait que les mâles castrés puissent être dominants.

Ceci provient sûrement du fait qu'ils ont été castrés assez tardivement (entre 5 et 7 ans, soit après l'atteinte de leur âge adulte), comme nous l'avons vu dans une partie précédente de la thèse.

Il aurait pu en être autrement si la castration avait été réalisée plus tôt.

Ainsi, il est possible que dans notre cas ce soit un mâle castré qui, un jour, prenne la tête du groupe.

Or, si tout se passe comme dans un groupe naturel (ou captif dans le cas où le mâle dominant est entier), seul le mâle dominant du groupe a droit à la reproduction.

Dans ce cas, l'avenir du groupe serait très fortement compromis.

Une autre hypothèse serait que le mâle dominant castré, n'ayant plus aucun intérêt pour les femelles, autorise les autres mâles encore entiers à se reproduire, mais cela semble peu probable et déboucherait sûrement sur une anarchie totale (les mâles entiers se disputant les femelles).

D'autres études sont donc nécessaires, mais, dans tous les cas, la castration risque un jour de poser problème si elle est réalisée trop tardivement.

Dans le cas où des singes castrés prendraient un jour la dominance d'un groupe, une alternative pourrait alors être de transférer lesdits mâles castrés dominants dans un autre groupe (appartenant à un autre zoo) où la dominance d'un mâle entier serait clairement établie.

Ainsi, on ferait partir les mâles dominants castrés jusqu'à ce que la dominance revienne à un mâle entier qui puisse assurer l'avenir du groupe (par sa progéniture).

Car il convient tout de même de rappeler que les parcs zoologiques, ayant un rôle de sauvegarde d'espèce, doivent en assurer la reproduction minimale.

Appliqué au cas du zoo de la Boissière du Doré, il serait alors souhaitable, après la mort de Molière, de faire partir Radja dans un autre zoo (si, comme prévu, c'est bien lui qui devient le nouveau dominant) pour que Gébir, dominant après Radja et encore entier, prenne la tête du groupe et en assure la descendance.

De tels transferts, du moment qu'ils sont rares et concernent des mâles castrés (donc a priori plus faciles à intégrer dans un nouveau groupe), devraient pouvoir s'organiser assez aisément entre les parcs zoologiques.

Ainsi, le transfert de mâles castrés ayant pris la dominance d'un groupe de magots d'un zoo à un autre pourrait être une solution à ce problème secondaire soulevé par la castration, et serait donc à approfondir.



## CONCLUSION.

La stérilisation des macaques de Barbarie s'avère donc utile dans les parcs zoologiques afin de limiter les naissances excessives de cette espèce très prolifique.

La stérilisation des mâles est intéressante dans le cadre des parcs zoologiques car, outre la suppression de la fertilité des mâles, elle peut aussi avoir, en fonction de la technique utilisée, un effet sur le comportement de ces derniers.

C'est le cas pour la castration chirurgicale et pour certaines castrations chimiques.

Ces deux types de castrations rendent en effet plus facile la gestion des groupes de magots multimâles-multifemelles captifs. Groupes qui, on le rappelle, constituent le meilleur mode de vie en captivité pour les macaques de Barbarie (car se rapprochant le plus de leur mode de vie naturel et leur permettant d'exprimer les comportements sociaux et autres propres à leur espèce).

Ces castrations préviennent les conflits intragroupes les plus importants, à savoir les conflits intermâles concernant la convoitise des femelles.

Si la castration chirurgicale est réalisée assez tôt, elle permet de plus de réduire les conflits dus à la hiérarchie dans le groupe car les individus mâles castrés restent placés au bas de cette dernière et n'ont pas vocation à se battre pour en gravir les échelons.

Il en est de même pour certaines castrations chimiques (aux agonistes ou antagonistes de GnRH ou au MPA par exemple).

En effet, les mâles ainsi castrés se comportent alors comme des juvéniles : ils restent partie intégrante du groupe social mais sans menacer aucunement la stabilité de ce dernier.

Voilà pourquoi la castration chirurgicale précoce ainsi que certaines castrations chimiques s'avèrent présenter une bonne alternative pour résoudre les problèmes sociaux rencontrés chez les magots logés en groupes multimâle-multifemelles en captivité.

Il convient néanmoins de veiller à ce que la castration chirurgicale, si elle est souhaitée, soit réalisée assez tôt, c'est-à-dire avant l'atteinte de l'âge adulte du singe.

Si ce n'est pas le cas, les singes castrés pourront en effet devenir dominants, ce qui représente un risque pour le devenir du groupe et la reproduction de l'espèce.

En général, il est plus utile pour les parcs zoologiques de castrer tous les mâles de leur groupe sauf le dominant.

Néanmoins les parcs peuvent garder un mâle entier de plus par hectare d'enclos supplémentaire car, avec un tel espace offert, les conflits entre les mâles entiers concernant la monopolisation de femelles restent rares.

Cependant, même si le magot est très prolifique en captivité, il ne faut pas oublier que, à l'état sauvage, il reste une espèce menacée d'extinction, et ceci à cause de la destruction constante de son milieu de vie et du trafic important dont il fait l'objet.

Les zoos ayant un rôle de conservation de l'espèce, il est donc important qu'ils castrant leurs magots avec parcimonie.

C'est pourquoi la castration chimique des mâles, bien que non utilisée en pratique dans les parcs zoologiques français, pourrait s'avérer être une bonne alternative dans la gestion des magots mâles captifs.

Étant réversible, elle permettrait également de préserver le patrimoine génétique des individus.

L'inconvénient est que, dernièrement, celle-ci nécessitait encore des manipulations fréquentes sur les animaux traités, telles des injections multiples, et n'était donc pas accessible pour les parcs zoologiques dans leur gestion quotidienne.

Ce problème pourrait être révolu avec l'expansion des techniques d'immunocontraception (à la GnRH notamment), qui ont fait leurs preuves chez de nombreuses espèces et dont les vaccins sont toujours plus développés par les chercheurs, ou encore avec la mise sur le marché de minipompes osmotiques implantables.

Ces dernières, libérant un flux constant de molécules « castratrices », pourraient alors être utilisées dans les parcs zoologiques aussi facilement que les implants hormonaux chez les femelles, déjà employés amplement par ces derniers.

Les deux techniques évoquées précédemment semblent donc prometteuses.

Cependant des progrès restent à faire avant de les rendre applicables en routine dans les parcs zoologiques.

Lesdits produits devront ainsi se montrer plus accessibles, autant par leur vulgarisation et leur prix que par l'allongement de leur durée d'action.

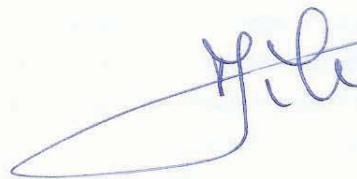

**AGRÉMENT SCIENTIFIQUE**

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

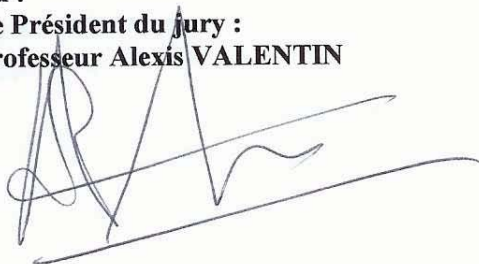
Je soussigné, *Jacques DUCOS de LAHITTE*, Enseignant-chercheur, de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de *NEL Déborah* intitulée « *Maîtrise de la reproduction chez le Magot (Macaca sylvanus) : la stérilisation des mâles.* » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 17 Octobre 2011  
Professeur Jacques DUCOS de LAHITTE  
Enseignant chercheur  
de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

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

Vu :  
Le Président du jury :  
Professeur Alexis VALENTIN



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


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

- ACHA P.N., SZYFRES B., Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux, Volume I: bactérioses et mycoses, Troisième édition. Paris : Office International des Epizooties, 2005a. 378p.
- ACHA P.N., SZYFRES B., Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux, Volume II: chlamydioses, rickettsioses et viroses, Troisième édition. Paris : Office International des Epizooties, 2005b. 406p.
- ACHA P.N., SZYFRES B., Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux, Volume III: zoonoses parasitaires, Troisième édition. Paris : Office International des Epizooties, 2005c.
- ALBERTS S., WATTS H., ALTMANN J., Queuing and queue-jumping: long-term patterns of reproductive skew in male savannah baboons, *Papio cynocephalus*. *Anim. Behav.*, 2003, **65**: 821-840.
- ALEXANDER N.J., Vasectomy: long-term effects in the Rhesus monkey. *J. Reprod. Fert.*, 1972, **31**: 399-406.
- ALEXANDER N.J., Primates: their use in research on vasectomy. *American Journal of Primatology*, 1981, 1(2): 167-173.
- ALEXANDER B.K., ROTH E.M., The effect of acute crowding on aggressive behaviour of Japanese monkeys. *Behaviour*, 1971, **39**(2,4): 73-89.
- ALTMANN J., Observational study of behavior : sampling methods. *Behavior*, 1974, **49**: 227-267.
- ANAYA-HUERTAS C., ARENAS-FRIAS V., MAYAGOITIA L., MONDRAGON-CEBALLOS R., Socialization patterns in a group of hand-reared spider monkeys. In : ROEDER J.J., THIERRY B., ANDERSON J.R., HERRENSCHMIDT N.(Ed), *Current primatology vol II Social Development Learning and Behaviour*, 1994: 303-309.
- ANDERSON C.O., MASON W.A., Early experience and complexity of social organization in groups of young rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1974, **87**(4): 681-690.
- ANDERSON J.R., COMBETTE C., ROEDER J.J., Integration of a tame adult female capuchin monkey (*Cebus apella*) into a captive group. *Primate rep.*, 1991, **31**:87-94.
- ANESTIS S.F., Hormones and social behavior in primates. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 2010, **19**(2): 66-78.
- ARON S., PASSERA L., Les sociétés animales, évolution de la coopération et organisation sociale, 2009, Chap. 7 : 233-253.
- ASELMEYER F., Biologie du magot (*Macaca sylvanus*) et étude éthologique des jeunes mâles vivant en semi-liberté à la Montagne des singes (Alsace). Thèse Med. Vet. Nantes, 1990, 213p.
- AUJARD F., HEISTERMANN M., THIERRY B., HODGES J.K., Functional significance of

- behavioral, morphological, and endocrine correlates across the ovarian cycle in semifree ranging female Tonkean macaques. *Am. J. Primatol.*, 1998, **46**: 285–309.
- BALES K.L., FRENCH J.A., MCWILLIAMS J., LAKE R.A., DIETZ J.M., Effects of social status, age, and season on androgen and cortisol levels in wild male golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*). *Horm. Behav.*, 2006, **49**: 88–95.
- BANCROFT J., WU F.C., Changes in erectile responsiveness during androgen replacement therapy. *Arch. Sex. Behav.*, 1983, **12**: 59–66.
- BARDI M., BARRETT G.M., ZAVALA GUILLEN A.K., MORI A., SHIMIZU K., Regulation of sexual behaviour in male macaques by sex steroid modulation of the serotonergic system. *Experimental Physiology*, 2006, 91(2): 445–456.
- BARONE R., Anatomie comparée des mammifères domestiques, Tome 3<sup>ème</sup>, *Splanchnologie-fœtus et ses annexes, fascicule II, Appareil uro-génital, fœtus et ses annexes, péritoine et topographie abdominale*, 1978 : 110.
- BARRETT G.M., SHIMIZU K., BARDI M., ASABA S., MORI A., Endocrine correlates of rank, reproduction, and female-directed aggression in male Japanese macaques (*Macaca fuscata*). *Horm. Behav.*, 2002, **42**: 85–96.
- BARTECKI U., The social position of male barbary macaque (*M. sylvanus*) in a semifree-ranging population. *Primates*, 1986, **27**(2): 173-183.
- BAYNE K., MAINZER H., DEXTER S., CAMPBELL G., YAMADE F., SUOMI S., The reduction of abnormal behaviors in individually housed rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) with a foraging/grooming board. *American Journal of Primatology*, 1991, **23**(1): 23-35.
- BEDFORD J.M., Adaptations of the male reproductive tract and the fate of spermatozoa following vasectomy in the rabbit, rhesus monkey, hamster and rat. *Biol. Reprod.*, 1976, **14**(2): 118-42.
- BEEHNER J., BERGMAN T., CHENEY D., SEYFARTH R., WHITTEN P., Testosterone predicts future dominance rank and mating activity among male chacma baboons. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 2006, **59**: 469–479.
- BERCOVITCH F.B., LEBRON M.R., Impact of artificial fissioning and social networks on levels of aggression and affiliation in primates. *Aggress. Behav.*, 1991, **17**: 17–25.
- BERGHANEL A., SCHULKE O., OSTNER J., Coalition formation among Barbary macaque males: the influence of scramble competition. *Animal behaviour*, 2010, **80** (4) : 675-682 .
- BERGMAN T., BEEHNER J., CHENEY D., SEYFARTH R., WHITTEN P., Interactions in male baboons: the importance of both males' testosterone. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 2006, **59**: 480–489.
- BERMAN C.M., The ontogeny of social relationships with group companions among free-ranging infant rhesus monkeys. *Animal Behavior*, 1982, **30**: 163-170.
- BERNSTEIN I.S., Dominance, aggression and reproduction in primate societies. *Journal of theoretical biology*, 1976, **60**: 459-472.
- BERNSTEIN I.S., EHARDT C.L., Modification of aggression through socialization and the

special case of adult and adolescent male rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Am. J. Primatol.*, 1986, **10**: 213–227.

BERNSTEIN I.S., GORDON T.P., PETERSON M., Role behavior of an agonadal alpha-male monkey in a heterosexual group. *Folia Primatologica*, 1979, **32**: 263–267.

BERNSTEIN I.S., ROSE R.M., GORDON T.P., Behavioural and hormonal responses of male rhesus monkeys introduced to females in the breeding and nonbreeding seasons. *Anim. Behav.*, 1977, **25**: 609-614.

BIRKE L., Effects of browse, human visitors and noise on the behaviour of captive orangutans. *Animal Welfare*, 2002, **11**(2): 189–202.

BISSONNETTE A., LANGE E., VAN SCHAIK C.P., A cardinal measure of competitive ability in Barbary macaque males (*Macaca sylvanus*). *Ethology*, 2009a, **115**(7): 671–681.

BISSONNETTE A., DE VRIES H., VAN SCHAIK C.P., Coalitions in male Barbary macaques, *Macaca sylvanus* : strength, success and rules of thumb. *Animal behaviour*, 2009b, **78**(2): 329-335 .

BONNOTTE S., Maintien en captivité des primates simiens de l’Ancien monde : Problématique et proposition de solutions. Thèse Med. Vet. Toulouse : Université Paul Sabatier, 1997, 195p.

BONNOTTE S., Promouvoir le bien être psychologique des primates captifs et de laboratoire : aspects théoriques et pratiques. *Rev med vet*, 1999, **150**(1) : 15-26.

BOUISSOU M.F., Androgens, aggressive behaviour and social relationships in higher mammals. *Horm. Res.*, 1983, **18** (1–3): 43–61.

BRACK M., Agents transmissible from simians to man. Springer-Verlag, Berlin, 1987, 454p.

BRAUCH K., HODGE K., ENGELHARDT A., FUHRMANN K., SHAW E., HEISTERMANN M., Sex-specific reproductive behaviours and paternity in free-ranging Barbary macaques (*Macaca sylvanus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 2008, **62**: 1453–1466.

BRAUCH K., PFEFFERLE D., HODGES K., MOHLE U., FISCHER J., HEISTERMANN M., Female sexual behavior and sexual swelling size as potential cues for males to discern the female fertile phase in free-ranging Barbary macaques (*Macaca sylvanus*) of Gibraltar. *Horm. Behav.*, 2007, **52**(3): 375-83.

BRITT A., Encouraging Natural Feeding Behavior in Captive-bred Black and White Ruffed Lemurs (*Varecia variegata variegata*). *Zoo Biology*, 1998, **17**(5): 379-392.

BROCKMAN D.K., WHITTEN P.L., RICHARD A.F., SCHNEIDER A., Reproduction in free-ranging male Propithecus verreauxi: the hormonal correlates of mating and aggression. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1998, **105**: 137–151.

BROCKMAN D.K., WHITTEN P.L., RICHARD A.F., BENANDER B., Birth season testosterone levels in male Verreaux’s sifaka, Propithecus verreauxi: insights into socio-demographic factors mediating seasonal testicular function. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 2001, **49**(2,3): 117–127.

- BROWN G.R., DIXSON A.F., Investigation of the role of postnatal testosterone in the expression of sex differences in behavior in infant rhesus macaques (*Macaca mulatta*), *Horm. Behav.*, 1998, **35**: 186–194.
- BUREAU REGIONAL DU SPECIES SURVIVAL NETWORK (SSN), Projet sur la Conservation du Singe Magot au Maroc. *Lettre d'information sur la Convention sur le Commerce International des Espèces de Faune et de Flore Sauvages Menacées d'Extinction (CITES) spécialisée sur l'Afrique*, 2008, **1**(6).
- CAILLAUD S., Touchez pas au « magot » !, 10-08-2007, *L'Economiste (presse)*.
- CAINE N.G, MITCHELL G., Species differences in the interest shown in infants by juvenile female macaques. *International Journal of Primatology*, 1980, **1**(4)..
- CARLSTEAD K., Effects of captivity on the behavior of wild mammals. *In Wild Mammals In Captivity, principles and techniques*, Ed. D.G. Kleiman, M.E. Allen, K.V. Thompson, and S. Lumpkin, 1996, p317-329.
- CARMILLE F., La reproduction du macaque de Barbarie (*Macaca sylvanus*). Thèse Med. Vet. Toulouse : Université Paul Sabatier, 1990, 76p.
- CAVIGELLI S.A., PEREIRA M.E., Mating season aggression and fecal testosterone levels in male ring-tailed lemurs (*Lemur catta*). *Horm. Behav.*, 2000, **37**: 246-255.
- CHAMOVE A.S., HOSEY G.R., SCHAETZEL P., Visitors excite primates in zoos. *Zoo Biol.*, 1988, **7**: 359–369.
- CHAPMAN E.S., HEIDGER P.M., HARRISSON R.M., ROBERTS J.A., DOMINGUE G.J., SCHLEGEL J.U., Vasectomy in rhesus monkeys. IV. Electron microscopic studies of the seminiferous epithelium. *The Anatomical Record*, 1978a, **192** (1): 41–53.
- CHAPMAN E.S., HEIDGER P.M., ROBERTS J.A., DOMINGUE G.J., HARRISON R.M., SCHLEGEL J.U., Vasectomy in rhesus monkeys. III. Light microscopic studies of testicular morphology. *Urology*, 1978b, **11**: 148–152.
- CHEN L., Atlas radiographique du macaque de barbarie (*Macaca sylvanus*). Thèse Med. Vet. Toulouse : Université Paul Sabatier, 2006, 118p.
- CLANCY A.N., MICHAEL P., ZUMPE D., Progesterone decreases mating and estradiol uptake in preoptic areas of male monkeys. *Physiol. Behav.*, 2001, **74**(4-5): 603-12.
- CLARKSON T.B., ALEXANDER N.J., Vasectomy increases the severity of diet-induced atherosclerosis in *Macaca fascicularis*. *Science*, 1979, **201**: 538-541.
- CLARKSON T.B., ALEXANDER N.J., Long-term vasectomy: Effects on the occurrence and extent of atherosclerosis in rhesus monkeys. *Journal of clinical investigation*, 1980, **65**: 15-25.
- CLARKSON T.B., ALEXANDER N.J., MORGAN T.M., Atherosclerosis of cynomolgus monkeys hyper -and hyporesponsive to dietary cholesterol. *Arteriosclerosis*, 1988, **8**(5): 488-98.
- COE J.C., What's the Message ? Exhibit design for education. *Regional Conference Proceedings, American Association of Zoological Parks and Aquariums*, 1987: 19-23.



CORDS M., Experimental approaches to the study of primate conflict resolution. In : ROEDER J.J., THIERRY B., ANDERSON J.R., HERRENSCHMIDT N.(Eds), *Current primatology vol II Social Development Learning and Behaviour*, 1994: 127-137.

COUTROT L., Herpès virale B : gestion du risque infectieux chez le macaque et l'homme. Thèse d'exercice, médecine vétérinaire, Toulouse, 2006, 234 p.

CRANE S.W., Orchidectomy of descended and retained testes in the dog and cat. In BOJRAB M.J., *Current techniques in small animal surgery, 3rd edition*, 1990, **31**: 416,

CRISTOBAL-AZKARATE J., CHAVIRA R., BOECK L., RODRIGUEZ-LUNA E., VEAL J.J., Testosterone levels of free-ranging resident mantled howler monkey males in relation to the number and density of solitary males: a test of the challenge hypothesis. *Horm. Behav.*, 2006, **49**: 261–267.

DARRAS S., Conditions d'hébergement et de présentation des primates en captivité. Thèse Med. Vet. Nantes, 2006, 205p.

DAVIS-DASILVA M., WALLEN K., Suppression of male rhesus testicular function and sexual behavior by a gonadotropin-releasing-hormone agonist, *Physiology & Behavior*, 1989, **45**(5): 963-968.

DE TURKHEIM G., MERZ E., Breeding Barbary macaques in outdoor open enclosures. In: *The Barbary Macaque: a Case Study in Conservation (Ed. By J. E. Fa)*, New York, Plenum press, 1984, Chapter X: 241-261.

DE WAAL F.B.M., The integration of dominance and social bonding in primates. *The Quartely Review of Biology*, 1986, **61**(4) : 459-479.

DE WAAL F.B.M., The myth of a simple relation between space and aggression in captive primates. *Zoo Biol.*, 1989, **1** (Suppl.): 141–148.

DE WAAL F.B., AURELI F., JUDGE P.G., Coping with crowding. *Scientific American*, 2000, **282**: 76–81.

DEAG J.M., Aggression and submission in monkey societies. *Anim. Behav.*, 1977, **25**: 465–474.

DEAG J.M., Interactions between males and unweaned Barbary macaques: testing the agonistic buffering hypothesis. *Behaviour*, 1980, **75**: 54–81.

DEAG J.M., CROOKS J.H., Social behaviour and “agonistic buffering” in the wild Barbary macaque *Macaca sylvana*. *Folia primatologica*, 1971, **15**: 183-200.

DEPUTTE B.L., Les primates. In : *Encyclopaedia universalis*, 1998.

DIDIER R., RODE P., Mammifères. Etude systématique par espèces. Ed P. André, P. Lechevalier, 1938, Vol.2 *Macaca sylvanus*, 13p.

DIENSKE H., VAN VREESWIJK W., KONING H., Adequate mothering by partially isolated rhesus monkeys after observation of maternal care. *Journal of Abnormal Psychology*, 1980, **89** (3): 489-492.

DIXSON A.F., Sexual and aggressive behaviour of adult male marmosets (*Callithrix jacchus*)

- castrated neonatally, prepubertally, or in adulthood. *Physiol. Behav.*, 1993, **54**(2): 301-7.
- DIXSON A.F., Evolutionary perspectives on primate mating systems and behavior. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1997, **807**, Integrative Neurobiology of Affiliation, 42-61.
- DIXSON A.F., HERBERT J., Gonadal hormones and sexual behaviour in groups of adult talapoin monkeys. *Hormones and behavior*, 1977, **8**(2): 141-154.
- Document justificatif pour le chapitre 3.9.1. du Code Zoosanitaire International de l'OIE sur les zoonoses transmissibles par des primates non humains. *Rapport du Groupe ad hoc*, Paris, 1996, 19-22.
- DRICKAMER L.C., VESSEYS.H., Group changing in free-ranging male rhesus monkeys. *Primates*, 1973, **14**: 359-368.
- DUHAUTOIS B., Guide pratique de chirurgie des tissus mous chez le chien et le chat, 2003, section 10 : 395 "pathologie et chirurgie des testicules".
- EAZA, (consultée le 8 mars 2011 sur : <http://www.eaza.net/> ).
- ECKSTEIN P., Internal Reproductive Organs. In H Hofer, AH Schultz and D Starck (eds.): *Primatologia*. Basel: Karger, 1956.
- EL AZIZI A., Interview de Joel Defort, président de l'association SOS Magots et des services douaniers. *TelQuel Magazine*. Maroc, 2009.
- ELLIS L., Dominance and reproductive success among non human animals: a cross-species comparison. *Ethol. Sociobiol.*, 1995, **16**: 257-333.
- ERWIN J., Factors influencing aggressive behavior and risk of trauma in the pigtail macaque (*Macaca nemestrina*). *Lab Anim Sci.*, 1977, **27**(4): 541-7.
- FA J.E., The Barbary macaque. In J.E. Fa (Ed.), *The Barbary macaque- A case study in conservation*. Plenum Press, New York, 1984, Chapter I: 8-12, 135-164.
- FA M., The genus *Macaca* : a review of taxonomy and evolution. *Mammal rev.*, 1989, **19**(2): 45-81.
- FINLAYSON C., RODRIGUEZ-LLANES J.M., VERBEKE G., Reproductive benefits of high social status in male macaques. *Animal behaviour*, 2009, **78**(3): 643-649.
- FISHER J., PFEFFERLE D., HEISTERMANN M., HODGES J.K., Male Barbary macaques eavesdrop on mating outcome: a playback study. *Animal behaviour*, 2008, **75**(6): 1885-1891.
- FLECKNELL P.A., Laboratory animal anesthesia, an introduction for research workers and technicians. *Academic press*, 1987: 110.
- FLICKINGER C.J., HERR J.C., SISAK J.R., HOWARDS S.S., Ultrastructure of epididymal interstitial reactions following vasectomy and vasovasostomy. *The Anatomical Record*, 1993, **235**(1) : 61-73.
- FORTMAN J.D., HEWETT T.A., BENNETT B.T., The laboratory nonhuman primate. *CRC Press, Boca Raton, FL*, 2002.

- FOSSUM T.W., Manual of small animal surgery, 2000, surgery of the reproductive and genital systems, p386.
- FOULQUIER A., Etude démographique d'une population de singes magots (*Macaca sylvanus*) dans la région d'Azrou, dans le moyen atlas marocain. Thèse Med. Vet. Toulouse : Université Paul Sabatier, 2008, 42p.
- GIBBONS A., Barbary macaques challenge theory of female choice. *Science*, 1992, **257**(5068): 329-30.
- GLATSTON A.R., The control of zoo populations with special reference to primates. *Anim.Welf.*, 1998, 7: 269–281.
- GLUCK J.P., SACKETT G.P., Frustration and self-agression in social isolate rhesus monkeys. *Journal of abnormal psychology*, 1974, **83**: 331-334.
- GOLDFOOT D.A., ESSOCK-VITALE S.M., ASA C.S., THORNTON J.E., LESHNER A.I., Anosmia in male rhesus monkeys does not alter copulatory activity with cycling females. *Science*. 1978, **199**(4333): 1095-6.
- GOOSEN C., VAN DER GULDEN W., ROZEMOND H., BALNER H., BERTENS A., BOOT R., BRINKERT I., DIENSKE H., JANSSEN G., LAMMERS A., TIMMERMANS P., Recommendations for the housing of macaque monkeys. *Laboratory Animals*, 1984, **18**: 99-102.
- GORDON T.P., Reproductive behavior in the rhesus monkey: Social and endocrine variables. *Am. Zool.*, 1981, **21**: 185–195.
- GORDON T.P., ROSE R., BERNSTEIN I.S., Seasonal rhythm in plasma testosterone levels in the rhesus monkey (*Macaca mulatta*): A three year study. *Horm. Behav.* 1976, **7**: 229–243.
- GOY R.W., WALLEN K., Experimental variables influencing play, footclasp mounting and adult sexual competence in male rhesus monkeys. *Psychoneuroendocrinology*, 1979, **4**(1): 1-12.
- HARLOW H.F., SUOMI S.J., Social recovery by isolation-reared monkeys. *Proceedings of the national academy of sciences, USA*, 1971, **68** (7): 1534-1538.
- HEISTERMANN M., BRAUCH K., MOHLE U., PFEFFERLE D., DITTAMI J., HODGES K., Female ovarian cycle phase affects the timing of male sexual activity in free-ranging Barbary macaques (*Macaca sylvanus*) of Gibraltar., *Am. J. Primatol.*, 2008, **70**(1): 44-53.
- HEWS D.K., MOORE M.C., Influence of androgens on differentiation of secondary sex characteristics in tree lizards, *Uro saurus ornatus*. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 1995, **97**: 86-102.
- HILL D.A., Affiliative behaviour between adult males of the genus *macaca*. *Behaviour*, 1994, **130**(3,4): 293-308.
- HINSHAW K.C., AMAND W.B., TINKELMAN C.L., Preventive medicine. In *Wild Mammals In Captivity, principles and techniques*, Ed. D.G. Kleiman, M.E. Allen, K.V. Thompson, and S. Lumpkin, 1996, p16.
- HIRAIWA M., Materna land alloparental care in a troop of free-ranging japanese monkeys. *Primates*, 1981, **22**(3): 309-329.

- HONESS P.E., PIZARRO M., SENE N.N., WOLFENSOHN S.E., Disease transmission in Barbary and other macaques: risks and implications for management and conservation. *In JK Hodges, J. Cortes (Eds), The Barbary macaque: biology, management, and conservation*, 2006.
- HORNSHAW S.G., A comparison of proximity behavior in two groups of Barbary macaques- Implications for the management of the species in captivity. *In J.E. Fa (Ed.), The Barbary macaque- A case study in conservation. Plenum Press, New York*, 1984, Chapter IX.
- HOSEY G.R., How does the zoo environment affect the behaviour of captive primates?. *Applied Animal Behaviour Science*, 2005, **90**(2): 107-129.
- HUCK H, LOTTKER P., HEYMANN E.W., HEISTERMANN M., Characterization and social correlates of fecal testosterone and cortisol excretion in wild male *Saguinus mystax*. *Am. J. Primatol.*, 2005, **26**: 159– 178.
- INTERNATIONAL PRIMATOLOGICAL SOCIETY, Directives internationales de l'IPS pour l'acquisition, le soin et l'élevage de primates nonhumains. 2<sup>ème</sup> édition, 2007.
- INUE M., MITSUNAGA F., NOZAKI M., OHSAWA H., TAKENAKA A., SUGIYAMY Y., SHIMIZU K., TAKENAKA O., Male dominance rank and reproductive success in an enclosed group of Japanese macaques: With special reference to post-conception mating. *Primates*, 1993, **34**: 503-511.
- JANETT F., STUMP R., BURGER D., THUN R., Suppression of testicular function and sexual behavior by vaccination against GnRH (Equity) in the adult stallion. *Animal Reproduction*, 2009, **115**(1,4): 88-102.
- JENSEN G.D., BOBBITT R.A., GORDON B.N., Mothers' and infants' roles in the development of independence of *Macaca nemestrina*. *Primates*, 1973, **14**(1) : 79-88.
- JUDGE P.G., DE WAAL F.B.M., Rhesus monkey behaviour under diverse population densities: coping with long-term crowding. *Anim. Behav.*, 1997, **54**: 643–662.
- KANAGAWA H., HAFEZ E.S., NAWAR M.M., JASZCZAK S., Patterns of sexual behavior and anatomy of copulatory organs in macaques. *Z. Tierpsychol.*, 1972, **31**(5): 449-60.
- KAPPELER P.M., VAN SCHAIK C.P., Methodological and evolutionary aspects of reconciliation among primates. *Ethology*, 1992, **92** (1): 51–69.
- KAUR J., RAMAKRISHNAN P.R., RAJALAKSHMI M., Effect of cyproterone acetate on structure and function of rhesus monkey reproductive organ. *Anat. Rec.*, 1992, **234**(1): 62-72.
- KIRKPATRICK J.F., LYDA R.O., FRANK K.M., Contraceptive vaccines for wildlife: a review. *Am. J. Reprod. Immunol.*, 2011, **66**(1): 40-50.
- KUESTER J., Living conditions and management of Barbary macaques (*Macaca sylvanus*) in European zoos and animal parks- Status and potential for conservation of the species. *In JK Hodges, J. Cortes (Eds), The Barbary macaque: biology, management, and conservation*, 2006.
- KUESTER J., PAUL A., Intergroup transfert and incest avoidance in semifree-ranging Barbary macaques (*Macaca sylvanus*) at Salem (FRG). *Am. J. Primatol.*, 1985, **8**(4): 317–322.

- KUESTER J., PAUL A., Male–infant relationships in semifree-ranging Barbary macaques (*Macaca sylvanus*) of Affenberg Salem/FRG: testing the ‘male care’ hypothesis. *Am. J. Primatol.*, 1986, **10**: 315–327.
- KUESTER J., PAUL A., Reproductive strategies of subadult Barbary macaque males at Affenberg Salem. In: *The Sociobiology of Sexual and Reproductive Strategies* (Ed. by V.V. Rasa) New York, 1989: 93-109.
- KUESTER J., PAUL A., Influence of male competition and female mate choice on male mating success in Barbary macaques (*Macaca sylvanus*). *Behaviour*, 1992, **120**: 192-217.
- KUESTER J., PAUL A., Female-female competition and male mate choice in Barbary macaques. *Behaviour*, 1996, **133**(9,10): 763-790.
- KUESTER J., PAUL A., Male migration in Barbary macaques (*Macaca sylvanus*) at Affenberg Salem. *Int. J. Primatol.*, 1999, **20**: 85–106.
- KUESTER J., PAUL A., ARNEMANN J., Age-related and individual differences of reproductive success in male and female Barbary macaques (*Macaca sylvanus*). *Primates*, 1995, **36**: 461-476.
- KUMMERLI R., MARTIN R.D., Male and Female Reproductive Success in *Macaca sylvanus* in Gibraltar: No Evidence for Rank Dependence. *International Journal of Primatology*, 2005, **26**: 1229-1249.
- KWAN M., GREENLEAF W.J., MANN J., CRAPO L., DAVIDSON J.M., The nature of androgen action on male sexuality: A combined laboratory-self-report study on hypogonadal men. *J. Clin. Endocrin. Metab.*, 1983, **57**: 557–562.
- LEVY J.K., Contraceptive vaccines for the humane control of community cat populations. *Am. J. Reprod. Immunol.*, 2011, **66**(1): 63-70.
- LEVY J.K., CRAWFORD P.C., APPEL L.D., CLIFFORD E.L., Comparison of intratesticular injection of zinc gluconate versus surgical castration to sterilize male dogs. *Am. J. Vet. Res.*, 2008, **69**(1): 140-3.
- LINNET L., MOLLER N.P.H., BERNTH-PETERSEN P., EHLERS N., BRANDSLUND I., SVEHAG S.E., No increase in arteriosclerotic retinopathy or activity in tests for circulating immune complexes 5 years after vasectomy. *Fertil. Steril.*, 1982, **37**: 798-806.
- LODDE S., Transmission des zoonoses chez les primates. Thèse Med. Vet. Toulouse : Université Paul Sabatier, 1998, 554p.
- LUMB V.W., JONES W.E., Veterinary anesthesia, third edition, “Primates”, 1996.
- LUNN S.F., RECIO R., MORRIS K., FRASER H.M., Blockade of the neonatal rise in testosterone by a gonadotropin-releasing hormone antagonist: effects on timing of puberty and sexual behavior in the male marmoset monkey. *Journal of Endocrinology*, 1994, **141**: 439–447.
- LUTZ C., WELL A., NOVAK M., Stereotypic and self-injurious behavior in rhesus macaques: A survey and retrospective analysis of environment and early experience. *American Journal of Primatology*, 2003, **60**(1): 1-15.

- LYNCH J.W., ZIEGLER T.E., STRIER K.B., Individual and seasonal variation in fecal testosterone and cortisol levels of wild male tufted capuchin monkeys, *Cebus apella nigrinus*. *Horm. Behav.*, 2002, **41**: 275–287.
- MALLAPUR A., Managing Primates in Zoos : Lessons from Animal Behaviour. *Current Science*, 2005, **89**(7): 1214-1219.
- MANN D.R., AKINBAMI M.A., GOULD K.G., PAUL K., WALLEN K., Sexual maturation in male rhesus monkeys: Importance of neonatal testosterone exposure and social rank. *J. Endocrinol.*, 1998, **156**: 493–501.
- MANN D.R., GOULD K.G., COLLINS D.C., WALLEN K., Blockade of neonatal activation of the pituitary–testicular axis: effect on peripubertal luteinizing hormone and testosterone secretion and on testicular development in male monkeys. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 1989, **68**: 600–607.
- MATSUBAYASHI K., WATANABE G., TAYA K., KATAKAI Y., SASAMOTO S., SUZUKI S., NOZAKI M., Seasonal changes in plasma concentrations of immunoreactive inhibin and testicular activity in male Japanese macaques. *Biology of reproduction*, 1991, **44**: 822-826.
- MAZUR A., Effects of testosterone on status in primate groups. *Folia Primatol.*, 1976, **26** (3): 214–226.
- MCDONALD S.W., Vasectomy: morphological and immunological effects. *Clinical Anatomy*, 1988, **1**(3) : 187–195.
- MEDER A., Effects of the Environment on the Behaviour of Lowland Gorillas in Zoos. *Primate Report*, 1992, **32**: 167-183.
- MEHLMAN P.T., Comparative density, demography and rangin behavior of Barbary macaques in marginal and prime conifere habitats. *International Journal of Primatology*, 1989, **10**(4): 269-293.
- MEHLMAN P.T., HIGLEY J.D., FERNALD B.J., SALLEE F.R., SUOMI S.J., LINNOILA M., CSF 5-HIAA, testosterone, and sociosexual behaviors in free-ranging male rhesus macaques in the mating season. *Psychol. Res.*, 1997, **72** : 89–102.
- MENARD N., VON SEGESSER F., SCHEFFRAHN W., PASTORINI J., VALLET D., GACI B., MARTIN R.D., GAUTIER-HION A., Is male-infant caretaking related to paternity and/or mating activities in wild Barbary macaques (*Macaca sylvanus*)? *C. R. Acad. Sci. III.*, 2001, **324**(7): 601-10.
- MERMET N., Causes de mortalité chez les primates en parc zoologique français. Thèse d'exercice, médecine vétérinaire, Paris, Faculté de médecine de Créteil, 2003, 111p.
- MICHAEL R.P., BONSALE R.W., ZUMPE D., Testosterone and its metabolites in male cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*): Behavior and biochemistry. *Physiology and behavior*, 1987, **40**: 527-537.
- MICHAEL R.P., WILSON A.P., Effects of castration and hormone replacement in fully adult male rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Endocrinology*, 1974, **95**: 150-159.
- MICHAEL R.P., ZUMPE D., Redirected aggression and gonadal hormones in captive rhesus

- monkeys (*Macaca mulatta*). *Animal Behaviour*, 1970, **18**: 11-19.
- MICHAEL R.P., ZUMPE D., Annual cycles of aggression and plasma testosterone in captive male rhesus monkeys. *Psychoneuroendocrinology*, 1978, **3**(2): 217-20.
- MICHAEL R.P., ZUMPE D., A review of hormonal factors influencing the sexual and aggressive behavior of macaques. *Am. J. Primatol.*, 1993, **30**: 213–241.
- MICHAEL R.P., ZUMPE D., Social factors modulate the effects of hormones on the sexual and aggressive behavior of macaques. *Am. J. Primatol.*, 1996, **38**: 233–261.
- MICHAEL R.P., ZUMPE D., BONSALE R.W., Comparison of the effects of testosterone and dihydrotestosterone on the behavior of male cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). *Physiology and behavior*, 1986, **36**: 349-355.
- MILLER M.E., EVANS H.E., CHRISTENSEN G.C., Miller's anatomy of the dog, 3rd edition ed. *W.B. Saunders*, Philadelphia, 1979.
- MITANI J.C., GROS-LOUIS J., MANSON J.H., Number of males in primate groups: comparative tests of competing hypotheses. *Am. J. Primatol.*, 1996, **38**:315-332.
- MITCHELL G., TROMBORG C., KAUFMAN J., BARGABUS S., SIMONI R., GEISLER V., More on the 'influence' of zoo visitors on the behaviour of captive primates. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 1992c, **35**: 189–198.
- MODOLO L., MARTIN R.D., Reproductive success in relation to dominance rank in the absence of prime-age males in Barbary macaques, *American Journal of Primatology*, 2008, **70**(1): 26-34.
- MODOLO L., SALZBURGER W., MARTIN R.D., Phylogeography of Barbary macaques (*Macaca sylvanus*) and the origin of the Gibraltar colony. *Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America*, 2005, **102**: 7392-7397.
- MOISSON P., Classification et protection des primates. *Cours optionnel de primatologie, T1 pro ENVT*, 2005.
- MOLTO N., Les maladies règlementées chez les primates. Thèse d'exercice, médecine vétérinaire, Toulouse3, 2010, 297p.
- MORRIS R.W., RICHARDS A.B., WARD S., SCHMITZ S., ROTHMOND D.A., NOBLE P.L., WOODWARD R.A., WINSLOW J.T., WEICKERT C.S., Gonadectomy negatively impacts social behavior of adolescent male primates. *Horm. Behav.*, 2009, **56**(1): 140-8.
- MOUNA M., CAMPERIO CIANI A., Distribution and demography of the Barbary macaque in the wild. In *JK Hodges, J. Cortes (Eds), The Barbary macaque: biology, management, and conservation*, 2006a.
- MOUNA M., CAMPERIO CIANI A., Human and environmental causes of the rapid decline of *Macaca sylvanus* in the Middle Atlas of Morocco. In *JK Hodges, J. Cortes (Eds), The Barbary macaque: biology, management, and conservation*, 2006b.
- MOUNTASSIR K., Selon les chercheurs : Le singe magot court un réel danger de disparition. *Libération*, 2009.

- MULLER M.N., WRANGHAM R.W., Dominance, aggression and testosterone in wild chimpanzees: a test of the “challenge hypothesis”. *Anim. Behav.*, 2004, **67**: 113–123.
- MURRAY D.R., MAYER MURDOCH K., Mother-infant dyad behavior in the oregon troop of japanese macaques. *Primates*, 1977, **18**(4): 815-824.
- MYERS P., ESPINOSA R., PARR C.S., JONES T., HAMMOND G.S., and DEWEY T.A., The Animal Diversity Web (online), 2008. Accessed March 06, 2011 at <http://animaldiversity.org> vol III *Behavioural Neuroscience, Physiology and Reproduction*, 1994: 163-167.
- NAZ R.K., Contraceptive vaccines. *Drugs*. 2005, **65**(5): 593-603.
- NAZ R.K., Contraceptive Vaccines: Success, Status, and Future Perspective, *American Journal of Reproductive Immunology*, 2011, **66**: 2–4.
- NAZ R.K., GUPTA S.K., GUPTA J.C., VYAS H.K., TALWAR A.G., Recent advances in contraceptive vaccine development: a mini-review. *Hum .Reprod.*, 2005, **20**(12): 3271-83.
- NEVISON C.M., BROWN G.R., DIXSON A.F., Effects of altering testosterone in early infancy on social behaviour in captive yearling rhesus monkeys. *Physiol. Behav.*, 1997, **62**: 1397–1403.
- NUNN C.L., The number of males in primate groups: a comparative test of the socioecological model. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 1999, **46**: 1-13.
- O’NEILL A.C., FEDIGAN L.M., ZIEGLER T., Relationship between ovarian cycle phase and sexual behavior in female Japanese macaques (*Macaca fuscata*). *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2004, **125**: 352–362.
- O’RAND M.G., WIDGREN E.E., SIVASHANMUGAM P., RICHARDSON R.T., HALL S.H., FRENCH F.S., VANDE VOORT C.A., RAMACHANDRA S.G., RAMESH V., JAGANNADHA RAO A., Reversible immunocontraception in male monkeys immunized with Eppin. *Science*, 2004, **306**: 1189–1190.
- OFFICE INTERNATIONAL DES EPIZOOTIES, Code sanitaire pour les animaux terrestres, Douzième édition, 2003, Titre **2.10**. Maladies prises en considération ni dans la liste A ni dans la liste B, Chapitre 2.10.1. Zoonoses transmissibles par les primates non humains, 331-338.
- OFTEDAL O.T., ALLEN M.E., The feeding and nutrition of omnivores with emphasis on primates. In *Wild Mammals In Captivity, principles and techniques*, Ed. D.G. Kleiman, M.E. Allen, K.V. Thompson, and S. Lumpkin, 1996, p148.
- OLIVEIRA E.C., MOURA M.R., SILVA V.A.Jr, PEIXOTO C.A., SARAIVA K.L., DE SA M.J., DOUGLAS R.H., DE PINHO MARQUES A. Jr., Intratesticular injection of a zinc-based solution as a contraceptive for dogs. *Theriogenology*, 2007, **68**(2): 137-45.
- OSTNER J., KAPPELER P., HEISTERMANN M., Seasonal variation and social correlates of androgen excretion in male red-fronted lemurs (*Lemur fulvus rufus*). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 2002, **52**: 485–495.
- PAUL A., Determinants of male mating success in a large group of Barbary macaques (*Macaca sylvanus*) at Affenberg Salem. *Primates*, 1989, **30**: 461–476.



- PAUL A., KUESTER J., Differential reproduction in male and female Barbary macaques. *In JE Fa and DG Lindburg (eds): Evolution and Ecology of Macaque Societies. Cambridge: Cambridge University Press, 1996: 293–317.*
- PAUL A., KUESTER J., ARNEMANN J., The sociobiology of male-infant interactions in Barbary macaques, *Macaca sylvanus. Animal Behaviour*, 1996, **51**: 155-170.
- PAUL A., KUESTER J., TIMME A., ARNEMANN J., The association between rank, mating effort, and reproductive success in male Barbary macaques (*Macaca sylvanus*). *Primates*, 1993, **34**: 491–502.
- PAULIAN E., Evolution des rôles des parcs zoologiques au XXème siècle. Thèse d'exercice, médecine vétérinaire, Nantes, 1999.
- PEARL M.C., SCHULMAN S.R., Techniques for the analysis of social structure in animal societies. *Advances in the study of behavior*, 1983, vol.**13**.
- PENG, B., ZHANG, R.D., DAI, X.S., DENG, X.Z., WAN Y., YANG Z.W., Quantitative (stereological) study of the effects of vasectomy on spermatogenesis in rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Reproduction*, 2002, **124**: 847–856.
- PFEFFERLE D., BRAUCH K., HEISTERMANN M., HODGES J.K., FISHER J., Female copulation calls do not reveal the fertile phase but influence the mating outcome. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 2008, **275**(1634): 571-578.
- PHOENIX C.H., Sexual behavior in rhesus monkeys after vasectomy. *Science*, 1973, **179** (72): 493-494.
- PHOENIX C.H., Effects of dihydrotestosterone on sexual behavior of castrated male rhesus monkeys. *Physiology and behavior*, 1974, **12**: 1045-1055.
- PHOENIX C.H., Sexual behavior of castrated male rhesus monkeys treated with 19-hydroxytestosterone. *Physiol. Behav.*, 1976, **16**(3): 305-10.
- PHOENIX C.H., ALEXANDER J.A., Sexual behavior in long-term vasectomized male rhesus monkeys, *Physiology & Behavior*, 1979, **22**(4): 747-751.
- PHOENIX C.H., CHAMBERS K.C., Aging and primate male sexual behavior. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 1986a, **183**(2): 151-62.
- PHOENIX C.H., CHAMBERS K.C., Threshold for behavioral response to testosterone in old castrated male rhesus macaques. *Biology of Reproduction*, 1986b, **35**(4): 918-926.
- PHOENIX C.H., SLOB A.K., GOT R.W., Effects of castration and replacement therapy on sexual behavior of adult male rhesuses. *Journal of comparative and physiological psychology*, 1973, **84**: 472-481.
- PREUSCHOFT S., PAUL A., KUESTER J., Dominance styles of female and male Barbary macaques (*Macaca sylvanus*). *Behaviour*, 1998, **135**: 731-755.
- PRUD'HOMME J., Group fission in a semifree-ranging population of Barbary macaques (*Macaca sylvanus*). *Primates*, 1991, **32**: 9–22.
- REINHARDT V., HOUSER D., EISELE S., COWLEY D., VERTEIN R., Behavioral

responses of unrelated rhesus monkey females paired for the purpose of environmental enrichment. *American journal of primatology*, 1988, **14**(2): 135-140.

RENQUIST D.M., WHITNEY R.A., Zoonoses acquired from pet primates, *Veterinary clinics of North America: Small Animal Practice*, 1987, **17** (1): 219-240.

RESKO J.A., PHOENIX C.H., Sexual behavior and testosterone concentrations in the plasma of the rhesus monkey before and after castration. *Endocrinology*, 1972, **91**(2): 499-503.

RICE C.G., KALK P., Identification and marking techniques. In *Wild Mammals In Captivity, principles and techniques*, Ed. D.G. Kleiman, M.E. Allen, K.V. Thompson, and S. Lumpkin, 1996, p56.

RIECHELMANN C., HULTSCH H., TODT D., Early development of social relationships in Barbary macaques (*Macaca sylvanus*): Trajectories of alloparental behaviour during an infant's first three months of life. In : ROEDER J.J., THIERRY B., ANDERSON J.R., HERRENSCHMIDT N.(Ed), *Current primatology vol II Social Development Learning and Behaviour*, 1994: 273-279.

ROBERTS M.S., The annual reproductive cycle of captive *Macaca sylvana*. *Folia primatologica*, 1978, **29**(3) : 229-235.

RODRIGUEZ GOMEZ J., GRAUS MORALES J., MARTINEZ SANUDO M.J., Atlas de chirurgie périnéale du chien et du chat. *Editions du point vétérinaire*, 2007: 264-269.

ROSE R., BERNSTEIN I.S, GORDON T.P., Consequences of social conflict on plasma testosterone levels in rhesus monkeys. *Psychosom. Med.*, 1975, **40**: 60–70.

ROWE, N., The pictorial guide to the living primates, 1996, 263p.

ROWELL T.E., Hierarchy in the organisation of a captive baboon group. *Animal behavior*, 1996, **14**: 430-443.

SACKETT G.P., Effects of rearing conditions upon the behavior of rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Child development*, 1965, **36**(4): 855-868.

SEMPLE S., The function of Barbary macaque copulation calls. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 1997, **265**: 287-291.

SEMPLE S., MCCOMB K., Perception of female reproductive state from vocal cues in a mammal species. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 2000, **267**: 707-712.

SEMPLE S., WIPER S.M., The function of teeth chattering in male Barbary macaques (*Macaca sylvanus*). *Am. J. Primatol.*, 2007, **69**(10): 1179-88.

SETCHELL J.M., DIXSON A.F., Changes in the secondary sexual adornments of male mandrills (*Mandrillus sphinx*) are associated with gain and loss of alpha status. *Horm. Behav.*, 2001, **39**: 177–184.

SEVESTRE J., Eléments de chirurgie animale. Tome 2, Chirurgie abdominale, *Ed. du Point vétérinaire*, 1979: 80.

SHIVELY C., CLARKE S., KING N., SCHAPIRO S., MITCHELL G., Patterns of sexual behavior in male macaques. *American Journal of Primatology*, 1982, **2**(4): 373-384.

- SIMON N., Hormonal processes in the development and expression of aggressive behavior. In: *Pfaff DW, Arnold AP, Etgen AM, Fahrbach SE, Rubin RT, editors. hormones, brain and behavior, San Diego: Elsevier Science, 2002, 339–392.*
- SLATTER D., Textbook of small animal surgery, second edition, volume II, 1993, p1325-35.
- SLOB A.K., SCHENK P.E., Chemical castration with cyproterone acetate (Androcur<sup>®</sup>) and sexual behavior in the laboratory-housed male stump-tailed macaque (*Macaca arctoides*), *Physiology & Behavior*, 1981, **27**(4): 629-636.
- SMALL M.F., Female choice in nonhuman primates. *American Journal of Physical Anthropology*, 1989, **32**(Issue supplement S10) : 103-127.
- SMALL M.F., Promiscuity in Barbary macaques (*Macaca sylvanus*). *Am. J. Primatol.*, 1990, **20**: 267–282.
- SMITH A., LINDBURG D.G., VEHRENCAMP S., Effect of food preparation on feeding behavior of lion-tailed macaques. *Zoo Biology*, 1989, **8** (1): 57–65.
- SMITH E.O., PFEFFER-SMITH P.G., Triadic interactions in captive Barbary macaques (*Macaca sylvanus*): “Agonistic buffering”? *American Journal of Primatology*, 1982, **2**: 99-107.
- SOLTIS J., Do primate females gain nonprocreative benefits by mating with multiple males? Theoretical and empirical considerations. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 2002, **11**(5): 187–197.
- SOUTHWICK C.H., An experimental study of intragroup agonistic behavior in rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Behaviour*, 1967, **28** : 182–209.
- SPRAGUE D., Life history and male intertroop mobility among Japanese macaques (*Macaca fuscata*). *Int. J. Primatol.* ,1992, **13**: 437-454.
- SPRAGUE D., Age, dominance rank, natal status, and tenure among male macaques. *American Journal of Physical Anthropology*, 1998, **105**(4): 511–521.
- STEVENSON M.F. The sense and direction of captive breeding programs-the position of the Barbary macaque. In *J.E. Fa (Ed.), The Barbary macaque- A case study in conservation. Plenum Press, New York, 1984, Chapter VIII.*
- SYME G.J., Competitive orders as measures of social dominance. *Animal Behaviour*, 1974, **22**: 931-940.
- SZENDE B., REDDING T.W., SCHALLY A.V., Suppression of meiosis of male germ cells by an antagonist of luteinizing hormone-releasing hormone. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 1990, **87**(3): 901-3.
- TAUB D.M., Testing the ‘agonistic buffering’ hypothesis. I. The dynamics of participation in the triadic interaction. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 1980, **6**: 187–197.
- TAUB D.M., Sexual behavior of wild Barbary macaque males (*Macaca sylvanus*). *Am. J. Primatol.*, 1982, **2**(1): 109-113.
- TAUB D.M., A brief historical account of the recent decline in geographic distribution of the

Barbary Macaque in North Africa. In: Fa, J.E. (Ed.), *The Barbary Macaque: A Case Study in Conservation*. Plenum Press, New York, 1984, 71–79.

TEPSUMETHANON V., WILDE H., HEMACHUDHA T., Intratesticular injection of a balanced zinc solution for permanent sterilization of dogs. *J. Med. Assoc. Thai.*, 2005, **88**(5): 686-9.

TERRY M.W., Conserving nonhuman primates. In: *His Serene Highness Prince Rainer III of Monaco and G.H. Bourne, eds. Primate Conservation*, New York:Academic Press, 658p, 1977.

THIERRY B., Les mécanismes morphogénétiques dans les organisations sociales de macaques. *Primatologie*, 2000, **3**: 237-265.

THIERRY B., AURELI F., Barbary but not barbarian : social relations in a tolerant macaque. In JK Hodges, J. Cortes (Eds), *The Barbary macaque: biology, management, and conservation*, 2006.

TIMME A., Sex differences in infant integration in a semifree-ranging group of Barbary Macaques (*Macaca sylvanus*) at Salem, Germany. *American Journal of Primatology*, 1995, **37**(3): 221–231.

TOBIAS K.M., Manual of small animal soft tissue surgery. 2010, Section 4 : Surgery of the reproductive tract, canine castration p215.

TUNG K.S.K., ALEXANDER N.J., Monocytic orchitis and aspermatogenesis in normal and vasectomized rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *American Journal Of Primatology*, 1980, **101**: 17-29.

VAN LAVIEREN E., The illegal trade in the Moroccan Barbary macaque (*Macaca sylvanus*) and the impact on the wild population, *Thesis report, MSc Primate conservation (Oxford Brookes University)*, 2004.

VAN LAVIEREN E., The illegal trade in Barbary macaques from morocco and its impact on the wild population, *TRAFFIC Bulletin*, 2008a, **21**(3): 123-130.

VAN LAVIEREN E., Le singe magot menacé d’extinction, AAP, 2008b.

WALLEN K., Nature needs nurture: The interaction of hormonal and social influences on the development of behavioral sex differences in rhesus monkeys. *Horm. Behav.*, 1996, **30**: 364–378.

WALLEN K., Sex and context: hormones and primate sexual motivation., *Horm. Behav.*, 2001, **40**(2): 339-57.

WALLEN K., WINSTON L.A., Social complexity and hormonal influences on sexual behavior in rhesus monkeys. *Physiology and behavior*, 1984, **32**(4): 629-637.

WALLEN K., EIDER J.A., TANNENBAUM P.L., NAGELL K.M., MANN D.R., Antide (NALLYG GnRH antagonist) suppression of pituitary-testicular function and sexual behavior in group-living rhesus monkeys. *Physiology and behavior*, 1991, **50**: 429-435.

WALLEN K., MAESTRIPIERI D., MANN D.R., Effects of neonatal testicular suppression with a GnRH antagonist on social behavior in group-living juvenile rhesus monkeys. *Horm.*

*Behav.*, 1995, **29**: 322–337.

WALLEN K., WINSTON L.A., GAVENTA S., DAVIS-DASILVA M., COLLINS D.C., Perioovulatory changes in female sexual behavior and patterns of ovarian steroid secretion in group-living rhesus monkeys. *Hormones and Behavior*, 1984, **18**: 431–450.

WALLNER B., PROSSINGER H., MOSTL E., Perineal swellings: a social and endocrine advantage for Barbary macaque females (*Macaca sylvanus*). *Coll. Antropol.*, 1999, **23**(2): 451-9.

WANERT F., VIDAL S., Maladies, parasites et agents infectieux des Primates non humains. *Sci. Tech. Anim. Lab.*, 2006, 1er trimestre N° 1: 59-65.

WATERHOUSE M., WATERHOUSE H., Population density and stress in zoo monkeys. *Ecologist*, 1971, **1**(10).

WATTS E., MEDER A., Introduction and socialization techniques for primates. In *Wild Mammals In Captivity, principles and techniques*, Ed. D.G. Kleiman, M.E. Allen, K.V. Thompson, and S. Lumpkin, 1996, p67-75.

WEISKE W.H., Vasectomy. *Andrologia*, 2001, **33**(3): 125–134.

WELLS D.L., A note on the influence of visitors on the behaviour and welfare of zoo-housed gorillas. *Applied Animal Behaviour Science*, 2005, **93**(1-2): 13-17.

WICKINGS E.J., DIXSON A.F., Testicular function, secondary sexual development, and social-status in male mandrills (*Mandrillus-Sphinx*). *Physiol. Behav.*, 1992, **52**: 909-916.

WIDDIG A., STREICH W.J., TEMBROCK G., Coalition formation among male Barbary macaques (*Macaca sylvanus*). *American Journal of Primatology*, 2000, **50**: 37-51.

WILDT D.E., Male reproduction: Assessment, management, and control of fertility. In *Wild Mammals In Captivity, principles and techniques*, Ed. D.G. Kleiman, M.E. Allen, K.V. Thompson, and S. Lumpkin, 1996, p429-445.

WILSON A.P., BOELKINS R.C., Evidence for seasonal variation in aggressive behaviour by *Macaca mulatta*. *Animal behaviour*, 1970, **18**: 719-724.

WINGFIELD J.C., HEGNER R.E., DUFFY A.M., BALL G.F., The challenge hypothesis: theoretical implications for patterns of testosterone secretion, mating systems, and breeding strategies. *Am. Nat.*, 1990, **136**: 829– 846.

ZUMPE D., BONSALL R.W., MICHAEL R.P., Some contrasting effects of surgical and "chemical" castration on the behavior of male cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). *Am. J. Primatol.*, 1992, **26**: 11-22.

ZUMPE D., BONSALL R.W., MICHAEL R.P., Effects of the Nonsteroidal Aromatase Inhibitor, Fadrozole, on the Sexual Behavior of Male Cynomolgus Monkeys (*Macaca fascicularis*), *Hormones and Behavior*, 1993, **27**(2): 200-215.

ZUMPE D., CLANCY A.N., BONSALL R.W., MICHAEL R.P., Behavioral responses to Depo-Provera, Fadrozole, and estradiol in castrated, testosterone-treated cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*): the involvement of progestin receptors. *Physiol Behav.*, 1996, **60**(2): 531-40.

ZUMPE D., CLANCY A.N., MICHAEL R.P., Effects of progesterone on the sexual behavior of castrated, testosterone-treated male cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). *Physiol. Behav.*, 1997, **62**: 61-7.

ZUMPE D., MICHAEL R.P., Effects of medroxyprogesterone acetate on plasma testosterone and sexual behavior in male cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). *Physiol. Behav.*, 1988, **42**: 343- 9.

ZUMPE D., MICHAEL R.P., Effects of the presence of a second male on pair-tests of captive cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*): Role of dominance. *American Journal Of Primatology*, 1990, **22**: 145-158.

ZUMPE D., MICHAEL R.P., A role for brain aromatization in regulating the sexual activity of male cynomolgus monkeys. *In* : ANDERSON J.R., ROEDER J.J., THIERRY B., HERRENSCHMIDT N.(Eds), *Current primatology vol III Behavioural Neuroscience, Physiology and Reproduction*, 1994a: 157-161

ZUMPE D., MICHAEL R.P., Reduction of sexual activity by medroxyprogesterone acetate (MPA) in castrated, testosterone-treated male cynomolgus monkeys. *In* : ANDERSON J.R., ROEDER J.J., THIERRY B., HERRENSCHMIDT N.(Eds), *Current primatology*, 1994b.

ZUMPE D., MICHAEL R.P., Combined effects of Depo-Provera and Fadrozole on the sexual behavior of intact male cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). *Physiol. Behav.*, 1994c, **56**: 665-9.

## **ANNEXES**





# ANNEXE 1 :

## Questionnaire envoyé aux parcs zoologiques

1/ Possédez-vous des magots (*Macaca sylvanus*) dans votre parc animalier ?

- ➔ Si oui, merci de répondre aux questions suivantes,
- ➔ Sinon merci de me le préciser par retour de mail.

2/ Quels sont vos effectifs de magots (nombre, âge, sexe, et éventuellement filiation) ?

	Nombre	Âges
Mâles		
Femelles		

3/ Quel est le mode de captivité des magots dans votre parc?

- Cages individuelles ? / Petits groupes ? / Grands groupes ? / Harem ?  
Cages ou semi-liberté ?

4/ Reproduction

- Les magots se reproduisent-ils dans le parc ? Et, si oui, quel est le nombre de nouveaux par an environ ?
- Utilisez-vous des moyens de maîtrise de reproduction ?
  - Castration chirurgicale / Castration chimique / Vasectomie / Implants
  - Si oui
    - Quels sont les individus concernés et à quel âge ?
    - Succès ?
    - Si vous possédez des magots mâles castrés :
      - Ces derniers restent-ils bien intégrés au groupe ?
      - Notez-vous un changement de leur place dans la hiérarchie du groupe ?
      - Constatez-vous une diminution des conflits sociaux entre les individus ?

5/ Mouvements d'animaux

- Intégrez-vous de nouveaux magots dans votre groupe ?
  - Si oui, à quelle fréquence à peu près ?
  - D'où proviennent les nouveaux arrivants ?
  - Quel est le protocole d'insertion du nouveau venu dans le groupe existant ?
  - Le groupe reste-t-il stable globalement ?
- Exportez-vous des magots dans d'autres parcs ?

6/ Gestion du groupe de magots

- Rencontrez-vous des problèmes dans la gestion des groupes de magots ? Le groupe est-il stable (ou y a-t-il, au contraire, de nombreux conflits entre les individus) ?



## ANNEXE 2 :

### Succès, limites, et statut actuel des différentes cibles de l'immunocontraception

**Tableau 12 : Récapitulatif concernant les différentes cibles de l'immunocontraception (abordant leur utilisation, limites, disponibilité, succès, et autres utilisations respectives) (D'après Naz, 2011).**

Target	Sex that can use it	Major limitation	Commercially available vaccine	Contraceptive success in animals (species)	Success in humans	
					Contraceptive	Potential non-contraceptive use
GnRH	Male and female	Causes impotency	Equity <sup>®</sup> , Improvac <sup>®</sup> , GonaCon <sup>®</sup> , and Repro-BLOC <sup>®</sup>	Male and female feline species, and maybe some wild animals	Not investigated	Androgen ablation in men for prostate hypertrophy/carcinoma, and excessive hormone reduction in women for uterine fibroids/endometriosis/polycystic ovary syndrome/precocious puberty
FSH	Male and female	Causes oligospermia	None	Sub-human primates	Causes oligospermia	None known
LH	Male and female	Causes impotency	None	Laboratory animals and sub-human primates	Not investigated	None known
hCG	Female	Difficult to achieve high ab titer	None	Sub-human primates	Successful in women	hCG-secreting tumors
ZP	Female	Causes irreversible oophoritis	PZP vaccine/ Spayvac <sup>®</sup>	At least six free-ranging wildlife species, several zoo animals, female dogs, and sub-human primates	Not investigated	None known, but may find potential application in ovarian cancer
Sperm	Male and female	No limitation known	None available at the present time	Various laboratory animals and sub-human primates	Potential for success in humans based on data from active immunization studies and immunoinfertility	None known, but may find potential application in testicular cancer

FSH, follicle-stimulating hormone; GnRH, gonadotropin-releasing hormone; hCG, human chorionic gonadotropin; LH, luteinizing hormone; ZP, zona pellucida.



## **ANNEXE 3 :**

### **Textes réglementaires**

- ❖ **Articles L 413-1 à L. 413-5 du code de l'environnement.**
- ❖ **Articles R.413-3 à R.413-23 du code de l'environnement.**
- ❖ **Articles R213-2 à R213-4 du code rural.**
- ❖ **Articles R. 231-63-1 à R. 231-63-4 du code du travail.**
- ❖ **Arrêté du ministre de l'agriculture n° 582-62 du 3/11/1962** (3 novembre 1962) portant réglementation permanente de la chasse (Bulletin officiel n° 2619 du 4/01/1963 (4 janvier 1963)).
- ❖ **Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction**, signée à Washington le 3 mars 1973 et amendée à Bonn, le 22 juin 1979.
- ❖ **Loi n° 76-629 du 10/07/1976** relative à la protection de la nature (JO du 13 juillet et rectificatif du 28 novembre 1976).  
Texte modifié par les lois n° 85-1407 du 30 décembre 1985 (JO du 31 décembre 1985), n° 92-1336 du 16 décembre 1992 (JO du 23 décembre 1992), n° 94-89 du 1er février 1994 (JO du 2 février 1994), Loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 (JO du 1er janvier 1997), et n° 2000-597 du 30 juin 2000 (JO du 1er juillet 2000) et les ordonnances n° 2000-550 du 15 juin 2000 (JO du 22 juin 2000) et n° 2000-914 du 18 septembre 2000 (JO du 21 septembre 2000).
- ❖ **Arrêté du 25 octobre 1995** relatif à la mise en œuvre du contrôle des établissements détenant des animaux d'espèces non domestiques. NOR: ENVN9540345A.
- ❖ **Circulaire DNP/CFF 2000-1 du 17 janvier 2000** relative au certificat de capacité pour l'entretien d'animaux d'espèces non domestiques. NOR: ATEN0090042C.
- ❖ **Arrêté du 19 juillet 2002** fixant les conditions sanitaires pour l'importation et le transit, sur le territoire métropolitain et dans les départements d'outre-mer, des animaux vivants et de certains de leurs produits visés à l'article L. 236-1 du code rural. NOR: AGRG0201612A. Version consolidée au 29 janvier 2008.
- ❖ **Chapitre 2.10.1 du code sanitaire pour les animaux terrestres : Zoonoses transmissibles par les primates non humains.**
- ❖ **Arrêté du 25/03/2004** fixant les règles générales de fonctionnement et les caractéristiques générales des installations des établissements zoologiques à caractère fixe et permanent, présentant au public des spécimens vivants de la faune locale ou étrangère. NOR : DEVN0430016A (JO n° 78 du 1<sup>er</sup> avril 2004).

Texte modifié par l'Arrêté du 19 mai 2009 (JO n° 135 du 13 juin 2009).

- ❖ **Arrêté du 10 août 2004** fixant les conditions d'autorisation de détention d'animaux de certaines espèces non domestiques dans les établissements d'élevage, de vente, de location, de transit ou de présentation au public d'animaux d'espèces non domestiques. NOR: DEVN0430298A (JORF n°228 du 30 septembre 2004, Texte n°36).
- ❖ **Arrêté du 4 octobre 2004** modifiant l'arrêté du 12 décembre 2000 fixant les diplômes et les conditions d'expérience professionnelle requis par l'article R. 213-4 du code rural pour la délivrance du certificat de capacité pour l'entretien d'animaux d'espèces non domestiques. NOR: DEVN0430327A.
- ❖ **Circulaire DNP/CFF n° 2008-2 du 11/04/2008** relative au certificat de capacité pour l'élevage d'animaux d'espèces non domestiques autres que celles de gibier dont la chasse est autorisée. NOR : DEVN0808556C (BO du MEEDDAT n° 2008/11 du 15 juin 2008).



Toulouse, 2011

**NOM :** NEL

**Prénom :** Déborah

**TITRE :** MAÎTRISE DE LA REPRODUCTION CHEZ LE MAGOT (*MACACA SYLVANUS*) : LA STÉRILISATION DES MÂLES.

**RESUME :** Le maintien en captivité du magot (*Macaca sylvanus*) est important pour sauvegarder l'espèce, aujourd'hui menacée d'extinction à l'état sauvage. Cependant, le magot est très prolifique en captivité, et l'obtention d'un groupe multimâles-multifemelles captif stable est difficile, d'où la réticence des parcs zoologiques français à l'héberger.

Dans cette thèse essentiellement bibliographique, la stérilisation des mâles magots est envisagée non seulement dans un but de gestion des naissances mais aussi et surtout pour pallier l'émergence de tensions sociales entre les membres du groupe.

Sont abordés différents types de stérilisation et leurs effets respectifs sur les mâles magots. Une étude expérimentale sur la castration chirurgicale de certains mâles a été menée en marge de la recherche bibliographique.

La castration chirurgicale ainsi que certaines castrations chimiques sembleraient être efficaces pour stabiliser les groupes de magots et faciliter leur maintien en captivité.

**MOTS-CLES :** MAGOT, MACACA SYLVANUS, MÂLE, REPRODUCTION, STÉRILISATION, CASTRATION, VASECTOMIE, CASTRATION CHIMIQUE, PARC ZOOLOGIQUE, CAPTIVITÉ, ÉTHOLOGIE, GROUPE, GESTION.

---

**ENGLISH TITLE :** CONTROL OF REPRODUCTION IN BARBARY MACAQUES (*MACACA SYLVANUS*): MALE CASTRATION.

**ABSTRACT :** Keeping Barbary macaques (*Macaca sylvanus*) in captivity is important to save the species, which is threatened of extinction nowadays.

Nevertheless, the Barbary ape is very prolific in captivity, and it is difficult to obtain a stable multimale-multifemale group, hence zoological parks being reluctant to house it.

In this mainly bibliographic thesis, male macaques' neutering is considered not only to as a births management tool, but also a means to overcome the emergence of social strains among the group members.

Various kinds of neutering techniques and their respective effects upon Barbary macaque males are hereby discussed. An experimental study concerning the surgical castration of some male macaques in a captive group was carried out in parallel with the bibliographic work.

Surgical castration and some forms of chemical castration seem to be successful in stabilizing captive macaque groups and could make it easier to keep them in captivity.

**KEYWORDS:** BARBARY MACAQUE, MACACA SYLVANUS, MALE, REPRODUCTION, NEUTERING, ORCHIDECTOMY, VASECTOMY, CHEMICAL CASTRATION, ZOOLOGICAL PARK, CAPTIVITY, ETHOLOGY, GROUP, MANAGEMENT.



