



HAL
open science

Distribution potentielle des grands mammifères dans le Parc du W au Niger

Thomas Rabeil

► **To cite this version:**

Thomas Rabeil. Distribution potentielle des grands mammifères dans le Parc du W au Niger. Ecologie, Environnement. Université Paris-Diderot - Paris VII, 2003. Français. NNT: . tel-00006931

HAL Id: tel-00006931

<https://theses.hal.science/tel-00006931>

Submitted on 21 Sep 2004

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

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

THESE

Pour l'obtention du Diplôme de
Docteur en Environnement : Milieux, Techniques, Sociétés.

Présentée et soutenue publiquement par :

Thomas RABEIL

le 16 décembre 2003

Distribution potentielle des grands mammifères Dans le Parc du W au Niger

Directeurs de thèse

Catherine Mering Professeur à Paris VII

Raymond Ramousse Maître de Conférence HDR à Lyon I

JURY

M. Jean-Claude LEFEUVRE

M. Daniel MAILLARD

M. Thierry BROSSARD

M. Dominique LAFFLY

Mme. Catherine MERING

M. Raymond RAMOUSSE

Président

Rapporteur

Rapporteur

Examineur

Directeur de thèse

Directeur de thèse

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier en premier lieu, les personnes qui m'ont donné l'opportunité de réaliser cette thèse, soient Catherine Mering, Raymond Ramousse et Michel Le Berre. Je les remercie d'autre part pour l'ensemble des conseils judicieux qu'ils m'ont prodigués ainsi que pour les moyens qu'ils ont mis à ma disposition afin que je puisse travailler dans les meilleures conditions.

Le CIRAD (EMVT), et plus particulièrement François Monicat, Marie-Noële De Visscher, Gérard De Wispelaere et Dominique Dulieu ont contribué à mieux cibler ma problématique et ont permis le financement de la dernière mission de terrain sur les fonds du programme européen ECOPAS ; je leur en remercie.

Mes remerciements s'adressent également aux membres du Pôle Image, qu'il s'agisse de Gilles André, de Franck Chopin, de Vincent Turmine ou de Gabriella Ackermann, Monique Simon et les autres, tous m'ont apporté une aide précieuse grâce à leurs conseils sur l'utilisation de différents logiciels ou pour résoudre des problèmes de méthodologie.

Cette thèse n'aurait pas pu voir le jour sans la participation de la Direction de la Faune, de la Pêche et de la Pisciculture, et plus précisément de M. Seydou, l'actuel Secrétaire Général du Ministre de l'Environnement, et de ses nombreux collègues Ali Arouna, Talatou Arouna, Ali Abdoulaye, pour ne citer qu'eux.

Je n'oublierai pas les membres du Parc et notamment Ibrahim Bello, Conservateur adjoint 2000-2003, qui en plus de m'avoir appris beaucoup de choses sur l'environnement du Parc, m'a permis de travailler, lors de l'ensemble de mes missions, dans les meilleures conditions.

François Busson et Idé Niandou, conseiller technique et coordinateur du Niger dans le programme ECOPAS de 2001 à 2003, m'ont également réservé un accueil chaleureux et ont permis le bon déroulement de la dernière mission de terrain (avril/mai 2002).

Enfin, mes remerciements vont directement aux gardes Sumana Ali et Kakou, qui m'ont appris l'essentiel sur le comportement de la faune du Parc. Je tiens à remercier particulièrement Mamoudou Walli qui en plus de m'avoir aidé à l'identification des espèces floristiques lors des relevés botaniques, m'a accompagné sur toutes mes missions et m'a procuré un soutien considérable.

Mes remerciements s'adressent aussi à Michel Benoit, dont les travaux, mais aussi les conseils et enfin la case m'ont été d'une aide précieuse.

Hervé Fritz m'a également aiguillé à travers ses travaux et ses remarques et m'a permis de mieux comprendre certains mécanismes de l'écologie animale.

Pour finir, je remercie chaleureusement ma famille (père, mère, oncles et tantes) dont le soutien a été permanent et surtout ma femme Karol ainsi que mes deux enfants qui grâce à leur joie de vivre m'ont donné l'énergie suffisante pour aller au bout de ce travail, consacré à comprendre la distribution des grands mammifères du Parc du W au Niger.

Table des matières

Cadre conceptuel / Avant-propos.....	11
1) Introduction.....	13
2) Le cadre d'étude et ses principales composantes.....	20
2.1) Le Parc du W et sa Périphérie.....	20
2.2) Les principales composantes de la zone d'étude.....	23
2.2.1) Les composantes anthropiques.....	23
2.2.2) Les composantes écologiques.....	34
3) Mise en évidence du Géosystème.....	52
3.1) Variation spatiale et temporelle du milieu écologique.....	52
3.2) Variation spatiale et temporelle dans l'exploitation des ressources naturelles ou l'évolution des activités anthropiques.....	59
3.2.1) Les activités humaines.....	60
3.2.2) Les activités illégales.....	65
4) Méthodes et outils.....	73
4.1) Mise en place d'un Système d'Information Géographique.....	73
4.2) Application à des problèmes d'aménagement.....	76
4.3) Analyse spatiale de la distribution des grands mammifères.....	80
4.4) Récolte des données sur les mammifères (techniques de dénombrement).....	82
4.4.1) Comptage en point fixe (point d'eau et habitat) à partir de contacts visuels ou sonores.....	82
4.4.2) Recensement par véhicule sur une bande de terrain définie (<i>Road strip counts</i>).....	84
4.4.3) SAGEDOC (<i>Spatial Analysis GEoreferenced Data Of Counts</i>).....	90
5) Traitements et résultats au niveau de la ressource hydrique et végétale.....	92
5.1.1) Méthodes de localisation.....	93
5.1.2) Localisation par télédétection.....	96
5.1.3) Date et vitesse d'assèchement.....	98
5.2) Détermination des habitats favorables.....	103
5.2.1) Pertinence de l'échelle des habitats.....	103
5.3) Mode d'exploitation de la ressource.....	111
5.4) Détermination des habitats favorables en saison sèche par télédétection et analyse des données botaniques de terrain.....	117
6) Résultats et discussions.....	134
6.1) Résultats des comptages en transect linéaire depuis 1988.....	134
6.1.1) Traitements des données du transect linéaire.....	134
6.1.2) Résultats.....	138
6.2) Résultats des données en point fixe, densité autour du point d'eau en saison sèche.....	151
6.3) Comparaison du mode de fréquentation des points d'eau par les mammifères.....	155
6.4) Analyse de la distribution spatiale en saison sèche des différentes espèces de mammifères.....	193
6.4.1) Analyse de la distribution.....	193
6.4.2) Localisation des centroïdes (point moyen pondéré par le nombre d'individus) des grands mammifères du W du Niger.....	204
6.4.3) Détermination par espèce de l'unité spatiale d'analyse.....	209
6.5) Mise en évidence de la distribution et des densités des principales espèces de grands mammifères en saison sèche.....	212
6.6) Perspectives et limites de la méthode SAGEDOC.....	244
6.6.1) Les autres espèces de grands mammifères.....	244

6.6.2) Les autres périodes de l'année.....	245
6.6.3) Les autres sites de recherche.....	246
6.6.4) Perspective sur une nouvelle méthode : le recensement par télédétection.	247
7) Conclusion.....	248
ANNEXES	251
BIBLIOGRAPHIE	451

Table des figures

Figure 1. Localisation du Parc National du W du Niger.....	21
Figure 2. Zone d'étude.....	22
Figure 3. Anciens campements dans le Parc du W du Niger.....	24
Figure 4. Réserves de Faune prévues par la Convention de Londres (1933).....	25
Figure 5. Le Parc National du W.....	27
Figure 6. Schéma géologique du Parc National du W du Niger.....	34
Figure 7. Carte des isohyètes dans la région du Parc du W du Niger et la RTFT.....	35
Figure 8. Modèle numérique de terrain du Parc du W et de la RTFT.....	38
Figure 9. Schéma géomorphologique d'ensemble (d'après Couteron, 1992a).....	39
Figure 10. Structure géomorphologique du Parc du W du Niger et de la Réserve Totale de Faune de Tamou.....	40
Figure 11. Toposéquence sur versant de plateau cuirassé (Couteron, 1992a).....	43
Figure 12. Réseau hydrographique dans le Parc du W et la RTFT.....	44
Figure 13. Carte de la Végétation du Parc National du W (Niger).....	49
Figure 14. Végétation des bords de la Mékrou (d'après Couteron, 1992a).....	50
Figure 15. Végétation des bords du Niger (d'après Couteron, 1992a).....	50
Figure 16. Composition colorée de la partie nord de la zone d'étude.....	53
Figure 17. Composition colorée de la partie ouest de la zone d'étude.....	54
Figure 18. Composition colorée de la partie sud de la zone d'étude.....	55
Figure 19. Variation nord-sud de l'indice de végétation dans la partie nord de la zone d'étude.....	55
Figure 20. Variation nord-sud de l'indice de végétation dans la partie ouest de la zone d'étude.....	56
Figure 21. Variation nord-sud de l'indice de végétation dans la partie sud de la zone d'étude.....	56
Figure 22. Présentation de la zone d'étude.....	57
Figure 23. Evolution de la végétation entre 1956 et 1996 dans le Parc du W et sa périphérie au Niger.....	58
Figure 24. Braconnage dans le Parc du W du Niger.....	66
Figure 25. Pâturage illégal dans le Parc du W du Niger.....	68
Figure 26. Zones de feux illégaux dans le Parc du W du Niger.....	70
Figure 27. Risques dus aux activités illégales dans le Parc du W du Niger.....	71
Figure 28. Le géosystème du Parc W du Niger.....	72
Figure 29. Couches d'informations utilisées pour deux applications liées à la gestion du milieu.....	76
Figure 30. Création d'un masque autour des pistes du Parc du W du Niger.....	77
Figure 31. Détermination des zones favorables à l'aménagement des mares artificielles dans le Parc du W du Niger.....	78
Figure 32. Détermination des zones favorables à l'implantation des postes de surveillance dans le Parc du W du Niger.....	79
Figure 33. Mirador d'observation en savane arborée.....	84
Figure 34. Principe de calcul de la distance lors de recensements en véhicule.....	85
Figure 35. Les pistes du Parc du W du Niger.....	88

Figure 36. Les circuits de recensements des grands mammifères de 1988 à 1999 et en 2002 dans le Parc du W du Niger.....	88
Figure 37. Les circuits de recensements des grands mammifères entre 2000 et 2001 dans le Parc du W du Niger.....	89
Figure 38. Détermination du circuit idéal pour le recensement des grands mammifères en saison sèche (Février) dans le Parc du W du Niger.....	89
Figure 39. Distribution d'un semis de points.....	90
Figure 40. Localisation des mares dans le Parc du W du Niger.....	94
Figure 41. Signature spectrale de l'eau libre.....	96
Figure 42. Résultats des seuillages sur le néo-canal XS3-XS1.....	100
Figure 43. Résultats du seuillage du néo-canal XS3-XS1 dans la partie nord de la zone d'étude.....	101
Figure 44. Histogramme des valeurs du néo-canal XS3-XS1 sur la zone nord en saison sèche.....	101
Figure 45. Histogramme des valeurs du néo-canal XS3-XS1 sur la zone sud en saison sèche.....	102
Figure 46. Représentation graphique des deux premiers axes de l'AFC.....	108
Figure 47. Classification hiérarchique des grands mammifères du Parc du W du Niger.....	110
Figure 48. Mécanisme socio-écologique et éthologique chez les ongulés de petite taille.....	113
Figure 49. Mécanisme socio-écologique et éthologique chez les ongulés de taille moyenne.....	114
Figure 50. Mécanisme socio-écologique et éthologique chez les ongulés de grande taille.....	114
Figure 51. Mécanisme socio-écologique et éthologique chez les ongulés de très grandes tailles.....	115
Figure 52. Histogramme des valeurs du canal XS2 sur la zone nord en saison sèche.....	118
Figure 53. Histogramme des valeurs du canal XS2 sur la zone sud en saison sèche.....	118
Figure 54. Histogramme des valeurs du néo-canal XS3-NDVI sur la zone nord en saison sèche.....	119
Figure 55. Histogramme des valeurs du néo-canal XS3-NDVI sur la zone sud en saison sèche.....	119
Figure 56. Deuxième composante de l'ACP sur les 3 canaux SPOT <i>multispectral</i>	121
Figure 57. Classification des habitats dans la partie nord du Parc du W.....	122
Figure 58. Les distances inter-classes de la partie nord de la zone d'étude.....	123
Figure 59. Classification des habitats dans la partie sud du Parc du W.....	123
Figure 60. Les distances inter-classes de la partie sud de la zone d'étude.....	124
Figure 61. Carte des formations végétales de la zone d'étude.....	126
Figure 62. Relevés botaniques réalisés en saison des pluies dans le Parc du W du Niger et la RTFT.....	127
Figure 63. Classification ascendante hiérarchique des relevés botaniques.....	128
Figure 64. Classification ascendante hiérarchique sur les valeurs radiométriques des relevés botaniques.....	131
Figure 65. Localisation des relevés botaniques classés sur les transects 1, 9, 10 et 11.....	132
Figure 66. Probabilité de détection du Cobe de Buffon selon le modèle uniforme/cosinus pour cinq intervalles de distances après regroupement des données de comptage de 1988 à 2002.....	136
Figure 67. Evolution des effectifs estimés de population de cobe de Buffon dans le Parc du W.....	138
Figure 68. Evolution des effectifs estimés de population d'hippotrague dans le Parc du W.....	138
Figure 69. Evolution des effectifs estimés de population de cynocéphale dans le Parc du W.....	139

Figure 70. Evolution des effectifs estimés de population de patas dans le Parc du W.	139
Figure 71. Evolution des effectifs estimés de population d'ourébi dans le Parc du W.	139
Figure 72. Evolution des effectifs estimés de population de guib harnaché dans le Parc du W.	140
Figure 73. Evolution des effectifs estimés de population de céphalophe de Grimm dans le Parc du W.	140
Figure 74. Evolution des effectifs estimés de population de phacochère dans le Parc du W.	140
Figure 75. Localisation des sites de comptages en point fixe caractérisant l'influence de l'habitat.	153
Figure 76. Sites de comptage au niveau des points d'eau le Parc du W du Niger.	154
Figure 77. Fréquentation des mammifères dans la zone des gorges de la Tapoa.	155
Figure 78. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Tapoa1.	155
Figure 79. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Tapoa2.	156
Figure 80. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Tapoa3.	156
Figure 81. Intensité et temporalité de la fréquentation de la rivière Tapoa par les grands mammifères.	157
Figure 82. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Koro Goungou.	157
Figure 83. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Karé kopto.	158
Figure 84. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Brigambou.	158
Figure 85. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Mékrou1.	159
Figure 86. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Mékrou2.	159
Figure 87. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Mékrou3.	160
Figure 88. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Mékrou4.	160
Figure 89. Intensité et temporalité de la fréquentation de la rivière Mékrou par les grands mammifères.	161
Figure 90. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Anana.	161
Figure 91. Fréquentation des grands mammifères dans la zone de Pérélégou.	162
Figure 92. Analyse comparative des résultats recueillis en points fixes.	162
Figure 93. Fréquentation moyenne journalière des grands mammifères au niveau des sites de comptage dans le Parc du W du Niger.	164
Figure 94. Richesse faunistique des grands mammifères diurnes au niveau des sites de comptage dans le Parc du W du Niger.	165
Figure 95. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les guibs harnachés dans le Parc du W au Niger.	166
Figure 96. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de guibs harnachés dans le Parc du W du Niger.	167
Figure 97. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les ourébis dans le Parc du W au Niger.	168
Figure 98. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité d'ourébis dans le Parc du W du Niger.	169
Figure 99. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les céphalophes de Grimm dans le Parc du W au Niger.	170
Figure 100. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de céphalophe de Grimm dans le Parc du W du Niger.	170
Figure 101. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les phacochères dans le Parc du W au Niger.	171
Figure 102. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de phacochères dans le Parc du W du Niger.	172
Figure 103. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les cobes de Buffon dans le Parc du W au Niger.	173

Figure 104. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de cobes de Buffon dans le Parc du W du Niger.	173
Figure 105. Relation spatiale entre la ressource hydrique, la densité de cobes de Buffon et les activités anthropiques illégales dans le Parc du W du Niger.	174
Figure 106. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les hippotragues dans le Parc du W au Niger.	175
Figure 107. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité d'hippotragues dans le Parc du W du Niger.	176
Figure 108. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les bubales dans le Parc du W au Niger.	177
Figure 109. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de bubales dans le Parc du W du Niger.	178
Figure 110. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les cobes defassa dans le Parc du W au Niger.	179
Figure 111. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de cobes defassa dans le Parc du W du Niger.	180
Figure 112. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les reduncas dans le Parc du W au Niger.	181
Figure 113. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de reduncas dans le Parc du W du Niger.	182
Figure 114. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de gazelle à front roux dans le Parc du W du Niger.	183
Figure 115. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les buffles dans le Parc du W au Niger.	184
Figure 116. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de buffles dans le Parc du W du Niger.	185
Figure 117. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité d'éléphants dans le Parc du W du Niger.	186
Figure 118. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les cynocéphales dans le Parc du W au Niger.	187
Figure 119. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de cynocéphales dans le Parc du W du Niger.	188
Figure 120. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les vervets dans le Parc du W au Niger.	189
Figure 121. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de vervets dans le Parc du W du Niger.	189
Figure 122. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les vervets dans le Parc du W au Niger.	190
Figure 123. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de patas dans le Parc du W du Niger.	191
Figure 124. Distribution des cobes de Buffon d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.	194
Figure 125. Distribution des cobes defassa d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.	194
Figure 126. Distribution des cynocéphales d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.	195
Figure 127. Distribution des reduncas d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.	195
Figure 128. Distribution des phacochères d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.	196

Figure 129. Distribution des buffles d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.....	196
Figure 130. Distribution des guibs harnachés d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.....	197
Figure 131. Distribution des patas d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.....	197
Figure 132. Distribution des vervets d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.....	198
Figure 133. Distribution des ourébis d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.....	198
Figure 134. Distribution des ourébis sur une fenêtre d'échantillonnage complexe.....	199
Figure 135. Test de la distribution d'ourébis par la méthode de Ripley (pour une distance = 3 et un pas de 47, soit 555 mètres sur 47 intervalles).....	200
Figure 136. Distribution des hippotragues d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.....	200
Figure 137. Test de la distribution d'hippotragues par la méthode de Ripley (pour une distance = 3 et un pas de 47, soit 555 mètres sur 47 intervalles).....	201
Figure 138. Distribution des céphalophes de Grimm d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.....	201
Figure 139. Test de la distribution des céphalophes de Grimm par la méthode de Ripley (pour une distance = 3 et un pas de 47, soit 555 mètres sur 47 intervalles).....	202
Figure 140. Distribution des gazelles à front roux d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.....	203
Figure 141. Test de la distribution des gazelles à front roux par la méthode de Ripley (pour une distance = 3 et un pas de 47, soit 555 mètres sur 47 intervalles).....	203
Figure 142. Localisation du point moyen pondéré chez les ongulés de petite taille dans le Parc du W du Niger.....	205
Figure 143. Localisation du point moyen pondéré chez les ongulés de grande taille dans le Parc du W du Niger.....	206
Figure 144. Localisation du point moyen pondéré chez les primates et les carnivores dans le Parc du W.....	207
Figure 145. Comparaison des points moyens pondérés chez les ongulés mobiles et hydrodépendants dans le Parc du W du Niger lors des comptages en 1999 et en 2002.....	208
Figure 146. Comparaison des points moyens pondérés chez les ongulés mobiles et hydrodépendants dans le Parc du W du Niger lors des comptages en 2000 et en 2001.....	209
Figure 147. Mise en évidence des zones d'échantillonnage insuffisant.....	213
Figure 148. Distribution et estimation des densités de gazelles à front roux dans le Parc du W du Niger et la RTFT.....	214
Figure 149. Validation du modèle d'abondance chez la gazelle à front roux dans le Parc du W du Niger et la RTFT.....	215
Figure 150. Mise en évidence des masques pour le traitement d'interpolation chez l'ourébi.....	216
Figure 151. Distribution et estimation initiale des densités d'ourébis dans le Parc du W du Niger et la RTFT.....	217
Figure 152. Influence du braconnage sur la densité d'ourébis dans le Parc du W du Niger et la RTFT.....	218
Figure 153. Distribution et estimation des densités d'ourébis dans le Parc du W du Niger et la RTFT.....	219
Figure 154. Distribution et estimation des densités d'hippotragues dans le Parc du W du Niger et la RTFT.....	220

Figure 155. Distribution et estimation des densités de bubales dans le Parc du W du Niger et la RTFT.	221
Figure 156. Validation du modèle d'abondance chez le bubale dans le Parc du W du Niger et la RTFT.	222
Figure 157. Distribution et estimation des densités de phacochères dans le Parc du W du Niger et la RTFT.	223
Figure 158. Distribution et estimation des densités de cobes de Buffon dans le Parc du W du Niger et la RTFT.	224
Figure 159. Distribution et estimation des densités de cobes defassa dans le Parc du W du Niger et la RTFT.	225
Figure 160. Distribution et estimation des densités de reduncas dans le Parc du W du Niger et la RTFT.	226
Figure 161. Distribution et estimation des densités de patas dans le Parc du W du Niger et la RTFT.	227
Figure 162. Mise en évidence des habitats favorables aux guibs harnachés vis-à-vis de la ressource hydrique.....	229
Figure 163. Mise en évidence des habitats favorables aux guibs harnachés vis-à-vis de la végétation.	229
Figure 164. Découpage de la zone d'étude en unité spatiale hexagonale de 1km ²	230
Figure 165. Distribution et estimation de la densité des guibs harnachés.....	230
Figure 166. Distribution des cynocéphales dans le Parc du W du Niger et la RTFT.	232
Figure 167. Distribution et estimation des densités de vervets dans le Parc du W du Niger et la RTFT.	233
Figure 168. Distribution et estimation des densités des céphalophes de Grimm dans le Parc du W du Niger et la RTFT.	234
Figure 169. Distribution des troupeaux de buffles dans le Parc du W du Niger et la RTFT.	235
Figure 170. Distribution potentielle des damalisques dans le Parc du W du Niger et la RTFT.	236
Figure 171. Distribution des hyènes tachetées et rayées dans le Parc du W et la RTFT.	238
Figure 172. Distribution des lions dans le Parc du W et la RTFT.	239
Figure 173. Corrélation spatiale entre la densité de proies potentielles et la présence du lion dans le Parc du W du Niger et la RTF.....	240
Figure 174. Distribution des chacals à flancs rayés dans le Parc du W du Niger et la RTFT.	241
Figure 175. Données informatives sur la distribution du guépard dans le Parc du W du Niger et la RTFT.	242
Figure 176. Distribution et estimation des proies potentielles du guépard dans le Parc du W du Niger et la RTFT.	243
Figure 177. Mise en évidence de l'habitabilité du guépard dans le Parc du W du Niger et la RTFT.	243
Figure 178. Mise en place d'une méthode de suivi de la dynamique des populations de grands mammifères dans le Parc du W du Niger.....	250

Table des tableaux

Tableau 1. ETP moyenne du bassin de la Mékrou.	36
Tableau 2. Unités géomorphologiques.....	39
Tableau 3. Couches d'informations utiles à la gestion du milieu dans la zone d'étude.....	75
Tableau 4. Couches d'informations utiles à l'analyse de la distribution des grands mammifères.	81
Tableau 5. Données récoltées lors des comptages en point fixe.	83

Tableau 6. Description des points d'eau dans le Parc du W.	95
Tableau 7. Données utilisées pour l'AFC.	106
Tableau 8. Variables communes à chaque espèce.	107
Tableau 9. Variables utilisées pour le régime omnivore.	107
Tableau 10. Variables utilisées pour le régime carnivore.	107
Tableau 11. Variables utilisées pour le régime herbivore.	107
Tableau 12. Valeurs moyennes et écarts types des classes radiométriques de la partie nord de la zone d'étude.	122
Tableau 13. Valeurs moyennes et écarts types des classes radiométriques de la partie sud de la zone d'étude.	124
Tableau 14. Matrice de confusion des classes botaniques et radiométriques.	133
Tableau 15. Synthèse des observations en transect linéaire de 1988 à 2002.	141
Tableau 16. Influence de la pluviométrie sur les résultats en transect linéaire.	142
Tableau 17. Evolution de la distribution latitudinale des patas.	144
Tableau 18. Niveau de conservation des espèces de grands mammifères dans le Parc du W du Niger.	146
Tableau 19. Influence des formations végétales dans la distribution des grands mammifères du Parc du W du Niger d'après les observations en transect linéaire.	147
Tableau 20. Influence des brûlis végétaux dans la distribution des grands mammifères du Parc du W du Niger d'après les observations en transect linéaire.	148
Tableau 21. Influence des formations végétales dans la distribution des grands mammifères du Parc du W du Niger d'après les observations en point fixe.	151
Tableau 22. Synthèse des observations par espèce au niveau des points d'eau.	163
Tableau 23. Synthèse des informations récoltées au niveau des points d'eau.	165
Tableau 24. Distance maximale d'observation d'une espèce par rapport à un point d'eau permanent.	210
Tableau 25. Caractéristiques socio-écologiques des grands mammifères du Parc du W.	211
Tableau 26. Taille des groupes de cynocéphales autour des points d'eau.	231
Tableau 27. Taille des troupeaux de buffles.	236
Tableau 28. Synthèse des observations sur le damalisque par année.	237
Tableau 29. Indices de présence au niveau du site Brigambou.	385
Tableau 30. Indices de présence au niveau du site Tapoa gorges.	393
Tableau 31. Indices de présence au niveau du site Tapoa1.	400
Tableau 32. Relevés botaniques autour du site Tapoa2.	403
Tableau 33. Indices de présence au niveau du site Tapoa2.	407
Tableau 34. Relevés botaniques autour du site Tapoa3.	410
Tableau 35. Indices de présence au niveau du site Tapoa3.	413
Tableau 36. Caractéristiques des principaux satellites.	430

Table des graphiques

Graphique 1. Cumul pluviométrique annuel à la Tapoa.	36
Graphique 2. Variabilité pluviométrique interannuelle.	37
Graphique 3. Comparaison des méthodes de suivi des effectifs de population des Cobes de Buffon.	149
Graphique 4. Comparaison des méthodes de suivi des effectifs de population des Céphalophes de Grimm.	149
Graphique 5. Comparaison des méthodes de suivi des effectifs de population des Cynocéphales.	149

Cadre conceptuel / Avant-propos.

Cette thèse est située au carrefour de plusieurs disciplines, avec comme axes principaux l'Ecologie (la Biologie de la conservation) et la Biogéographie. Nous avons tenté dans ce travail de mettre à profit les enseignements tirés de l'Ecologie et de la Biogéographie, pour comprendre comment les grands mammifères se répartissent dans une aire protégée.

Jacques Blondel (1995) se situe également à l'interface des deux disciplines pour appréhender la répartition des espèces, en précisant : "Le propos sera biogéographique à tous ces niveaux car la distribution des systèmes vivants sera étudiée par rapport à la variation géographique de l'environnement."

Les questions suivantes sont donc à la fois posées par l'écologue et le biogéographe et elles constituent la matière même de notre recherche.

Quel est le mode de distribution des espèces animales ? A-t-on systématiquement des schémas dissociés de répartition (aléatoire, agrégé ou régulier), ou au contraire peuvent-ils s'imbriquer ?

Quels sont les facteurs qui conditionnent la distribution d'une espèce ? Sont-ils multiples et comment interagissent-ils ?

Y a-t-il une variabilité saisonnière dans la répartition des espèces et le cas échéant comment évoluent les facteurs de répartition lors du changement ?

Un mode de distribution propre à une espèce dans un lieu précis est-il transposable dans un autre lieu ?

C'est évidemment dans un souci de conservation des écosystèmes et des paysages mais aussi d'effort de développement d'un pays que s'inscrit aujourd'hui la notion d'aire protégée. Cette entité constitue un cadre d'étude à la fois riche en biodiversité et complexe en raison des multiples interactions entre la population locale et les garants des institutions. De part cette position, les aires protégées et leurs périphéries font office de milieu privilégié pour un grand nombre de chercheurs, qu'ils soient écologues, géographes, botanistes, ethnologues.

C'est ainsi qu'un grand nombre de programmes de recherche, financés notamment par la communauté européenne, ont pu voir le jour ces deux dernières décennies comme ECOFAC (Conservation et utilisation rationnelle des ECOSystèmes Forestiers d'Afrique Centrale) en Afrique centrale ou CAMPFIRE (*Communal Areas Management Program For Indigenous Resources*) en Afrique australe.

Notre étude concerne aussi une aire protégée à propos de laquelle nous sommes amenés à nous poser une nouvelle série de questions :

Comment se répartissent les espèces dans une aire protégée ? Y a-t-il un effet de protection perceptible dans leur mode de distribution ?

L'homme est-il aujourd'hui le seul facteur de répartition des principaux mammifères sur la planète; protection d'un côté et destruction ou prélèvement de l'autre ?

Concernant la répartition des espèces, sa perception et ses enjeux sont totalement différents et pourtant indissociables pour la compréhension, selon l'échelle à laquelle le chercheur se situe. S'il se place à l'échelle du biotope, il est évident que les paradigmes de l'écologie lui permettront de cerner la distribution de la faune. En revanche, au niveau de l'aire protégée (création purement anthropique), le géographe en faisant interagir les différents facteurs (écologiques ou humains) tâchera de comprendre les enjeux et les causes de la répartition des espèces, notamment grâce à des outils tels que les SIG (Systèmes d'Information Géographique) et la télédétection.

Par conséquent pour cette étude, l'échelle d'analyse constituera la structure même de l'édifice qui nous permettra de nous appuyer sur des bases solides et de ne pas mélanger les matériaux et les outils propres à chaque discipline.

Cette vision interdisciplinaire sur la dynamique spatiale des communautés de mammifères constitue une approche relativement nouvelle tant dans la méthode et l'utilisation des outils que dans les objectifs poursuivis et les résultats obtenus. L'utilisation des SIG (Systèmes d'Information Géographique) et de la télédétection pour analyser la répartition de la faune et mettre en évidence la sélection de l'habitat a débuté dans les années 90 (Clark *et al.*, 1993 ; Laffly *et al.*, 1993). C'est surtout au niveau de la relation habitat-ressource et sur la prédictions d'habitats favorables que l'on dénombre un grand nombre de travaux scientifiques (cf. Erickson *et al.*, 1998 ; Joachim *et al.*, 1999 ; Gabler *et al.*, 2001). Ces travaux s'inscrivent dans la continuité de ceux réalisés dans les années 80 (cf. Fitch, 1979 ; Ben-Shahar & Skinner, 1988), dont l'objectif était de mettre en évidence la sélection de l'habitat, par les mammifères notamment, à partir d'analyses multivariées, avec comme variables certaines composantes du milieu physique. On constate aujourd'hui, une nouvelle étape dans l'analyse de la sélection de l'habitat, puisque de plus en plus de travaux reposent sur l'utilisation conjointe des SIG et des traitements statistiques (Mitchell *et al.*, 2002, Lehmann *et al.*, 2002), tels que les modèles linéaires généralisés GLM (*Generalized linear model*) ou l'indice d'habitabilité (HSI, *Habitat Suitability Index*).

Cette nouvelle approche est également couramment utilisée par les gestionnaires pour prédire la dynamique des populations animales suite aux changements potentiels des écosystèmes (cf. Radeloff *et al.*, 1999 ; Hansen *et al.*, 2001). D'autre part, des exemples précis d'utilisation conjointe des SIG et de la télédétection ont permis notamment d'appréhender les conflits possibles entre faune sauvage et activités anthropiques, dans le cadre d'une réintroduction ou d'un accroissement des effectifs de population (cf. Franklin *et al.*, 2001 ; Danks & Klein, 2001 ; Zimmermann, 1998).

Avec l'émergence des sciences de la conservation et de la gestion de la biodiversité, cette approche va devenir de plus en plus fréquente. Les chercheurs ainsi que les gestionnaires sont directement concernés par les interactions habitat-ressource-faune-activités anthropiques et de nombre de travaux, utilisant les potentialités des SIG (outil de gestion de l'espace) associés aux apports de la télédétection et des statistiques multivariées, ne va cesser de croître.

Cependant, on constate un certain déséquilibre géographique au niveau des travaux scientifiques entre les pays occidentaux et les pays en développement. Peu de travaux, du même ordre que ceux cités précédemment, ont été réalisés en Afrique et tout particulièrement en Afrique de l'Ouest. Notre étude a l'originalité de se situer au Niger, où peu d'études sur la faune ont été entreprises. D'autre part, nous avons souhaité caractériser la distribution de la faune, en plaçant celle-ci au cœur d'un géosystème dont les facteurs écologiques et anthropiques ont des influences variables dans l'espace et dans le temps.

Il a donc fallu prendre en compte cette variabilité spatio-temporelle et développer une méthode permettant d'analyser la distribution et d'estimer les densités d'un grand nombre d'espèces de grands mammifères aux caractéristiques socioécologiques souvent très différentes.

1) Introduction.

En Afrique, la grande faune fait souvent office de vitrine de l'environnement, et elle est synonyme dans de nombreuses sociétés, d'apport nutritif protéique de premier ordre. Elle suscite également la convoitise dans certaines sociétés occidentales à des fins initialement esthétiques, ornementales mais surtout économiques.

Le paradigme suivant : **comprendre pour mieux gérer**, prend tout son sens au niveau de la faune mammalienne. On entend par gérer, maintenir le niveau de biodiversité dans lequel un site se trouve à un instant donné voire dans le meilleur des cas l'augmenter si ceci ne va pas à l'encontre du fonctionnement de l'écosystème en place.

La compréhension de la distribution des grands mammifères dans une aire protégée passe nécessairement par la mise en évidence des facteurs de répartition propres à chaque espèce et par la mise en relation de ces facteurs avec le comportement intrinsèque de l'animal vis-à-vis du milieu, de ses congénères et des autres espèces (homme compris).

La distribution potentielle des grands mammifères est régie initialement par des facteurs biotiques et abiotiques si l'on se situe au sein d'une nature "vierge".

C'est dans cette nature que les concepts de paysages ou "districts naturels" définis par Lebreton (1977), Blondel (1995), vont constituer les niveaux d'études et dont l'organisation biologique correspondant est l'ensemble des peuplements ou des assemblages d'espèces qui se font et se défont dans le temps et dans l'espace. D'autres termes permettant de définir la relation spatiale entre les espèces et leur environnement à différentes échelles vont émerger, tels que "secteurs" ou "habitat"¹.

C'est à partir de la fin des années 80 que les questions de la disponibilité et de la qualité d'un habitat semblent avoir été réellement étudiées par les écologues, pour différentes classes de vertébrés.

Ainsi, il n'est plus seulement question de décrire l'habitat et la distribution des espèces, mais d'étudier la sélection et l'utilisation de l'habitat par une population donnée (Burger & Zappalorti, 1988 ; Dubois, 2003). L'exigence d'une espèce par rapport à son habitat est appelée, en écologie, habitabilité (*habitat suitability*) (Allainé *et al.*, 1994 ; Borgo & Mattedi, 2003 ; Gurnell *et al.*, 2002).

L'analyse de l'habitat pour les taxons étudiés et des paysages pour un ensemble d'espèces va donc constituer l'un des volets essentiels de notre recherche, dans la compréhension de l'occupation spatiale des grands mammifères.

Mais dans une nature scalaire, telle qu'on peut la concevoir aujourd'hui les concepts et les outils de l'écologue peuvent s'avérer insuffisants pour l'analyse globale de la distribution des espèces.

On peut se demander si le concept de biotope a un sens si l'on se réfère par exemple au damalisque, cet ongulé dont l'aire de distribution est pleinement associée aux aires protégées.

¹ « Le secteur (ou paysage) est défini par convention comme l'ensemble des habitats (biotopes) situés sur un territoire caractérisé par les mêmes constantes géomorphologiques et bioclimatiques » (Blondel, 1995).

L'habitat peut être défini comme « l'emplacement où vit un organisme et son environnement immédiat tant biotique qu'abiotique » (Ramade, 1984 ; Rodrigue, 1992). « Il détermine la disponibilité des ressources, des refuges, des lieux de reproduction, des partenaires ; l'abondance des individus de la même espèce et des compétiteurs interspécifiques ; les risques de prédation, de parasitisme, de maladie ; et une série d'autres facteurs influençant le succès reproducteur. » (Morris, 1987a).

Le découpage géographique d'une réserve de faune ou d'un parc national répond certes parfois à des contraintes écologiques, telles que la présence d'un fleuve, mais il est surtout le reflet des priorités des sociétés humaines en terme d'aménagement du territoire.

C'est dans ce cadre d'étude (nature anthropisée) que les outils propres à la géographie, tels que les SIG ou la télédétection, permettant d'appréhender les emboîtements d'échelles, peuvent s'avérer non seulement utiles et nécessaires pour la compréhension de l'occupation de l'espace par les mammifères mais aussi pour la gestion et l'aménagement des aires protégées.

Ces dernières comme nous l'avons dit précédemment sont un pur produit de l'aménagement du territoire à des fins environnementales, puisque c'est l'homme qui en définit les limites et que différents niveaux de conservation sont envisagés selon les législations nationales. Il existe un nombre importants de critères écologiques, politiques, économiques et sociaux de délimitation des aires protégées (Lockwood *et al.*, 1997).

Depuis la création de la première aire protégée en 1872 (Yellowstone, USA), celles-ci se sont développées sur l'ensemble des continents.

On compte aujourd'hui au niveau mondial plus de 44 000 aires protégées de plus de 1000 ha chacune couvrant au total près de 485 millions d'hectares ce qui correspond à près de 4% des terres émergées (Le Berre, 1994). Ce sont dans les aires protégées africaines que la biodiversité mammalienne est l'une des plus riches, comme en témoigne le nombre important de documentaires cinématographiques.

Il est peut être utile de donner quelques définitions au sujet des aires protégées afin d'observer leur rôle principal.

Une aire protégée est définie par l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) (1994), cité par Seydou (2000), comme "*une portion de terre et/ou de mer vouée spécialement à la protection et au maintien de la diversité biologique, ainsi que des ressources naturelles et culturelles associées et gérées par des moyens efficaces, juridiques ou autres*".

La Convention sur la Diversité Biologique (PNUE, 1994 ; cité par Seydou, 2000) indique que "*toute zone géographiquement délimitée qui est désignée, ou réglementée, et gérée en vue d'atteindre des objectifs de conservation*" (article 2).

Ces deux définitions regroupent à mon sens, les maîtres mots associés à une aire protégée où l'on considère un espace **géographiquement délimité**, destiné à la **conservation** des **ressources biologiques** bénéficiant d'une **réglementation légiférée**.

Cependant, toutes les aires protégées n'ont pas le même statut, il en existe 8 types différents déterminés par l'UICN en 1985, cité par Le Berre & Kabala (1994) et qui font habituellement référence.

Catégorie 1 : Réserve naturelle intégrale ou Réserve : Rôle principal de protection des espèces et écosystèmes ; maintenir des processus naturels non perturbés, afin de disposer d'exemples écologiquement représentatifs d'un milieu naturel particulier pour les besoins de la recherche scientifique, de la surveillance continue de l'environnement, de l'éducation et de la conservation des ressources génétiques dans un état dynamique et évolutif.

Catégorie 2 : Parc National : Protection d'espaces naturels et de paysages de grandes valeurs esthétiques présentant une importance nationale ou internationale particulière du point de vue scientifique, éducatif et récréatif. Les parcs nationaux sont des zones naturelles relativement étendues et non modifiées par l'activité humaine et dans lesquels l'exploitation extractive est interdite.

Catégorie 3 : *Monument naturel, Elément naturel marquant* : Protection d'éléments naturels présentant une importance nationale exceptionnelle du fait de leur caractère spécial et unique. Il s'agit généralement d'espaces peu étendus, l'accent étant mis sur la protection d'éléments spécifiques.

Catégorie 4 : *Réserve naturelle dirigée ou sanctuaire de faune* : cet espace doit garantir les conditions naturelles nécessaires pour protéger des espèces, groupes d'espèces, communautés biologiques ou éléments physiques du milieu naturel revêtant une importance nationale par des interventions spécifiques. La cueillette contrôlée de certaines ressources peut-être autorisée.

Catégorie 5 : *Paysages terrestres ou marins protégés* : le but est la préservation de paysages naturels d'importance nationale témoignant d'une interaction harmonieuse entre l'homme et la nature. Donner au public l'occasion d'en jouir par des activités de loisir, de tourisme dans le cadre du mode de vie et des activités économiques habituels de la région.

Catégorie 6 : *Réserve de ressources naturelles* : Protection des ressources naturelles d'une région donnée en vues des utilisations futures et prévenir ou limiter les actions de développement constituant une menace potentielle pour les ressources jusqu'à la définition d'objectifs fondés sur une connaissance et une planification adéquates. Il s'agit d'une catégorie d'attente jusqu'au classement définitif des régions concernées.

Catégorie 7 : *Région biologique naturelle / réserve anthropologique* : Régions dans lesquelles les populations autochtones peuvent continuer à vivre en harmonie avec l'environnement sans perturbation écologique ou technologique. Cette catégorie est appropriée lorsque les populations autochtones utilisent les ressources selon les méthodes traditionnelles.

Catégorie 8 : *Zone à usage multiple / zone de gestion de ressources naturelles* : garantir une production durable de l'eau, de produits forestiers, de faune sauvage et de pâturages. Permettre l'organisation de loisirs de plein air, la conservation de la nature étant orientée vers le soutien des activités économiques. Dans ces aires, des zones spécifiques pourront être réservées à la réalisation d'objectifs spécifiques de conservation ; d'après Le Berre & Kabala (1994).

Le souci de gestion et de maintien de la biodiversité ainsi que la réalisation d'un effort de développement des sociétés humaines environnantes n'est intervenue que par la suite dans le cadre du développement durable, avec notamment une prise de conscience collective lors de la conférence CNUED (Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement) en 1992 (Mankoto, 2000).

Concernant les Parcs Nationaux africains, leur création s'opéra en général en deux temps. Il y eut une prise de conscience durant la période coloniale, où des refuges puis des réserves furent déterminés, et plus tard, toujours sous administration coloniale ou lors de l'indépendance, ces réserves furent classées en Parcs Nationaux.

Ces actions se développèrent à deux vitesses, en premier lieu dans les colonies anglaises (Afrique australe et orientale), puis françaises (Afrique centrale et occidentale). Ce décalage touchant les aires protégées est encore perceptible aujourd'hui, quels que soient les domaines d'activités : tourisme, gestion, conservation, protection, recherche, etc.

D'après Caspary (1999) la nette dominance de l'utilisation consommatrice de gibier dans la population ouest-africaine, la faible densité de grands mammifères et les recettes négligeables de l'état issues de l'utilisation de la faune sauvage explique la difficulté de transposition des stratégies opérantes de gestion de la faune de l'Afrique orientale et australe à l'Afrique occidentale.

Suite aux classements, les politiques de gestion furent très strictes et très restrictives. En effet, en 1954, on estimait que les seuls moyens de gestion consistaient en un suivi et un contrôle des effets exercés par l'homme sur les milieux naturels au travers de campagnes éducatives accompagnées de mesures législatives sévères (Heim, 1954).

Ces politiques furent très largement mal perçues par les populations locales. Le fait de réaliser une conservation totale *in-situ*, interdisant l'accès aux ressources, fut considéré par les communautés villageoises comme une exaction, une aliénation de leurs droits naturels. On les empêchait d'exercer des pratiques ancestrales, telles que la chasse, la pêche, le pâturage, ou plus simplement n'importe quel type de prélèvement dans une nature considérée comme un don divin.

Des actes dits de "malveillance" en découlèrent tels que le braconnage, le pâturage illégal qui sont à l'opposé de l'objectif annoncé.

Ce type de politique corrélé à une croissance démographique forte et une conjoncture économique tournée vers la mondialisation, s'avéra être inefficace en terme de conservation, puisque de nombreuses espèces virent leurs effectifs chuter durant les cinquante dernières années (Chardonnet, 1995).

L'objectif de protection de la nature ne peut cependant pas être atteint uniquement à l'intérieur d'une aire protégée, il passe obligatoirement par la mise en place d'une zone tampon et par le développement économique des zones périphériques.

La zone tampon permet une réduction de pression d'exploitation sur les ressources naturelles. Mais survient alors le problème du décalage entre la zone périphérique et le sanctuaire. Ce décalage est dû en partie à l'absence de planification de l'exploitation agricole des zones périphériques qu'il s'agisse des cultures ou des pâturages.

La volonté de réduire ce décalage s'insère parfaitement dans la philosophie MAB (Man & Biosphere, programme lancé par l'UNESCO en 1971) qui propose d'harmoniser la protection d'un sanctuaire en respectant les impératifs de la vie des régions voisines. Le concept de Réserve de Biosphère différencie l'espace d'une aire protégée et de ses zones périphériques en 3 catégories :

- I. Aire protégée comprenant une zone centrale réservée à la conservation
- II. Zone tampon réservée à la recherche, au délassement et au tourisme
- III. Zone de transition réservée à l'agriculture, aux établissements humains et à l'utilisation des ressources naturelles par l'homme.

Benoit (1997) donne une définition² de ce que l'on appelle aujourd'hui la conservation moderne qui inclut le principe de gestion participative, où les termes "conservation" et "profit" sont associés.

Aujourd'hui le débat est plutôt tourné vers l'intégration des populations locales dans une perspective de développement local. Se pose alors le problème de la capacité des populations à prendre en charge la gestion des ressources naturelles renouvelables (De Villiers, 1994 ; Seydou A., 2000).

² La conservation moderne se préoccupe de la sauvegarde de la biodiversité (patrimoine génétique et variété des milieux) en finalisant au plan économique local si possible les opérations de protection.

L'objectif serait de démontrer aux populations locales que la mise en défens des sites doit permettre la régénération des stocks biologiques (animal ou végétal), au même titre que l'espace agricole ou pastoral, qui seront potentiellement utiles en terme de ressources naturelles. Ces notions ont été intégrées depuis une vingtaine d'années dans les Parcs d'Afrique australe et orientale, alors qu'elles n'en sont qu'à leurs prémices en Afrique de l'Ouest. En effet, on dénombre de nombreux "game ranching"³ en Afrique du Sud et le nombre d'agriculteurs et d'éleveurs touchant des revenus de cette activité est estimé entre 7000 et 10000 (Luxmoore, 1985 ; cité par la FAO, source Internet). Au Zimbabwe, c'est environ 22 % (FAO, source Internet) des terres qui sont dévolus à la production d'animaux sauvages. C'est d'ailleurs dans ce pays que s'est déroulé le programme *CAMPFIRE*⁴ dont les retombées sont généralement admises comme un succès en terme de cohabitation faune sauvage / activité anthropique (Benoit, 1997 ; Chardonnet, 1995 & Caspary, 1999). Il faut néanmoins noter l'initiative de développer le ranch de gibier au Burkina Faso avec le Parc de Nazinga, ayant vu le jour en 1975 (Lundgren) et qui demeure aujourd'hui l'un des rares exemples de conservation et d'exploitation de la faune sauvage en Afrique de l'Ouest.

Ces nouvelles approches de gestion dites "participatives"⁵ dans les aires protégées, nécessitent une connaissance approfondie des ressources disponibles qui exige un travail d'investigation important, dans les domaines de la flore, de la faune, de la pédologie, de l'ethnologie, visant à améliorer la compréhension des facteurs écologiques et anthropiques susceptibles de modifier un environnement.

Le développement d'une gestion durable de la faune sauvage implique également une compréhension de son utilisation actuelle et requiert des informations sur les acteurs et sur les dimensions du secteur informel afin de définir les modes des gestions des ressources fauniques en intégrant la population.

³ ranch de gibier

⁴ *CAMPFIRE (Communal Areas Management Program For Indigenous Resources)* « s'est développé au Zimbabwe dès l'année 1984. Le modèle se base sur le rattachement de l'utilisation des ressources naturelles au développement rural. L'idée d'origine est simple. La responsabilité de la gestion et la valorisation économique des ressources naturelles est confiée à la population qui habite sur le lieu où se trouvent ces ressources. On espère ainsi que les recettes provenant de cette gestion inciteront à la préservation des propres ressources. Une étude effectuée dans 12 districts au Zimbabwe et ayant choisi le modèle *CAMPFIRE* pour l'aménagement de la faune sur un terroir de 30 000 km² qui est occupé par 82 500 ménages agricoles, montre que les recettes principales proviennent de la vente des licences de chasse aux guides de chasse professionnels. Environ 60 % des recettes proviennent des licences d'abattage d'éléphants » (Caspary, 1999).

⁵ Borrini-Feyerabend (1997) décrit la gestion participative des ressources naturelles (y compris la faune sauvage) comme un partenariat dans lequel toutes les parties prenantes intéressées sont associées à un degré important aux activités de gestion. Ce partenariat indique :

- la gamme des ressources et leur situation géographique
- l'ensemble des fonctions et des utilisations durables que la ressource peut offrir
- les parties prenantes
- les fonctions et les responsabilités de chacune des parties prenantes
- les avantages et les droits spécifiques accordés à chacune des parties prenantes
- une série concertée de priorités de gestion et un plan de gestion
- les procédures pour traiter les conflits et négocier conjointement les décisions concernant tous les points qui précèdent
- les procédures pour appliquer les décisions prises
- les règles spécifiques en ce qui concerne le suivi, l'évaluation et la révision de l'accord de partenariat et de plan de gestion.

La participation est comprise comme un continuum qui évolue dans l'espace entre le contrôle total de l'organisme pour la gestion des ressources naturelles et le contrôle total des autres parties prenantes.

C'est en se référant au concept de gestion des ressources que les outils propres à la gestion et à l'aménagement d'une entité spatiale démontrent tout leur intérêt.

Aujourd'hui tous les Parcs Nationaux français (PNR inclus) et Réserves possèdent une cellule SIG, et ont intégré les supports de la télédétection (images satellites, photographies aériennes), afin de cartographier les ressources abiotiques, biotiques et l'impact des activités anthropiques sur le milieu. Les aires protégées peuvent être gérées de la même manière qu'une ville, avec comme priorités, la gestion et la conservation des ressources présentes, voire la réhabilitation de ressources en cas de demande de la société, et également le souci du mode d'accès aux ressources si l'on se place dans la perspective de développement durable.

Plus les informations sur le milieu sont nombreuses, plus ces outils s'avèrent utiles. Or si de nombreuses études sur la faune ont été réalisées dans les parcs kenyans, tanzaniens, zimbabwéens ou sud-africains (Duncan, 1975 ; Sinclair, 1975 ; Jarman & Sinclair, 1979 ; Hilborn & Sinclair, 1979 ; Fritz, 1995) ceci n'est guère le cas dans les Parcs Ouest-africains.

Par exemple, des suivis de populations existent depuis une trentaine d'années dans les aires protégées d'Afrique australe et orientale, tels que le programme de suivi écologique du Serengeti, permettant d'avoir une idée sur les stocks de population mammalienne et d'avoir assez de recul sur leur dynamique ou des éléments de type "sex-ratio" (cf. Runyoro *et al.*, 1995 ; Campbell & Borner, 1995).

Une politique de gestion est dans ce cas, beaucoup plus aisée à mettre en place, en privilégiant certaines options en fonction des espèces, comme la réintroduction, le prélèvement ou le déplacement.

En Afrique de l'Ouest, faute de moyens ou parce que les préoccupations des sociétés sont différentes, des données du même type ne sont disponibles que depuis une dizaine d'années, dans le meilleur des cas.

Très peu d'études ont été menées sur la dynamique des populations permettant de mettre en évidence l'augmentation ou la régression des effectifs de population. Les informations sur la densité des populations de faune sauvage sont donc peu nombreuses.

On peut se demander quelle est la cause d'une telle disparité de connaissances entre les pays d'Afrique de l'Ouest et ceux de l'Afrique de l'Est et du Sud. Est-ce une densité "originelle" moins importante de biomasse animale qui a suscité moins d'engouement dans la recherche scientifique pour la gestion et la conservation de la faune sauvage ? Est-ce l'héritage d'un passé colonial, si l'on considère que les Anglais (anglicans) sont davantage concernés que les latins (catholiques) par la protection de la nature, due en partie aux différentes doctrines religieuses ? Est-ce la différence de priorité étatique, conséquence d'une disparité économique entre les pays d'Afrique de l'Ouest considérés comme plus pauvres que ceux de l'Afrique australe et orientale, notamment au niveau des ressources minières ?

Il est probable que ce soit une certaine combinaison des facteurs cités précédemment qui puisse expliquer une telle différence.

En tenant compte de ce manque d'informations, nous nous sommes penchés sur la possibilité de caractériser la distribution mammalienne en utilisant les moyens mis en œuvre par les politiques de gestion et de conservation en Afrique de l'Ouest, et plus particulièrement au Niger. En d'autres termes, comment caractériser la distribution mammalienne dans un pays, où ce genre d'étude ne constitue pas une priorité nationale, et ne bénéficie que de peu de moyens logistiques, financiers et humains ?

Cette interrogation s'avère être le cœur de notre problématique. Nous allons nous efforcer d'y répondre à travers ce document.

Notre zone d'étude concerne le Parc du W du Niger. Il s'agit d'une des plus anciennes aires protégées d'Afrique, et l'une des plus riches de la zone soudano-sahélienne en terme de diversité biologique.

Malgré ces caractéristiques, très peu d'informations sont disponibles sur cette zone, et la grande faune n'a quasiment pas fait l'objet de recherches. Un suivi est pratiqué depuis la fin des années 70, consistant en un certain nombre de recensements annuels réalisés par les Corps de la Paix des EUA (Etats Unis d'Amérique) ou les gardes du Parc, et un comptage aérien en 1977.

Il faut préciser qu'avant 1998, aucune donnée géoréférencée⁶ n'était disponible pour la grande faune.

C'est dans ce contexte qu'il nous a fallu mettre au point une méthode, reproductible par les agents du Parc, et compatible avec les priorités économiques du pays, c'est-à-dire peu coûteuse en hommes et en moyens, pour identifier et comprendre la répartition des grands mammifères.

Il est important de préciser qu'il existe plusieurs techniques régulièrement utilisées pour le suivi et la dynamique des populations, basées sur la capture d'individus ou le prélèvement (radio-pistage (*radiotracking*), indices de masse corporelle (cf. Maillard *et al.*, 1989), indices biométriques tels que la taille des maxillaires (cf. Hewison *et al.*, 1996), ou sur les méthodes dites non-invasives tels que l'analyse de l'azote dans les fèces (cf. Blanchard *et al.*, 2003). Ces techniques ne peuvent pas être appliquées à l'heure actuelle par l'administration du Parc du W, en partie à cause du manque de moyens financiers et techniques.

En revanche, elles pourraient parfaitement être développées dans le cadre d'un programme de développement et de recherche, comme celui d'ECOPAS (Programme européen, ECOSystèmes Pastoraux en Afrique Sahélienne).

Nous verrons par la suite, si la méthode que nous avons développée est complémentaire avec les techniques déjà existantes, permettant le suivi des populations de mammifères, initialement conçues par les chercheurs de l'ONCFS (Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage) dans le cadre des plans de gestion du chevreuil.

Comme nous l'avons dit précédemment, la faisabilité de cette recherche repose sur l'analyse et la compréhension de la relation espèce-habitat, mais également sur la perception du fonctionnement de l'entité géographique que constitue notre zone d'étude, soit le Parc du W et sa périphérie située au Niger.

Ces deux volets serviront de charpente à la gestion et à la conservation des espèces mammaliennes, si les résultats escomptés à l'échelle de notre zone d'étude sont révélateurs de la distribution spatiale. Dans le cas contraire, nous mettrons en évidence l'incompatibilité de la méthode pour l'espèce ou l'entité géographique considérée et proposerons des alternatives.

Avant d'énoncer cette méthode, il nous faut connaître toutes les composantes : historique, physique, biotique et anthropique de la zone d'étude, ce qui nous permettra d'élaborer un géosystème centré sur la faune.

Nous passerons également en revue les différentes méthodes connues ou nouvelles et les outils nécessaires à la compréhension de la distribution mammalienne en étroite relation avec les facteurs de répartition propre à chaque espèce. Notre objectif est d'aboutir à la mise en évidence des causes et de la dynamique de répartition des grands mammifères au sein de la zone d'étude.

L'étude de la distribution de la faune n'est pas totalement nouvelle en ce qui concerne le mode d'acquisition de l'information brute sur le terrain. Elle repose en effet sur les recensements de faune en véhicule et en point fixe.

⁶ données géoréférencées = données associées à un système de coordonnées géographiques permettant de se repérer exactement sur la terre

C'est plutôt la méthode d'analyse des facteurs de répartition et la mise en relation de ces facteurs avec les données de recensements qui diffèrent des approches communes. On tentera de comprendre les impératifs des espèces de grands mammifères vis-à-vis des ressources (hydriques et alimentaires) et des facteurs de répartition, qu'ils soient abiotiques ou biotiques (y compris l'homme). L'ensemble de ces facteurs sera géoréférencé et on analysera les interactions spatiales possibles entre eux, susceptibles d'influencer la distribution des espèces. C'est pourquoi nous avons nommé cette méthode SAGEDOC (*Spatial Analysis Georeferenced Data Of Counts*) ou Analyse Spatiale Géoréférencée des Données de Recensements.

SAGEDOC a pour objectif de produire des informations sur la distribution des espèces les plus communes de grands mammifères et d'évaluer leurs densités. SAGEDOC doit pouvoir constituer un outil de gestion des populations de faune sauvage, utilisable par un grand nombre de gestionnaires et de scientifiques.

2) Le cadre d'étude et ses principales composantes.

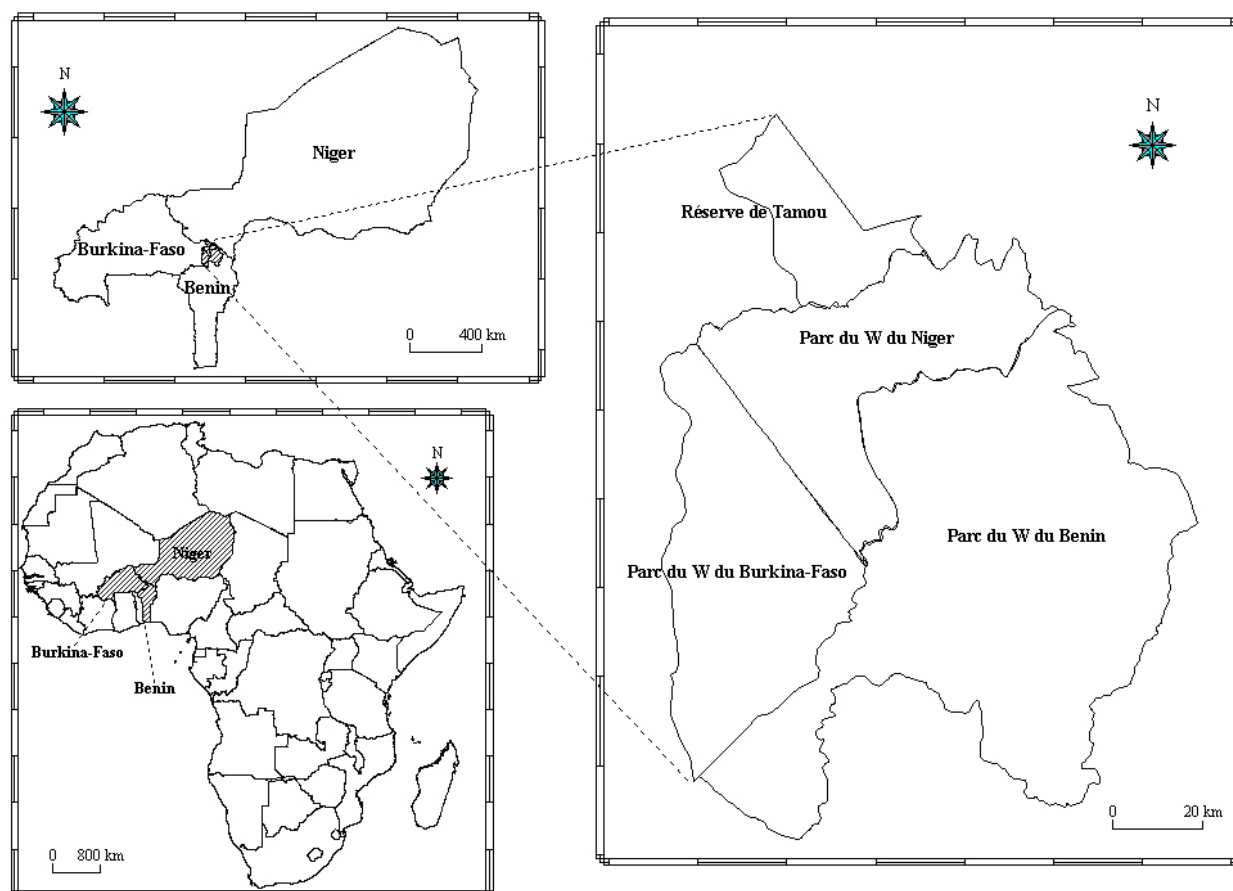
2.1) Le Parc du W et sa Périphérie.

Le Parc du W constitue un grand complexe régional écologique, s'étalant sur trois pays (Niger, Bénin, Burkina Faso) et couvrant une superficie totale de 1 023 000 hectares, dont 220 000 hectares pour la partie nigérienne, 568 000 hectares pour la partie béninoise et 235 000 hectares pour la partie burkinabé.

La partie nigérienne (cf. figure 1) est située à 150 km au sud-ouest de Niamey, elle est encadrée par la Réserve Totale de Faune de Tamou (superficie 77 000 ha) et la Réserve Partielle de Dosso (306 000 ha), avec au nord, le plateau de Kouré (75 000 ha) constituant un des derniers sanctuaires de girafes de l'Afrique de l'Ouest. Tout ce complexe national est érigé depuis 1995 en Réserve de Biosphère, mais la zone d'étude est moins étendue que la Réserve, elle comprend le Parc National du W du Niger et la zone tampon (cf. figure 2).

Les limites du Parc du W sont matérialisées au nord par la rivière Tapoa de son embouchure jusqu'à la frontière burkinabé, à l'est par le fleuve Niger (milieu du lit) de l'embouchure de la Tapoa à celle de la Mékrou, au sud par la rivière Mékrou jusqu'au point triple transfrontalier au Bénin et au Burkina Faso, et à l'Ouest par la frontière burkinabée du point triple à la rivière Tapoa.

Figure 1. Localisation du Parc National du W du Niger.



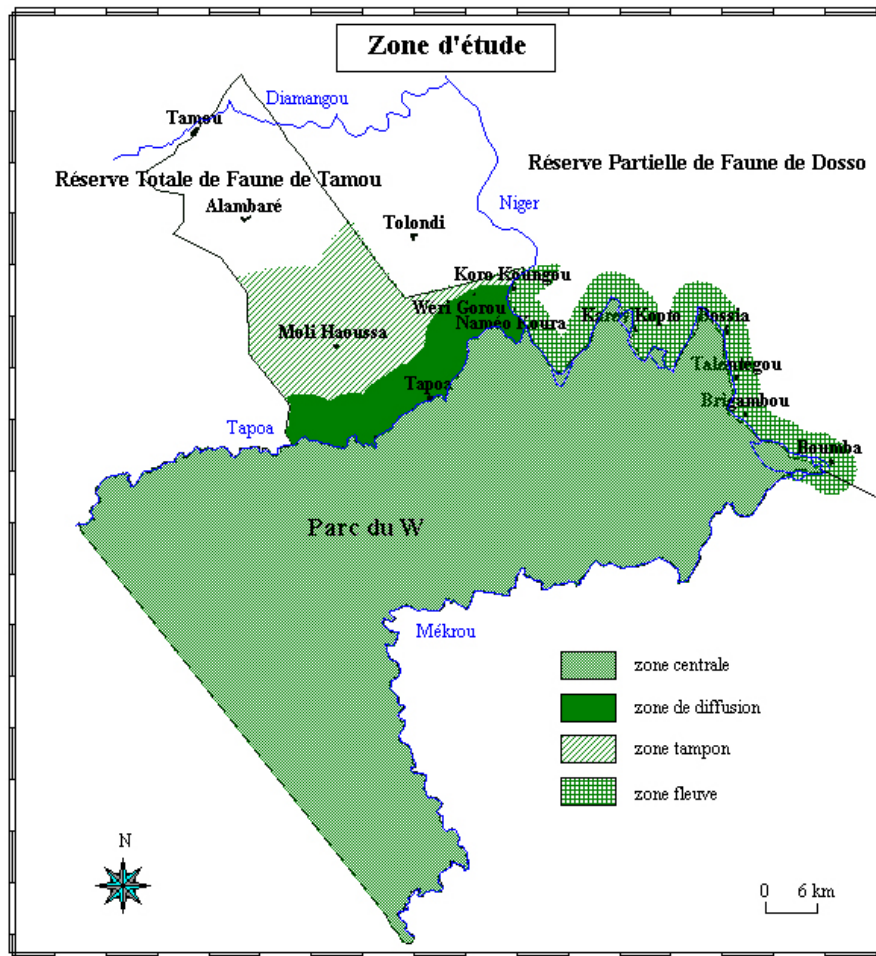
Notre zone d'étude est constituée du Parc du W du Niger, qui constitue la zone centrale, d'une zone tampon, qui est la partie méridionale de la RTF de Tamou, au sein de laquelle se trouve la zone de diffusion, et enfin la zone fleuve (cf. figure 2).

La zone tampon est elle-même divisée en deux parties (décret 76-141, 1976, Le Berre, 1995). La première que l'on dénomme "zone de diffusion" est contiguë au Parc et s'étend sur 5 km de largeur. Elle est inhabitée et est consacrée à la diffusion de la grande faune hors de la zone centrale.

La seconde partie de la zone tampon est constituée de trois villages (Tapoa, Moli Haoussa et Wéri Gorou). Elle est séparée par la piste qui va de la Tapoa à Tamou. A l'ouest de cette piste, il s'agit d'une zone villageoise, où il a été question de créer une réserve cynégétique, et à l'est il s'agit d'une zone de réhabilitation sylvo-pastorale.

La zone fleuve occupe une bande de 3 km de large le long du fleuve Niger qui s'étend de Kouro Goungou à Boumba. On y trouve des villages de pêcheurs/agriculteurs ce qui confère à cette zone une forte activité.

Figure 2. Zone d'étude.



Le choix de cette zone a été conditionné par deux facteurs indépendants.

- Les données obtenues lors des recensements sont le reflet d'une certaine conservation et gestion non seulement dans le Parc du Niger mais également dans l'ensemble du complexe régional du W, et dans sa périphérie. Or, il se trouve qu'au sein du complexe régional du W, seul le Niger possède un réseau de piste suffisamment développé pour réaliser des recensements par véhicule. La qualité des aménagements dans la partie nigérienne a permis aux autorités de pouvoir maintenir un état de conservation et un état des connaissances, même restreints, plus important qu'au Burkina-Faso et au Bénin.

L'effort de développement manifesté par ces deux pays pour le Parc du W semble sensiblement moindre que celui porté à la Pendjari pour le Bénin ou à l'Arli pour le Burkina-Faso⁷.

⁷ « Le Parc National du W s'étend sur 235 000 ha en territoire burkinabé. Classé parc national en 1954, le niveau de dégradation de ce parc est aujourd'hui critiqué car le très faible niveau d'aménagement (manque de pistes et de points d'eau) combiné au manque de moyens humains a déterminé l'effondrement des ressources.... Le bloc Arly... C'est de loin de parc national le mieux aménagé du pays. Il bénéficie d'une infrastructure d'hébergements (hôtel 3 étoiles) et d'un réseau de pistes » (Kaboré in Conservation et Développement en Afrique soudano-sahélienne, cf. Le Berre & Kabala, 1994).

Le réseau de piste est un facteur primordial dans l'analyse de la distribution des grands mammifères, puisqu'une partie des résultats s'acquiert à partir des comptages en véhicule. C'est pour cette raison que les données ont été récoltées dans le Parc du W du Niger. Ce dernier constitue donc le centre névralgique de notre zone d'étude.

- Les limites que nous nous sommes fixées pour définir la périphérie tiennent compte de l'impact direct et régulier de la population sur les ressources de l'aire protégée. Ainsi nous avons restreint notre étude à une zone qui s'étend jusqu'à 3 km à l'intérieur de la Réserve de Dosso, et à la zone tampon dans celle de Tamou. La zone tampon, avec la zone de diffusion, et la zone fleuve nous paraissent indissociables de la zone centrale, en raison des multiples interactions qui s'y déroulent.

L'entité spatiale ainsi définie est le théâtre d'un processus écosystémique et surtout historique qui débuta dès la création des premières aires protégées en Afrique de l'Ouest, c'est-à-dire pour le Parc du W dès 1926.

En effet, le Parc du W et sa périphérie s'articulent selon des composantes à la fois différentes et pourtant indissociables. Le paysage⁸ de la zone d'étude est le résultat des interactions entre les différentes actions de l'homme menées à travers le temps et les composantes mésologiques. Nous allons donc décliner ces deux aspects afin de mieux comprendre les mécanismes qui ont façonné ce paysage.

2.2) Les principales composantes de la zone d'étude.

2.2.1) Les composantes anthropiques.

2.2.1.1) L'historique.

Nous allons surtout nous attacher à décrire dans ce chapitre, les grandes étapes qui ont jalonné l'existence de l'aire protégée. Il est néanmoins intéressant de rappeler le contexte historique de cette région. Outre l'intérêt, non négligeable sur le plan archéologique, mis en lumière par les découvertes du professeur Boubé Gado de l'IRSH (Institut de Recherche en Sciences Humaines) (Le Berre, 1995), la zone du W fut le théâtre, de 1591 à 1593, de la bataille acharnée des Marocains contre Askia Nouh, dont certaines îles du coude du W ont gardé les vestiges comme ceux des anciens murs de retranchement.

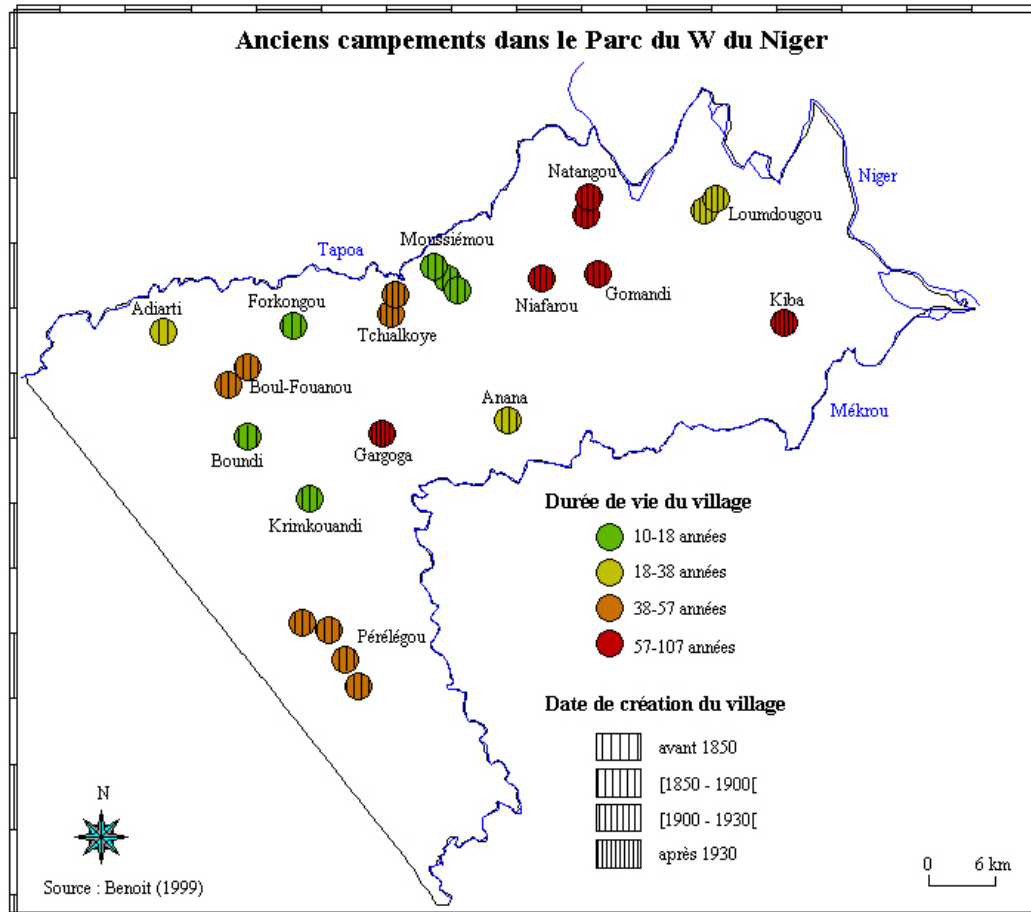
Benoit (1999b) décrit la situation particulière de cette zone au 18^{ème} et 19^{ème} siècle⁹. Il y eut certes des tentatives d'occupation, qui furent avant la période coloniale, l'objet de pillages et de destructions lors des incursions répétées des guerriers Songhaïs notamment.

⁸ Le paysage est ici défini comme le résultat de la combinaison dynamique, donc instable d'éléments physiques, biologiques et anthropiques qui, en réagissant les uns sur les autres font du paysage un ensemble unique et indissociable (Bertrand, 1968).

⁹ Le vide humain entre la Tapoa et l'Alibori via la Mékrou (qui se prolonge jusqu'à la Pendjari) a son origine dans ces processus territoriaux. Les témoignages confirmant l'absence de peuplement et le droit sur l'actuel W (hors le cas des établissements sorkos du fleuve Niger et de Tialkoye) ont été analysés (Benoit 1999b). Selon les critères locaux de la maîtrise de l'espace (assujettissement de l'habitant, droit "éminent" sur la terre, etc.), les brousses du W étaient bien un no man's land lors de la création du parc (dit "de refuge" à l'époque) en 1926.

Si bien qu'il n'existait à la fin du 19^{ème} siècle que deux seuls établissements humains dans le W, ceux de Tialkoye et Natangou¹⁰ (cf. figure 3). L'ensemble des sites occupés par l'homme dans le Parc du W entre 1865 et la création du Parc, synonyme d'expulsion¹¹ des populations y demeurant encore en 1954, est présenté sur la figure 3.

Figure 3. Anciens campements dans le Parc du W du Niger.



¹⁰ « Dès 1900-1905, la sécurité et l'interdiction des pratiques esclavagistes par le pouvoir colonial entraîne l'expansion de l'habitat, surtout après la sécheresse de 1914. Des tentatives pionnières se manifestèrent vers la Mékrou (sans l'atteindre), essentiellement à partir de Botou. Des campements saisonniers pour la chasse ou la culture sous pluies furent créés, mais ils furent parfois très éphémères.

Kiba fut à nouveau occupé vers 1930 (cet établissement a été fondé vers 1812 par la mouvance peule à des fins stratégiques ...), mais sans succès, pour cause de trypanosomiase, semble-t-il. Tialkoye se maintint au début du siècle malgré l'onchocercose, mais Natangou déclina à la suite de l'extermination des éléphants et de la baisse de la demande de jasper au Nigeria » (Benoit, 1999b).

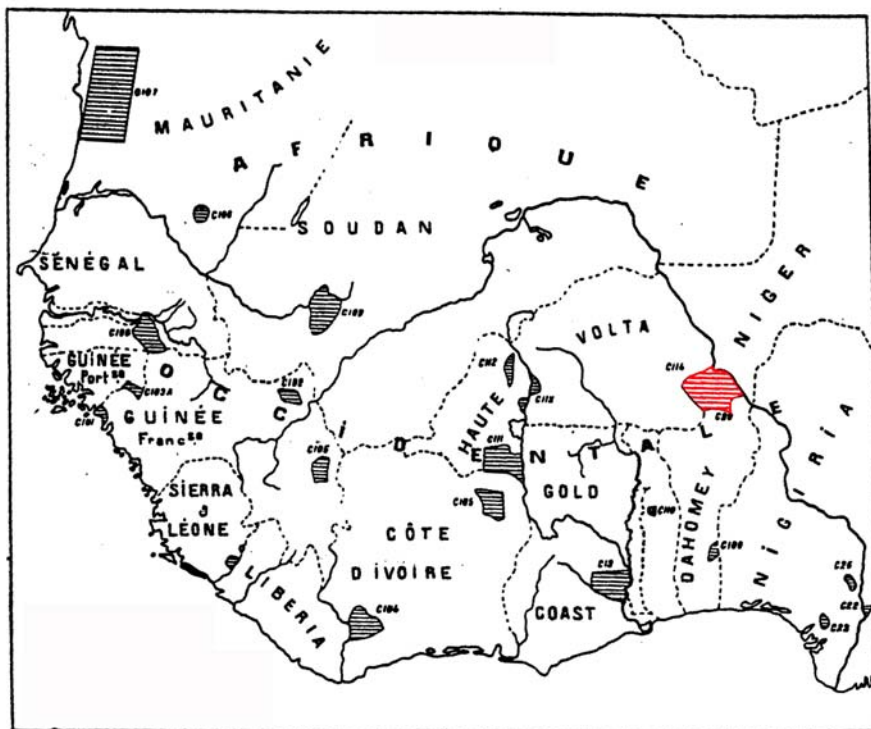
¹¹ « Les différentes circulaires du Ministère des Colonies ne laissent aucun doute : craignant à juste titre que la faune soit mal protégée parce que trop dérangée il insiste sur la nécessité de l'absence de groupements indigènes. Or dans la partie délimitée, nous avons vu qu'il y avait les villages suivants : Natangou, Tiélakoye, Kib, Bagamboula, Bikini, Napadiagou. Ces villages doivent être repêtré à l'extérieur ». (Fiasson, 1937 ; cité par Benoit, 1999b).

En 1926, de nombreux sites (cf. figure 4) furent érigés en Parc de refuge par l'administration coloniale française présente en AOF. Ces mesures résultent de la prise de conscience progressive pour la protection et la conservation de la nature, décrites par Roure¹² (1956).

En 1933, suite à la convention de Londres, sont créées en Haute Volta la réserve des cercles de Say et Foda d'une superficie de 572 000 hectares (appelé C 114), futur Parc de l'Arli et du W (côté Burkina Faso), ainsi que la réserve du Moyen Niger dans le Dahomey d'une superficie de 408 000 hectares (appelé C 99), futur Parc de la Pendjari et du W (côté Bénin).

Figure 4. Réserves de Faune prévues par la Convention de Londres (1933).

Réserves de Faune prévues par la Convention de Londres (1933)



Source : Roure (1956)

Bien que la zone soit érigée en Parc de refuge depuis 1926, le processus de mise en protection va se poursuivre jusqu'à la création du Parc par décret en 1954.

¹² Une première initiative pour la protection de la Nature fut celle des E.U.A avec la création de Yellowstone Park en 1872, pour "l'utilité et l'agrément du public" (but utilitaire touristique). Puis vint celle du Parc Kruger, amorcée en 1908 au Transvaal avec la réserve de gibier de Sabi créée à des fins cynégétiques. Enfin en 1925 s'ébauche au Congo Belge le futur Parc Albert dans un but strictement scientifique (Roure, 1956).

Cet intermède est décrit par Roure (1956) qui explique comment le vétérinaire Fiasson est à l'origine (suite à une expédition durant la saison des pluies en 1937) de la détermination des limites ouest, en abornant la zone et en présentant un arrêté de classement de la partie nigérienne précédemment voltaïque du Parc national¹³.

On notera que l'ensemble du Parc de refuge de 1926 a connu des fortunes diverses. Si la grande majorité des sites a été classée en Parc National (W, Arli et Pendjari), le reste a été érigé en Réserve de Faune Totale (Tamou, Singou) ou Partielle (Dosso, Arli, Kourtia) ou en encore en zone cynégétique (Mékrou, Atakora, Djena)¹⁴.

La figure 5 nous montre l'état de la zone en ce qui concerne l'aménagement des pistes et des campements lorsque celle-ci fut érigée en Parc National en 1954.

On notera l'existence des deux campements de chasse principaux, la Tapoa et Diapaga, ainsi qu'un réseau de pistes mieux développé côté nigérien, avec la présence des pistes toujours actuelles telles que Mékrou directe, Diapaga, Medyaga, Barou et Paillote.

L'ancien campement de la Tapoa est aujourd'hui le centre névralgique des opérations de d'aménagement, de surveillance et de recherche sur la zone du W. C'est également le seul accès routier au Parc du Niger et le lieu de villégiature des agents des eaux et forêts du Niger en faction dans le secteur, ainsi qu'une station météorologique.

La zone d'étude est sous la tutelle de l'état, et son organisation administrative est décrite dans ce qui suit.

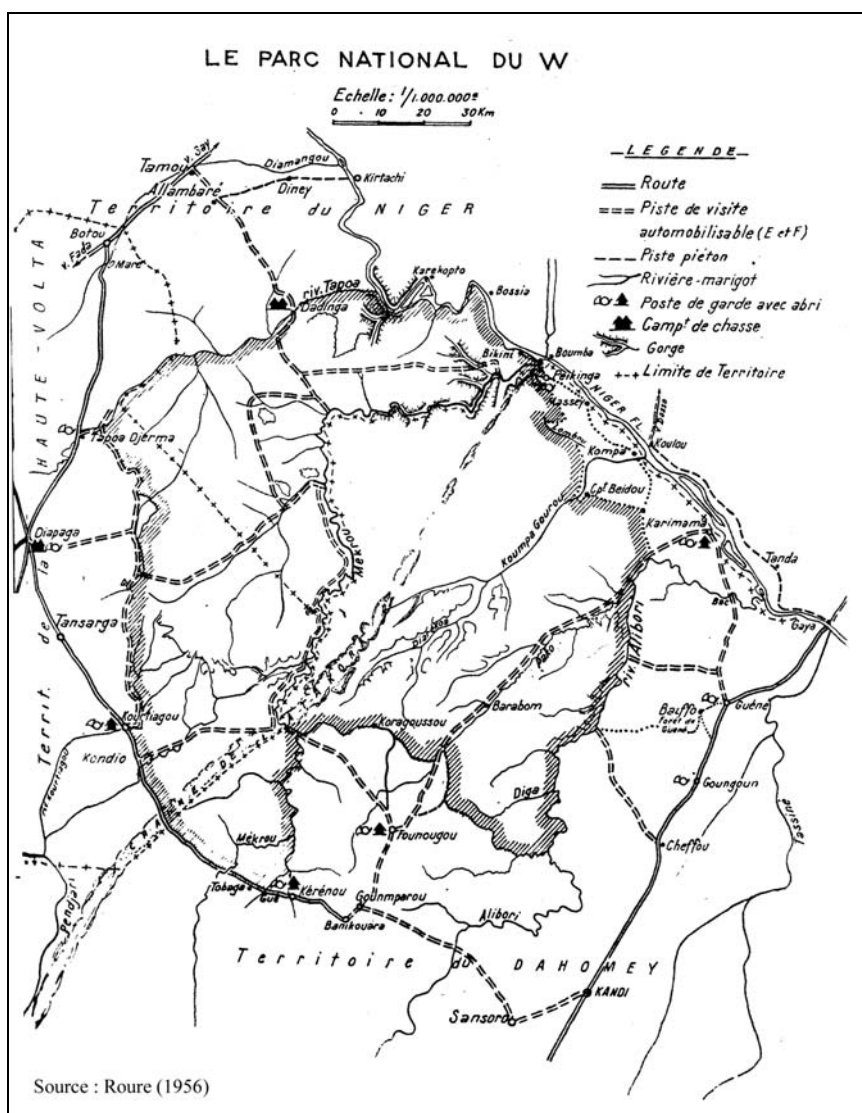
¹³ « Un arrêté du Gouverneur en date du 13 novembre 1937 sanctionnait ce classement de l'appellation du Parc national du W et interdisait toute exploitation, toute chasse et toute capture. Simultanément le gouverneur du Dahomey (arrêté du 30 septembre 1937) reprenait à nouveau sous le titre de Réserve naturelle intégrale provisoire le classement de la zone comprise entre la Mékrou (75 km) et l'Alibori (85 km).

Mais il faut de nouveau attendre treize ans cette fois-ci pour voir répondre les délimitations et la mise sous surveillance de cette région.

Si les poteaux frontières posés par Fiasson ont été digérés par les termites, l'idée de 1926, la tentative de 1937 ont fait leur chemin, ..., et de nouvelles bornes, en ciment cette fois-ci, jalonnent les limites du W classé que l'on parcourt maintenant en automobile. Des gardes sont installés, la surveillance s'organise. Les délimitations ont été exécutées sur le terrain en 1952 et 1953 par les services forestiers des trois territoires intéressés, les commissions de classement se sont réunies et ont été sanctionnées par des arrêtés du Gouverneur général donnant au W le régime de forêt classée et de Réserve totale de faune. Enfin cet ensemble est constitué définitivement en Parc national par décret du 4 août 1954 » (Roure, 1956).

¹⁴ Le système des Réserves de faune, qui couvre à la fin de 1955 plus de 800 000 ha à l'Ouest du W, est destiné à protéger une faune de chasse, peut-être plus abondante que celle du Parc national, pour essaimer dans les plaines de la Pendjari, qui sont parmi les meilleurs terrains de chasse de l'A.O.F. L'aménagement cynégétique de cet ensemble s'étend jusqu'à Fada N'Gourma (Roure, 1956).

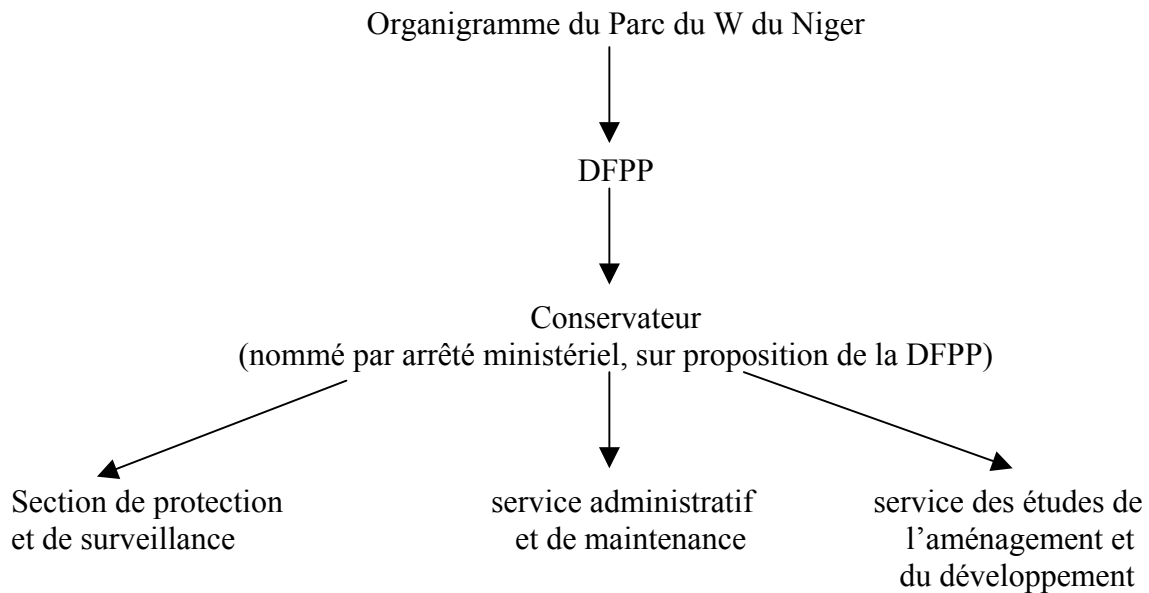
Figure 5. Le Parc National du W.



2.1.1.2) Cadre administratif.

Le Parc du W dépend directement du Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre la Désertification qui délègue ses pouvoirs à la Direction de la Faune, de la Pêche et de la Pisciculture (DFPP). Le directeur de cette cellule nomme un conservateur (commandant*) qui administre le Parc. Ce dernier a sous ses ordres un conservateur adjoint (capitaine*), un responsable administratif (lieutenant*), un chef de la section aménagement (sergent*), un chef de la section protection et surveillance (sergent*) et une dizaine de gardes, 2 ou 3 chauffeurs ainsi que plusieurs préposés (ayant fait une préparation militaire) et bénévoles (villageois, guides).

Tous les membres du Parc sont des militaires issus du corps des Eaux et Forêt. Ils sont logés au village de la Tapoa, à proximité du siège administratif du Parc, où chaque chef de section et le conservateur possèdent un bureau.



* grade minimum selon les normes du corps militaire des Eaux et Forêts au Niger

Précisons que tous les officiers des aires protégées du Niger ont suivi une formation appropriée. Certains d'entre eux ont, par exemple, suivi les cours de l'école de gestion de la faune sauvage africaine de Garoua au Cameroun.

Notons que l'on observe beaucoup de mutations internes au sein du département des Eaux et Forêts. Les conservateurs ne restent pas en général plus de deux ans en poste, ce qui rend un programme de gestion difficilement applicable.

Le principal problème du Parc du W en terme de gestion, est le manque de moyens financiers et humains. Les agents ont longtemps été restreints dans leurs interventions par manque de carburant ou pour des pannes diverses des véhicules du Parc. Bien qu'on comptait en 1999 et 2000, 4 à 5 véhicules affectés à la surveillance ou à la réfection des pistes et divers aménagements, seuls 2 voire 1 véhicule étaient en état de fonctionnement.

Ce qui peut paraître surprenant, c'est la variabilité temporelle dans les moyens mis en œuvre pour la gestion du Parc. Ainsi en 1972, on comptait seulement 5 gardes (d'anciens pisteurs), mais il y avait 2 véhicules 4×4 équipés de postes émetteurs-récepteurs, 5 motos, 1 camion et 1 émetteur central à la Tapoa.

Deux niveleuses furent mises à disposition, ce qui permit la réfection des pistes pour une lutte plus efficace contre le braconnage notamment.

En 1973 les pistes étaient toutes praticables, et l'effectif des gardes monta à 15 individus. Grâce aux efforts conjugués des membres des "eaux et forêts" et d'instances internationales comme le WWF (*World Wildlife Fondation*), le nombre d'animaux augmenta de manière significative côté Niger dans le Parc du W.

En revanche en 2000, on comptait seulement 7 gardes, 1 véhicule en état de marche. Un tiers des pistes était impraticable, ce qui entraîna une certaine démotivation de la part des agents.

Ceci est évidemment lié aux stratégies politiques mises en œuvre par le gouvernement en place. Le Niger n'étant pas réputé pour sa stabilité politique, les efforts de conservation et de gestion des ressources naturelles peuvent se retrouver compromis par exemple par un coup d'état, événement qui n'est pas si rare dans ce pays.

Aujourd'hui avec l'inscription de la zone comme site naturel du patrimoine mondial de l'UNESCO, et avec la création de la Réserve de Biosphère, les instances internationales ont un droit de regard et d'action sur le milieu. Ceci ajouté à la mise en place de programmes internationaux comme ECOPAS (Programme européen, ECOSystèmes Pastoraux en Afrique Sahélienne) ou MIKE (*Monitoring Illegal Killing of Elephant*) devrait pouvoir assurer une continuité dans la viabilité du milieu.

Les agents des "eaux et forêts" ont pour mission de protéger et de gérer l'ensemble des écosystèmes du parc du W et de la RTFT (Réserve Totale de Faune de Tamou). Ils doivent également participer aux travaux d'aménagement permettant l'épanouissement de la faune sauvage.

2.2.1.3) Les travaux d'aménagement.

On compte au niveau de la zone d'étude trois grands types d'aménagements

- les feux d'aménagements
- la réfection des pistes
- l'aménagement des mares

On peut y ajouter dans une moindre mesure l'aménagement des salines, qui a pour but de fournir à la faune un complément en oligo-élément. On peut aussi considérer qu'il s'agit d'un moyen d'attirer les animaux non loin des pistes.

La pratique des feux joue un rôle très important dans la constitution et le maintien des formations végétales donc également dans la gestion de la faune associée à ces habitats.

Le type de feux préconisé a un impact sur l'agencement du milieu et relève par conséquent d'un choix stratégique qui peut favoriser certaines espèces au détriment des autres.

Nous allons essayer de voir quels sont les atouts et les inconvénients des différentes pratiques des feux d'aménagement, en nous appuyant notamment sur les travaux de Grettenberger & M^c Shane (1984).

La politique dans le Parc en terme de feux d'aménagement repose sur la pratique des feux précoces. Ils ont lieu en octobre/novembre, soit à la fin de la saison hivernale avant que les végétaux ne soient complètement secs. On peut attribuer aux feux précoces les rôles suivants :

- améliorer la visibilité ;
- jouer le rôle de pare feux ;
- favoriser les repousses ;
- procurer du sel (cendre) à lécher ;
- stimuler la croissance des plantes vivaces (nourriture très appréciée par une certaine faune).

Ce dernier élément a été l'objet de plusieurs investigations. L'effet des feux de brousse dans les savanes soudaniennes serait de provoquer un réveil systématique des plantes adaptées : le choc thermique, occasionné par le passage du feu, entraînerait la mobilisation des substances de réserves (nitrates) accumulées dans les racines et de l'eau disponible dans la plante et il se produirait alors une croissance limitée dans l'espace et le temps selon les ressources disponibles dans la plante et les conditions du milieu (Poilecot *et al.*, 1991). Monnier (1981) précise que les rosées matinales de saison sèche interviennent dans le départ rapide de la végétation herbacée.

De plus, les feux précoces sont moins intenses et laissent une mosaïque de zones brûlées et non brûlées. Les arbres sont rarement atteints.

Il a été démontré que les incendies en début de saison sèche pouvaient également avoir des conséquences néfastes. Des feux allumés trop tôt, en fin de cycle végétatif, peuvent nuire aux plantes encore un peu vertes. Leurs réserves nutritives n'ont pas encore été transférées des feuilles aux racines pour y être emmagasinées. Si ces plantes sont amenées à repousser hors saison, elles doivent le faire aux dépens des réserves racinaires partiellement réapprovisionnées. Si ce regain est brouté, les réserves racinaires sont épuisées et les plantes peuvent mourir après quelques années de ce traitement. Il peut en résulter un accroissement de la végétation ligneuse moins touchée par les feux précoces.

Cette politique de feux précoces a tendance à maintenir sur le long terme un milieu relativement fermé, qui favorise donc la présence de certaines espèces animales comme les éléphants ou les céphalophes. Cependant ces feux éliminent les pâturages secs exploités par des espèces telles que le buffle. On constate alors une désaffectation des zones habituellement fréquentées par ces derniers. Inversement, des espèces comme le bubale ou les damalisques attirées par les repousses fraîches s'en donnent à cœur joie.

Nous avons pu constater lors des recensements effectués en 2000 et 2002, un réel changement dans la zone boisée d'Anana, lieu de prédilection des buffles. En 2000, nous avons 5 observations de buffles sur la piste Anana, et en 2002 après que la zone a été brûlée, nous n'avions plus d'observation.

L'autre type de politique en terme de feux d'aménagement, consiste à réaliser ces derniers en fin de saison sèche ou début de saison des pluies. Les grands feux juste après les premières pluies peuvent effectivement réduire la végétation ligneuse en quelques années et accroître la couverture herbacée. Les herbes sont encore en sommeil, mais les arbres bourgeonnent et c'est alors qu'ils sont les plus sensibles au feu. Le problème est que ce type de feux n'améliore pas dans un premier temps la visibilité pour les touristes, et par ailleurs l'ouverture du milieu est néfaste à certaines espèces.

Les aménageurs se retrouvent donc face à un dilemme au niveau de la politique des feux. Ils doivent en effet, composer avec les feux illégaux allumés par les braconniers ou les éleveurs, en saison sèche. Les feux de milieu de saison sèche sont les plus terribles, puisqu'ils privent les herbivores d'une nourriture primordiale à une époque critique de l'année. Les herbes commencent à repousser mais meurent à cause du manque d'humidité du sol.

Aujourd'hui, il n'y a pas de réelle stratégie de gestion du milieu par les feux d'aménagement mise en place dans le Parc, ni de suivi. Les actions sont menées avec plus ou moins de cohérence et dépendent souvent des opportunités du moment.

L'aménagement des points d'eau est l'autre grand secteur d'activité des gestionnaires du Parc. Nous allons voir par la suite, dans un paragraphe consacré au climat du Parc, que celui-ci souffre d'une variabilité pluviométrique importante. Ceci rend la survie des animaux difficiles lors des années de sécheresse. L'aménagement des mares permet de réguler le système hydrique dans certains cas et de palier aux besoins en eau de la faune. Il assure également une plus vaste répartition de la faune, afin de mieux utiliser les ressources végétales disponibles dans le Parc, diminuant par conséquent l'impact de certaines espèces tels les éléphants sur les points d'eau permanents.

Les mares sont des dépressions naturelles (souvent situées dans les *kori*¹⁵), à substratum plus ou moins imperméable dans lesquelles convergent les eaux de ruissellement.

L'évaporation sur les mares du Parc est très forte durant la saison sèche¹⁶. Pour éviter l'assèchement, il faut soit augmenter le volume d'eau disponible, soit le réalimenter.

¹⁵ *kori* : bas-fond où coule en saison des pluies un cours d'eau qualifié de secondaire

¹⁶ en moyenne 1 cm par jour (Couteron, 1992a)

L'aménagement physique des mares du Parc peut s'organiser de trois façons lorsqu'on souhaite augmenter la durée de mise en eau :

- 1) en créant en aval sur l'émissaire une digue de retenue permettant une élévation de la dépression ;
- 2) en réalisant des travaux légers sur les caractéristiques physiques du point d'eau. Les actions menées dans ce domaine sont de plusieurs ordres :
 - Curage simple des mares quand l'extension s'avère impossible du fait de la densité importante des arbres l'entourant, et quand il y a impossibilité d'approfondir, du fait de l'existence d'une couche rocheuse à faible profondeur ou de peur de décaper la couche imperméable.
 - Agrandissement lorsque les mares présentent la possibilité d'extension latérale ou en amont comme en aval, sans porter préjudice à l'environnement immédiat.
 - Approfondir la mare suffisamment pour en augmenter le tirant d'eau. Cette solution ne peut être proposée que pour des mares présentant une couche imperméable importante.
- 3) Le sous-sol du Parc renferme des nappes captives ou semi-captives à des profondeurs variant entre 60 et 100 m. On peut envisager d'utiliser ces réserves d'eau, à partir de forages ou de puits situés à proximité. Cette solution a pour avantage de ne pas perturber la morphologie de la mare, mais nécessite une maintenance coûteuse en homme et en moyen (quel que soit le type de pompe utilisé), et une protection des installations contre la faune et les braconniers.

Ce qui paraît surprenant dans ce type d'aménagement, c'est qu'aucune étude préalable sur la fréquentation des points d'eau par la faune, ni sur les modifications écologiques *lato sensu* engendrées par la création de mares artificielles ou la modification des mares existantes n'ait été entreprise avant la mise en œuvre des ouvrages.

Heureusement, que ce soit au niveau de Pérélégou ou de Bata, les forages n'ont pas encore réellement servi à alimenter les points d'eau, la fréquentation de ces mares peut être encore considérée comme originelle.

Pour les aménagements récents, qui seront détaillés dans le paragraphe sur l'hydrologie de la zone d'étude, une étude mériterait d'être entreprise avant la mise en fonctionnalité des ouvrages.

Même si le déficit des ressources en eau a des conséquences parfois terribles pour la faune, l'aménagement des points d'eau nécessite la mise en place d'une politique globale de gestion, reflet de mesures déterminées par les études d'impact environnementales.

Les agents du Parc doivent aussi réglementer les activités touristiques. Ils s'occupent de faire payer les droits d'entrée aux touristes désireux de visiter le Parc et s'assurent éventuellement de la sécurité de ces derniers.

Nous allons voir plus en détail comment s'organisent ces activités touristiques qui ont également un impact sur le paysage de la zone étudiée, à travers les infrastructures qu'elles engendrent.

2.2.1.4) Le tourisme.

L'activité touristique est très peu développée dans le Parc du W du Niger, comparée à celle de ses voisins de la Pendjari (Bénin) ou de l'Arli (Burkina Faso).

Bien que la fréquentation touristique du W soit croissante, 1800 visiteurs en 1989/1990 et 3500 en 1995/1996, ce secteur paraît déficitaire comparé au potentiel dont dispose le Parc. A titre comparatif, la zone de l'Air-Ténéré possède une activité touristique apparemment supérieure, si l'on se réfère au nombre important (une douzaine) d'agences de voyage sur Agadez (Le Berre, 1995).

Les fréquentations touristiques ont lieu durant la saison sèche où les mois de novembre/décembre coïncident avec l'ouverture du Parc et les vacances de Noël. La période de janvier/février offre les meilleures conditions climatiques et génère alors de nombreuses visites. L'activité est également forte en avril du fait des vacances de Pâques.

Le parc du W du Niger possède pourtant des atouts non négligeables. En effet, il compte un réseau bien développé de 26 pistes (plus ou moins praticables). Il y a également 2 structures hôtelières : l'hôtel de la Tapoa à l'entrée du Parc (établissement privé) et un site de campement (tentes et restauration disponibles, géré par Nigercar) à l'intérieur du Parc. Ce dernier, bien qu'à priori plus attractif, pose quelques problèmes puisqu'il peut s'avérer dérangeant pour la faune et dégrader le milieu environnant.

Seul le site de campement propose un circuit au départ de Niamey et possède une réelle structure de commercialisation. Ce système de logement mobile permet à Nigercar de pouvoir s'installer à l'intérieur même du Parc, mais se voit imposer un déplacement régulier des installations, pour minimiser les impacts négatifs sur l'écosystème. Cette structure hôtelière connaît un bon taux de remplissage surtout le week-end. L'essentiel des visiteurs est composé d'expatriés, le plus souvent européens, venant se divertir durant les jours de repos.

L'hôtel de la Tapoa connaît quant à lui de grosses difficultés de remplissage, victime du succès de Nigercar, meilleur marché, possédant une structure à Niamey, et dont la formule semble plus attractive pour les visiteurs, car plus authentique.

Le commerce de l'hôtel bénéficie néanmoins d'une aide des instances étatiques, qui y organisent régulièrement des séminaires de travail. Le coût de fonctionnement reste très important, en raison de l'approvisionnement des marchandises par véhicule, denrées et essence pour le groupe électrogène.

Il faut noter qu'une nouvelle formule proposée par Point Afrique a vu le jour depuis cette année. Elle propose des voyages "bons marchés" organisés au départ de plusieurs villes en France (Paris, Lyon et Marseille).

La formule comprend notamment la descente du Niger sur des embarcations traditionnelles, et un circuit pédestre dans le Parc au niveau des coudes du W, avec une nuit à Karey Kopto dans un campement type "lodge".

Point Afrique étant le seul organisme qui offre de la publicité depuis l'Europe ou sur Internet, le Parc souffre donc d'un manque cruel de reconnaissance au niveau international et même national.

On notera qu'en 1992, les membres des Corps de la Paix américains ont créé en association avec les autorités du Parc et la communauté villageoise, un musée regroupant des photos, des moulages d'empreintes et quelques informations sur les principales espèces animales rencontrées dans le Parc.

Les guides ont formé une association, qui leur permet de structurer leur activité, et qui assure également un fond d'entraide et de solidarité. Cette activité est considérée par la majorité d'entre eux comme une activité saisonnière secondaire, les guides étant trop nombreux pour le nombre de visiteurs. En moyenne, un guide sort une fois et demi par mois, ce qui lui rapporte environ 10 000 francs cfa.

L'administration du Parc doit normalement assurer la formation des guides, projet souvent coordonné avec des ONG, lors de programmes de développement notamment.

L'association a eu l'idée de créer une boutique, vendant des accessoires, tels que des tee-shirts, des figures, des livrets d'informations, etc., mais n'ayant ni subventions, ni assez de retombées, le stock des produits n'est pas renouvelé, et la boutique est par conséquent fermée.

La faible fréquentation touristique du Parc est la conséquence de plusieurs facteurs :

- bien que la zone possède une faune très riche, aussi riche en diversité voire davantage que celle des Parcs kenyans ou tanzaniens, la densité des espèces est moins importante, et le milieu assez dense se prête moins au tourisme de vision. Les probabilités de rencontre avec un animal sont donc moindres.
- Ces probabilités de rencontre pourraient être supérieures si les guides possédaient la formation et les connaissances nécessaires sur la faune pour savoir en fonction de l'heure, de la période de visite et des préférences des visiteurs, dans quel endroit se rendre.
- Les structures hôtelières ne possèdent ni le côté attractif de celles de l'Afrique de l'Est et du Sud (plus luxueuses et plus authentiques à la fois), ni les techniques de gestion pour assurer un développement pérenne de l'activité.
- Aucune campagne d'information et de publicité n'ayant été lancée dans les pays du Nord, l'existence du Parc est quasiment inconnue du grand public.
- Historiquement le Niger est plus réputé pour son désert que pour sa faune, l'image du pays reste donc associée au Ténéré, entretenue notamment par les courses automobiles comme le Paris-Dakar.

Ces activités anthropiques ont été mises en place pour protéger, promouvoir et maintenir un paysage se distinguant par sa beauté et la richesse de ses ressources naturelles.

Les ressources naturelles du Parc du W sont en effet multiples et exceptionnelles ce qui lui a permis de faire l'objet de nombreux classements depuis son institution en 1954.

Le Parc du W est inscrit depuis 1987 comme Site de la Convention de Ramsar sur la protection des zones humides. Il est également depuis 1996 un Site Naturel du Patrimoine mondial de l'UNESCO et se situe au cœur d'une Réserve de Biosphère depuis 1995.

La zone d'étude est d'ailleurs totalement intégrée dans la Réserve de Biosphère¹⁷.

Nous allons donc examiner dans la partie suivante les caractéristiques écologiques de ce paysage.

¹⁷ La Réserve de Biosphère a une superficie totale de 725 000 ha (Le Berre, 1995) et se décompose en 3 catégories :

- une aire centrale de 220 000 ha, le Parc du W du Niger ;
- une zone tampon de 77 000 ha, la Réserve Totale de Faune de Tamou ;
- des aires de transitions : la partie déclassée de la RTFT (33 000 ha), la Réserve Partielle de Dosso (306 000 ha), le plateau de Kouré (75 000 ha) et un corridor génétique (20 000 ha).

2.2.2) Les composantes écologiques.

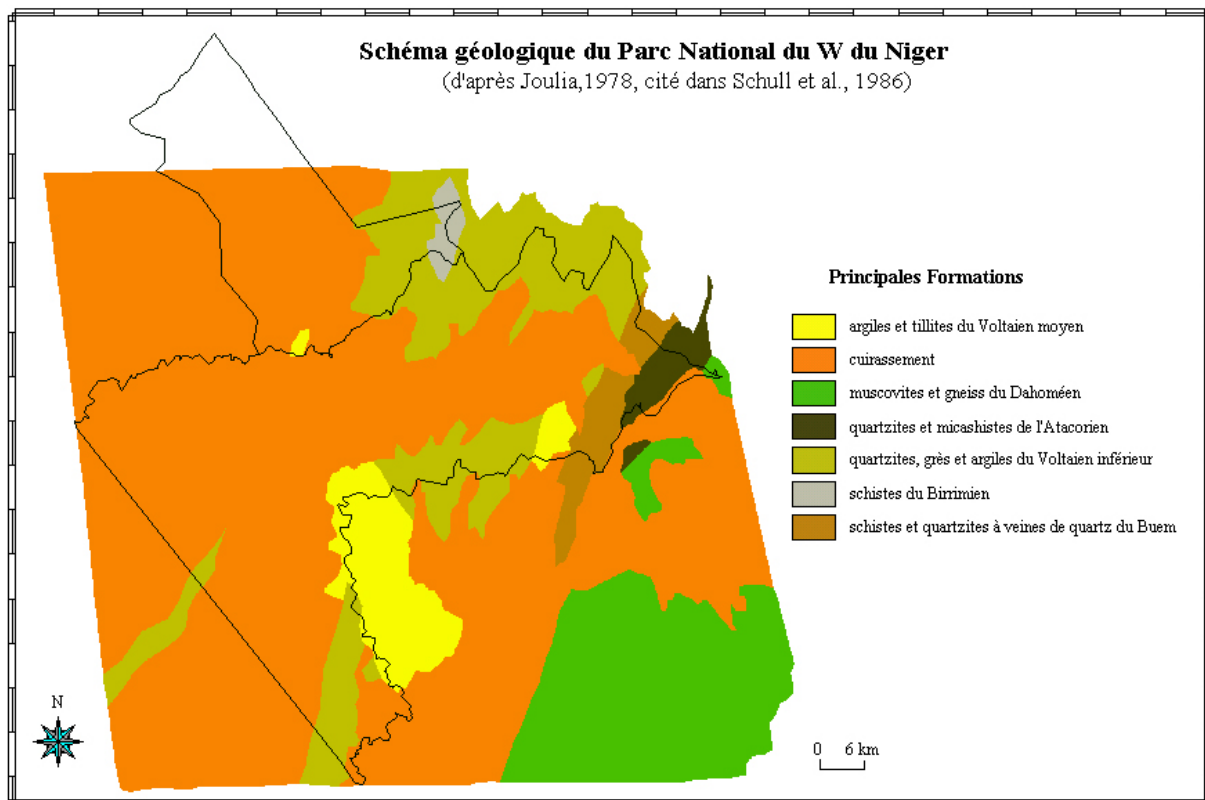
2.2.2.1) La géologie.

L'histoire géologique et la stratigraphie du Parc du W ont été décrites de manière détaillée par plusieurs auteurs (Gavaud, 1966 ; Joulia, 1978). Elle s'articule essentiellement en deux phases :

- mise en place des grès quartzites du Voltaïen (Précambrien supérieur)
- au quaternaire, dépôt des grès argileux détritiques, dits du "continental terminal", ce qui correspond au cuirassement actuel, qui est le principal élément constitutif du modelé.

Les principales structures sont détaillées dans la figure 6.

Figure 6. Schéma géologique du Parc National du W du Niger.



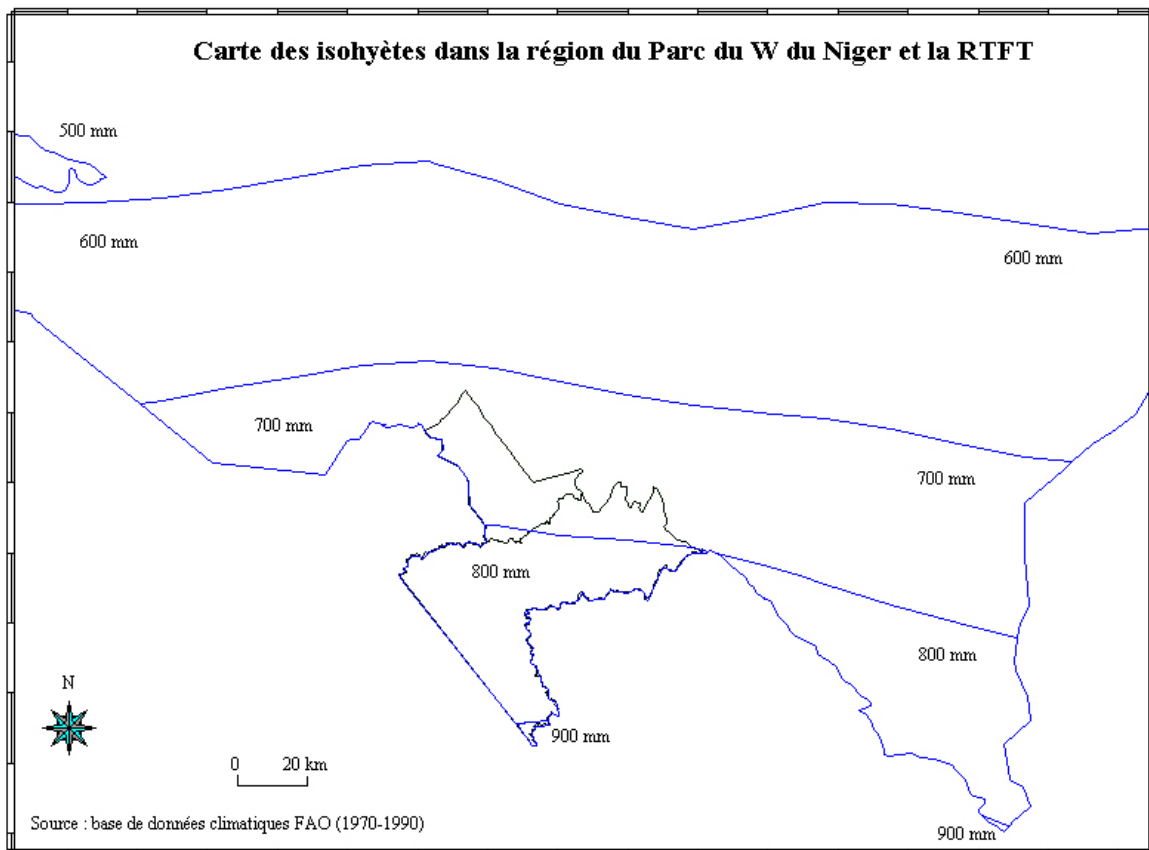
Le cuirassement constitue la formation géomorphologique la plus commune de la zone étudiée. La particularité réside dans la présence de grès voltaïens le long des cours d'eau principaux (Niger, Mékrou, Tapoa) ou plus ponctuellement sur les versants des dépressions centrales du Parc. Ils apparaissent également sous forme de grands affleurements, globalement peu altérés, d'orientation générale nord-sud, au nord-est et au sud-est du Parc.

On rencontre également des petites unités sur schistes du Buem, dans les régions proches du confluent du Niger et de la Mékrou.

2.2.2.2) Le climat.

Le climat de la zone étudiée peut être qualifié de soudano-sahélien. Le gradient pluviométrique s'étage de sa partie septentrionale avec une pluviométrie moyenne annuelle cumulée de 685 mm (Tapoa¹⁸ de 1976 à 2000), à 850 mm dans sa partie la plus méridionale (Malanville de 1925 à 1984).

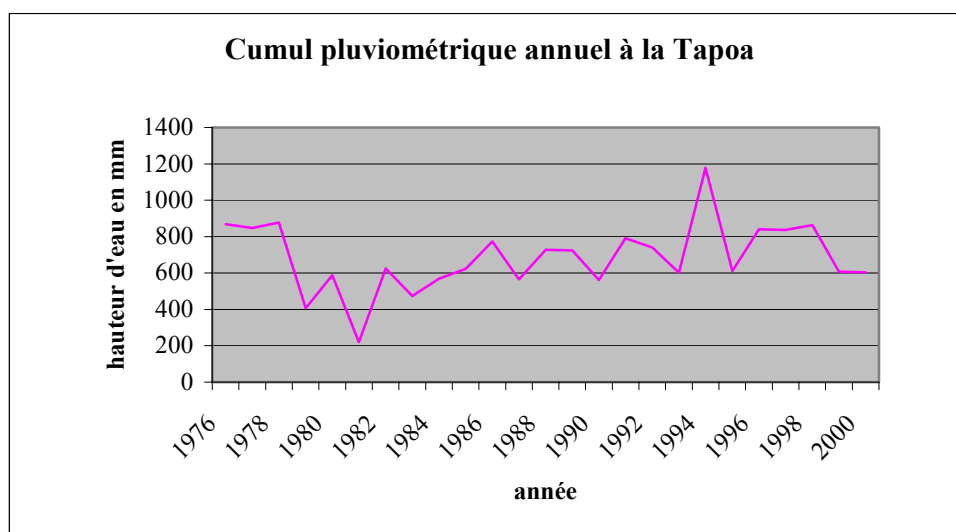
Figure 7. Carte des isohyètes dans la région du Parc du W du Niger et la RTFT.



On remarquera sur le graphique 1 la période de sécheresse qui fut ressentie sur l'ensemble de l'Afrique de l'ouest, entre 1979 et 1985, avec un minimum de précipitation en 1981. L'écart pluviométrique entre la Réserve de Tamou et le point triple, n'est pas aussi important que le mentionnent les moyennes stationnelles (ici plus de 150 mm). Ce résultat est en effet biaisé par le faible nombre de données pour la Tapoa en comparaison à celui de Malanville (source : ORSTOM), sachant que la période sèche est incluse, donc peu ou pas amortie par le reste de la série de données pour la station de la Tapoa (source : DFPP, Direction de la Faune, de la Pêche et de la Pisciculture).

¹⁸ Seul le village de la Tapoa possède une station météorologique inhérente au Parc. Elle caractérise la partie septentrionale de la zone d'étude. Pour ce qui est de la partie méridionale, la station de Malanville au Bénin semble être la plus représentative du climat dans la partie méridionale de la zone d'étude.

Graphique 1. Cumul pluviométrique annuel à la Tapoa.



Les températures sont en moyenne très élevées, l'année est découpée en trois saisons :

- une saison froide qui va de novembre à février, caractérisée par un fort différentiel thermique quotidien. L'alizé souffle de la zone saharienne vers le Golfe de Guinée, produisant des brumes sèches. Les températures moyennes les plus froides se situent au mois de janvier (*maxima* = 31,2°C ; *minima* = 10,7°C).
- Une saison chaude, de mars à juin. Le différentiel thermique quotidien s'atténue. L'harmattan souffle et les températures maximales moyennes dépassent 40°C. En moyenne les températures du mois le plus chaud (mai) peuvent varier entre 26°C et 44°C.
- Une saison humide, de juin à septembre. C'est l'hivernage caractérisé par une forte hygrométrie et la baisse des températures moyennes (Le Berre, 1995).

Les températures élevées ont pour conséquence une évaporation nette importante. Une étude dirigée par l'ORSTOM donne une évaporation sur une grande nappe d'eau libre de 2 200 mm/an pour la partie nord de Niamey et 1800 mm/an pour les régions voisines de Malanville. On peut donc considérer pour le bassin de la Mékrou une évaporation moyenne brute de 2000 mm/an.

Une estimation de l'ETP (évapotranspiration potentielle) a été réalisée dans le bassin de la Mékrou, à partir des données initiales de l'ETP journalière (calculée suivant la formule de Penman) à Natitingou et Kandi et à partir de la relation empirique suivante :

$$ETP_0 = ETP_z + 0,00168 * y$$

Avec ETP_0 en mm/j à l'altitude 0 et ETP_z à l'altitude z, z étant donné en mètres (cf. tableau 1).

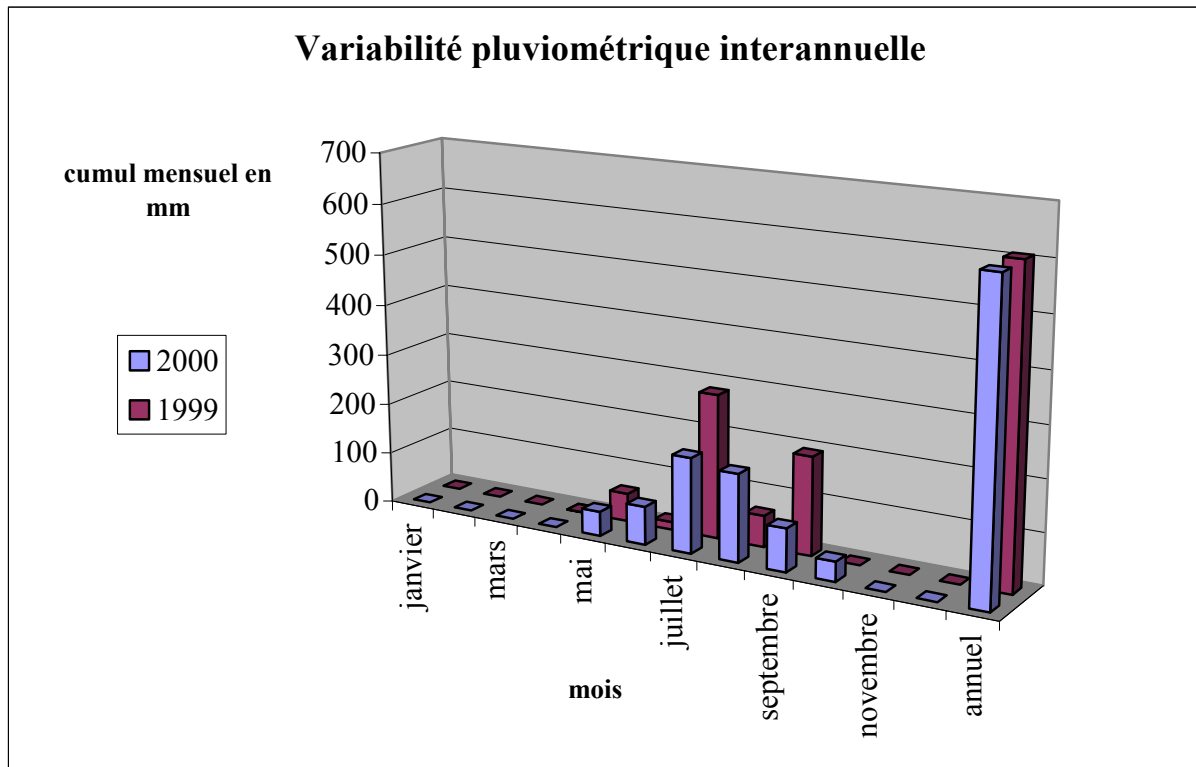
Tableau 1. ETP moyenne du bassin de la Mékrou.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy/ an
3,9	4,4	5,1	5,8	5,6	5	4,9	4,4	5,3	5,5	5	3,9	4,9

Il en résulte par cette méthode une ETP moyenne annuelle de 1800 mm. (Aménagement hydroélectrique de la Mékrou à Dyodyonga, Avant Projet, 2002).

Ces données vont nous servir de référence par la suite afin de caractériser les durées de vie des mares temporaires dans notre zone d'étude. Un facteur très important également jouant un rôle sur les ressources hydriques du Parc du W, est la variabilité interannuelle du régime pluviométrique. Les mois considérés comme les plus humides peuvent avoir des régimes très différents d'une année sur l'autre, pourtant à cumul annuel comparable, cf. graphique 2.

Graphique 2. Variabilité pluviométrique interannuelle.



Les données pluviométriques ne sont pas les seuls paramètres explicatifs pour déterminer le potentiel hydrique de la zone d'étude. D'autres composantes abiotiques telles que la géomorphologie ou la pédologie ont un impact sur les ressources hydriques du milieu.

2.2.2.3) Le relief.

Le parc est caractérisé par une pénéplaine qui s'incline depuis la façade burkinabé jusqu'au lit du Niger. C'est l'extrémité du vieux massif de l'Atacora qui traverse le Bénin du nord au sud. Les sommets s'échelonnent entre 200 m et 310 m dans la zone centrale du Parc. On observe à l'ouest des formes tabulaires moins marquées et plus limitées en surface (Le Berre, 1995).

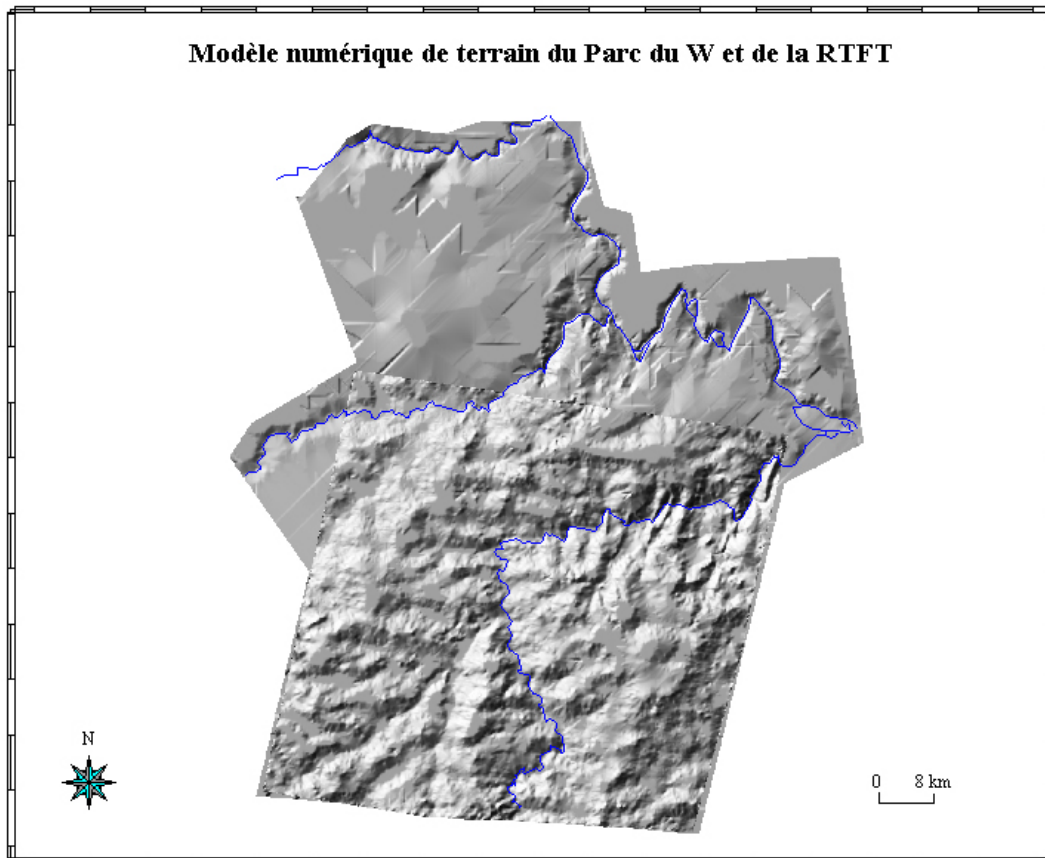
Le long de la Tapoa et de la Mékrou, un relief d'une dizaine de mètres peut se singulariser sous forme de gorges et présenter un faciès relativement encaissé. Sinon le modelé prend des allures de banquettes parallèles entrecoupées d'effondrement.

On notera également que le milieu le long du Niger peut se révéler accidenté, et les affleurements gréseux caillouteux peuvent s'apparenter à des petites falaises entrecoupées par un réseau de drainage secondaire (Tapoa et Mékrou inclus) ou des plaines d'inondation.

Nous avons réalisé un MNT (Modèle Numérique de Terrain) de la zone d'étude avec plus ou moins de précision selon les données employées.

Nous avons utilisé les courbes de niveau récupérées sur la figure topographique de Kirtachi au 1/200 000^{ème}, ainsi qu'un MNT déjà existant réalisé à partir de deux images ASTER. Ce dernier est d'une précision très aléatoire (de 10 à 50 mètres en z, altitude), mais n'englobe que la partie sud de la zone d'étude.

Figure 8. Modèle numérique de terrain du Parc du W et de la RTFT.



Etant donné la qualité, très moyenne, des informations potentiellement extractibles à partir de ce MNT, nous ferons preuve de grande prudence dans l'utilisation des données issues du MNT.

2.2.2.4) La géomorphologie.

Cinq grandes unités géomorphologiques composent la zone étudiée, qui peuvent elles-mêmes être divisées en unités secondaires. Ces unités principales sont décrites par plusieurs auteurs (Couteron, 1992a ; Benoit, 1998a ; Le Berre, 1995).

- 1) Les plateaux cuirassés, surtout au centre du Parc ;
- 2) les buttes cuirassées dans la partie occidentale ;
- 3) les bancs de grès à l'est et au sud ;
- 4) les ensembles liés au grand cours d'eau (Niger, Mékrou et Tapoa) ;
- 5) les plaines d'inondation du Niger.

Les unités secondaires sont issues des travaux Couteron (1992a), cf. tableau 2.

Tableau 2. Unités géomorphologiques.

Plateau cuirassé	Plateau Talus Haut de versant Mi-versant Bas de versant
Buttes cuirassées	Sommet de butte Talus Versant Dépressions argileuses
Bancs de grès	Sommet de banc Versant de banc Dépression intermédiaire
Cours d'eau	Lit mineur Bras secondaire Talus de berges Bourrelet fluvial Banquette rocheuse

Figure 9. Schéma géomorphologique d'ensemble (d'après Couteron, 1992a).

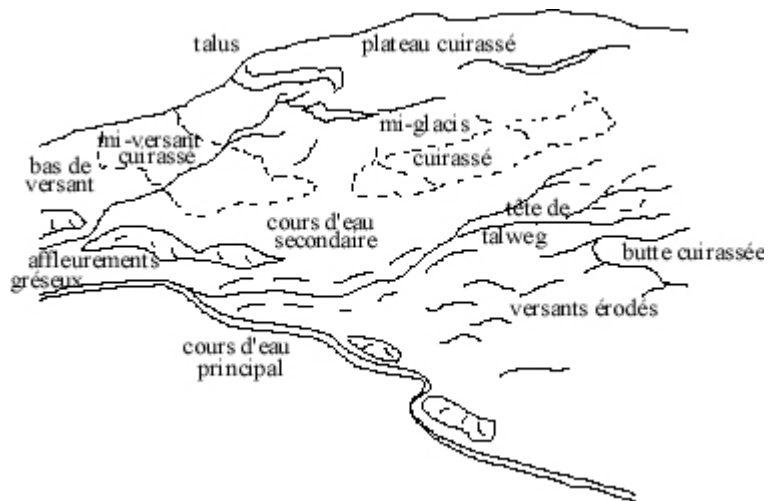
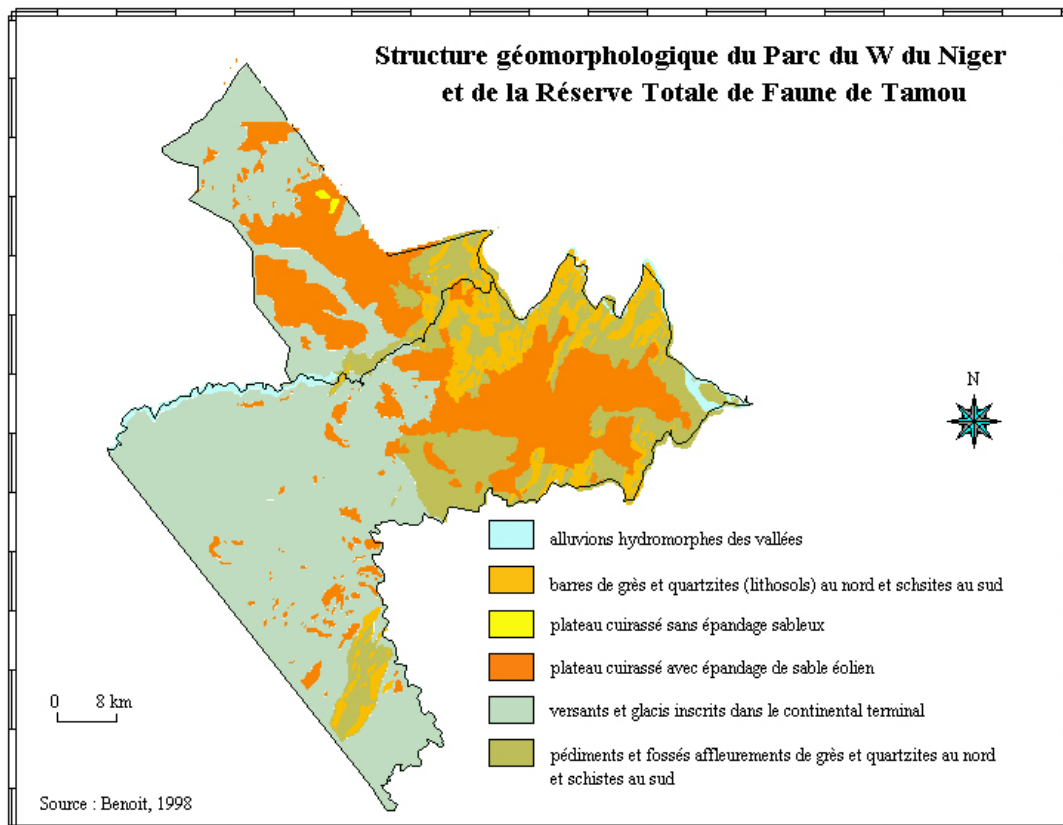


Figure 10. Structure géomorphologique du Parc du W du Niger et de la Réserve Totale de Faune de Tamou.



1) Les plateaux cuirassés

Ils sont constitués de matériaux détritiques continentaux grés-argileux du tertiaire (Continental Terminal). Ils sont cuirassés et sub-horizontaux mais parfois affectés de légères ondulations probablement liées à des effondrements des quartzites sous-jacentes. La partie orientale se termine par un escarpement de 15/20 mètres (du à l'érosion régressive ou de buttes témoin) au dessus du glacis ou en biseau sur les barres de quartzites. Dans le nord du canton de Tamou il porte parfois un placage sableux d'origine éolienne.

2) Butte cuirassée

La partie occidentale considérée comme butte cuirassée par Couteron (1992a), constitue selon Benoit (1998a) un plateau de même nature avec néanmoins quelques nuances¹⁹.

- Les dépressions sont traitées séparément chez Benoit (1998a) : d'origine érosive ou tectonique, ils s'inscrivent dans le socle et portent des sols (sableux à argilo-sableux). Des phénomènes "karstiques" semblent affecter les quartzites et pourraient expliquer l'existence de certains fossés, fracture ou cuvette (exemple Natangou) et des affaissements de la cuirasse. Ces dépressions possèdent de sols sableux profonds, parfois hydromorphes dès la surface, parfois bien drainés.

¹⁹ Cependant, à l'ouest la cuirasse est souvent attaquée, remaniée et recolmatée sur de grandes surfaces. Les reliefs tabulaires y sont moins massifs à l'est. Les sols gravillonnaires y sont plus profonds et la surface des glacis est plus étendue. Le drainage est peu actif (vallées à fonds plats) car on est plus loin du niveau de base (lit du Niger). Localement, les incisions du plateau sont très spectaculaires mais le socle n'apparaît que très localement (Benoit, 1998a).

3) Les formes intermédiaires

Ce sont des glacis incisés dans le Continental Terminal. Ils se raccordent aux sections médianes et avales des talwegs par un chanfrein plus ou moins érodé. Le raccord est continu sur les têtes de réseau. On note souvent un cuirassement local à mi-glacis, probablement dû au recolmatage des matériaux issus du démantèlement de la cuirasse. La superficie des glacis est supérieure à celle des zones cuirassées dans le Parc sur le plateau occidental (cf. figure 10) et dans la partie nord du canton de Tamou.

4) Les bancs de grès, appelés par Benoit (1998a) : les barres et les plateaux rocheux

Ces éléments caractéristiques de la partie orientale de la zone correspondent aux affleurements du socle à la suite du décapage récent de la cuirasse et des grès détritiques du Continental Terminal. Il s'agit des grès et des quartzites du Voltaïen inférieur et des schistes et quartzites à veines de quartz du Buem. Ces affleurements ont l'aspect de plateaux ou de barres orientées sud-ouest/nord-ouest, de 20 à 30 mètres de commandement. Le sol est inexistant, sauf localement en diaclases. C'est le franchissement "en baïonnette" de ces barres qui donnent au cours du fleuve Niger à ce niveau la forme d'un "W".

6) Les bas-fonds alluviaux (fonds de vallée, chenaux et deltas de confluence)

Ce sont les lieux de dépôts des alluvions quaternaires anciens (terrasses) et récents (zones inondables) du fleuve Niger et des vallées de la Tapoa et de la basse Mékrou.

2.2.2.5) La pédologie.

La seule figure pédologique existante sur la partie occidentale du Niger, délivrée par l'ORSTOM (1967), est à une échelle (1/500 000ème) relativement peu compatible avec le reste de nos données mésologiques (par exemple la figure de géomorphologie est au 1/50 000ème).

Nous reprendrons la terminologie reprise par Benoit (1998a) et Couteron (1992a), issue d'une classification ORSTOM (Gavaud, 1975).

SOLS PEU ÉVOLUÉS :

a) Lithosols :

Deux types se rencontrent :

- sur grès quartzites, en bancs peu altérés sur certaines portions des berges des grands cours (Tapoa, par exemple) ;
- sur sommets de cuirasses et, en particulier sur leur talus lorsque ceux-ci sont bien marqués.

b) Sols peu évolués d'érosion sur altérites : ils se rencontrent au niveau des parties supérieures des versants raides surplombant la Tapoa ; la pente est suffisamment forte et l'érosion active pour que les altérites soient mises à nu, au dessous de la dalle cuirassée ; dans ces situations l'altérite est fortement argileuse et fréquemment marquée de passées violacées (présence de smectite).

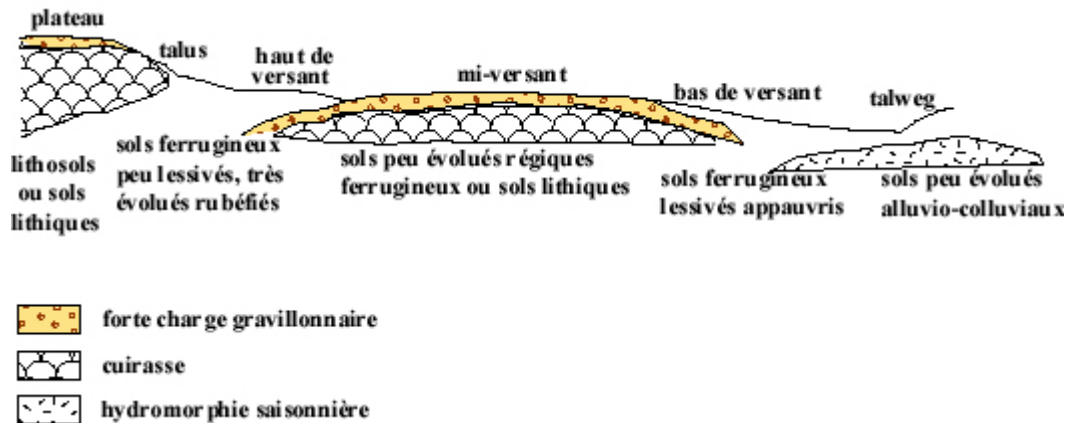
c) Sols lithiques sur cuirasse : ils sont formés par un mince niveau meuble, plaqués sur une dalle ferrugineuse, généralement imperméable aux racines. Leur épaisseur est généralement limitée (10 à 30 cm) ; ils présentent souvent des traces de ségrégation du fer (taches de rouille) indiquant un engorgement de saison des pluies (hydromorphie de type pseudogley). Dans la mesure du possible, on distingue donc des faciès hydromorphes et non hydromorphes.

- d)** Sols lithiques sur grès : les affleurements de grès quartzites ne sont que rarement marqués par des bancs compacts de roches (lithosols) ; plus généralement, il s'agit d'un chaos rocheux, mal recouvert par un sol superficiel, fortement chargé en cailloux et gravillons de quartz.
- e)** Sols peu évolués, régiques ferrugineux : eux aussi constituent une couche relativement de faible épaisseur (moins de 30 à 40 cm) sur la cuirasse ; ils sont constitués par un nappage gravillonnaire enrobés de limons et sables fins ; la partie supérieure est légèrement humifère.
- f)** Sols peu évolués alluviaux-colluviaux : ils sont bien évidemment liés aux cours d'eau, principaux comme secondaire. Le matériau originel est variable mais généralement de texture équilibrée (du moins dans les horizons supérieurs). Là encore, plusieurs faciès peuvent être distingués en fonction de l'hydromorphie dans les 30 premiers cm du sol :
 - faciès sans hydromorphie de surface ;
 - faciès à pseudogley ;
 - faciès à gley, sur le bas des talus de berges des trois cours d'eau principaux.
 Cette présence d'hydromorphie est liée à la taille du cours d'eau mais aussi à la position topographique du lit mineur.
- g)** Sols peu évolués, alluviaux, à tendance verticale : ils se rencontrent dans la seule plaine d'inondation du Parc, un peu au nord du confluent entre la Mékrou et le Niger ; des signes d'hydromorphie temporaire apparaissent dès la surface ; la texture est très nettement argileuse et se traduit, par places, par des signes très nets de fonctionnement vertiques.
- h)** Sols peu évolués d'érosion : nous les avons rencontrés dans la partie ouest du Parc, en situation de glaciais, sur des toposéquences fortement marquées par l'érosion hydrique. Le matériau de base est détritique, fortement argileux et gravillonnaire ; il est lui-même entaillé et remanié par le ruissellement, donnant un mésorelief constitué de petites buttes et d'entailles.

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX

- a)** Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés, très évolués, rubéfiés : cette catégorie de sols a été décrite par Gavaud (1975), à proximité même du Parc du "W". La texture d'ensemble est constituée par des sables fins ; l'horizon B (à partir d'une dizaine de profondeur) est très fortement rubéfié, composé d'argiles et de sables fins ; l'horizon A est brun foncé, humifère, lui aussi de texture fine, sablo-argileuse. Ces sols peuvent être très profonds – le profil type décrit par Gavaud fait 175 cm de profondeur ; le matériau de base semble pouvoir être attribué à l'altération locale, plutôt qu'à un placage éolien fossile.
- b)** Sols ferrugineux lessivés-appauvris sur grès quartzite : ils sont développés sur les versants directement issus de l'altération des grès voltaïens, et peu concernés par les cuirassements du continental terminal. La rubéfaction de l'horizon B est beaucoup moins nette que celle des sols ferrugineux non lessivés ; par contre des traces d'hydromorphie saisonnière (de type pseudogley) sont très fréquemment décelables.

Figure 11. Toposéquence sur versant de plateau cuirassé (Couteron, 1992a).



On note quelques différences au niveau d'une butte cuirassée. Elles sont surtout dues à une érosion plus active. Les altérites et les niveaux cuirassés intermédiaires sont largement entaillés. On trouvera des régosols ou des lithosols ferrugineux sur les hauts de versants, et des sols peu évolués d'érosion argilo-gravillonnaires sur les glacis.

L'agencement des sols au niveau des bancs de grès est très simple. Les bancs correspondent à des lithosols ou à des sols lithiques sur grès. Parfois, des traces de cuirassement sont visibles sur les sommets des bancs, avec des faciès hydromorphes. Les dépressions sont constituées de sols sableux profonds.

2.2.2.6) L'hydrologie.

Sur ce point, nous reprendrons les observations de Le Berre (1995), en y ajoutant quelques compléments, notamment sur les mares permanentes et semi-permanentes.

Le réseau hydrographique est représenté sur la figure 12. Il est constitué de trois cours d'eau principaux (Niger, Mékrou, Tapoa) dont les deux derniers sont des affluents du premier. Hormis le fleuve Niger, tout le réseau hydrographique n'a qu'une activité saisonnière.

Les cours d'eau secondaires sont tous temporaires tels que Anana, Borofouanou, Fomboni, Medyaga, Tialkoye, Moussiémou, Nyafarou.

La Tapoa a une activité saisonnière très réduite, elle coule du début de la saison des pluies vers mi-juin jusqu'à début octobre.

Dès décembre, il ne reste plus que trois sites où l'eau se maintient :

-1 au niveau de la confluence avec le Niger (qui n'atteint que quelques dizaines de mètres en mai).

-2 Au niveau des gorges de la Tapoa, l'eau se situe dans la partie la plus encaissée (sorte de canyon avec vasque) jusqu'à l'endroit où le cours prend une direction sud, et l'on assiste à une sorte d'évasement.

-3 Au niveau de la retenue d'eau, où l'eau se maintient sur 5 à 6 km en amont.

Une des caractéristiques du réseau hydrographique est la présence de gorges, véritables incisions dans les barres de grès, au niveau des rivières de la Tapoa et de la Mékrou.

Cette dernière possède également des rapides rocheux, tels que les a défini Tricart (1956). La formation d'enduits ferrugineux, symptomatique des régions de climat chaud à saison sèche, contribue à accroître la résistance de la roche vis-à-vis de l'abrasion.

Ces enduits caractérisent les cours d'eau à forte variation de débit, car l'évaporation aux basses eau favorise la formation de l'enduit, ainsi que le grès et les roches cristallines compactes (Bravard & Petit, 2000).

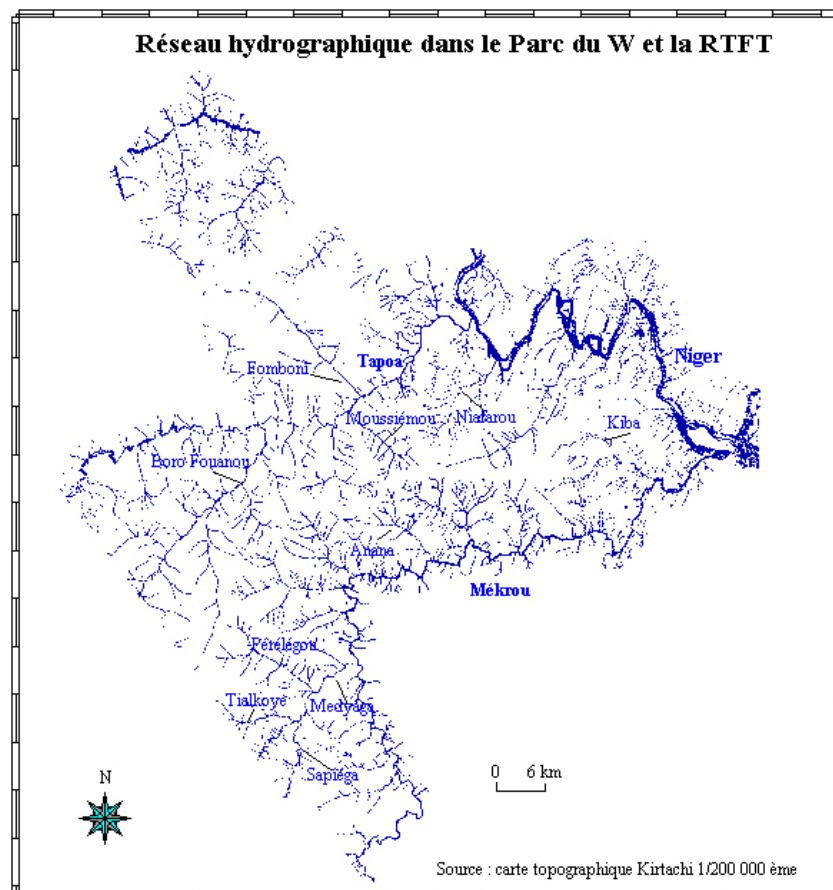
La Mékrou a un débit plus important ($405 \text{ m}^3/\text{s}$ en période de crue contre $24 \text{ m}^3/\text{s}$ pour la Tapoa, source Parc) et coule en moyenne de juin à janvier (étude EDF, 1975 ; citée par le rapport de la SEDEP, 2000). En mai, il ne reste que quelques mares permanentes plus ou moins importantes au niveau de leur superficie. L'étude des mares sera approfondie par la suite, puisqu'elle constitue un des éléments principaux d'articulation de nos travaux de recherche.

Concernant les mares, l'administration du Parc se targue d'avoir 32 mares permanentes ou semi-permanentes (Seydou, 1996), mais ce chiffre doit être interprété à sa juste valeur. Fin avril, début mai, il ne reste qu'une mare (si les pluies de l'année précédentes ont été conséquentes ou bien réparties) en dehors de celles de la Tapoa et de la Mékrou, il s'agit de Pérélégou. Cette dernière a été surcreusée et possède un forage à proximité, tout comme Bata, mais ces aménagements n'ont pour ainsi dire aucune répercussion sur la "durée de vie" de la mare en saison sèche.

Hormis Pérélégou, seules les mares Anana et Nyafarou présentent un intérêt pour la faune jusqu'en mars. Les autres mares comme Kiba, Moussiémou et Bata, pour ne citer qu'elles sont en eau jusqu'en décembre/janvier.

On notera des aménagements (surcreusement et forage+pompe électrique alimentée par du solaire) récents sur les cours secondaires de Fomboni dans la zone tampon, de Boro Fouanou et de Moussiémou, qui ont pour but de réduire la fréquentation de la Tapoa. Mais leur localisation, à proximité de la piste ou d'un poste de surveillance, (hormis pour Fomboni) rend peu probable la fréquentation de ces mares par les animaux.

Figure 12. Réseau hydrographique dans le Parc du W et la RTFT.



2.2.2.7) La végétation.

La végétation a fait l'objet de plusieurs études dans le Parc (Maercklein, 1978 ; Grettenberger, 1983 ; Couteron, 1992a et Benoit, 1998a). Pour décrire la végétation, nous allons procéder à une synthèse des études faites par ces auteurs auxquelles nous ajouterons nos propres observations.

Nous avons donc également étudié la végétation du Parc, mais à des fins très précises. Les relevés que nous avons réalisés sont de deux types :

-1 les premiers se situent en saison sèche lors des recensements de la faune en point fixe, soit essentiellement autour des points d'eau. Ceci, dans le but de caractériser les habitats de proximité potentiellement utilisables par la faune.

-2 Les deuxièmes se veulent plus complets. Ils ont été réalisés durant la saison des pluies afin de proposer une carte des habitats disponibles pour la grande faune. L'élaboration de cette carte résultera d'une combinaison de données phyto-sociologiques et de données numériques acquises par images satellites.

Si l'on se réfère au colloque de Yangambi²⁰, les formations savaniques sont classées en 5 catégories tenant compte de la densité des espèces ligneuses et de leur taille :

forêts claires : ligneux > 8 m – couvert de 70 à 90 % ;

savanes boisées : ligneux > 8 m – couvert de 20 à 70 % ;

savanes arborées : ligneux > 8 m – couvert de 2 à 20 % ;

savanes arbustives : ligneux < 8 m – couvert de 2 à 70 % et

savanes herbeuses : ligneux < 8 m – couvert de 0 à 2 %.

L'ensemble de ces formations végétales se retrouve dans le Parc du W du Niger. Nous emploierons par conséquent ces termes à l'exception de celui de forêts claires. Bien que ce genre de formation végétale soit présent dans la zone étudiée, elle apparaît toujours sous la forme d'une bande relativement étroite (de 20 à 100 mètres de large) bordant les cours d'eau principaux, secondaires et tertiaires. C'est pourquoi en savane soudanienne, il est fréquent de voir employé le terme de forêt galerie dans ce contexte particulier (Menaut, 1971 ; Poilecot, 1989 ; Benoit, 1998a). C'est également le terme de forêt galerie que nous utiliserons lorsque le couvert de hauts ligneux sera supérieur à 70 %.

- Les forêts galeries
 - à feuillage caduc
 - semi-sempervirente
 - sempervirente

- les savanes arborées
 - sur revêtement gréseux (dépressions intermédiaires)
 - sur sols ferrugineux peu lessivés
 - sur sols sableux bien drainés (bord du Niger)

²⁰ Réunion de Yangambi de 1956 : Accord Inter-africain sur la définition des types de végétation de l'Afrique tropicale (Poilecot *et al.*, 1991).

- les savanes arbustives
 - sur banc de grès
 - sur cuirasse
 - sur glacié érodé

- les savanes herbeuses
 - plaine d'inondation
 - sur bowé

On ajoutera à ces formations végétales, un paysage anthropisé (caractérisé par les baobabs), situé autour des anciens villages, tels que Péréléguou, Kiba ou des sites proches de la Mékrou.

1) Les forêts galeries

Il s'agit d'une formation végétale où les grands arbres dominent. Le couvert arboré peut être très dense de 70 à 90 %. Ces formations bordent les cours d'eau principaux et secondaires et sont disposées de part et d'autre des rives en bandes étroites n'excédant que rarement 100 mètres de large. La composition floristique de ces forêts galeries est variable et la distinction est remarquable surtout en saison sèche. Celle-ci s'opère au niveau de la teneur en chlorophylle des feuilles, et elle est évidemment liée aux conditions édaphiques et notamment à l'humidité du sol. Ainsi on distingue au niveau de cette formation 3 types différents :

a) A feuillage caduc

Elles se situent essentiellement le long des cours d'eau secondaires (Anana, Fomboni, Tialkoye, Moussiémou, etc.). La largeur de cette forêt galerie est variable (de 20 à 80 mètres), et les essences qui la caractérisent sont *Anogeissus leocarpus*, *Tamarindus indica*, *Daniela oliveri*, *Diospyros mespiliformis*, *Pterocarpus erinaceus*, *Acacia erythrocalyx* et *Combretum micranthum*.

Le tapis herbacé est relativement important, il se compose des espèces suivantes : *Hyparrhenia involucrata*, *Andropogon pseudapricus*, *Pennisetum pedicellatum*, *Heliotropium indicum* et *Alysicarpus ovalifolius*.

b) Semi-sempervirentes

Ce type de forêt galerie est en général peu large (de 15 à 30 mètres), et peu dense en saison sèche. On trouve cette formation surtout le long de la Tapoa, où alternent dans les zones les plus humides *Myragina inerms*, *Cola laurifolia*, *Kigelia africana*, *Acacia ataxacantha*, *Vitex madiensis*, *Mimosa pigra* et également *Diospyros mespiliformis*, *Anogeissus leocarpus*, *Combretum paniculatum*, etc. Pour les espèces herbacées, dans le lit asséché ou sur les bourrelets on retrouve *Vetiveria nigriflora*, mais aussi *Pennisetum pedicellatum*, *Andropogon gayanus*, *Alysicarpus ovalifolius*, etc.

c) Sempervirentes

Cette forêt a quasiment la même physionomie que la précédente, sauf qu'elle est plus dense et qu'elle est caractérisée par des espèces plus "guinéennes". Les arbres peuvent atteindre 30 mètres de hauteur et constituent une futaie à frondaison jointive. Le sous-bois est relativement dense et peut être lianescent. Les essences principales sont *Myragina inerms*, *Cola laurifolia*, *Kigelia africana*, *Borassus aethiopicum*, *Diospyros mespiliformis*, *Acacia ataxacantha*, *Cassia sieberiana*, *Cissus quadrangularis*, *Ficus platyphylla*, *Phyllanthus reticulatus*, *Zizyphus mucronata* et *Mimosa pigra* ; pour les herbacées : *Vetiveria nigriflora*, *Urena lobata*, *Heliotropium indicum*, *Panicum laetum* et *Andropogon tectorium* (ripisylve).

2) Les savanes arborées

Les savanes arborées sont des formations dans lesquelles arbres et arbustes sont disséminés dans le tapis graminéen. Ceux-ci peuvent être localement plus ou moins denses et plus ou moins hauts. Il sera alors possible de définir des savanes arborées claires et des savanes arborées denses (Poilecot *et al.*, 1991).

a) Sur revêtement gréseux (dépressions intermédiaires, sur sol sableux profond)

Ces formations sont facilement reconnaissables car souvent associées au *Terminalia avicennoides*. Ce sont en général des formations peu denses, dont le couvert arboré est faible. Les grands arbres qui accompagnent le *Terminalia*, sont *Anogeissus leocarpus* ou *Isoberlinia doka*, et la strate buissonnante est composée de *Combretum collinum*, *Vitellaria paradoxa*, *Strophantus sarmentosus*, *Pterocarpus erinaceus*, *Bombax costatum*, etc.

La strate herbacée est relativement hétérogène. On peut observer, *Setaria anceps*, *Andropogon gayanus*, *Sida alba*, *Pennisetum pedicellatum*, *Hyparrhenia involucrata*, etc..

b) Sur sol tropicaux ferrugineux peu lessivés

Ces savanes arborées sont associées à une pente douce et une érosion peu marquée, engendrant la présence de sols profonds. Elles se forment au niveau d'un raccordement sur la tête de talweg d'un axe de drainage. Ces formations sont liées aux paysages des plateaux cuirassés (bas de glaci). Leur répartition est régulière dans le Parc, mais elles apparaissent plus denses dans la partie méridionale.

On observe deux types de configuration floristique pour ce cas de figure, l'une dominée par l'*Anogeissus leiocarpus* et l'autre par *Isoberlinia doka*.

Pour la première, les espèces associées à l'*Anogeissus* sont le *Pterocarpus erinaceus*, *Myragina inermis*, *Lannea acida*, *Tamarindus indica*, *Terminalia avicennoides*, mais aussi les *Combretum* (*collinum*, *nigricans* et *acculeatum*), les *Acacia* (*ataxacantha*, *macrostachya*), les *Piliostigma* (*reticulatum* et *thonningii*), etc..

Et pour la strate herbacée : *Borreria radiata*, *Pennisetum pedicellatum*, *Hyparrhenia involucrata*, *Aristida mutabilis*, *Andropogon gayanus* et *pseudapricus*, etc..

Pour la seconde, les espèces principales accompagnant *Isoberlinia doka* sont *Prosopis africana*, *Parkia biglobosa*, *Sclerocarya birrea*, etc..

c) Sur sols sableux bien drainés (bord du Niger)

Ces formations se rencontrent essentiellement le long du Niger, elles sont marquées par la présence parfois dominante de l'espèce *Balanites aegyptiaca*. Cette dernière est accompagnée des espèces suivantes *Tamarindus indica*, *Borassus aethiopum*, *Albizia chevalieri*, *Celtis integrifolia*, *Diospyros mespiliformis*, *Boscia senegalensis*, *Acacia erythrocalyx* et *Acacia ataxacantha*. Concernant les herbacées, on trouve *Sida rhombifolia*, *Panicum fluviicola* et *Vigna ambacensis*.

3) Les savanes arbustives

Il s'agit de formations basses où les ligneux ne dépassent pas 8 mètres de hauteur. Le couvert arbustif est plus ou moins important, allant en général de 5 à 50 %. On distingue donc des savanes arbustives claires et des savanes arbustives denses, où les fourrés peuvent avoir une part importante dans le recouvrement. On entend par fourré, une zone arbustive particulièrement dense voire impénétrable (souvent épineuse). Au niveau du tapis herbacé, ce sont les graminées qui dominent. Le couvert est plus ou moins important, et il n'est pas rare de voir des tâches de sols nus entre la végétation herbacée.

a) Sur bancs de grès

Ces savanes sont en général assez claires et avec un recouvrement pierreux important. On retrouve comme espèces dominantes, le *Combretum glutinosum* et le *Diheteropogon hagerupii* pour les herbacées. On notera que l'espèce *Andropogon gayanaus* est remarquable des collines de grès qui comportent à peu près le même type de végétation que les sommets. Les essences qui sont associées aux espèces dominantes sont *Guiera senegalensis*, *Terminalia avicennoides*, *Acacia macrostachya*, *Combretum nigricans*, etc. Chez les herbacées, *Tephrosia linearis*, *Sporobolus festivus*, *Borreria radiata*, *Loudetia togoensis*, etc..

b) Sur cuirasse

Il s'agit ici des savanes dominées par le *Combretum nigricans* et *micranthum* pour les ligneux et par le *Michrocloa indica* pour les herbacées. Mais on retrouve également *Acacia erythrocalyx*, *Acacia macrostachya*, et *Monechma ciliatum*, *Cassia mimosoides*, *Alysicarpus ovalifolius*, pour la strate herbacée.

c) Sur glaciais érodé

Cette savane est très clairsemée (beaucoup de zones de sols nus). Elle est située sur un sol très érodé et encroûté. On y observe quelques *Combretum micranthum* essentiellement, mais aussi les espèces suivantes *Anogeissus leiocarpus*, *Combretum collinum*, *Combretum nigricans*, *Combretum glutinosum*, *Combretum acculeatum*, *Boscia angustifolia*, *Boscia senegalensis*, *Guiera senegalensis*, *Acacia erythrocalyx* et *Dichrostachys cinerea*. Pour la strate herbacée, on trouve *Andropogon pseudapricus*, *Hyparrhenia involucreta*, *Pennisetum pedicellatum*, *Borreria radiata*, etc..

4) Savane herbeuse

Il s'agit en réalité, dans la majorité des cas, de savanes arbustives extrêmement claires. Les conditions édaphiques particulièrement pauvres rendant l'installation de ligneux difficiles. Les sols sont dépourvus d'horizons d'accumulation B (sols lithiques sur cuirasse). Seuls quelques arbres arrivent à se maintenir et se sont souvent des espèces colonisatrices dites résistantes telles que le *Guiera senegalensis* ou le *Combretum glutinosum*. Ou au contraire, les sols peuvent être régulièrement inondés. On note alors la présence d'espèces hydrophiles.

a) Plaine d'inondation

Essentiellement situées le long du fleuve Niger et des affluents majeurs, elles peuvent s'étendre sur plusieurs hectares. Les espèces caractéristiques de ces formations sont *Mimosa pigra* pour les ligneux et *Hygrophylla senegalensis*. Elles sont accompagnées de *Vetiveria nigritana* et parfois de *Sida alba*. En bordure de cette savane herbeuse, on notera la présence d'une végétation arborée relativement dense, composée d'espèces telles que *Acacia sieberiana*, *Piliostigma reticulatum*, *Cissus quadrangularis*, *Maerua angolensis*.

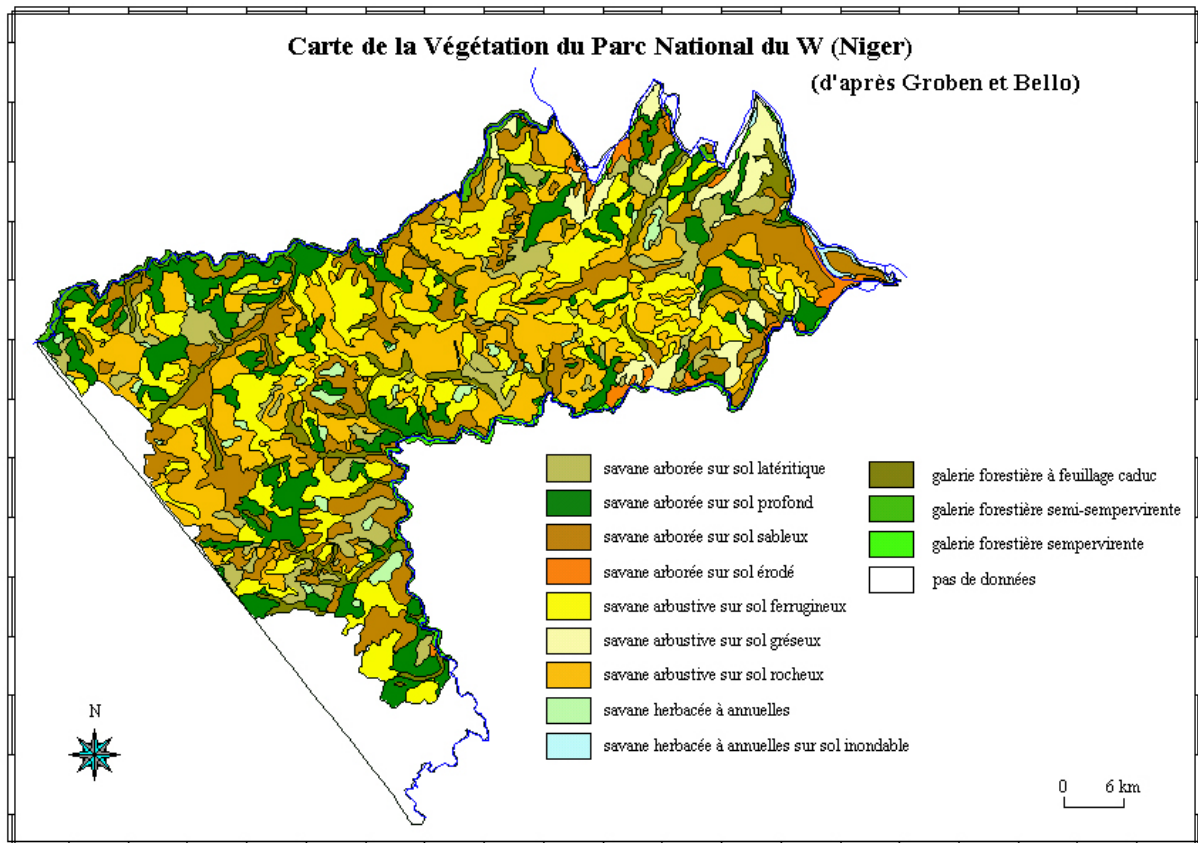
b) Sur cuirasse à sols lithiques (bowé)

Il s'agit de groupements essentiellement herbeux se limitant aux cuirasse affleurantes. Le terme de bowal (bowé au pluriel) provient de la langue des Foulas de Guinée. Par bowal on entend une formation de savane tabulaire, sur des sols latéritiques à cuirasse indurée à sols lithiques. En Afrique occidentale, les formations de bowal apparaissent dans la zone de savane entre le 7^{ème} et le 15^{ème} parallèle (Magnien, 1958 ; cité par Poilecot, 1989).

Ces savanes herbeuses sont très facilement identifiables, car dominées très sensiblement par *Loudetia togoensis*. On retrouve également chez les herbacées *Michrocloa indica* et *Tephrosia linearis*, ainsi que quelques *Combretum glutinosum* et *Guiera senegalensis* pour la strate arbustive, disséminés parmi ces grandes étendues herbeuses.

Une carte de la végétation (cf. figure 13) a été élaborée par Groben et Bello (1980) à partir d'une photo-interprétation sur des photographies aériennes de 1975. Cette carte nous informe sur le type de végétation rencontré en 1975, et peut éventuellement servir dans le cadre d'une analyse diachronique du milieu végétal.

Figure 13. Carte de la Végétation du Parc National du W (Niger).



Nous constatons une cohérence dans les termes employés dans la légende pour décrire les formations végétales et ceux que nous avons utilisés. Il existe néanmoins certaines différences dans le détail de ces formations.

Nous avons choisi de représenter deux types de séquence végétative caractéristiques du Parc du W du Niger.

Figure 14. Végétation des bords de la Mékrou (d'après Couteron, 1992a).

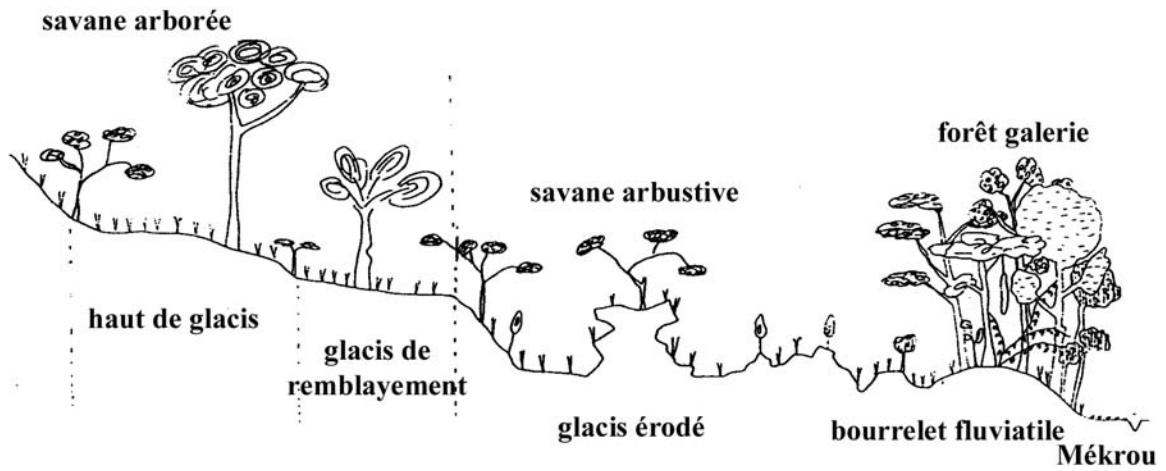
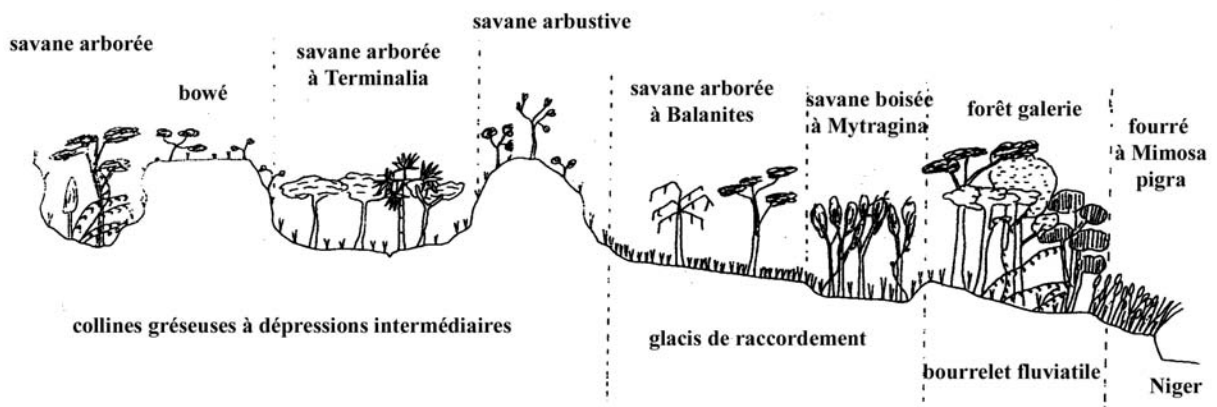


Figure 15. Végétation des bords du Niger (d'après Couteron, 1992a).



2.2.2.8) La faune.

Nous n'allons pas nous étendre dans ce paragraphe sur la faune, sachant qu'une partie de celle-ci (les grands mammifères) constitue le thème majeur de notre étude.

En quelques mots, on peut affirmer que la faune mammalienne, l'avifaune, les reptiles et également les insectes constituent une richesse très importante pour le Niger mais également pour toute la sous région (Bénin, Burkina-Faso, Mali).

En effet, le Parc du W et sa périphérie possèdent des espèces emblématiques et à forte valeur patrimoniale de la zone soudano-sahélienne tels que le Bubale (*Alcelaphus buselaphus*), le Damalisque (*Damaliscus lunatus*), l'Hippotrague (*Hippotragus niger*), l'Eléphant (*Loxodonta africana*), le Guépard (*Acinonyx jubatus*), le Vervet (*Cercopithecus aethiops*), le Patas (*Erythrocebus patas*), mais également des espèces représentatives de toute l'Afrique de l'ouest, le Lamantin (*Trichechus senegalensis*), l'Hippopotame (*Hippopotamus amphibius* sous-espèce *tchadensis*), la Loutre à joue blanche (*Aonyx capensis*), les Girafes (*Giraffa camelopardalis*) du plateau de Kouré inclus dans la Réserve de Biosphère (sous-espèce *peralta*), ou la Grue couronnée (*Balearica pavonina*).

Certaines espèces sont également à la limite de leur zone de distribution, comme la Hyène rayée (*Hyaena hyaena*), la Gazelle à front roux (*Gazella rufifrons*), le Chacal commun plutôt sahéliens (*Canis aureus*) ou la Hyène tachetée (*Crocuta crocuta*) et le Cobe de Buffon plutôt soudanien (*Kobu kob*).

La localisation particulière du Parc du W (écotone), permet de réunir des prédateurs se trouvant à la limite de leur aire de distribution tels que le lion (*Panthera leo*), les hyènes rayées et tachetées, le guépard, le caracal (*Felis caracal*), le serval (*Felis serval*), les chacals communs et à flancs rayés (*Canis adustus*). Il y a encore une vingtaine d'années, on pouvait y ajouter le lycaon (*Lycaon pictus*) et le léopard (*Panthera pardus*) (Poche, 1973).

Chez les ongulés, on observe également une cohabitation d'espèces assez remarquable, celle des mammifères de grande taille grégaires, comme le buffle (*Syncerus caffer*), l'éléphant, l'hippotrague, le bubale et le damalisque, et des individus solitaires, de petite taille, comme le guib harnaché (*Tragelaphus scriptus*), le céphalophe de Grimm (*Sylvicapra grimmia*) et à flanc roux (*Cephalophus rufilatus*). On peut ajouter à la liste de ces ongulés, les différents cobes de Buffon et defassa (*Kobus defassa*), ainsi que le redunca (*Redunca redunca*) et l'ourébi (*Ourebia ourebi*), sans oublier le phacochère (*Phacochoerus aethiopicus*).

Chez les mammifères, les primates sont également présents avec les cynocéphales (*Papio anubis*), les patas et les vervets très largement représentés, ainsi que le galago du Sénégal (*Galago senegalensis*) plus difficile à observer car nocturne. Dans cette catégorie, on notera la présence du pangolin du Cap (*Manis temmincki*), de l'oryctérope (*Orycteropus afer*), des genettes et des civettes (*Viverridae*).

On observe au moins quatre espèces différentes de mangoustes (des marais (*Atilax paludinosus*), rayées (*Mungos mungo*), naine (*Helogale parvula*) et ichneumon (*Herpestes ichneumon*)).

Les chauves-souris sont aussi très largement représentées dans le Parc et sa périphérie.

Enfin concernant toujours les mammifères, on peut signaler l'importance des rongeurs, rats palmistes, lièvre du Cap et gerbilles qui peuvent se rencontrer assez fréquemment.

Les reptiles constituent également un groupe très riche dans cette zone d'étude. Le crocodile du Nil (*Crocodylus niloticus*) est très présent, de même que les varans du Nil (*Varanus niloticus*), les pythons de Seba (*Python sebae*) et royal (*Python regius*). Le naja cracheur (*Naja nigricollis*) et la vipère heurtante (*Bitis arietans*) se rencontrent également de même que des tortues de terre et d'eau douce.

L'avifaune est d'une richesse exceptionnelle, puisqu'on y trouve des espèces paléartiques notamment chez les passériformes (hirondelle, fauvette, etc.) et des espèces nicheuses de l'Afrique de l'ouest (gonolek, guêpier, rolrier, etc.). Les échassiers sont très présents (marabout, jabiru, cigogne, héron, aigrette, etc.), de même que les rapaces (vautour gyps, grand duc, aigle, faucon, milan, bateleur, circaète, busard, etc.) pour ne citer qu'eux.

Une grande partie de ces oiseaux est attirée par les eaux poissonneuses du Parc. L'ichtyofaune, bien que peu connue, possède des spécimens très intéressants, tels que des silures, des capitaines, des tilapias.

L'ensemble des ressources naturelles, décrites précédemment, constitue les composantes du paysage. Celui-ci est également la résultante des pratiques anthropiques sur ces mêmes ressources. Or les ressources naturelles de la zone d'étude peuvent évoluer spatialement et temporellement de manière naturelle ou sous la pression des activités humaines. En effet, le paysage n'est pas statique, mais peut être considéré comme un système dynamique.

Nous allons donc dans la partie suivante, analyser les différentes évolutions que le paysage a pu subir depuis la création du Parc du W en 1954.

3) Mise en évidence du Géosystème.

3.1) Variation spatiale et temporelle du milieu écologique.

Rougerie et Beroutchavili (1991), Bertrand & Bertrand (1986) précisent que le géosystème s'est lentement dégagé de l'analyse paysagère et apparaît plutôt comme une méthode naturaliste aux marges des sciences sociales et des pratiques de l'aménagement. C'est bien dans cette optique que nous allons aborder le concept de géosystème. Le système que nous allons étudier est à la fois l'héritage d'une lente évolution du milieu, que nous déclinerons à travers ses composantes physiques et biotiques, et aussi le fruit des mutations des pratiques humaines dans le mode d'exploitation et dans la perception de la ressource. Nous verrons comment s'opèrent ces mutations et nous décrirons les impacts générés par ces dernières sur le milieu écologique, sans nous attarder sur les changements des pratiques sociales ni sur les conséquences de ces mutations sur l'aménagement du territoire.

D'un point de vue physique, le système actuel s'explique en partie par les changements récents du milieu et par l'agencement spatial de la ressource. La variation du paysage est indéniable. On passe d'un milieu sahélien au nord à un milieu soudanien au sud. Les différences climatiques (cf. § 2.2.2.2) sont une des raisons principales de ce changement, puisqu'on constate une variation de plus de 100 mm de pluie, sur le cumul annuel, entre le nord et le sud de la zone étudiée.

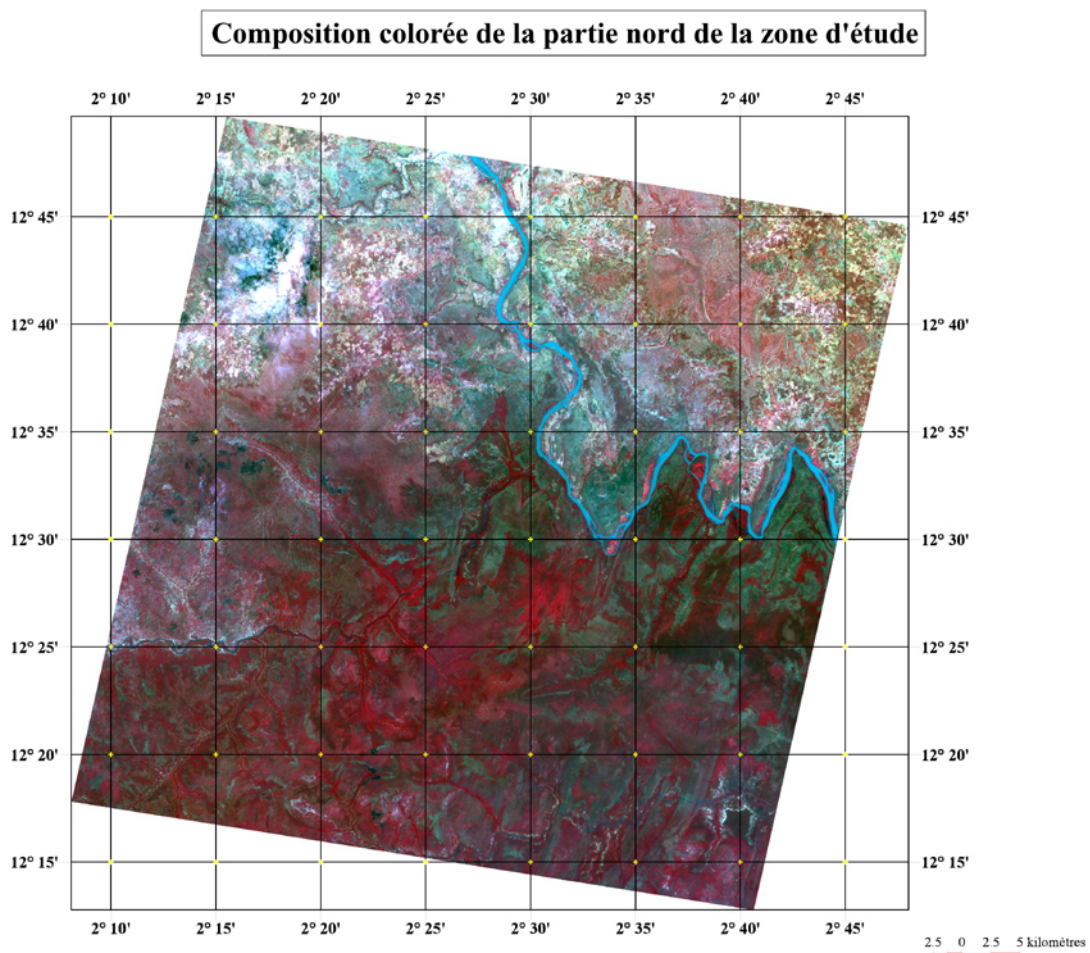
Ce changement climatique a un impact direct sur la végétation, et se traduit par des formations de savane arbustive claire dans la partie septentrionale de la Réserve de Tamou, à des formations de savane arborée parfois dense dans la partie méridionale du Parc.

Nous avons voulu caractériser ce changement visuellement, à partir des images satellite *Spot multispectral* couvrant l'ensemble de la zone d'étude, prise en septembre 1999 et en novembre 1996, soit en fin de saison des pluies. La scène satellitaire présentée sur la figure 16 recouvre la partie nord du Parc, ainsi que la réserve de Tamou et une petite partie de la réserve partielle de Dosso.

Nous avons réalisé une composition colorée standard contrastée, afin de mettre en évidence le gradient de végétation du nord au sud. La végétation chlorophyllienne active ressort en rouge vif, tandis que les sols nus ressortent en blanc, ou en bleu clair. La savane arbustive claire apparaît en rose (sur glaucis) ou en vert foncé (sur grès) en fonction du substrat.

Le changement de végétation entre la réserve de Tamou et le Parc apparaît sous forme d'un gradient continu, où on a une évolution relativement continue du moins ou plus végétalisé. En revanche, dans la partie Est de l'image, dans la zone du fleuve, la transition est brutale entre la rive gauche et la rive droite. En effet, la réserve de Dosso est nettement moins végétalisée, ce changement ne peut être que la résultante d'une érosion active due aux activités anthropiques. La figure 18 représente une composition colorée de la partie sud du Parc du W et la figure 17 la partie ouest.

Figure 16. Composition colorée de la partie nord de la zone d'étude.



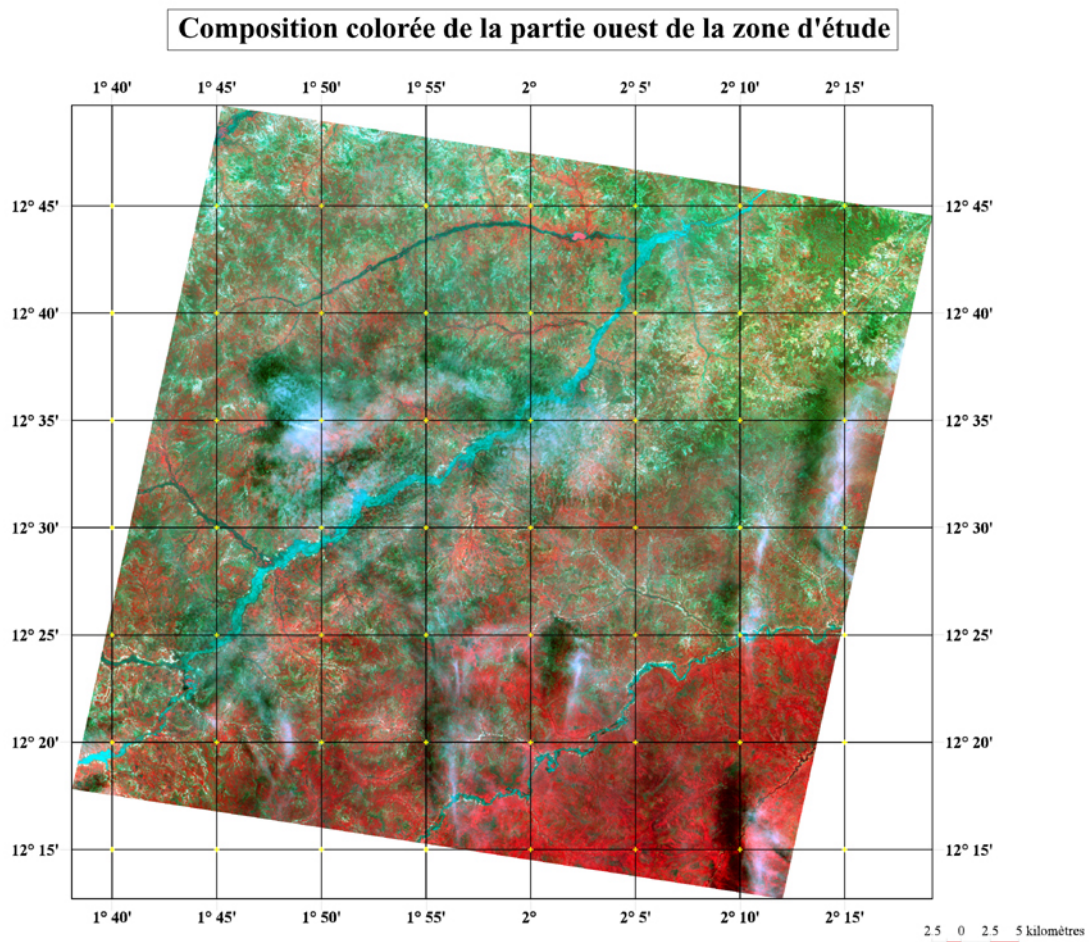
L'évolution de la végétation qui s'opère sous forme de gradient du nord au sud, peut être mise en évidence à partir de l'indice de végétation, noté NDVI (il s'agit d'un néocanal permettant de faire ressortir la végétation chlorophyllienne $NDVI = (XS3 - XS2) / (XS3 + XS2)$), calculé à partir des images satellites (prises en saison des pluies). La zone d'étude est couverte par trois scènes *Spot*. La première couvre la partie nord, la seconde la partie ouest et la dernière la partie sud.

Nous avons réalisé un transect nord-sud, sur ces trois scènes, et nous avons relevé les valeurs de l'indice de végétation par pixel.

On obtient donc un graphique représentant les différentes valeurs de l'indice, auquel nous avons superposé une droite symbolisant la tendance générale des valeurs.

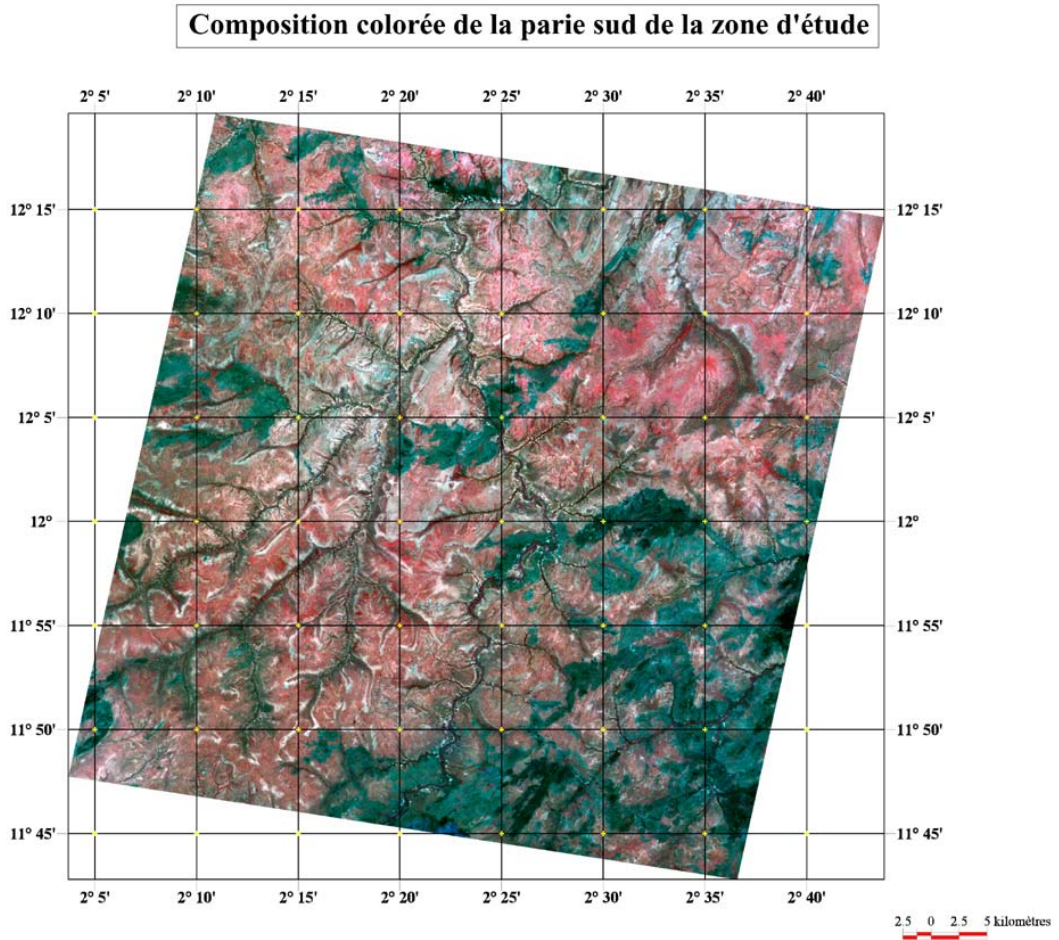
L'hypothèse de départ est que cette droite est croissante du nord au sud, démontrant l'effet de la variation du climat sur la végétation, perceptible même à une grande échelle, soit sur 60 km de long (champ de vision utile d'une image *Spot multispectral*).

Figure 17. Composition colorée de la partie ouest de la zone d'étude.



Source : image SPOT multispectral 11/10/1999

Figure 18. Composition colorée de la partie sud de la zone d'étude.



Source : image SPOT multispectral 09/11/2001

Figure 19. Variation nord-sud de l'indice de végétation dans la partie nord de la zone d'étude.

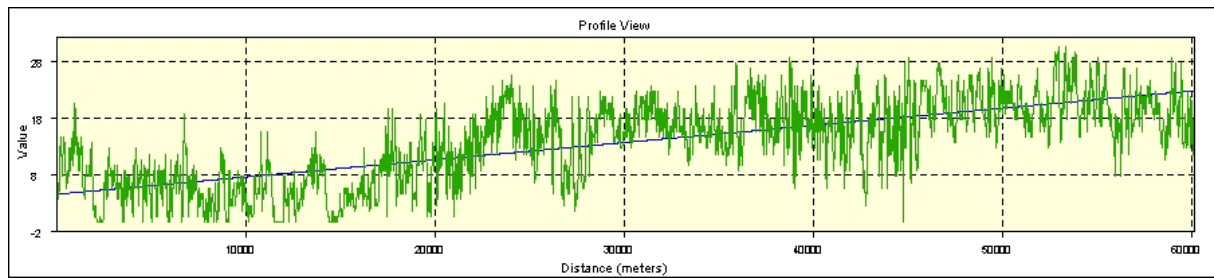


Figure 20. Variation nord-sud de l'indice de végétation dans la partie ouest de la zone d'étude.

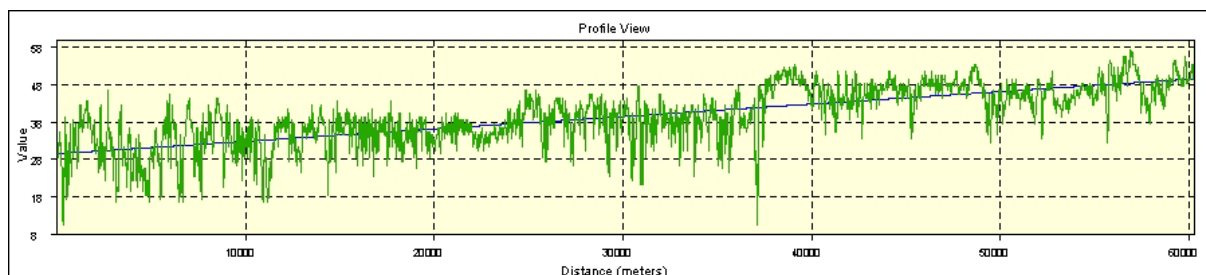
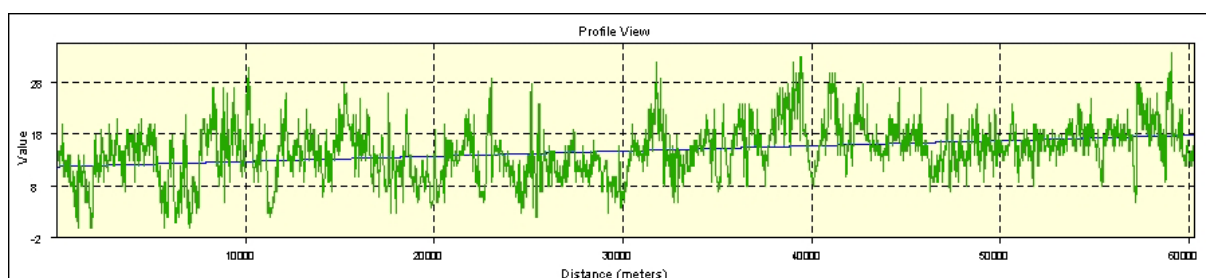


Figure 21. Variation nord-sud de l'indice de végétation dans la partie sud de la zone d'étude.



On constate que les 3 graphiques montrent tous la même tendance. L'indice de végétation est plus élevé au sud qu'au nord pour les 3 scènes *SPOT*. Néanmoins, le coefficient directeur des droites sur les figures 19 et 20 est plus important que celui représentant la droite de la figure 21. Cela signifie que la variation de végétation entre le nord et le sud est plus marquée dans les parties occidentales et septentrionales de la zone d'étude.

Les scènes des parties nord et ouest englobent des zones mixtes au niveau des statuts de protection. Le climat n'est donc pas le seul facteur explicatif sur l'évolution de la végétation. Les activités anthropiques, comme l'agriculture et le pastoralisme jouent également un rôle dans le changement de paysage matérialisé par les variations de l'indice de végétation.

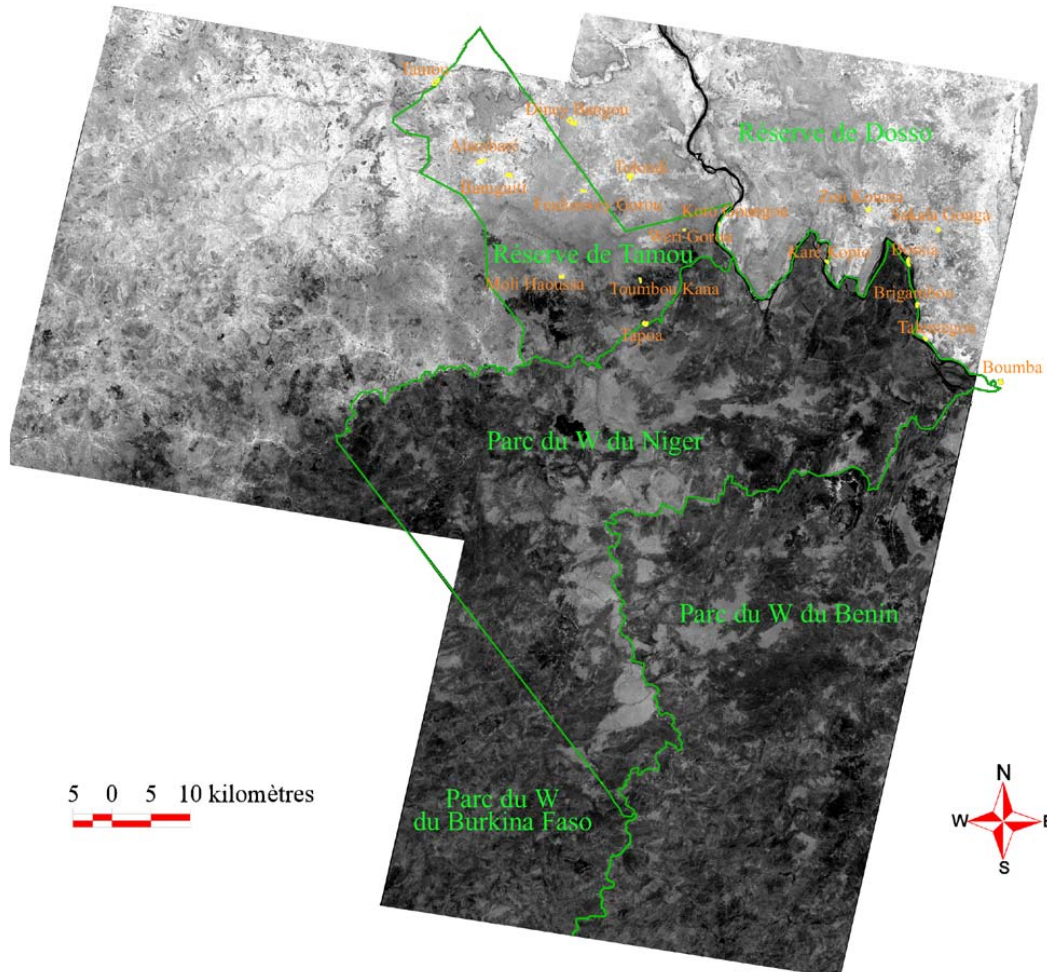
La partie sud, une zone non habitée et non exploitée, bénéficie quant à elle d'une protection totale depuis plus de 50 ans. On peut penser alors que les changements perçus dans le paysage sont dus à des facteurs "naturels". La variation du nord au sud des valeurs de l'indice de végétation, matérialisée par le coefficient directeur de la droite, est donc moins marquée que dans les zones soumises à l'impact de l'homme.

Le changement de végétation est facilement perceptible en fonction de la latitude et des statuts de protections des zones considérées.

Afin de faciliter la localisation du Parc et des principaux villages par rapport aux trois scènes *SPOT*, nous avons placé sur une même carte, une mosaïque des trois images satellites, les limites du Parc et certains toponymes (cf. figure 22)

Figure 22. Présentation de la zone d'étude.

Présentation de la zone d'étude



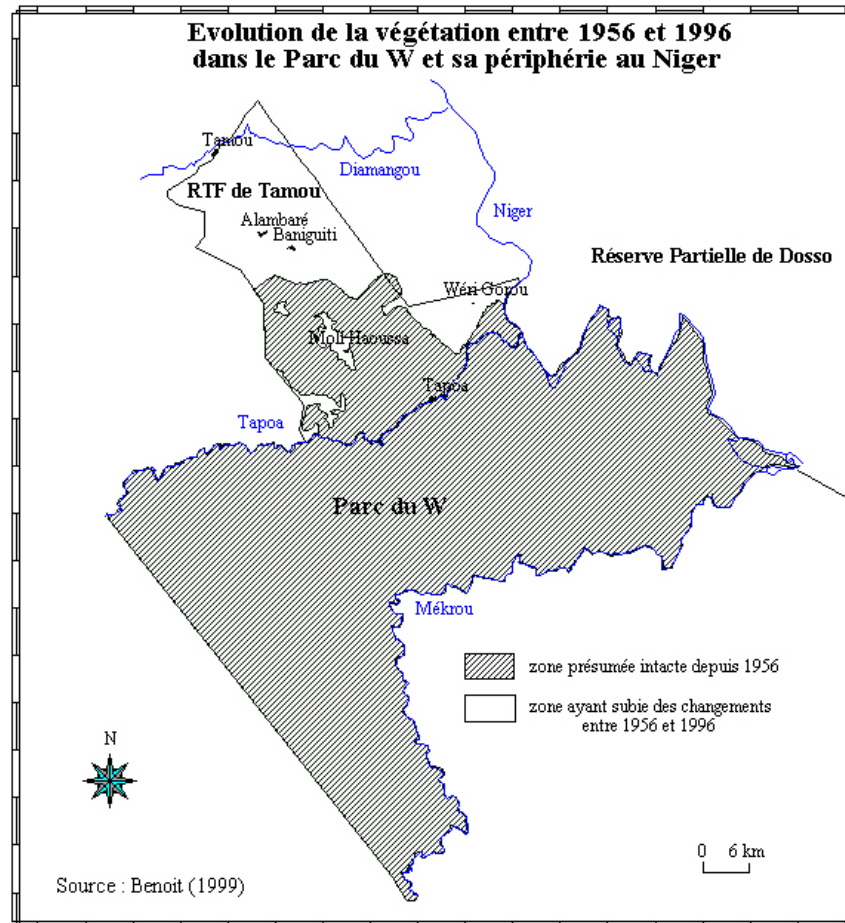
Il serait intéressant de voir si l'évolution est uniquement spatiale ou si elle s'est opérée également à travers le temps. On étudiera par conséquent ce changement entre deux périodes clés, susceptibles d'avoir eu un impact sur le milieu. Il s'agit des années 40/50, coïncidant avec la mise en défens du Parc, et des années 70/80 connues pour leur période de sécheresse.

Benoit (1999a) a étudié la variation temporelle des paysages de la zone en prenant appui sur une analyse diachronique de la végétation entre 1956 et 1996.

Il a mis en évidence la dynamique des paysages dans le canton de Tamou en faisant une étude diachronique sur la végétation issue de la photo-interprétation des photographies aériennes de 1956 et 1975, et des traitements des images satellites Landsat TM de 1986, Spot panchromatique de 1991 et Spot panchromatique de 1996.

Les résultats obtenus sont présentés sur la figure 23, où il spécifie les éventuelles différences pouvant être perçues dans le paysage²¹.

Figure 23. Evolution de la végétation entre 1956 et 1996 dans le Parc du W et sa périphérie au Niger.



Il semblerait donc, si l'on se réfère aux travaux de Benoit (1999a) que la partie centrale n'ait pas subi de bouleversement notable depuis un demi-siècle d'un point de vue paysager. Ce constat peut s'expliquer si l'on considère le contexte historique dans lequel la zone a évolué (cf. § 2.2.1.1), cataloguée comme inhabitée au 18^{ème}, 19^{ème} et au début du 20^{ème}, puis bénéficiant d'un statut de protection par la suite. La sécheresse des années 70/80 n'aurait donc pas eu d'impact perceptible à l'échelle du paysage. Ceci peut se concevoir si l'on considère que la majorité des formations du Parc, savanes arbustives et arborées, sont composées de familles végétales à large niche écologique, comme les combretacées et les poacées. Bien que les travaux de Benoit (1999a) tendent à montrer une continuité dans le paysage de la zone d'étude depuis 50 ans, on est néanmoins amené à s'interroger sur cette problématique.

²¹ « Nous avons postulé la stabilité des paysages du Parc du "W" et du sud-ouest de la zone tampon depuis 1956 par rapport à ceux du canton de Tamou qui se sont "humanisés" rapidement depuis.....On peut considérer ces zones comme étant indemnes d'intervention humaine autre que le feu, la cueillette et la chasse....la présence de vestiges témoigne d'un habitat dispersé très ancien, lié à un mode de vie probablement plus chasseur-cueilleur qu'essarteur » (Benoit, 1999a).

Comment les mutations des activités anthropiques dans les zones contiguës au Parc, engendrées par la sécheresse et la pression démographique galopante de ces 20 dernières années, n'ont-elles pas eu d'impact sur les paysages du Parc du W ?

En effet, on peut s'accorder sur le fait que les changements de paysages soient moins perceptibles dans l'aire protégée que dans le canton de Tamou et dans la Réserve de Dosso. Il est néanmoins difficile de croire que le Parc du W ait pu sortir indemne des bouleversements socio-économico-climatiques de ces 20 dernières années, alors que sa périphérie en soit profondément marquée.

3.2) Variation spatiale et temporelle dans l'exploitation des ressources naturelles ou l'évolution des activités anthropiques.

D'après Rougerie et Beroutchachvili (1991) citant Preobrajenski (1983), le paysage peut être perçu comme une co-création et de l'homme et de la nature. Si comme nous l'avons vu les effets de la sécheresse sont peu perceptibles dans la zone d'étude, il n'en est pas de même pour ceux des activités anthropiques.

Les années 70 constituent un tournant dans l'agencement spatial des éléments constitutifs du milieu. En effet, cette période coïncide avec un véritable essor démographique. On peut attribuer à la sécheresse du début des années 70 dans la zone sahélienne, cette importante vague de migrations d'agriculteurs venant du nord dans l'arrondissement de Say contiguë à la zone-tampon du Parc.

Toutain *et al.* (2001) dans son rapport provisoire sur la transhumance revient sur un fait important de cette période. Il relate le déclassement de la moitié de la réserve-tampon ordonné en 1976 par le président nigérien de l'époque, Seyni Kountché, suite à la grande sécheresse de 1974. Ce déclassement fut entrepris afin de fournir aux agriculteurs 70 000 ha de terres cultivables, dans une région à priori moins touchée par la sécheresse. Des agriculteurs venus du nord du pays, mais aussi des dignitaires du régime, bénéficièrent alors de parcelles de culture et de grands domaines agricoles suivant une concession de deux ans renouvelables.

Toutain *et al.* (2001) précise également que le taux de croissance démographique dans l'arrondissement de Say est de 3,3 %. La population est passée de 74.800 habitants en 1977, à 164.300 en 1987, et pourrait atteindre 400.000 habitants en 2005 selon Le Berre (1995).

Tous ces auteurs (Benoit²², 1999a ; Le Berre²³, 1995 et Toutain *et al.*²⁴, 2001) constatent des mutations dans les activités anthropiques, générées à la fois par la terrible sécheresse des années 70/80 et par l'accroissement sensible de la population .

²² « A partir de 1975, l'importance de l'immigration dans le canton (en sus de l'accroissement naturel de la population locale) et les tentatives de l'administration des Eaux et Forêts pour empêcher ou limiter les nouveaux défrichements (interdits par les textes) dans la Réserve Totale de Faune de Tamou (RTFT), ont supprimés toutes jachères fonctionnelles » (Benoit, 1999a).

²³ « Avec une densité actuelle de 14 habitants/km², la population exerce une pression d'utilisation des ressources naturelles qui a entraîné des mutations socioprofessionnelles.... L'occupation de l'espace par des populations agricultrices, ainsi que la présence d'aires protégées contrarie très fortement les déplacements des éleveurs transhumants » (Le Berre, 1995).

Le canton de Tamou, zone traditionnelle d'accueil des transhumants et de repli des élevages sédentaires pendant la saison de cultures, se retrouve le théâtre d'un conflit entre éleveurs, agriculteurs et forestiers.

Pour mieux cerner ce conflit, nous allons exposer plus en détail les modes d'exploitation des ressources naturelles de la zone d'étude.

3.2.1) Les activités humaines.

3.2.1.1) L'agriculture.

Le Niger possède 7 millions d'habitants dont 70 % vivent de l'agriculture. Or seulement 14,2 % de la surface nationale est cultivée et la majorité de cet espace se situe dans la partie méridionale du pays. Les rendements sont en général faibles et la technologie traditionnelle ; l'agriculture est surtout vivrière (mil, sorgho, niébé, maïs, arachides, oignons, coton, gomme arabique). Les cultures céréalières se pratiquent pendant la saison des pluies. Dans la zone tampon, les agriculteurs sèment en mai ou juin en fonction de la date du début de la mousson et récoltent en septembre. Les cultures maraîchères sont établies à proximité des villages et sont des cultures de contre-saison, elles ne sont pas généralisées.

Dans la partie de la Réserve de Tamou appartenant à notre zone d'étude, les surfaces cultivées sont négligeables car elles ne concernent que les deux villages de Moli Haoussa et Weri Gourou.

Les surfaces mises en culture sont très petites à Moli Houssa, en revanche celles de Weri Gourou peuvent être importantes, et elles se sont même étendues à proximité de la rivière Tapoa avant que les autorités du Parc ne décident de mettre ces zones en jachère.

Ces activités agricoles ont d'ailleurs eu davantage d'impact sur le paysage autour du village de Weri Gourou qu'autour de Moli Haoussa, si l'on se réfère à la figure 20.

Dans la partie nord de la Réserve de Tamou et sur la rive gauche du fleuve Niger, les surfaces cultivées sont très nombreuses suite au déclassement de la zone, bien que les villages soient relativement récents (moins de 50 ans pour la majorité).

La principale conséquence de ces changements est un défrichement intensif, et une accélération voire la disparition des cycles de jachère, d'où un sol plus exposé à l'érosion. Les prélèvements, qu'ils soient d'ordre animal (nourriture protéique) ou végétal (cueillette et bois de feu) sont aussi plus nombreux, ce qui entraîne une dégradation rapide du milieu. La diminution notable des ressources naturelles animales (ichtyofaune, mammifères) et végétales provoque aussi une mutation des pratiques. Les activités de chasse, de cueillette et de pêche autrefois communes deviennent chez certains occasionnelles.

La pression générée par la saturation de l'espace de la rive gauche et du nord de la Réserve de Tamou, se fait sentir aujourd'hui jusque dans la zone tampon voire dans la zone de diffusion.

²⁴ « Dans la zone périphérique proprement dite on assiste à une réduction drastique de l'espace pastoral qui se traduit par une extension des superficies cultivées, un émiettement de l'espace et les dégâts de cultures, l'obstruction des pistes de transhumance. L'exacerbation de la pression foncière pousse les troupeaux dans le parc du W....En 1976, les autorités nigériennes ont déclassé 70 000 ha de la réserve de faune de Tamou pour les affecter à des agriculteurs alors que cette partie constituait une zone de parcours et de refuge des éleveurs en hivernage. Cette avancée du front agricole a bien évidemment exacerbé la tension entre les deux communautés » (Toutain *et al.*, 2001).

Compte tenu de la fragilisation du milieu et de l'important déficit pluviométrique (cf. § 2.2.2.2) la situation des agriculteurs est très aléatoire. Ils tendent donc à exploiter des terres reconnues comme parcours traditionnels avant la mise en place de la Réserve de Tamou (Benoit, 1999a & Toutain *et al.*, 2001).

3.2.1.2) Le pastoralisme.

La zone d'étude n'est concernée par le pastoralisme que depuis une trentaine d'année, hormis la rive gauche du Niger, qui semble-t-il était déjà une zone de pâturages en 1937.

Cette information a été communiquée par Fiasson²⁵ lors de l'établissement des limites de l'aire protégée.

La trypanosomiase, et dans une moindre mesure l'onchocercose, sont la principale cause de la non fréquentation²⁶ de la zone d'étude par les troupeaux de pasteurs peuhls. Il faudra attendre l'éradication de ces maladies pour observer une progression vers le sud de la transhumance (jusque dans le canton de Tamou), corrélée à l'ouverture du milieu entreprise par les agriculteurs ayant migré pour cause de sécheresse.

Le canton de Tamou et la rive gauche du fleuve au niveau du W deviennent des sites "pionniers" pour les agriculteurs et les éleveurs en pleine période de sécheresse, représentant quelque part une situation salvatrice. Avec comme genres de vie reconnus à cette époque, le libre accès à l'espace et aux ressources, les conflits entre éleveurs transhumants, agriculteurs et agro-pasteurs sédentaires sont inévitables.

Toutain *et al.*, (2001), revient sur les causes de cette situation problématique²⁷. L'augmentation de la population humaine et du cheptel, ainsi que la sécheresse, ont eu pour effet la dégradation des ressources naturelles dans la zone périphérique du Parc du W.

²⁵ « La limite est du parc ne peut être que le fleuve Niger. J'avais écrit dans le rapport de la première tournée qu'il serait possible de prendre une certaine zone sur la rive gauche du fleuve pour agrandir le parc. Je me suis trompé. [...] il y a aussi toute une zone de pâturages fréquentés par des troupeaux peuhls alors que j'étais persuadé qu'il ne s'approchait pas du fleuve [...] on ne changera pas de sitôt l'itinéraire des transhumances peuhles » (Benoit, 1999b ; citant Fiasson, 1937).

²⁶ L'analyse et la compréhension de ces faits sont exposées par Michel Benoit dans son ouvrage "Opportunisme pastoral et conservation de la savane en Afrique de l'Ouest", (Benoit, 1999d).

²⁷ « Depuis les années soixante-dix, les pays de l'Afrique de l'Ouest ont été frappés à plusieurs reprises par des cycles de sécheresses qui se sont répercutées sur la disponibilité en fourrage dans les pâturages et sur l'état de la végétation. Par ailleurs, l'accroissement actuel très important de la démographie humaine s'accompagne d'une extension de l'utilisation des terres et des ressources, causes de désertification. Ces phénomènes sont à l'origine de la crise écologique qui sévit dans les pays du Sahel depuis cette période. Parallèlement, le succès des programmes de lutte contre les grandes épizooties a abouti à un accroissement sensible des effectifs du cheptel. La charge animale est de moins en moins en adéquation avec le disponible fourrager. D'où la nécessité pour les éleveurs sahéliens de diversifier leurs systèmes de production et d'adapter les transhumances. On observe notamment, au fur et à mesure que les pâturages sahéliens s'appauvrissent ou sont de plus en plus exploités, une migration progressive des éleveurs Peuls vers des régions plus méridionales où subsistent encore des espaces pastoraux et des terres cultivables » (Toutain *et al.*, 2001).

Les agriculteurs accusent notamment les troupeaux de commettre de dégâts sur les cultures au début des transhumances si les récoltes ne sont pas terminées. Les éleveurs reprochent aux agriculteurs de ne pas respecter les passages de transhumances, ne laissant que la route comme alternative.

Une autre source de conflit et pas des moindres est basée sur l'accès à l'eau. Traditionnellement, on ne refuse pas de l'eau à quelqu'un pour abreuver ses animaux, mais les points d'eau sont peu nombreux, notamment au Niger, à une certaine époque de l'année. Les sédentaires revendiquent un droit de propriété, ce qui les amène parfois à faire payer l'accès au point d'eau.

On pouvait également observer par le passé, au Benin tout comme au Niger, une certaine symbiose entre les agriculteurs et éleveurs, quant à l'accès aux résidus des récoltes permettant aux champs visités d'être fumés par la même occasion. La compétition qui sévit aujourd'hui autour de l'accès aux ressources et sur l'utilisation de l'espace, a rompu cette entente, autrefois bénéfique aux deux parties.

D'après Toutain *et al.*, (2001), le reproche habituellement fait aux éleveurs concerne également la pratique de l'émondage des arbres dans la zone tampon²⁸. Les éleveurs en pratiquant l'émondage se retrouvent directement en conflit avec les sédentaires, qu'ils soient *gourmantchés* ou *zermas*, qui pratiquent de manière traditionnelle la cueillette, et dont le ramassage du bois est l'unique source d'énergie pour les préparations culinaires.

Outre la surexploitation des ressources fourragères, nous allons examiner dans quelle mesure la cueillette revêt une importance dans la zone d'étude.

3.2.1.3) La cueillette.

La cueillette des produits végétaux est réalisée pour de multiples usages. Les principaux concernent l'alimentation, le bois de feu, les matériaux de constructions, et la pharmacopée.

Le rôle des produits végétaux dans l'économie ménagère au Niger ne saurait être sous-estimé. Il est particulièrement appréciable dans les zones méridionales telle que notre zone d'étude. Wilson (1989) a trouvé 63 espèces de plantes présentant un grand intérêt pour le régime alimentaire des villageois à Boukla, une localité située non loin de Niamey. On peut présumer que ce nombre s'accroît dans des zones plus méridionales, où la biodiversité est supposée plus importante. Ces plantes fournissent un apport nutritionnel capital, dans l'alimentation des paysans notamment pendant la période précédant la récolte du mil, lorsque les aliments viennent à manquer. Les fruits des espèces suivantes sont régulièrement consommés : *Ziziphus mauritania*, *Ximenia americana*, *Vitellaria paradoxa*, *Tamarindus indica*, *Parkia biglobosa*, *Lannea microcarpa*, *Diospyros mespiliformis*, *Grewia bicolor*. Les feuilles et les fruits du Baobab (*Adansonia digitata*) sont très prisées à Niamey, et peuvent se vendre jusqu'à 100 francs CFA pour un fruit (un pain de singe). Il est donc fréquent de rencontrer de nombreux cueilleurs notamment dans la zone du fleuve, riche en Baobabs.

²⁸ « Lorsque le pâturage herbacé de saison sèche est surtout constitué d'herbe sèche, le fourrage est pauvre en matières azotées. Pour couvrir les besoins nutritifs des animaux, les bergers ont recours au pâturage aérien, c'est-à-dire au feuillage d'arbres, riche en azote. Si ce feuillage est trop haut pour être brouté directement, on pratique l'émondage des meilleures espèces. C'est ainsi que dans la zone périphérique du parc du W, les espèces telles que *Pterocarpus erinaceus*, *Azelia africana*, *Acacia sp*, *Khaya senegalensis* sont surexploitées par les éleveurs transhumants. Lorsque la coupe est trop sévère, elle entraîne la mort de l'arbre » (Toutain *et al.*, 2001).

Enfin les feuilles et les graines du *Boscia senegalensis*, utilisées pour élaborer le *kopto*²⁹, apportent un complément appréciable en saison sèche. Une autre ressource très demandée à travers tout le Niger, est la gomme arabique, provenant originellement de *l'Acacia senegalensis*, mais aussi et surtout du *Combretum nigricans*, beaucoup plus fréquent.

Dans le cas de la gomme arabique ou des fruits du *Parkia biglobosa*, la vente peut apporter jusqu'à 5000 francs CFA par semaine, et l'huile tirée du *Vitellaria paradoxa* se vend jusqu'à 2500 Fcfa le litre (Wilson, 1989 ; Le Berre et Kabala, 1994). Précisons que la pratique de la cueillette est traditionnellement réservée aux femmes et aux enfants, tout comme les tâches de récolte du bois de feu.

C'est dans la famille des Combretacées qu'on retrouve les espèces les plus utilisées pour le bois de feu. Le *Combretum nigricans*, le *C. micranthum*, le *C. glutinosum*, le *Guiera senegalensis*, mais aussi l'*Anogeissus leocarpus*, le *Dichrostachys cinerea* et le *Prosopis africana*. Le principal critère de sélection repose sur la durée de brûlage du bois, et évidemment l'abondance des essences. On notera que le *Guiera senegalensis* tire sa popularité de ses potentialités d'utilisation en saison des pluies, car même humide, il peut s'enflammer facilement.

Plusieurs espèces de graminées sont également recherchées pour la construction de façades ou des greniers, réalisée à partir de chaume appelé plus communément *seco*. L'espèce la plus fréquemment utilisée dans la zone d'étude est l'*Andropogon gayanus*. Les espèces, bien que beaucoup moins abondantes, telles que *Cymbopogon giganteus*, *Cymbopogon schoenanthus* et *Ctenium elegans* peuvent aussi être utilisées aux mêmes fins.

On retrouve un certain nombre des espèces citées précédemment dans la pharmacopée traditionnelle. Maydell (1990) décrit les espèces les plus communément rencontrées et leur utilisation conjointe par les différentes ethnies. Ainsi l'arbre *Khaya senegalensis* est très largement utilisé notamment pour soigner les maux d'estomac, de même que le *Kigelia africana* est sensé protéger d'un grand nombre de maux.

La cueillette peut aussi être pratiquée par les éleveurs sédentaires comme apport fourrager. La cueillette est très fréquente le long du fleuve Niger avec la coupe en grande quantité du bourgou (*Echinochloa stagnina*), une espèce graminée prolifique présente sur les terres inondées. Bien que largement abondante initialement, cette espèce a connu un déclin considérable ces vingt dernières années, en raison de la coupe intensive, corrélée à la réduction de l'inondation du fleuve et à la récupération des terres pour les périmètres irrigués. A titre d'exemple, l'île de Karé Kopto, au départ riche en bourgou et normalement protégée, a été occupée et cultivée de 1974 à 1995 par les villageois de la rive gauche. Cette surexploitation de l'espace a eu pour conséquence néfaste, la diminution du bourgou, engendrant une modification préjudiciable dans l'habitat des espèces emblématiques de faune comme l'hippopotame et le lamantin. Ces modifications ainsi que la pratique active de la chasse ont eu pour conséquence la baisse sensible des effectifs de population.

La chasse traditionnelle n'a cessé en effet d'être pratiquée dans la zone d'étude. Nous allons examiner dans ce qui suit, de quelle manière elle s'opère et en quoi elle contribue à la complexité dans l'accès aux ressources.

²⁹ *kopto* : il s'agit d'une sorte de salade préparée avec les feuilles du *Boscia senegalensis*.

3.2.1.4) La chasse.

Sans revenir en détail sur les droits coutumiers chez les chasseurs *gourmantchés* ou *zermas*, on peut dire que la pratique de la chasse n'est pas considérée comme une simple activité. Pour ces ethnies traditionnellement de religion panthéiste, avant l'islamisation du Niger, tuer un animal n'est jamais un acte simple et anodin mais relève d'une haute spiritualité. De plus, certains groupes ont pour totem un animal sauvage, ce qui leur interdit formellement toute forme d'action à l'encontre de celui-ci, comme la chasse ou même la consommation.

La chasse se pratique de manière traditionnelle ; les lances, les fusils, mais aussi les pièges sont utilisés. Elle a été interdite au Niger en 1964, selon un système rotatif de deux ans, afin de permettre aux animaux sauvages de se reproduire.

Cette interdiction est devenue permanente en 1974. Ces arrêtés prévalent pour les zones périphériques du W, car la chasse a été interdite dès 1937 pour le Parc, et en 1954 dans la Réserve de Tamou.

Ces interdictions sont aujourd'hui plus ou moins respectées. La chasse au petit gibier (francolin, lièvres, pintades) pratiquée par les éleveurs et les paysans dans la zone déclassée de la RTFT et dans la zone du fleuve est parfois tolérée. En revanche, s'il s'agit du gros gibier ou même du petit dans la zone tampon et dans le Parc, la chasse est considérée comme du braconnage.

On notera que des safaris-chasses peuvent exceptionnellement être accordés par la DFPP (Direction de la Faune de la Pêche et de la Pisciculture) ou par l'état nigérien lui-même, au sein des aires protégées. C'est ainsi que certains princes saoudiens ou du Qatar viennent chasser la grande outarde dans le Parc de l'Air Ténére ou les antilopes dans le Parc du W.

Les espèces les plus appréciées par les chasseurs sont l'hippopotame, le cobe de Buffon, le bubale, mais aussi le lion, la tortue, le met suprême étant le lamantin, certains hauts fonctionnaires n'hésitant pas à faire appel aux grands *sorkos*³⁰ pour le chasser.

La pêche est également réglementée par les lieux de prélèvement et par la taille des mailles des filets. Ainsi dans notre zone d'étude, la pêche n'est autorisée que dans la partie est du fleuve Niger. La partie ouest du fleuve, la Mékrou et la Tapoa sont des zones de pêche totalement interdites.

Les agents du Parc autorisent néanmoins des prélèvements ponctuels dans ces zones, à des fins vivrières. Ces actions sont sans grande conséquence sur les stocks de poissons, mais peuvent s'avérer néfastes pour la survie des oiseaux ichtyophages ou des crocodiles.

Dans la zone du fleuve, la pratique de la pêche répondait autrefois, tout comme la chasse, à un droit d'usage bien établi chez les *sorkos*.

Mais cette tradition a tendance à disparaître, et on voit de plus en plus d'individus non initiés s'adonner à l'exercice de la pêche.

A travers l'énoncé des différents modes de prélèvements et d'accès aux ressources, on peut entrevoir les différentes exactions qui s'opèrent dans la zone d'étude. Cette dernière, autrefois inhabitée, est aujourd'hui très convoitée en raison des mutations qui se sont opérées à travers l'espace et le temps. Elle est donc devenue source de conflits entre les différents acteurs, revendiquant un droit d'usufruit, et un état, matérialisé par les forestiers, comme garant de l'intégrité du sanctuaire. Un état non seulement contraint de répondre aux exigences de sa population, mais aussi à celle des instances internationales, qui par les différents classements affectés au site s'octroie un droit de regard.

L'apparition des pratiques illégales devient alors l'alternative préconisée par les différents acteurs et s'impose comme la résultante de l'évolution du milieu et des pratiques.

³⁰ Les *sorkos* sont des pêcheurs songhaïs, maîtres des eaux, seuls autorisés à naviguer et à prélever les ressources naturelles du fleuve.

3.2.2) Les activités illégales.

3.2.2.1) Le braconnage.

Une des activités illégales résultant des modifications décrites précédemment est le braconnage vivrier. Celui-ci est exercé par les populations riveraines du Parc à des fins essentiellement alimentaires, et parfois comme alternative incontournable pour leur survie dans la région sur le point financier. Cette forme de braconnage, est en général exercée par l'ethnie *Gourmantché*, disséminée le long de la rivière Tapoa au Niger et au Burkina Faso, de manière ponctuelle et traditionnelle, soit au moyen de chiens, de flèches et de lances. Cette forme de braconnage s'opère surtout le long de rivière Tapoa ou près de la frontière burkinabé, donc dans la partie ouest de la zone d'étude.

Il existe aussi le braconnage de représailles ou de vengeance, utilisant les mêmes techniques de chasse. Ce type de braconnage est pratiqué en général par les populations de la rive gauche du Niger, où la faune endommage leurs cultures et entre en compétition soit avec le bétail (herbivores), soit avec les pêcheurs (faune ichtyophage) ou constitue une menace pour les troupeaux et les bergers.

Une autre catégorie d'acteurs est concernée par ce type de braconnage, il s'agit des pasteurs effectuant la transhumance à travers l'aire protégée.

Les moyens utilisés pour éliminer les animaux considérés comme nuisibles au bon déroulement de la pêche ou du pacage, sont bien plus néfastes pour l'écosystème que ceux employés lors du braconnage vivrier. En effet, les pêcheurs ont l'habitude d'empoisonner les mares souvent au niveau de la Mékrou, avec des poisons d'origine végétal comme *le Balanites aegyptiaca*, *le Khaya senegalensis* ou *l'Acacia radiana*, ou modernes tels que le sumighion, le D6, l'endrine.

Ces produits vont absorber l'oxygène contenu dans la mare, asphyxiant du coup les poissons, les alevins, les œufs, les larves, voire les crocodiles ou d'autres formes de vie³¹.

Quant aux bergers, ils s'avèrent plus adeptes du piégeage, mais utilisent également le poison. C'est en partie à cause de ces malveillances que l'on doit la disparition du lycaon (*Lycaon pictus*) ou du léopard (*Panthera pardus*).

Enfin le dernier type de braconnage est d'ordre strictement lucratif, souvent taxé de braconnage professionnel. Il est effectué par des groupes organisés se déplaçant en vélo ou à pied, mais toujours accompagnés d'un ou plusieurs ânes, pour charger la viande boucanée. Celle-ci est commercialisée dans les grandes villes du Bénin, du Nigeria ou du Burkina-Faso où la vente de viande d'animaux sauvages est autorisée. Cette denrée est normalement issue des réserves cynégétiques environnantes. Mais il est très difficile de faire la différence entre de la viande boucanée de phacochère venue du Parc du W, ou celle provenant de la réserve cynégétique de l'Atacora.

Ces groupes de braconniers utilisent des fusils à balles ou des pièges, et opèrent dans la zone de la Mékrou, depuis des campements situés dans le Parc côté Bénin, véritables bases arrière durant toute la saison sèche. Cette forme de braconnage vise les grands mammifères, pour leur viande, mais également pour certains organes considérés comme des trophées (cornes, défenses, dents, griffes), ou pour leur rôle dans la pharmacopée et dans les rites animistes.

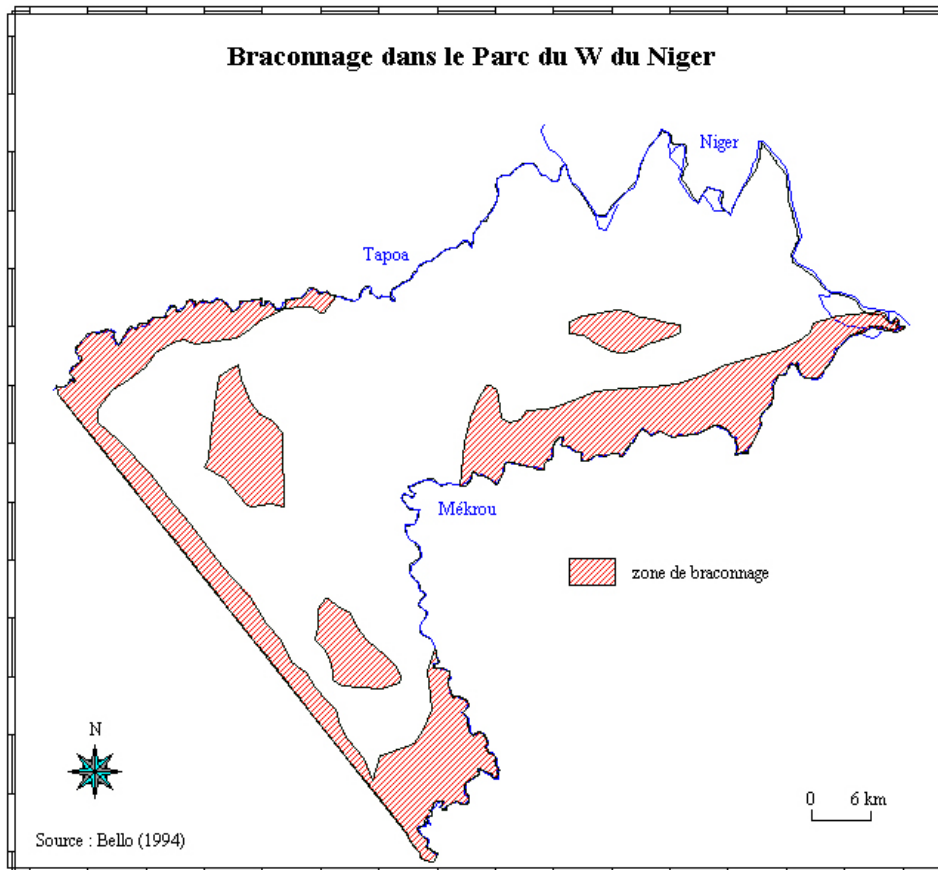
³¹ Bello (ancien responsable de la section aménagement) nous indique dans son rapport de 1994, qu'un braconnier avait été retrouvé mort en mars 1993, pour avoir consommé l'eau de la mare qu'il avait lui-même empoisonné.

L'éléphant est ainsi un des animaux le plus braconné pour ses défenses, sa queue, ses pattes ou ses organes génitaux, de même que les lions, les guépards ou les hyènes pour leur peau et d'autres organes.

Le nombre d'animaux victimes de cette forme de braconnage peut être relativement élevé³².

Les zones les plus sensibles au braconnage dans le Parc du W du Niger sont présentées sur la figure 24.

Figure 24. Braconnage dans le Parc du W du Niger.



Pour combattre le braconnage, des démarches ont été entreprises tant au niveau international que local. L'IUCN³³ en prenant l'initiative de classer l'éléphant en annexe 1 (espèce très menacée), tout comme la CITES³⁴ (en interdisant le commerce de l'ivoire), et des programmes de conservation tel que MIKE³⁵ contribuent à améliorer le sort des éléphants. La création de postes de surveillance est également un gage de maintien de la sécurité, à condition que des hommes y soient postés en toute saison.

³² Bello (1994) nous relate que pour la saison 1992/1993, environs 200 carcasses toutes espèces confondues ont été recensées dans les différents campements de braconniers retrouvés.

³³ IUCN : *International Union for Conservation of Nature*

³⁴ CITES : *Convention Internationale pour le Transport des Espèces Sauvages*

³⁵ MIKE : *Monitoring Illegal Killing of Elephant*

Il est par ailleurs possible, en utilisant les potentialités d'un SIG (Systèmes d'Information Géographique) de déterminer les meilleurs sites possibles pour la construction de postes de surveillances.

3.2.2.2) Le pâturage illégal.

Nous ne reviendrons pas sur les causes qui ont engendré le pâturage illégal au sein de l'aire protégée, mais nous décrirons plutôt son mode opératoire et son impact sur l'écosystème en général.

Encore une fois, on distingue plusieurs catégories de pâturage illégal :

- le pâturage illégal riverain, qui affecte principalement les zones riveraines du Parc, plus particulièrement les abords du fleuve Niger et ceux de la rivière Tapoa. Il est pratiqué par les agro-pasteurs de la zone périphérique, tout au long de l'année et particulièrement dès le début de l'hivernage et peu après la récolte. Il s'agit de petits troupeaux de bovins (15 à 20 têtes) ainsi que des caprins et des ovins, qui errent sans accompagnement sur une petite superficie (dans un rayon de 2 à 4 km).
- Le pâturage de fond, exercé par les grands propriétaires avec des troupeaux de 150 à 300 têtes de bovins en moyenne, doit être relié au problème plus général de la transhumance. Ainsi certains troupeaux demeurent durant la saison des pluies dans le Parc, où les pistes devenues impraticables, empêchent toute action de surveillance de grande envergure. Les éleveurs échappent facilement aux patrouilles de surveillance moins mobiles et moins motivées. Pour la transhumance, les troupeaux partent avant la saison des pluies pour regagner le sud, plus rapidement touché par les premières pluies et présentant alors une meilleure qualité de fourrage.

Nous avons représenté la localisation des activités illégales de pâturage dans le Parc du W sur la figure 25, en distinguant une activité intense et modérée.

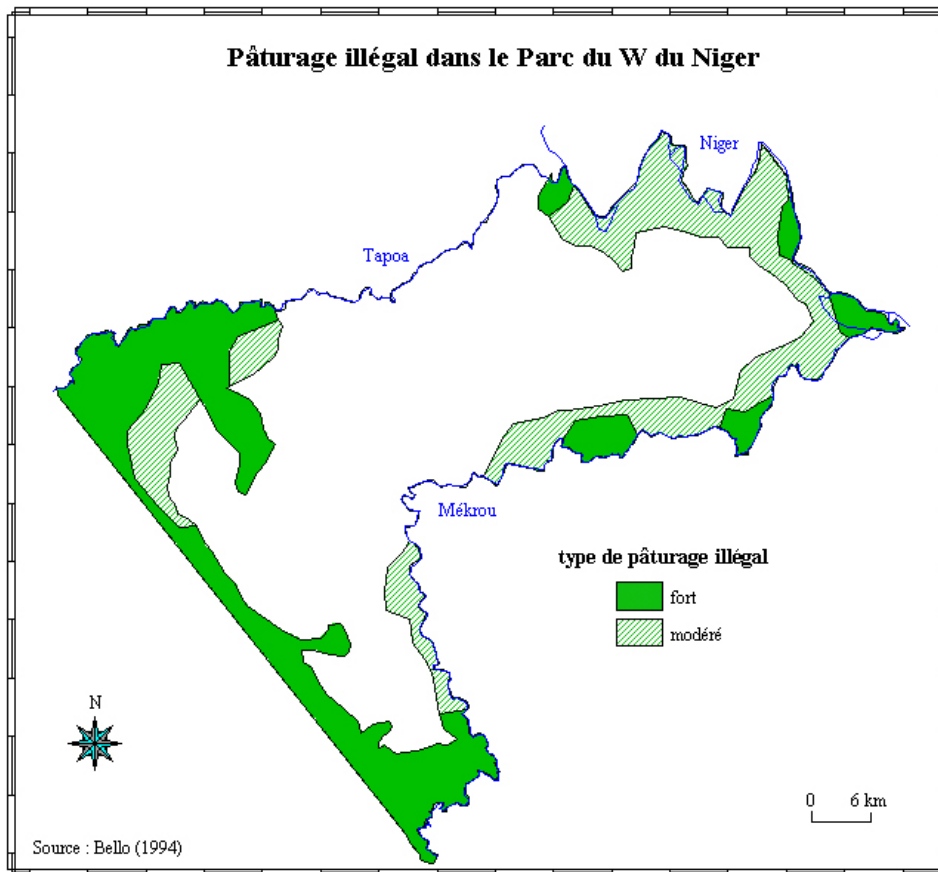
Les peines encourues au Niger par les bergers traversant le Parc peuvent être importantes, elles s'échelonnent de 50 000 à 100 000 Fcfa par troupeau. En cas d'infraction, le berger fait appel aux services bénévoles d'un *rugga*³⁶.

Les raisons évoquées par les éleveurs pour justifier leur présence dans l'aire protégée sont les suivantes :

- La méconnaissance des limites du parc, des zones cynégétiques et des zones tampons.
- La réduction drastique de l'espace et des ressources pastorales dans les zones périphériques du Parc à cause de la forte emprise agricole.
- La production de jeunes repousses d'herbes d'excellentes qualités en pleine saison sèche grâce à la pratique des feux précoces dans le cadre de l'aménagement de la faune.
- La présence de points d'abreuvement pérennes constitués par des mares et les affluents du fleuve Niger (l'Alibori, la Mékrou et la Tapoa).
- L'abondance d'arbres que l'on peut ébrancher pour nourrir les bœufs.
- La sécurité de leurs activités d'élevage en saison de cultures en évitant les causes de conflit avec les agriculteurs du fait des dégâts aux cultures (Toutain *et al.*, 2001).

³⁶ Membre d'une association traditionnelle d'éleveurs reconnue au Niger et dont l'une des tâches essentielles est d'intercéder en faveur des bergers en cas de litige opposant un éleveur et un autre utilisateur des ressources naturelles (agriculteur, forestier, etc.). A l'origine, le mot *rugga* est un terme hausa qui désigne le campement peul. (Toutain *et al.*, 2001).

Figure 25. Pâturage illégal dans le Parc du W du Niger.



On ajoutera également le refus de se conformer aux lois modernes jugées néo-colonialistes, au détriment du droit coutumier, basé en partie sur le principe "la nature est un don de Dieu".

Riegel (2002) nous fait part de comportements anticonformistes chez certains jeunes pasteurs peuhls. Ils s'aventurent volontairement dans le Parc, contre l'avis des *ruggas*, et basent leur stratégie de transhumance sur l'accès aux ressources de l'aire protégée, en dépit des risques d'amendes. Ces dernières sont prises en compte dans le coût imparté à la transhumance, sachant que les chances d'y échapper sont nombreuses. Lorsque les bergers sont appréhendés à l'occasion des patrouilles de surveillances, leurs discours est selon Bello³⁷ (1994) toujours identique.

Néanmoins beaucoup d'infractions sont réglées de manière conciliante, car le poids de l'élevage est très important au Niger. La part de l'élevage représentait environ 11% du PIB (Produit Intérieur Brut) en 2001. De nombreuses personnalités locales de Say ou même de Niamey sont directement impliquées dans ces activités ce qui rend la tâche des agents du Parc souvent délicate. De plus, d'importantes sommes d'argent peuvent être mises en avant dans les négociations, ce qui peut facilement faire changer d'avis le plus intègre des forestiers.

Le pâturage au sein du Parc a donc un rôle dans l'économie globale de la région, que ce soit à travers les amendes récupérées par le trésor via les agents du Parc ou par les retombées économiques classiques que procurent la vente du bétail.

³⁷ « Nous préférons nous faire arrêter par les forestiers plutôt que de laisser mourir une seule vache de faim ou de soif » extrait d'un témoignage (Bello, 1994).

Les impacts du pâturage sur l'écosystème de l'aire protégée sont pourtant multiples. Ils concernent de manière directe les ressources naturelles du Parc, le fourrage et l'eau, et de manière indirecte la faune sauvage tributaire de la disponibilité de ces ressources et exposée aux épizooties.

Le piétinement du tapis herbacé est particulièrement important autour des campements et de certains points d'eau lorsque le troupeau doit rester quelques temps au même endroit. Cette action engendre un processus d'érosion accru, accompagné d'une dégradation sensible non seulement du couvert herbacé, mais aussi du sol rendu ainsi plus sensible au vent et aux eaux de ruissellement.

Les axes, souvent identiques d'une année sur l'autre, suivis par les bergers se repèrent assez facilement en fin de saison sèche, en raison de la pratique de l'émondage comme complément en matière azotée.

Cependant, le broutage et le piétinement modéré stimulent par exemple le tallage des graminées vivaces et les déjections animales contribuent au cycle des nutriments ; c'est le principe des boucles de rétroaction positive.

En ce qui concerne la capacité de charge pouvant être supportée par le milieu, nous sommes loin, dans la zone d'étude, d'avoir atteint un seuil critique. Les ressources fourragères, dans le Parc du W du Niger, sont suffisantes pour la densité de faune présente, ce n'est donc pas à ce niveau que se situe le problème majeur dû au pâturage illégal.

En effet, les ressources en eau constituent un volet bien plus inquiétant de cette activité, qui se fait largement au détriment de la faune. Comme nous l'avons précisé dans le paragraphe consacré à l'hydrologie (cf. § 2.2.2.6), le manque d'eau en fin de saison sèche peut avoir des conséquences dramatiques lors des années déficitaires en précipitations. Si l'on considère que plusieurs milliers³⁸ de têtes transhument chaque année à travers le Parc du W, l'impact du pâturage sur les ressources en eau peut être conséquent. Ceci est d'autant plus vrai que la présence des troupeaux accompagnés des bergers constitue un dérangement important quant à l'abreuvement de la faune sauvage. On a pu remarquer des comportements très craintifs chez les ongulés notamment, dans des zones comme Paillote ou Hausa habituellement fréquentées par les pasteurs.

C'est également à travers les points d'eau, et dans une moindre mesure à travers les plantes fourragères, que se situe l'autre impact négatif du pâturage sur la zone d'étude. En effet, on sait qu'il existe un risque non négligeable d'infection de la faune sauvage par des maladies contagieuses portées par le bétail domestique, telles que la trypanosomiase animale africaine, la fièvre aphteuse, les charbons symptomatique et bactérien, la pasteurellose, et la peste bovine. Cette dernière a décimé par deux fois les effectifs de population de buffles dans les aires protégées de l'Arli, la Pendjari et le W, en 1934/1935 (Fiasson, 1937 ; cité par Le Berre, 1995) et dans les années 70 (Boubacar, 1991).

Cette menace sur la faune sauvage dans le Parc du W doit être prise très au sérieux non seulement par les gestionnaires du Parc, mais aussi par les autorités responsables de la réglementation zoo-sanitaire pour le bétail en général et transhumant en particulier. Car si le problème du pâturage illégal, de par sa complexité, ne peut se résoudre dans l'urgence, les risques épidémiologiques dus à la transhumance à travers l'aire protégée peuvent être endigués plus facilement.

Les bergers font peser d'autres menaces sur la faune et l'écosystème, en pratiquant notamment un braconnage vivrier lors de la transhumance, essentiellement sur les pintades et les petits animaux, et surtout en provoquant des feux de brousse en pleine saison sèche (mars/avril).

³⁸ Lors du comptage aérien en 1977, deux milles têtes de bovins et d'ovins furent dénombrés (Bello, 1994).

3.2.2.3) Les feux de brousse.

Les feux sauvages sont exercés par les pasteurs pour plusieurs raisons, la principale étant de faciliter les repousses pour nourrir le bétail. Ils permettent aussi de détourner l'attention des agents forestiers et d'éloigner les fauves du troupeau. Ils sont parfois perçus, notamment par les agents du Parc, comme une forme de représailles à l'égard des gestionnaires du Parc qui leur interdisent l'exploitation de l'aire protégée.

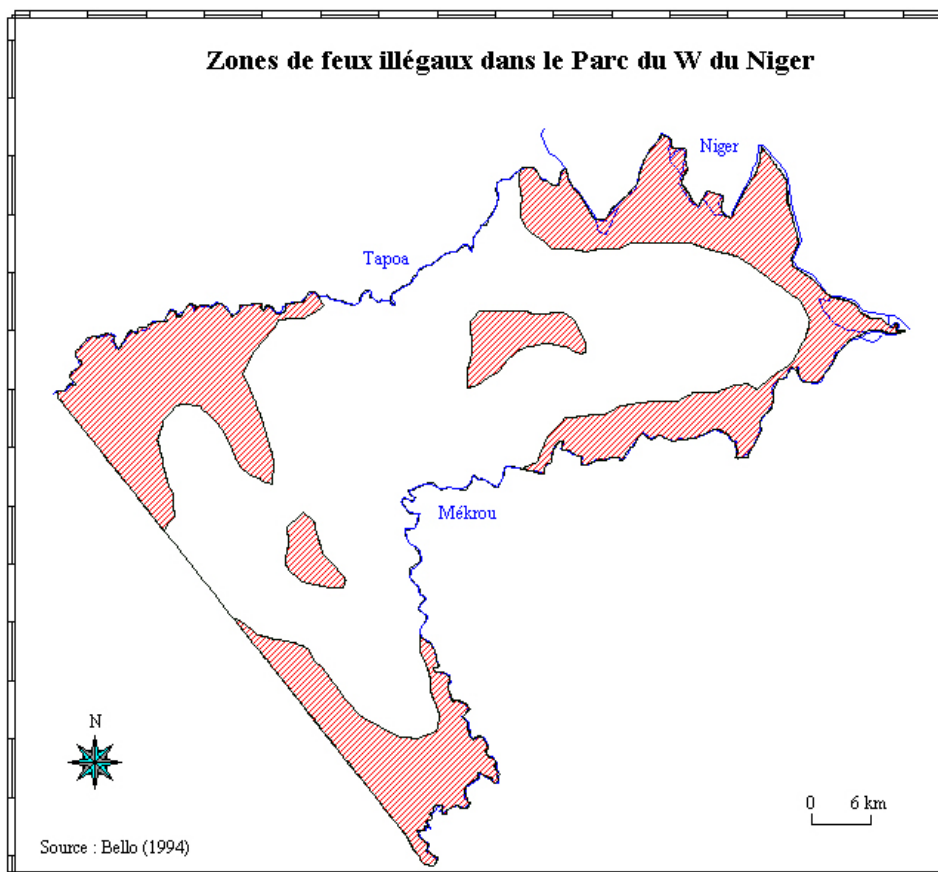
Ces actes de malveillances ne sont pas uniquement dus aux bergers, mais sont aussi perpétrés par les braconniers. Ceux-ci provoquent des feux dans le but de favoriser la visibilité et d'attirer la faune en générant la création de cendres et de repousses.

Bello (1994) précise que deux types de feux peuvent être pratiqués par les braconniers :

- le premier ayant un caractère pseudo-aménagiste car coïncidant parfois avec la période des feux d'aménagement, est moins dangereux en raison de la faible température ambiante.
- Le second type de feu, généralement perpétré entre le mois de février et le mois d'avril est très destructif, car compte tenu de l'état sec de la végétation, aucune strate n'est épargnée.

Grâce aux informations dressées par Bello (1994), nous avons pu dresser une carte des zones de feux illégaux dans le Parc du W du Niger (cf. figure 26).

Figure 26. Zones de feux illégaux dans le Parc du W du Niger.



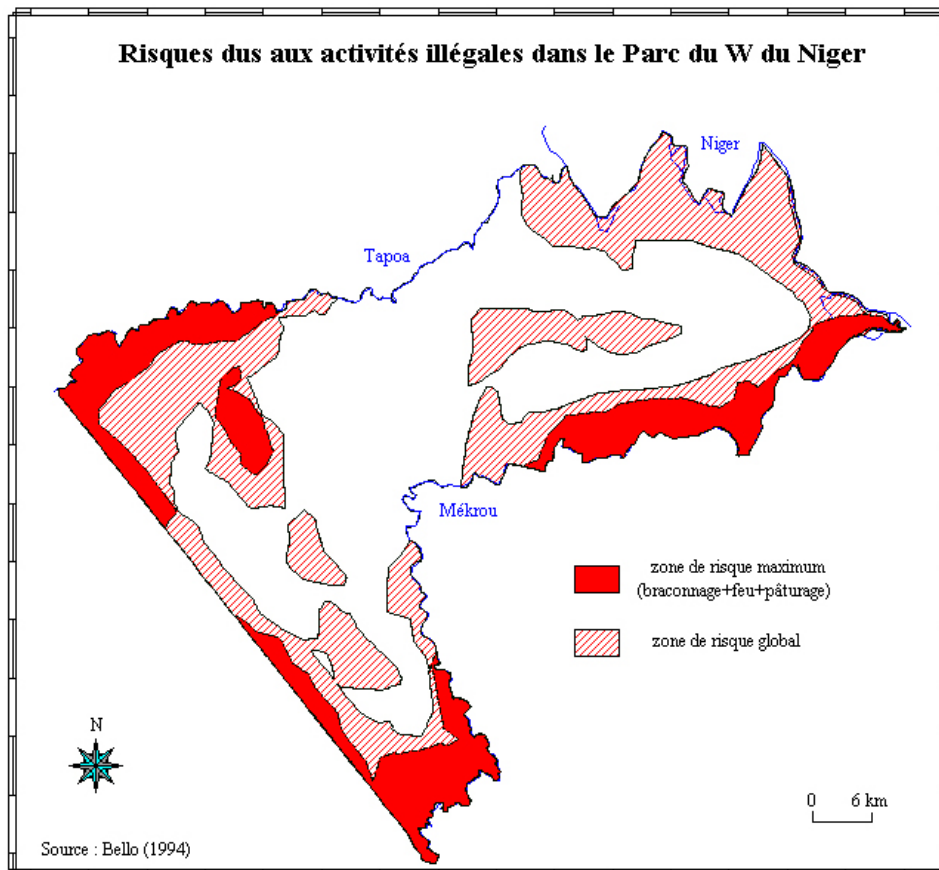
C'est ainsi que chaque année des centaines d'hectares sont endommagés dans le Parc. Les répercussions de ces feux sur la faune peuvent être ressenties durant plusieurs années.

La base de données géographiques sur la zone d'étude que nous avons élaborée progressivement permet notamment de synthétiser l'information, mais sert aussi de point de départ à la réalisation de travaux d'aménagement ou à la compréhension de la distribution potentielle de la faune.

Dans le chapitre suivant, nous allons voir comment cette base est agencée, et en quoi elle peut s'avérer utile à l'étude des différentes problématiques de gestion et de conservation de la faune sauvage au sein de l'aire protégée.

Afin de résumer l'information concernant les activités illégales menées dans le Parc du W au Niger, nous avons réalisé une carte (cf. figure 27) utilisant les données du SIG que nous avons élaboré.

Figure 27. Risques dus aux activités illégales dans le Parc du W du Niger.



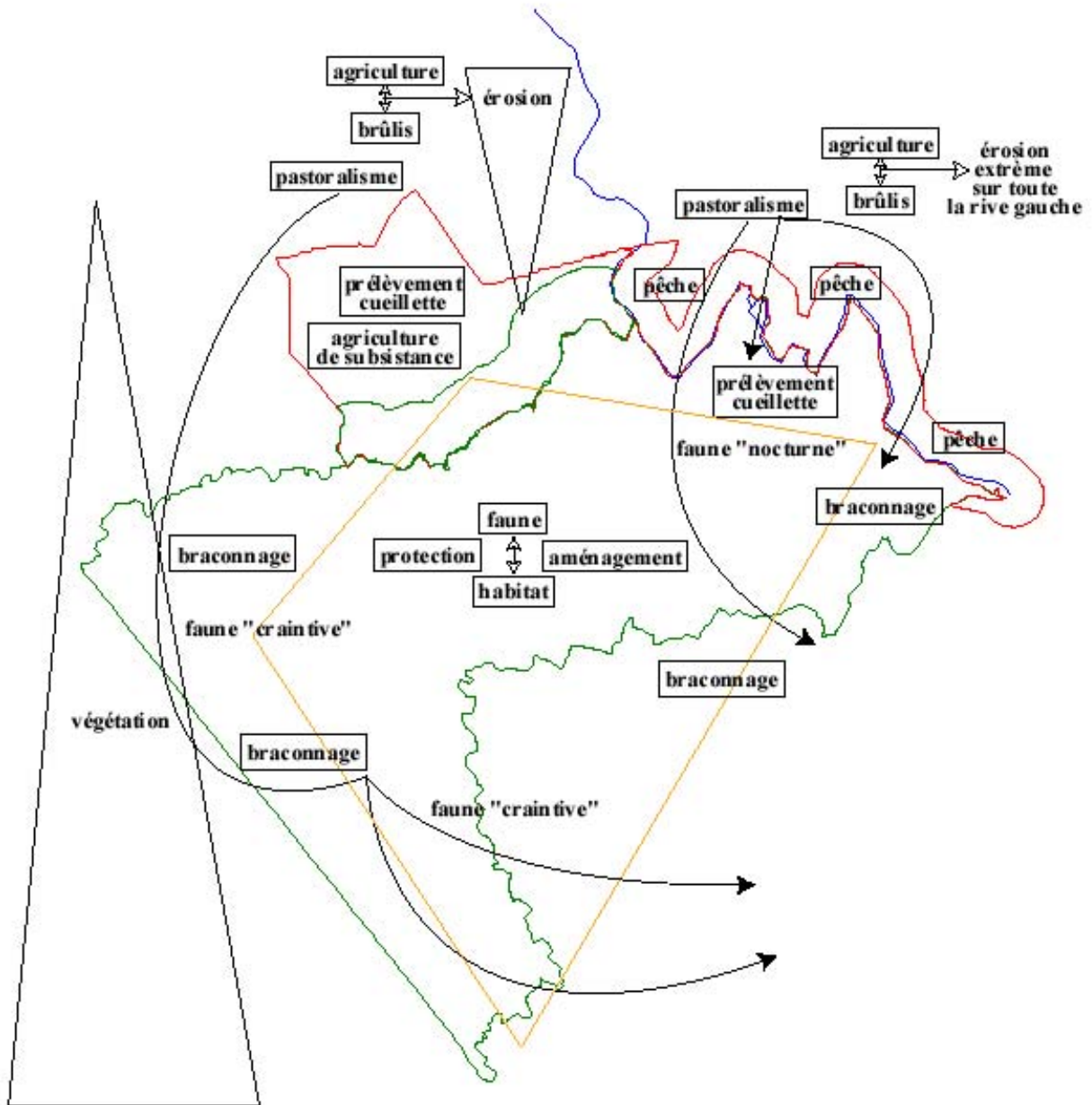
Pour conclure sur les différents enjeux et les interactions entre acteurs dans la zone d'étude, nous avons réalisé un système spatialisé synthétisant les activités décrites précédemment. La faune se situe au cœur du système puisqu'elle représente, pour notre étude, le principal enjeu de gestion et de conservation.

Les cartes précédentes, portant sur les zones d'activités illégales, datent de 1994, mais elles étaient encore d'actualité entre 1998 et 2002, *dixit* Bello Conservateur adjoint (entretien, 2000).

Le géosystème présenté ci-dessous se présente comme issu du rapport que les sociétés humaines entretiennent avec leur environnement. Celui-ci est étroitement lié au niveau de développement dans lequel les sociétés se situent et dépend des types de perception de la ressource, en tant qu'héritage patrimonial. Le système peut tendre vers un équilibre "écologique", à partir du moment où les priorités utilitaires en matière de ressources sont dégagées et permettent la mise en place d'un plan d'aménagement.

Ce plan nécessite la connaissance des ressources faunistiques, avec comme objectif un compromis entre conservation, nécessaire pour le maintien de la biodiversité du vivant, et l'exploitation, vivrière ou économique, du milieu pour assurer le développement des populations locales. La partie suivante va nous permettre de mieux cerner la ressource faunistique et plus précisément la ressource mammalienne.

Figure 28. Le géosystème du Parc W du Niger



La figure 28 résume relativement bien la zone d'étude et ses composantes écologiques et anthropiques dont les activités légales ou illégales dépendent des ressources de la zone protégée et de sa périphérie.

L'objectif de cette étude étant de caractériser la distribution des grands mammifères, la faune mammalienne est placée au cœur du géosystème. Celui-ci doit mettre en évidence les différents enjeux autour de cette faune afin que l'on puisse proposer une méthode d'analyse permettant de comprendre la répartition des grands mammifères.

Avant d'élaborer une méthode d'analyse, nous allons examiner celles déjà utilisées dans ce domaine et voir dans quelle mesure elles peuvent nous être utiles. Nous devons également déterminer les outils nécessaires à la mise en place de la méthode d'analyse.

4) Méthodes et outils.

L'objectif de cette étude est d'élaborer une méthode permettant de mettre en évidence la distribution des mammifères qui utiliserait à la fois les techniques de recensement des grands mammifères, les caractéristiques étho-écologiques des espèces et les potentialités d'un SIG. En effet, ce dernier procède à une spatialisation des informations qui peuvent être exploitées de multiples manières. C'est ce que nous allons voir dans le paragraphe suivant.

4.1) Mise en place d'un Système d'Information Géographique.

Les Systèmes d'Information Géographique (SIG) utilisent des moyens informatiques pour stocker, partager, consulter et manipuler des objets représentés sur les cartes ou les plans (bâtiments, parcelles, noms des rues, lampadaires, canalisations, vannes, rivières, forêts...), ainsi que les informations qui leur sont directement ou indirectement attachées (nom et adresse du propriétaire, date de pose ou de dernière vérification, débit...). Leur diffusion est aujourd'hui très rapide dans le monde entier. (Rouet, 1991).

On effectue d'une certaine manière pour cette étude une spatialisation des informations qui pourront être exploitées pour réaliser de nombreux objectifs relatifs à la gestion des milieux. Les SIG aident à manipuler cette masse d'informations, à organiser les couches de base et à les trier en fonction des questions que les gestionnaires sont amenés à se poser. C'est un travail d'analyse spatiale qui par croisement et interprétation des cartes de référence va permettre de répondre à certaines questions. Les SIG aident ainsi à construire des *scenarii* pouvant servir de base à la planification des Parcs.

Les couches d'informations sont appelées également des relations qui peuvent être localisées ou pas. Pour les relations localisées, elles sont soit sous format vectoriel, et dans ce cas les vecteurs peuvent être des zones, des lignes ou des points, soit sous format raster. Les relations ayant un format raster sont en général des photographies aériennes, des images satellites ou des cartes topographiques qui peuvent, si nécessaire, être mosaïquées³⁹.

Ces relations se décomposent en attributs qui peuvent contenir des données qualitatives, on parlera d'attribut nominal, ou quantitatives et dans ce cas on parlera d'attribut entier ou réel.

Les relations sont exploitables également en utilisant des masques spatiaux. On peut ainsi caractériser une zone ou un élément d'une zone en créant un masque spatial, sachant que celui-ci pourra par la suite être traité avec un autre masque en réalisant une intersection, une union ou une différence. L'utilisation d'un masque spatial est alors très utile pour un grand nombre d'opérations sur l'aménagement de l'espace.

Pour que les inventaires des milieux naturels puissent effectivement et concrètement répondre à de multiples objectifs, il est important que les administrations des parcs nationaux puissent faire une analyse des enjeux présents sur l'espace. De nombreux enjeux tels que la chasse, la cueillette, les espèces emblématiques, le tourisme de masse sont communs à tous les parcs. Quand l'espace du parc est réparti en zones d'intérêt (typologie d'enjeux et plan de gestion), les objectifs sont plus facilement identifiables. L'outil SIG donne alors la possibilité d'affiner l'analyse en proposant des alternatives spatiales aux problèmes concrets de gestion et permet, entre autres, d'enclencher une démarche de planification pour la gestion (Rabeil, 1999).

³⁹ Deux photographies aériennes de même échelle et ayant une partie commune peuvent par exemple être regroupées, si elles sont au préalable recalées l'une par rapport à l'autre, afin de n'avoir qu'une seule relation. Dans ce cas, la relation est appelée mosaïque.

Nous allons tenter d'expliquer en quoi les systèmes d'information géographique peuvent se révéler primordial pour notre étude.

Tout d'abord, on attend d'un SIG qu'il assure trois fonctions élémentaires :

- une aide à la gestion quotidienne
- une aide à la décision
- une communication de l'information entre plusieurs utilisateurs.

Une gestion des données géographiques et descriptives doit être mise en œuvre, il s'agit d'une gestion d'une base de données relationnelles appliquées aux objets spatiaux. La plupart des SIG gèrent l'espace géographique continu et il suffit alors d'indiquer la zone géographique et le système retrouvera la partie de la base correspondante.

Le stockage des données se fait sous forme vectorielle ou raster comme nous l'avons déjà précisé.

Les bases de données relationnelles sont les domaines, les relations, les attributs, les n-uplets et les clés. Les relations définissent le type d'objets, les attributs apportent des informations sur l'objet, de même que les n-uplets qui peuvent être par exemple des triplets d'information sur un objet, et enfin les clés caractérisent ou différencient les objets (Mering, 1999).

Précisons que les logiciels utilisés pour la réalisation du SIG sont *Savane* (IRD, Institut pour la Recherche et le Développement), *Arcview* et *TNT* (MicroImages), et que la projection de référence est l'UTM (*Universal Transverse Mercator*) zone 31.

Toutes les données GPS (*Global Positioning Satellite*, appareil de guidage qui permet de connaître sa position selon les coordonnées géographiques), que ce soient celles réalisées lors des comptages ou pour les transects botaniques ont été relevées en coordonnées degrés minutes secondes, avec comme ellipsoïde WGS 1984.

La carte topographique de Kirtachi au 1/200 000^{ème} de l'IGNN (Institut Géographique National du Niger) a servi de référence au calage des autres couches d'informations. Il existe cependant des imprécisions de l'ordre de quelques mètres qui ont pu être constatées lors des repérages au GPS. Ces imprécisions n'ont aucune incidence sur notre travail, puisqu'il s'agit d'étudier un milieu naturel et non un milieu urbain et que les traitements que nous utilisons ne nécessitent pas une précision de l'ordre du mètre. Les couches d'informations que nous allons présenter vont servir de support à l'analyse des problèmes de gestion de l'aire protégée, mais elles ne dispensent pas de la nécessité de se rendre sur le terrain pour la prise de décision finale.

La base de données pour la gestion du milieu est présentée dans le tableau 3.

Tableau 3. Couches d'informations utiles à la gestion du milieu dans la zone d'étude

nom de la relation	attributs	Type
Carte topographique au 1/200 000 ^{ème} (référence)	clé d'intégration	raster
Carte topographique au 1/50 000 ^{ème} x 3 (Kirtachi 1b, 2b, 2c, 1d)	clé d'intégration	raster
Géologie (Joulia, 1978)	*nom des différents faciès	vecteur, type zonal
Géomorphologie (Benoit, 1998b)	*nom des différents faciès	vecteur, type zonal
Végétation (issue de la photo-interprétation en 1975, Groben & Bello, 1980)	*nom des différents type végétal	vecteur, type zonal
Végétation (issue d'une classification d'image satellite de 1999) partie nord	*valeurs des différentes teintes de gris, correspondant à un type végétal	raster, pouvant déboucher sur du zonal après vectorisation
Végétation (issue d'une classification d'image satellite de 1999) partie sud	*valeurs des différentes teintes de gris, correspondant à un type végétal	raster, pouvant déboucher sur du zonal après vectorisation
Hydrogéologie (isolée de la figure topo de référence)	clé d'intégration	raster, pouvant déboucher sur du vecteur, type ligne
Courbes de niveau (figure topo + MNT ASTER)	valeurs altitudinales	vecteur, type ligne
Rivière (isolée de la figure topo)	*nom des principales rivières	vecteur, type ligne
Rivière (isolée des images satellites)	*nom des principales rivières	vecteur, type ligne
Pistes (isolées de la figure topo et d'une figure touristique)	*nom de la piste longueur en km de la piste	vecteur, type ligne
Villages (isolés de la figure topo)	* nom du village principale activité	vecteur, type zonal
Anciens villages (Benoit, 1999b)	*nom du village période de création et de fin	vecteur, type point
Braconnage (Bello, 1994)	clé d'intégration	vecteur, type zonal
Pâturage illégal (Bello, 1994)	*degré de l'activité	vecteur, type zonal
Feux illégaux (Bello, 1994)	clé d'intégration	vecteur, type zonal
Mares principales	*nom de la mare	vecteur, type zonal
Limites du Parc et de la RTFT	*nom de la zone	vecteur, type zonal
Activité diurne de fréquentation de la faune sauvage sur les principaux points d'eau, décomposées en 10 tranches horaires, d'où 10 relations	*espèce site nombre	vecteur, type point

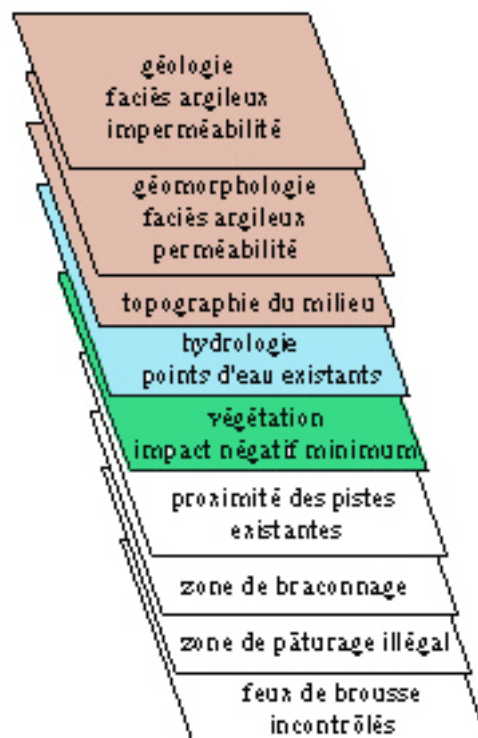
* clé d'intégration à ajouter : cette clé fait le lien entre les données graphiques et les données descriptives

4.2) Application à des problèmes d'aménagement.

Afin d'illustrer l'intérêt de cette base de données, nous allons mettre en évidence deux types d'applications possibles pour la gestion du milieu, avec l'étude de mares artificielles et la mise en place de postes de surveillance.

Les couches d'informations utilisées pour mener à bien ces deux opérations sont représentées sur la figure 29. Les données ayant servi uniquement à l'aménagement des mares ont une couleur de fond bleue, celles ayant servi à la mise en place de poste de surveillance ont la couleur jaune, et celles nécessaires aux deux types d'aménagement sont en blanc.

Figure 29. Couches d'informations utilisées pour deux applications liées à la gestion du milieu.



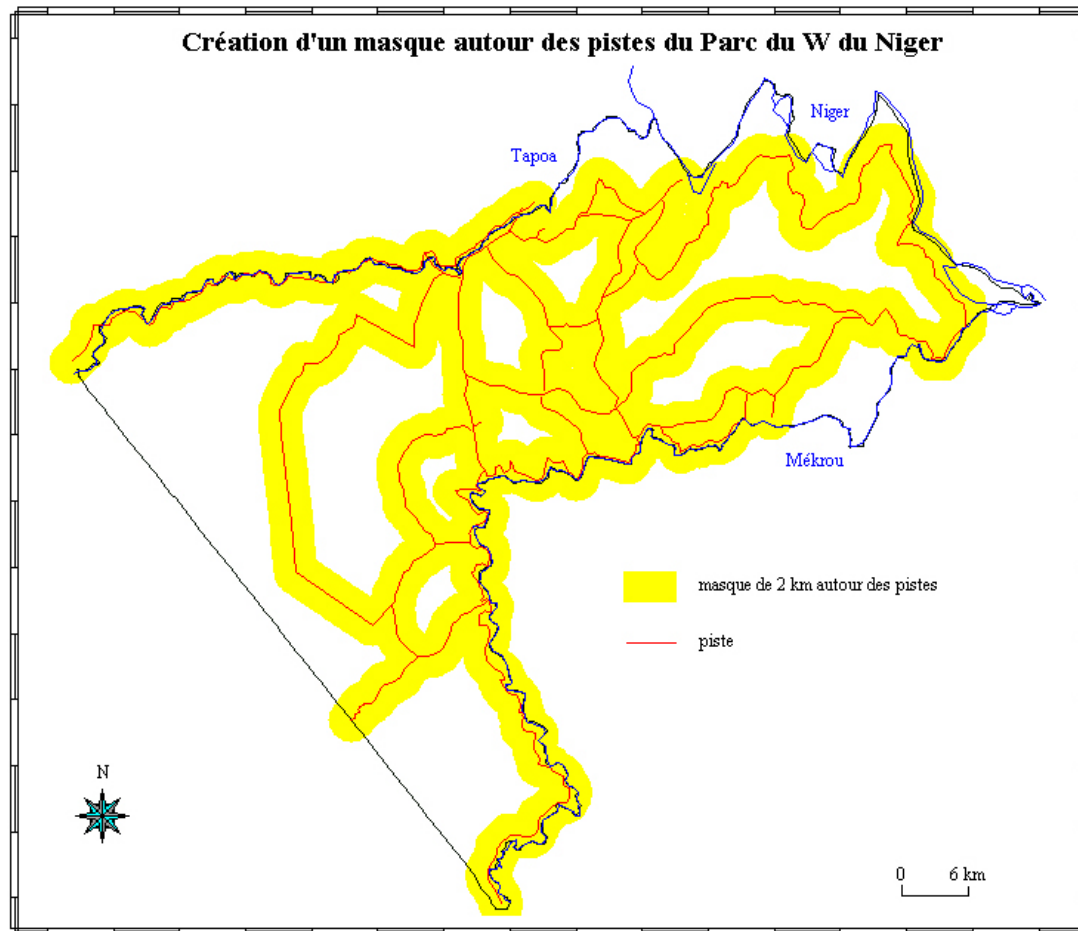
Pour illustrer la démarche entreprise, nous allons détailler la détermination de deux types de facteurs décisifs, l'un écologique et l'autre anthropique, dans la mise en œuvre de ce genre d'aménagement.

Dans le Parc du W, la savane arbustive constitue la formation végétale la plus commune. Avec les sols nus, ce sont les unités paysagères les plus pauvres en terme de densité faunistique et de couvert végétal. Elles paraissent plus propices pour accueillir les travaux d'aménagement d'une mare, pouvant altérer le paysage et créer des perturbations sur la faune sauvage. D'autre part les dérangements occasionnés par ces opérations ne seront pas trop contraignants, car les espèces résidant habituellement en savane arbustive telles que les bubales, les buffles ou les hippotragues ne présentent pas de comportements sédentaires, contrairement aux guibs harnachés ou aux vervets qui vivent en forêt galerie ou en savane boisée.

Nous avons donc créé un masque spatialisé à partir de la figure établie précédemment, permettant de localiser les formations végétales correspondant à la savane arbustive et aux sols nus.

Les facteurs anthropiques sont également d'une grande importance pour simplifier le déroulement de ce genre d'opération. Nous avons tenu compte de la proximité des pistes dans la mise en place des deux ensembles de zones aménagées, ces dernières ne devront pas être distantes de plus de 2 km des pistes déjà existantes (cf. figure 30).

Figure 30. Création d'un masque autour des pistes du Parc du W du Niger.



Pour déterminer les zones favorables aux aménagements envisagés, nous avons réalisé autant de masques que nous disposions d'informations sur chacun des facteurs écologiques ou anthropiques susceptibles d'influencer les conditions d'aménagement.

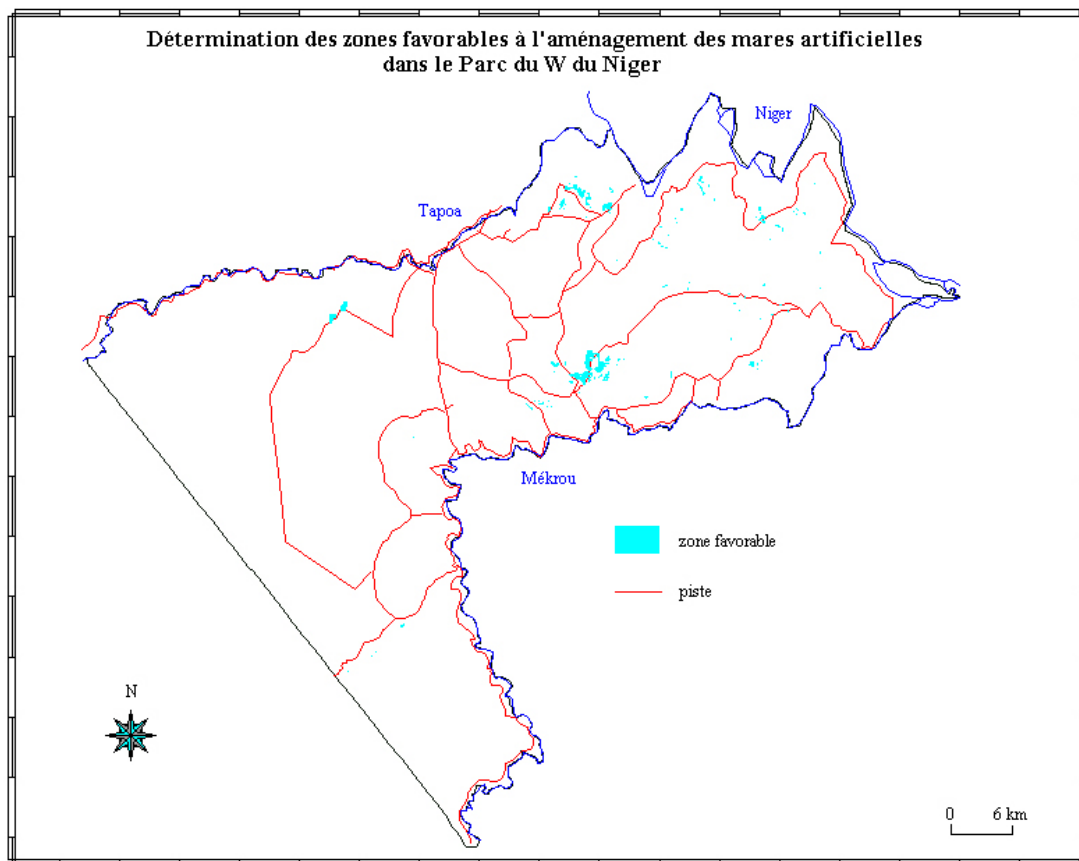
Nous avons par la suite procédé à des opérations entre ces masques, telles que des intersections ou des différences pour déterminer les zones les plus favorables d'implantation des aménagements.

Par exemple, pour localiser les zones favorables à la création de mares artificielles, les opérations successives doivent être réalisées sur les couches d'informations présentées précédemment. Les zones présentant des caractéristiques d'imperméabilité ont été sélectionnées sous forme de masque spatial sur les relations géologie et géomorphologie. Les formations végétales de savane arbustive claire et de sol nu ont été retenues de la même manière afin de ne pas nuire lors des travaux à la faune sédentaire des milieux fermés. Pour faciliter la réalisation de ces aménagements, nous avons considéré qu'ils ne devaient pas être éloignés de plus de 2 km des pistes existantes. Et enfin, les futures mares artificielles ne doivent pas interférer avec les autres points d'eau, ils devront donc être distants d'au moins 3 km.

Nous avons utilisé les potentialités offertes par les masques pour réaliser ce traitement. L'enchaînement de ces opérations est décrit par le schéma ci-dessous :
 masque1 *géologie* (imperméabilité) \cap masque2 *géomorphologie* (imperméabilité) \cap masque3 *pistes* (2 km autour des pistes) \cap masque4 *végétation* (savane arbustive claire et sols nus) \cap masque5 *courbes de niveau* (zones de bas fond) \neq masque6 *rivière et mare* (3 km autour des points d'eau pérennes en saison sèche).

Les entités spatiales résultant de ces opérations (cf. figure 31) pourront être considérées comme favorables au développement de nouveaux points d'eau ou à l'aménagement de points d'eau déjà existants mais temporaires, tels que certains cours d'eau secondaires.

Figure 31. Détermination des zones favorables à l'aménagement des mares artificielles dans le Parc du W du Niger.



La figure 31 a servi de référence aux gestionnaires du Parc en complémentarité à une étude de terrain menée distinctement par le Génie Rural en 2001. A cette époque nous avons déjà identifié, avec le conservateur adjoint M. Bello, plusieurs sites présentant les caractéristiques requises pour ce genre d'aménagement. Il s'agissait entre autres du *kori*⁴⁰ Sapiega (cf. § 2.2.2.6), dont les coordonnées sont les suivantes (2°05'19'' ; 12°19'34''), du *kori* Boro Fouanou (2°16'05'' ; 12°23'04'') et du *kori* Kiba (2°40'09'' ; 12°22'58''). Tous ces sites ont également été retenus par le Génie Rural, sans concertation au préalable de la carte, ce qui aurait permis une certaine économie dans la prospection.

Le site de Boro Fouanou a même reçu un aménagement particulier (surcreusement et forage accompagné d'une pompe à énergie solaire) et s'est vu doté d'un poste de surveillance à proximité de la mare, comparable à celui de Pérélégo.

⁴⁰ *kori* : bas-fond où coule en saison des pluies un cours d'eau qualifié de secondaire.

Malgré l'expérience que les gestionnaires ont pu acquérir au cours de leur formation et de leur carrière, il arrive que les erreurs du passé se renouvellent. C'est ainsi que l'on a créé un poste de surveillance avec tout le dérangement que cela implique à proximité (moins de 100 mètres) d'une mare nouvellement aménagée.

L'aménagement d'une mare sans poste de surveillance à proximité aurait eu le double avantage de désengorger la fréquentation au niveau de la rivière Tapoa, et de fixer la faune dans la partie ouest du Parc, pour qu'elle profite des ressources végétales de cette zone habituellement désertée par manque d'eau.

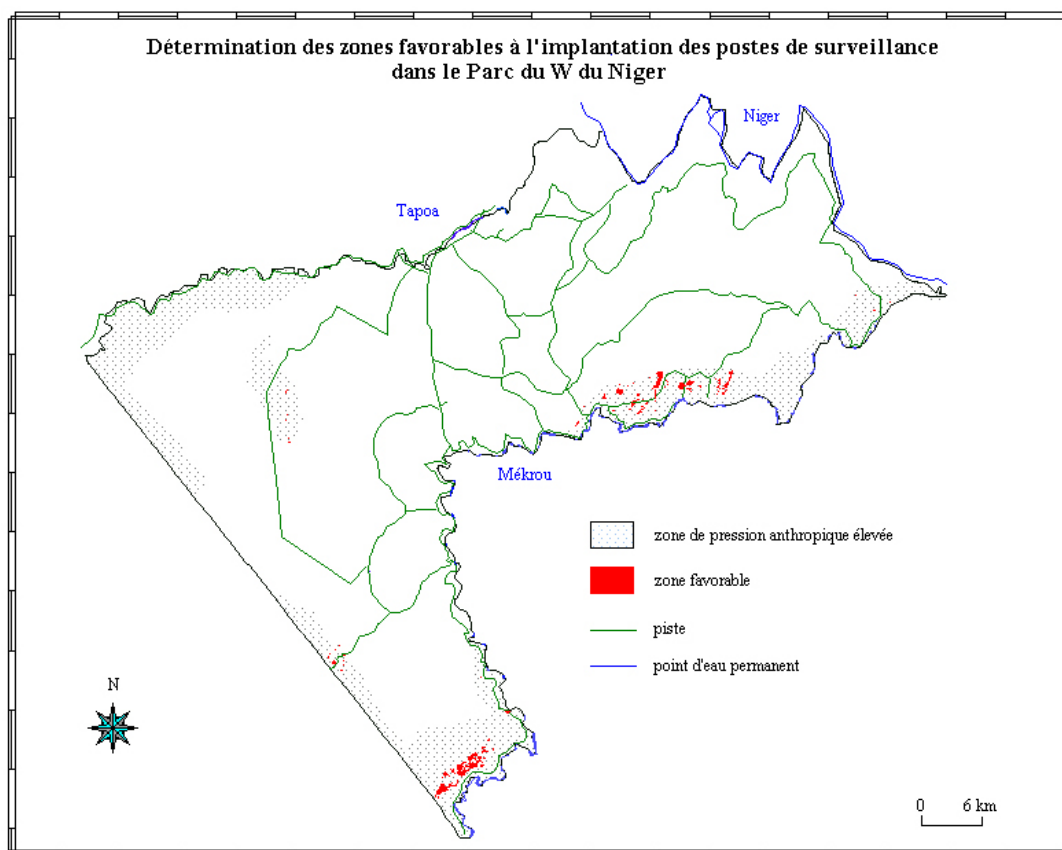
Si les gestionnaires avaient analysé la carte retraçant les zones favorables pour la création de postes de surveillance, ils auraient pu s'apercevoir qu'on pouvait envisager de placer un poste à moins de 2 km par la piste de la mare aménagée, permettant de diminuer le dérangement de la faune et d'accroître l'efficacité au niveau de la lutte contre les activités illégales.

Les postes de surveillance doivent être situés à moins de 2 km des pistes, en savane arbustive claire ou dans une zone de sols nus pour les mêmes raisons que les mares artificielles. Ils doivent se trouver dans des zones où la pratiques des activités illégales sont très fréquentes. Par contre, les postes de surveillance génèrent une présence humaine susceptible de perturber la faune. Ils doivent donc impérativement être distants d'au moins 1 km des points d'eau permanents.

Les étapes pour déterminer les zones favorables d'implantation des postes de surveillances (cf. figure 32) ont été résumées par la chaîne de traitement suivante :

masque3 *pistes* (2 km autour des pistes) \cap masque4 *végétation* (savane arbustive claire et sols nus) \cap masque7 *zone de braconnage* \cap masque8 *zone de pâturage illégal* \cap masque9 *zone de feux illégaux* \neq masque10 *mares et rivières* (1 km autour des points d'eau pérennes en saison sèche).

Figure 32. Détermination des zones favorables à l'implantation des postes de surveillance dans le Parc du W du Niger.



Nous avons étudié dans ce qui précède les questions qui nous ont paru les plus urgentes en terme d'aménagement. Les informations disponibles dans la base de données pour la gestion du milieu permettent évidemment d'autres types d'exploitation, notamment à des fins touristiques. En effet, on peut très bien imaginer que le Parc propose en association avec un tour opérateur comme Point Afrique, un tourisme de vision répondant aux exigences des clients et de conservation.

Les données concernant les tranches horaires de fréquentation des principaux points d'eau par les différentes espèces du milieu, peuvent déjà conditionner un type de circuit en fonction de l'attrait des touristes pour tel ou tel animal. Dans le même esprit, la prise en compte des anciens campements peut ajouter un caractère historique au circuit. L'ajout de données de type ornithologique ou botanique permettra également de satisfaire une certaine clientèle occidentale, de plus en plus tournée vers l'écotourisme. Des travaux de recherches menés conjointement par des écologues, des géographes, des sociologues, des économistes et les gestionnaires du Parc permettraient de tirer profit au maximum des potentialités de l'aire protégée .

Les données de fréquentation des points d'eau s'avèrent très utiles aux gestionnaires du Parc dans ce contexte, mais elles n'ont pas été collectées au départ dans ce but. Leur présence s'insère dans une phase d'analyse de l'occupation spatiale de la zone d'étude par les grands mammifères, à quoi toute une partie de la base de données est dédiée.

4.3) Analyse spatiale de la distribution des grands mammifères.

Les données nécessaires pour analyser la répartition spatiale des grands mammifères se scindent en deux groupes :

- d'un côté on fait appel aux informations d'ordre écologique, comme la localisation des espèces lors des différents dénombrements et la localisation des ressources naturelles (habitat) par espèce.
- On utilisera d'autre part les informations concernant la localisation de certaines activités anthropiques, susceptibles de jouer un rôle dans la répartition de la faune, comme les zones de braconnage.

L'ensemble de ces informations (cf. tableau 4) doit nous permettre de cerner la répartition spatiale des principales espèces de grands mammifères et de comprendre leur répartition vis-à-vis des ressources naturelles du Parc, de la compétition inter-spécifique et des contraintes imposées par l'environnement en zone périphérique.

Les différentes options offertes par les SIG, nous informent sur les potentialités de distribution de la faune, à condition que les données récoltées soient suffisamment nombreuses. Nous avons exploité un certain nombre de techniques de dénombrement, en fonction des moyens dont nous disposons, à savoir un mirador amovible et un véhicule tout terrain. Nous avons pu voir les avantages et les limites que présentaient chacune de ces techniques. En revanche nous n'avons pas pu expérimenter deux méthodes de recensement (aérien et pédestre) par manque de moyens.

Il faut préciser que ces méthodes ont été par la suite mises en œuvre dans le cadre du programme européen ECOPAS. Nous avons pu participer non seulement à l'organisation et à la détermination des transects pédestres, mais aussi au recensement lui-même. La totalité des données n'a malheureusement pas été exploitée, faute de temps sur le terrain, mais des informations sur des espèces clés pour la conservation comme le damalisque, le buffle et l'éléphant ont été récupérées.

Les données détaillées des recensements aériens ne sont pas disponibles à ce jour.

L'emploi de méthodes différentes peut apporter des informations similaires (effectifs, densités) mais également de nouvelles informations comme l'exploitation spatio-temporelle d'un milieu par une espèce. Dans les paragraphes suivants, nous allons passer en revue les différentes techniques de dénombrements, dont celles utilisées pour notre étude.

Nous présenterons également les méthodes récentes utilisées par les chercheurs et les gestionnaires pour disposer d'informations sur la dynamique de population.

Tableau 4. Couches d'informations utiles à l'analyse de la distribution des grands mammifères.

Hydrogéologie (isolée de la figure topo de référence)	Clé d'intégration	Raster, pouvant déboucher sur du vecteur, type ligne
Rivière (isolée des images satellites)	*nom des principales rivières	vecteur, type ligne
Mares principales	*nom de la mare	vecteur, type zonal
Evolution des mares en fonction de la saison	*nom de la mare période de durée	vecteur, type zonal
Braconnage (Bello, 1994)	clé d'intégration	vecteur, type zonal
Pâturage illégal (Bello, 1994)	*degré de l'activité	vecteur, type zonal
Feux illégaux (Bello, 1994)	clé d'intégration	vecteur, type zonal
Limites de la zone d'étude	*nom de la zone	vecteur, type zonal
Activité diurne de fréquentation de la faune sauvage sur les principaux points d'eau, décomposées en 10 tranches horaires, d'où 10 relations	*espèce site nombre sexe âge durée d'abreuvement vigilance	vecteur, type point
Recensement en véhicule 1998, 1999, 2000, 2001 et 2002, soit 5 relations	*espèce nombre total nombre d'adulte nombre de mâle nombre de femelle nombre de sub-adulte nombre de jeune heure d'observation date d'observation habitat brûlé ou non	vecteur, type point
Localisation de 18 espèces de mammifères (issue des 5 années de recensements), soit 18 relations	idem qu'au dessus + année	vecteur, type point
Données de comptage des <i>Peace-Corps</i> 1988, 1989, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996 et 1997	idem qu'au dessus + piste d'observation	relation délocalisée
Carte des habitats du Parc, obtenue par traitement statistique et radiométrique	*valeurs des différentes teintes de gris, correspondant au type d'habitat	raster, pouvant déboucher sur du zonal après vectorisation
Recensement en fonction de l'habitat, 3 habitats différents	*espèce, habitat, nombre, sexe, âge, comportement	vecteur, type point

4.4) Récolte des données sur les mammifères (techniques de dénombrement).

La meilleure période pour réaliser les recensements a lieu durant la saison sèche après le passage des feux précoces. La visibilité dans ce milieu très arbustif est alors nettement améliorée surtout le long des pistes, mais les conditions d'observations ne peuvent en aucun cas égaler celles des vastes plaines des Parcs est-africains. La période la plus favorable au sein de cette saison sèche se situe en février (pour une pluviométrie moyenne de l'année précédente), car le manque d'eau ne vient pas "biaiser" la distribution de la faune. Il est évident que ces méthodes de dénombrement permettent d'appréhender la répartition des grands mammifères à un moment précis de l'année.

4.4.1) Comptage en point fixe (point d'eau et habitat) à partir de contacts visuels ou sonores.

Afin d'évaluer les effectifs, il existe un grand nombre de méthodes connues pour réaliser des dénombrements à vue (Buckland *et al.*, 1993; Norton-Griffiths, 1978).

En ornithologie, l'observation en point fixe (cris et chants, ...) est la méthode la plus employée pour les recensements, en réalisant des points d'écoute (contact sonore) le long de lignes tracées au préalable sur une carte (Buckland *et al.*, 1993). Elle est également utilisée pour l'étude des grands mammifères à partir de points caractéristiques comme les lieux de rassemblement ou bien des sites où les animaux sont contraints de passer (migration, point d'eau) permettant le contact visuel (Fuvel, 1998).

Pour notre étude, les premiers travaux de terrain ont consisté à mettre au point un protocole expérimental, afin de voir quelles étaient les techniques de dénombrement les mieux adaptées aux conditions du milieu, à la fréquence d'observation et à nos moyens d'action.

En mars/avril 2000, deux protocoles basés sur les observations en points fixes ont été expérimentés. Le premier consiste à mettre en œuvre le rôle de l'habitat dans la distribution spatiale des espèces de grands mammifères et le deuxième à mettre en évidence l'importance des points d'eau, toujours vis-à-vis de la répartition.

Le constat fut éloquent, car en saison sèche, étant donné le faible nombre d'observations lors des comptages liés à l'habitat, il est difficile d'établir une correspondance entre habitat et espèce.

Il semble, vu le nombre important d'observations autour des points d'eau, que la présence d'eau conditionne essentiellement la répartition des animaux durant cette saison.

Par conséquent la multiplication et la diversification des comptages autour des principaux points d'eau existants dans le Parc, de même que la connaissance de la végétation riveraine au site de recensement, sont des éléments primordiaux si l'on souhaite comprendre et analyser les facteurs de répartition des grands mammifères.

Plus on possède d'informations sur les différents points d'eau et les habitats qui les entourent, plus on sera à même d'analyser les mécanismes dynamiques et statiques de distribution spatio-temporelle de la faune.

Par exemple, la compréhension du découpage temporel de l'accès au point d'eau entre les différentes espèces peut nous apporter des éléments sur la compétition inter-spécifique. De plus, à partir d'une analyse précise de la végétation environnante, ces informations pourront corroborer ou au contraire infirmer certaines données sur la cohabitation brouteur/paisseur.

D'autre part, de telles observations sont susceptibles de nous informer sur le seuil de fréquentation d'un point d'eau au-delà duquel on observe une dégradation du milieu.

De même que la mobilité de certains groupes de prédateurs voire les techniques de prédatons sont peut-être influencées par les modes de fréquentation des points d'eau par les ongulés. Nous examinerons un certain nombre d'exemples permettant de préciser le fonctionnement écologique dans le Parc du W du Niger en saison sèche.

Pour les observations basées sur le rôle de l'habitat, un mirador (d'une hauteur de 6 mètres) est installé à la même distance du point d'eau pour chaque type d'habitat, ici 500 mètres à vol d'oiseau. L'utilisation d'un mirador mobile (cf. photo 1), a permis de réaliser des observations dans trois types de milieux différents (cf. § 2.2.2.7) : la savane arbustive (23-26 mars 2000), la savane arborée (28-31 mars 2000) et la forêt galerie claire (6-9 avril 2000).

Les recensements ont été réalisés pendant 4 jours de 7h00 à 18h00 par au moins deux observateurs permettant d'avoir un champ de vision complet de 360° (Buckland *et al.*, 1993) et de maintenir un niveau de vigilance suffisant tout au long d'une journée. Quand un animal ou un groupe est détecté, différents paramètres sont relevés (cf. tableau 4).

Pour les observations autour des points d'eau (mare, rivière ou fleuve), le protocole est identique. Elles sont toujours effectuées par au moins deux observateurs, à partir du mirador ou d'un arbre si les postes d'observations sont multipliés.

Le recensement dure de 7h à 18h pendant 4 jours pleins, mais suivant les conditions de terrain, il se peut que les observations s'étalent sur 5 jours.

Les données relevées sont présentées sur le tableau 5.

Tableau 5. Données récoltées lors des comptages en point fixe.

Espèce	Nombre total	Nombre de mâle	Nombre de femelle	Nombre de petit	Heure d'arrivée	Jours d'observation	Direction d'arrivée	Direction de départ	Durée d'abreuvement	Nombre de vigilances
--------	--------------	----------------	-------------------	-----------------	-----------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	----------------------

Toutes les observations en point fixes sont analysées en regard des formations végétales environnantes, afin de maintenir la relation entre espèce et habitat. Les formations végétales sont représentées à partir d'une classification dirigée sur une image satellite *Spot* en mode *multispectral* prise en février 1999 réalisées à l'aide des relevés réalisés lors des missions de terrain en février/mars 2001 et avril/mai 2002.

Chaque recensement en point fixe est accompagné de deux cartes (cf. annexe 4) permettant de cerner le milieu environnant, une composition colorée standard et une carte des formations végétales. Ces dernières sont associées à des relevés botaniques de terrain.

Au préalable, nous procédons à une extraction des images de départ pour circonscrire les habitats susceptibles d'influencer les individus observés. La zone cartographiée est un cercle (forme la plus adéquate dans la dispersion et le découpage spatial) d'une surface allant de 1 à 3 km de rayon autour du mirador. Cette surface varie en fonction de la spécificité du milieu (proximité des autres points d'eau, type d'habitat) et des caractéristiques propres à chaque espèce (taille du domaine vital, hydro-dépendance, affinités écologiques).

Figure 33. Mirador d'observation en savane arborée.



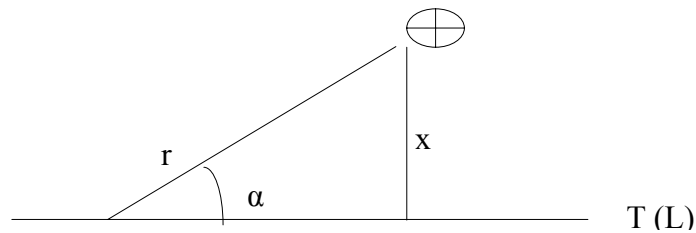
L'autre méthode de recensement que nous avons utilisé durant nos missions de terrain s'effectue à bord d'un véhicule 4x4 le long d'un itinéraire préalablement déterminé.

4.4.2) Recensement par véhicule sur une bande de terrain définie (*Road strip counts*).

Les données de comptage type *road strip counts* qui sont en notre possession ont été réalisées par les membres du *Peace Corps* (volontaires du Corps de la Paix) de 1988 à 1997, et conjointement avec le Laboratoire de Socioécologie et Conservation de l'Université Lyon I en 1998. De 1999 à 2001, les recensements ont été assurés par ce même Laboratoire et par la DFPP (Direction de la Faune de la Pêche et de la Pisciculture). En 2002, nous avons pu effectuer les comptages grâce à un financement du programme européen ECOPAS.

Sans revenir sur les différences entre les méthodes du transect en bande et du transect linéaire, nous allons détailler dans ce qui suit la méthode d'estimation des effectifs de population à partir du transect linéaire.

Figure 34. Principe de calcul de la distance lors de recensements en véhicule



La figure 34 permet d'éclairer le principe de calcul des distances lorsqu'un objet est détecté. L'estimation de la densité se fait en modélisant la fonction $g(x)$, qui décrit la décroissance des probabilités de détection d'un animal en fonction de la distance d'observation.

La fonction de détection $g(x)$ est la probabilité conditionnelle d'observer un animal à une distance x de la ligne du transect. C'est la distance x mesurée sur la perpendiculaire au trajet $T(L)$ qui est utilisée pour déterminer la probabilité de détection. Ainsi plus la distance x est grande plus la probabilité tend vers 0. Cette probabilité varie de 0 à 1.

La ligne symbolisant le transect $T(L)$ est assimilée comme le "point de départ" de la détection où la probabilité de détection d'un objet $g(x)$ est égale à 1.

Sur cette ligne $x = 0$, et $g(0) = 1$.

Sur le terrain, les informations enregistrées lors du comptage sont la distance radiale r mesurée grâce à un télémètre et l'angle d'observation α obtenu à partir d'une boussole par exemple.

La distance x est alors obtenue par le calcul suivant : $x = r \sin \alpha$.

Dans ce cas, la largeur du transect n'est pas définie (contrairement au transect en bande) et varie de 0 à l'infini, mais en général les distances sont comprises entre 0 et 300 mètres.

Dans le cadre du transect linéaire, quatre hypothèses sont formulées :

- la probabilité de détecter un objet sur la piste est égale à 1 ;
- les objets sont repérés avant leur fuite et ne sont comptés qu'une fois ;
- les observations sont des événements indépendants ;
- les paramètres, la distance radiale r et l'angle d'observation α , sont mesurés exactement.

Cette méthode semble davantage appropriée à l'échantillonnage des animaux très mobiles, comme les antilopes et les singes, étant donné que le transect est de largeur variable contrairement à la méthode de Kelker, appelée transect en bande (*strip-transect*), qui a une largeur de bande fixe (Burnham *et al.*, 1980; Robinette *et al.*, 1974 ; Poilecot *et al.*, 1991).

La méthode du transect linéaire semble d'autant plus appropriée que la visibilité dans le Parc du W peut varier de 30 à 300 mètres en fonction de la densité de la végétation. Cette contrainte rend en effet plus délicate l'application d'une méthode comme le transect en bande⁴¹, dont la largeur de bande est fixe, et où l'ensemble des animaux compris dans cette aire doit être forcément recensé (Baudrillier, 2000).

⁴¹ La formule du calcul de la densité avec la méthode du transect en bande est la suivante :

$D = n / 2Lw$; n est le nombre d'individus observés, L la longueur du transect et w la distance maximale d'observation préalablement fixée.

Dans le respect de l'hypothèse 4, toutes les observations sont mesurées avec un télémètre. Elles sont d'autre part géoréférencées dans le but de les intégrer dans un SIG (Systèmes d'Information Géographique).

De 1987 à 1997 (excepté en 1990) des comptages ont été réalisés par les membres du Parc ou par les volontaires des Corps de la Paix des E.U.A le long des pistes en saison sèche. Ces comptages représentent certes des données très intéressantes, mais à exploiter avec circonspection. En effet, les distances étaient appréciées de manière visuelle. Ces volontaires n'ayant pas forcément reçus la formation adéquate, certaines observations (espèce/sexe) sont aussi erronées. De plus, les techniques de recensement des grands mammifères utilisées dans le Parc du W du Niger durant cette période sont basées plus ou moins sur le transect en bande. C'est-à-dire que les mesures de distances réalisées durant cette période sont très approximatives, car dans le concept du transect en bande, les distances n'interviennent pas dans le calcul des estimations. De plus, les coordonnées géographiques de ces données n'ont pas été prélevées.

L'équipe de comptage pour les dénombrements d'animaux en véhicule est composée d'au moins quatre observateurs et d'un chauffeur et la vitesse de déplacement de leur véhicule est comprise entre 15 et 20 km/h.

Trois observateurs sont situés sur la plate-forme arrière du véhicule couvrant un champ de vision complet de part et d'autre de la piste et au centre. Le chauffeur et le passager de la cabine avant (scribe des opérations) sont également des observateurs importants, surtout en milieu fermé où une position basse peut offrir des avantages.

Le circuit 1 (cf. figure 36) initial défini en 1987 et reproduit chaque année (hormis 1990) jusqu'en 1999, est long de 239 km et s'effectue en 2 jours. Il est parcouru en 3 demi-journées et fait l'objet de 4 répétitions (comme chacun des circuits suivants) :

- départ de la Tapoa vers 8 h 00,
- arrivée au pique-nique de la Mékrou à 13 h 00,
- départ de la Mékrou à 15 h 00,
- arrêt à Brigambou (ancien poste de garde) pour la nuit,
- départ à 8 h 00 de Brigambou,
- arrêt du comptage à l'intersection des pistes Barou et Mékrou direct,
- retour à la Tapoa vers 12 h 00.

L'impraticabilité des pistes Barou et Niger a rendu impossible la réalisation de ce circuit en 2000 et 2001. Un nouveau circuit (cf. figure 37) a donc été mis en place en 2000; il est long de 130 km et est réalisé en une seule journée de 7 h 00 à 18 h 00, avec une pause entre 12 h 30 et 15 h 30 au pique-nique de la Mékrou.

En 2001, ce circuit a quelque peu été modifié (circuit 3) afin de pouvoir, malgré le mauvais état des pistes, dénombrer les animaux dans la partie sud du circuit initial (piste Medyaga), dont le biotope est caractéristique d'une partie du Parc.

Le circuit s'effectue cette fois sur une journée et demi :

- départ à 7 h 30 de la Tapoa,
- arrivée au pique-nique Paillote à 11 h 00,
- départ de Paillote à 15 h 30,
- arrêt à l'embranchement Anana-Fofa à 18 h 00 pour la nuit,
- départ à 7 h 30 de l'embranchement,
- retour à 12 h 00 à la Tapoa.

Enfin, en 2002 toutes les pistes étant carrossables, la reprise du circuit initial a pu être faite avec quelques modifications. Les observations effectuées les années précédentes sur certaines pistes, non parcourues lors du circuit initial, nous ont incité à réaliser ces modifications.

Le circuit 4 (cf. figure 36) s'effectue sur 3 demi-journées :

- départ de la Tapoa vers 7 h 30,
- arrivée au pique-nique de la Mékrou à 13 h 00,
- départ de la Mékrou à 15 h 00,
- arrêt à Brigambou (ancien poste de garde) pour la nuit,
- départ à 7 h 30 de Brigambou,
- arrêt du comptage à l'intersection Seyni Kountché-Mékrou direct.

Les différents circuits n'ont pas été réalisés aux mêmes périodes, ce qui explique une partie des modifications. A titre exemple, voici les périodes de comptages des quatre dernières années :

- 1999 : du 24/02 au 03/03
- 2000 : du 12/03 au 22/03
- 2001 : du 15/02 au 24/02
- 2002 : du 01/04 au 23/04.

Aujourd'hui, avec l'expérience des recensements précédents, nous pouvons dire que la meilleure période de comptage se situe durant la saison sèche de janvier à mai. A cette période, la visibilité est bonne, suite aux feux d'aménagements et en raison de la phénologie de la majorité des espèces végétales de savane. Ensuite, on peut affiner la période de comptage en fonction de sa problématique, sachant qu'en janvier/février la distribution de certaines espèces est moins agrégée autour des points d'eau permanents. Le circuit 5 (cf. figure 38) présentant le meilleur rapport fréquence d'observations/échantillonnage des habitats.

Si les protocoles ont été détaillés à ce point, c'est qu'ils présentent des incidences conséquentes sur le résultat des estimations des effectifs de faune selon la méthode du transect linéaire.

Figure 35. Les pistes du Parc du W du Niger.



Figure 36. Les circuits de recensements des grands mammifères de 1988 à 1999 et en 2002 dans le Parc du W du Niger.

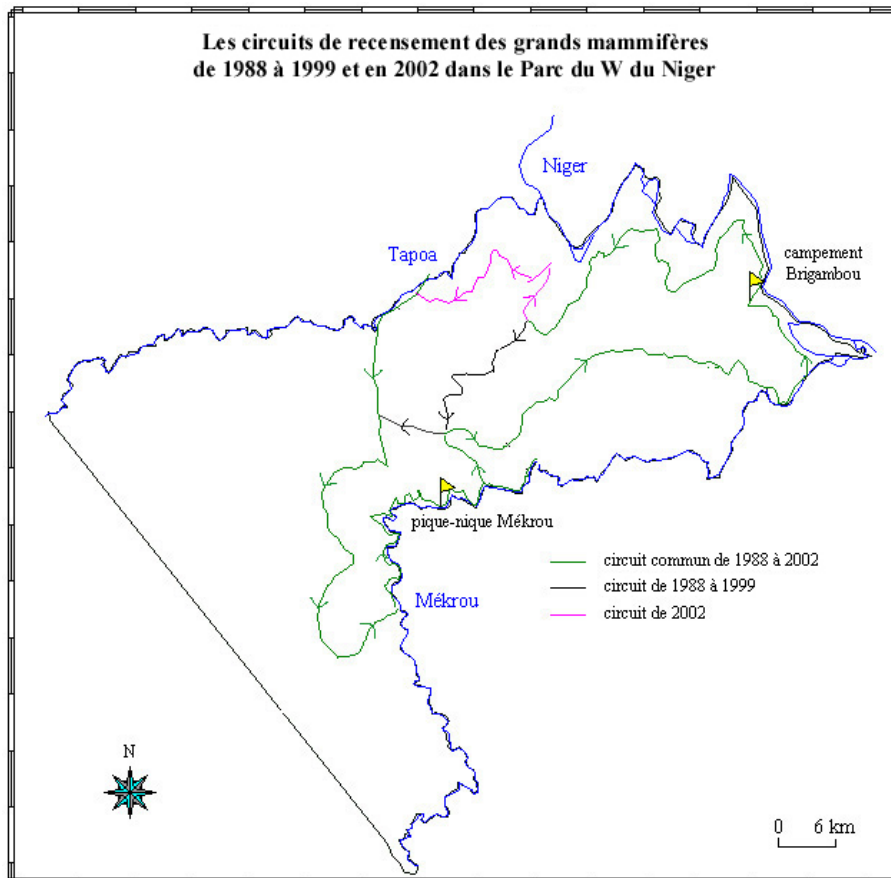


Figure 37. Les circuits de recensements des grands mammifères entre 2000 et 2001 dans le Parc du W du Niger.

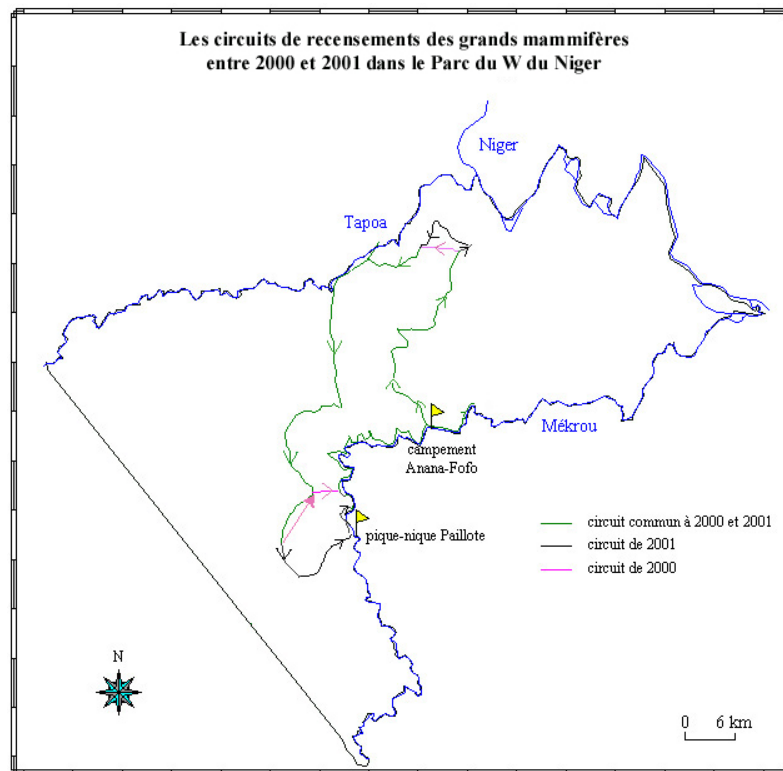
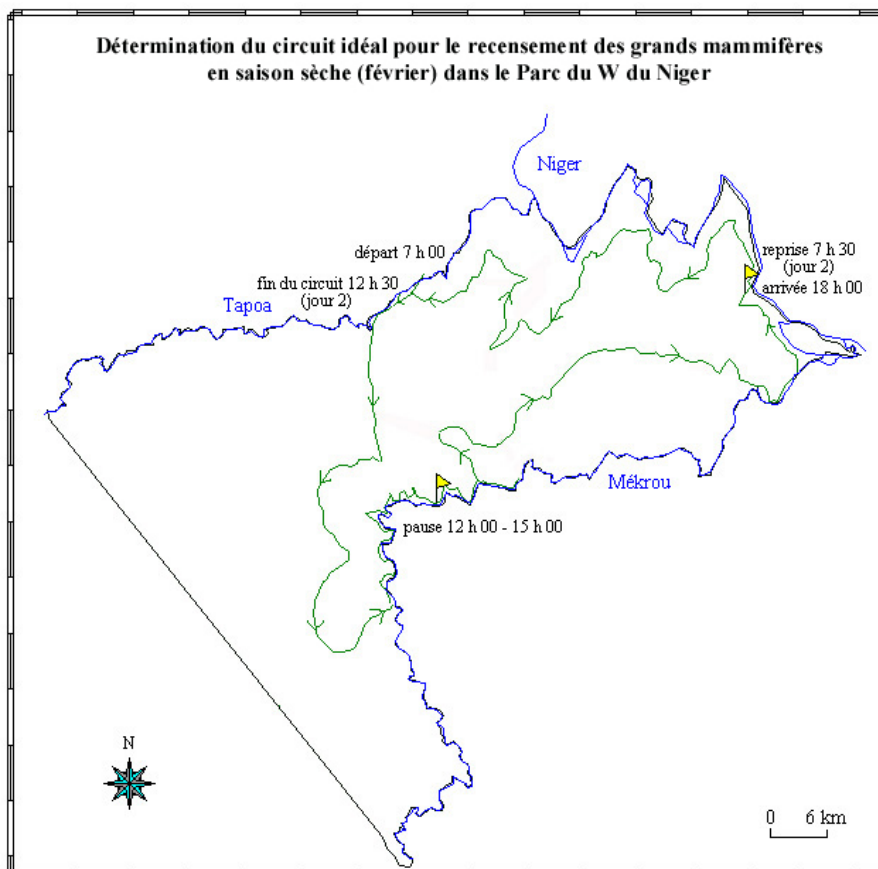


Figure 38. Détermination du circuit idéal pour le recensement des grands mammifères en saison sèche (Février) dans le Parc du W du Niger.



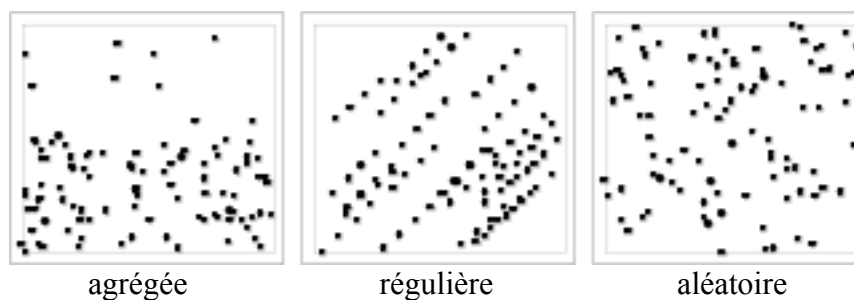
Les autres méthodes de comptage utilisées dans les Parcs africains tels que le recensement aérien ou pédestre seront développés dans l'annexe 2. Nous développerons également dans cette annexe toutes les techniques permettant de récolter des informations sur la distribution et sur la dynamique des populations de mammifères, telles que les différents types de suivis (monitoring) ou les méthodes basées sur les bio-indicateurs.

La finalité de notre étude repose sur une méthode originale, nommée SAGEDOC, basée sur la combinaison des informations géoréférencées dans le but d'analyser la distribution des grands mammifères. C'est cette méthode qui va nous permettre de produire des cartes de la distribution potentielle d'un grand nombre de mammifères et d'estimer leurs densités en saison sèche.

4.4.3) SAGEDOC (*Spatial Analysis GEoreferenced Data Of Counts*).

Cette technique nommée SAGEDOC est en fait un mixage des techniques existantes de recensements géoréférencés. Toutes les données sont rassemblées par espèce et elles permettent dans un premier temps de voir si la distribution de l'animal (assimilée à un semis de points) dans la zone étudiée est aléatoire, régulière ou agrégée selon le processus de Poisson (cf. annexe 8).

Figure 39. Distribution d'un semis de points.



En fonction du type de distribution une démarche visant à produire des cartes d'abondance de l'espèce dans le secteur d'étude est entreprise. En fait deux types de distribution sont attendues et observées pour les espèces animales, il s'agit soit d'une distribution aléatoire soit agrégée. Une distribution régulière est quasiment impossible à envisager pour des animaux mobiles soumis à des contraintes changeantes dans l'espace et dans le temps.

- La distribution observée est parfois aléatoire et dans ce cas on peut considérer que l'espèce se répartit de façon indépendante par rapport à son environnement, facteurs biotiques et abiotiques. On peut alors placer sur la zone d'étude toutes les données géoréférencées concernant l'animal étudié et procéder à une interpolation, dont le type sera déterminé ultérieurement. On considère que les facteurs biotiques et abiotiques ont tous une influence égale sur le mode de répartition, la somme des contraintes de répartition à tendance à s'annuler (modèle mécanique), ce qui évidemment aboutit à une distribution aléatoire.

- Les populations animales se répartissent souvent suivant des schémas non aléatoires de distribution spatiale, surtout dans des milieux hétérogènes (Fitch, 1979). La distribution est agrégée et dans ce cas il faut déterminer l'influence du ou des facteurs de répartition.

Une interpolation basique n'est pas envisageable dans ce contexte, même en tenant compte de la répartition spatiale des facteurs ayant un rôle dans la distribution de l'espèce. L'analyse de la distribution s'avère plus complexe puisqu'en plus de la localisation facteurs de répartition, il faut tenir compte des caractéristiques de l'animal vis-à-vis de ses congénères, des autres espèces susceptibles d'exploiter le même milieu, et des capacités propres à l'espèce considérée, soit sa mobilité et sa dépendance vis-à-vis des ressources hydriques et alimentaires. Nous considérons ici que la taille de son domaine vital est la résultante de ses capacités de mobilité et d'accès aux ressources.

En fonction de ces paramètres, des unités spatiales seront déterminées pour chaque espèce et seront comparées aux données récoltées lors des différents recensements afin d'établir des cartes d'abondance de l'espèce dans le secteur d'étude. Ces cartes seront évidemment le reflet d'une distribution valable en saison sèche, soit à la période des différents recensements. Nous verrons par la suite si une évolution de la distribution est constatée en fonction de l'évolution des ressources naturelles.

C'est cette méthode que nous allons nous efforcer d'employer pour comprendre et analyser la distribution des grands mammifères dans le Parc du W du Niger et la zone de diffusion.

La réunion des facteurs explicatifs de répartition constitue ce qu'on appelle l'habitat en écologie. La sélection des habitats pour un grand nombre d'espèces, ainsi que les comportements socio-écologiques ont beaucoup été étudiés surtout en Afrique de l'Est et du Sud (Jarman & Sinclair, 1979 ; Simon *et al.*, 1994 ; Fritz, 1995). La littérature est donc relativement bien fournie dans ce domaine, ce qui nous permettra de transposer, si les cas sont comparables, certains résultats au cas de notre secteur d'étude.

Nous avons détaillé dans ce chapitre les méthodes de recensement utilisées lors des missions de terrain et le mode d'exploitation des informations récoltées pour caractériser la distribution potentielle des populations de grands mammifères et estimer leurs densités dans la zone d'étude. On retiendra par conséquent que les comptages en points fixes et en véhicule sont exploités en utilisant la méthode SAGEDOC, qui se base notamment sur la mise en évidence des facteurs de répartition des espèces animales en saison sèche.

Un des objectifs de cette recherche est alors de mettre en évidence ces facteurs de répartition, en utilisant des techniques de repérage aussi bien classiques que récentes. La détermination des points d'eau, considérés comme le facteur déterminant de la répartition des populations animales en saison sèche sera analysée dans le chapitre suivant.

5) Traitements et résultats au niveau de la ressource hydrique et végétale.

Nous allons dans ce chapitre développer les traitements qui nous ont permis d'aboutir à la mise en évidence de la ressource hydrique et végétale. Ces ressources sont considérées comme les principaux facteurs de répartition en saison sèche, c'est pourquoi il est absolument nécessaire, pour analyser la distribution des grands mammifères, de pouvoir les localiser voire de les quantifier.

Dans ce chapitre vont se succéder la description des traitements utilisés, suivie des résultats issus de ces traitements permettant de caractériser la ressource hydrique.

Avant de mettre en évidence la ressource végétale et son mode d'exploitation par les grands mammifères, les ongulés en particulier, nous nous efforcerons de déterminer une échelle d'analyse la plus pertinente possible.

Nous proposerons par la suite des scénarios d'utilisation de cette ressource, par catégorie d'espèces animales, susceptibles d'influencer la distribution de ces espèces.

On déterminera pour finir les habitats, au niveau de leur structure et de leur composition floristique, qui joueront un rôle dans la répartition des espèces animales.

Les facteurs naturels de répartitions conditionnent les éléments de survie des espèces. En d'autres termes, on peut considérer que les éléments nécessaires à l'alimentation, à la reproduction ou au maintien de l'espèce constituent l'habitat. Ce dernier peut être défini comme « l'emplacement où vit un organisme et son environnement immédiat tant biotique qu'abiotique » (Ramade, 1984 ; Rodrigue, 1992). Il « détermine la disponibilité des ressources, des refuges, des lieux de reproduction, des partenaires ; l'abondance des individus de la même espèce et des compétiteurs interspécifiques ; les risques de prédation, de parasitisme, de maladie ; et une série d'autres facteurs influençant le succès reproducteur. » (Morris, 1987a).

La distribution d'une espèce peut être limitée directement par des contraintes morphologiques ou physiologiques internes ainsi que par des contraintes externes comme la prédation ou la compétition interspécifique. La sélection⁴² comportementale du fait de l'attraction ou de l'évitement de types d'habitats spécifiques peut être également un facteur significatif (Fitch, 1979).

Les ressources abiotiques et biotiques sont d'intérêt majeur pour l'étude de l'habitat d'une espèce. Ainsi la nécessité d'obtenir des informations précises sur les ressources utilisables par une espèce dans un habitat donné est essentielle dans l'effort de préservation d'une espèce d'autant plus lorsqu'elle est menacée ou exploitée (Boyce & McDonald, 1999 ; Manly *et al.*, 1993 ; Dubois, 2003).

Au sein de l'habitat, une des conditions de survie durant la saison sèche, pour une grande majorité d'espèces (menacées ou pas) est l'accès au point d'eau. On remarque qu'une grande partie des distributions est agrégée autour des points d'eau restants durant cette période. La première opération est de localiser les points d'eau dans la zone d'étude.

⁴² L'ensemble de ces coûts et bénéfices intervient de manière théorique dans le choix d'habitat d'un individu idéal, la décision optimale dépend en grande partie de la qualité et disponibilité des différents habitats en tenant compte des demandes densité-dépendantes de la population (Morris, 1987a).

5.1) Détermination et évolution des points d'eau.

5.1.1) Méthodes de localisation.

La localisation des points d'eau peut se faire par 3 moyens différents :

- grâce aux cartes topographiques,
- par traitement des images satellites,
- et réalisant des relevés de terrain à l'aide d'un GPS.

Les cartes topographiques au 1/200 000^{ème} et au 1/50 000^{ème} nous renseignent sur le réseau hydrologique de la zone d'étude (cf. chapitre 2.2.2.6), soit les différents cours d'eau temporaires et permanents en pleine saison des pluies. Mais aucune précision n'est donnée sur les mares temporaires ou permanentes.

Une carte touristique⁴³ permet de localiser les onze mares principales du Parc, avec une précision géographique très médiocre au niveau du géoréférencement, et aucune information sur les dates d'assèchement des différents points d'eau.

Nous avons pu situer ces mares grâce notamment à des indications géoréférencées lors des rapports de la section aménagement, chargée du suivi des mares, et au rapport du Génie Rural. Les informations recueillies par Koster (1981) sur l'aménagement des mares et sur la localisation de certains points d'eau en saison sèche ont le défaut de ne pas fournir les coordonnées des points d'eau, mais en procédant à des recoupements avec les données précédentes, on peut dresser une carte des ressources hydriques dans le Parc du W (cf. figure 40).

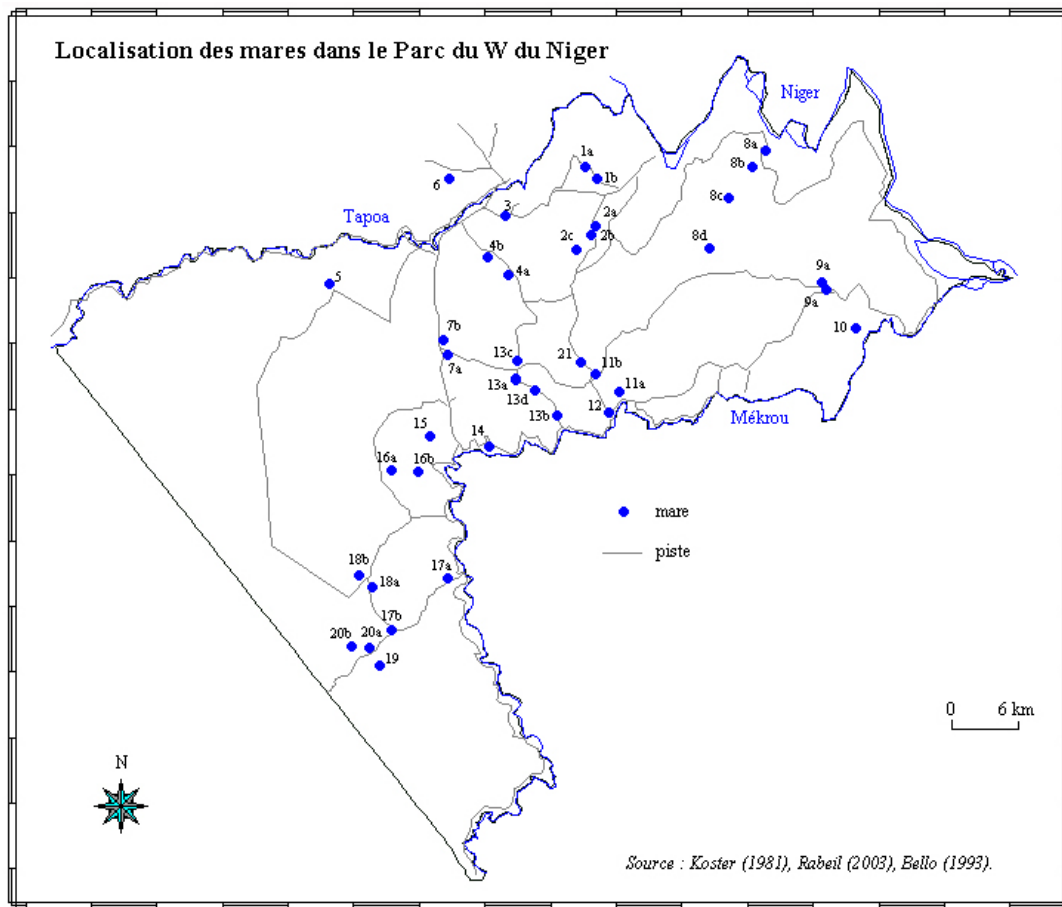
Le tableau 6 vient en complément de la figure 40. Il nous indique le toponyme de la mare, sa durée de mise en eau et les éventuels aménagements du point d'eau concerné.

La durée de mise en eau varie en fonction de la pluviométrie de l'année précédente. Les informations de la section aménagement du Parc et de Koster⁴⁴ ont été mises en relation avec la pluviométrie correspondante, et ont été confrontées avec nos propres observations. Les coordonnées des mares ont été relevées lors de nos travaux de terrain (2000 à 2002), que ce soit pour les comptages en véhicule ou en point fixe.

⁴³ Cette carte a été élaborée par le Ministère de l'Environnement et de la lutte contre la Désertification au profit des œuvres écologiques du Niger.

⁴⁴ ancien Corps de la Paix U.S

Figure 40. Localisation des mares dans le Parc du W du Niger.



Comme nous l'avons déjà précisé plus haut (cf. § 2.2.1.3), un suivi des mares devait normalement être effectué par la section aménagement du Parc. Mais, faute de moyens, ce suivi sur la durée de mise en eau des principaux points d'eaux du Parc n'a pas encore été fait. En conséquence, aucune information précise n'est disponible, nous ne pouvons exploiter les informations existantes qu'avec un large "fourchette temporelle". Les périodes d'assèchement des points d'eau sont communiquées par périodes d'un mois.

Cette échelle de temps, bien que peu précise, permet d'appréhender la disponibilité spatio-temporelle des ressources hydriques pour l'analyse de la distribution des mammifères.

Il demeure néanmoins une inconnue qui est la répartition des points d'eau dans la Mékrou et la Tapoa au cours de la saison sèche.

La Mékrou coule en moyenne jusqu'à fin décembre, et la Tapoa jusqu'en octobre. Les seules informations concernant les points d'eau restants dans ces deux rivières nous sont fournies par Koster (1981), mais elles sont trop peu précises pour pouvoir les intégrer dans le SIG. Les moyens dont nous disposons pour obtenir des informations sur l'évolution des points d'eau dans ces deux rivières sont la télédétection ou le repérage terrain.

Tableau 6. Description des points d'eau dans le Parc du W.

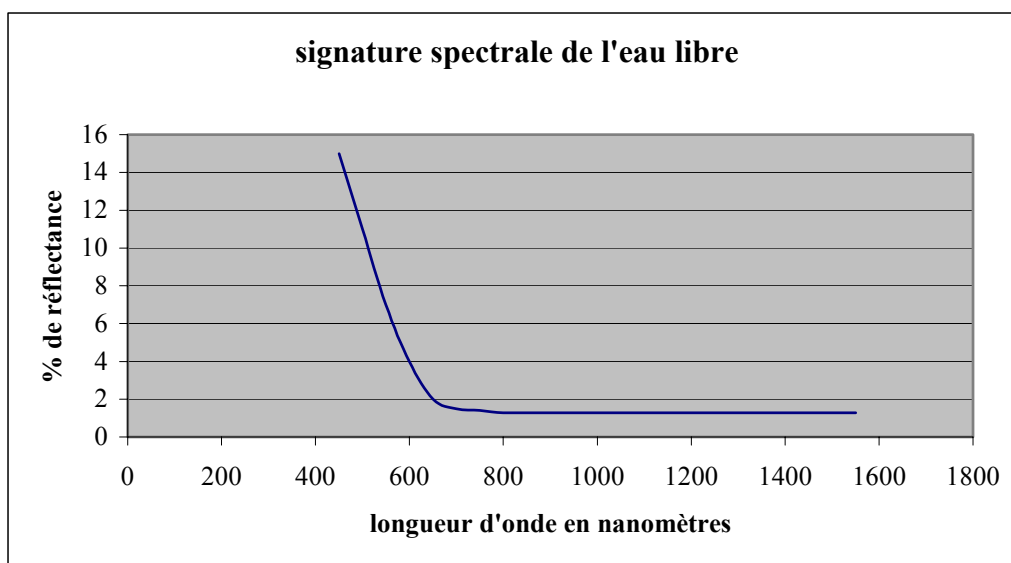
Clé	Nom	Durée	Type	Aménagement
1a	Bata1	décembre/janvier	semi-artificielle	forage
1b	Bata2	décembre/janvier	semi-artificielle	agrandissement
2a	Nyafarou1	février/mars	semi-artificielle	agrandissement
2b	Nyafarou2	février/mars	semi-artificielle	agrandissement
2c	Nyafarou3	décembre/janvier	naturelle	
3	Embarcadère	novembre/décembre	artificielle	creusement
4a	Moussiémou2	novembre/décembre	semi-artificielle	forage
4b	Moussiémou1	novembre	naturelle	
5	Boro Fouanou	novembre/décembre	semi-artificielle	forage+pompe
6	Fomboni	novembre/décembre	semi-artificielle	forage+pompe
7a	Barou	novembre/décembre	naturelle	
7b	Mékrou	novembre/décembre	naturelle	
8a	Kori Darou1	novembre/décembre	naturelle	
8b	Kori Darou2	novembre/décembre	naturelle	
8c	Kori Darou3	novembre/décembre	naturelle	
8d	Kori Darou4	novembre/décembre	naturelle	
9a	Kiba1	novembre/décembre	naturelle	
9b	Kiba2	novembre	naturelle	
10	Ganganou	novembre/décembre	naturelle	
11a	Bonkongou1	novembre/décembre	naturelle	
11b	Bonkongou2	novembre	semi-artificielle	seuil gabion
12	Kourou	novembre/décembre	naturelle	
13a	Anana	mars/avril	naturelle	
13b	source Anana	décembre/janvier	naturelle	
13c	Moussiémou3	janvier/février	semi-artificielle	agrandissement
13d	Anana2	décembre/janvier	naturelle	
14	Doundou Bangou	février/mars	naturelle	
15	Tchirobi Gangani	novembre/décembre	naturelle	
16a	Moudiomomou1	novembre/décembre	naturelle	
16b	Moudiomomou2	novembre/décembre	naturelle	
17a	Medyaga1	novembre/décembre	naturelle	
17b	Medyaga2	novembre/décembre	naturelle	
18a	Pérelégou2	janvier/février	naturelle	
18b	Pérelégou1	avril/mai	semi-artificielle	forage+pompe
19	Sapiega	novembre/décembre	naturelle	
20a	Kiarti1	novembre/décembre	naturelle	
20b	Kiarti2	novembre/décembre	naturelle	
21	Gangani-Bangou	novembre/décembre	naturelle	

5.1.2) Localisation par télédétection.

L'analyse des images satellites est aujourd'hui un outil fréquemment utilisé pour cartographier les unités paysagères. Cette analyse repose sur la connaissance du comportement spectral des objets à identifier. Chaque objet a en effet une signature spectrale qui permet de l'identifier. Cette signature est déterminée en laboratoire, où les conditions idéales (cf. annexe 7) d'analyse sont reconstituées. La signature spectrale d'un objet est représentée sous forme d'une courbe où en abscisse figure la longueur d'onde et en ordonnée le pourcentage de réflectance.

Par exemple, la signature spectrale de l'eau libre peut être représentée sous la forme d'une courbe montrée sur la figure 41.

Figure 41. Signature spectrale de l'eau libre.



Dans la réalité, on rencontre rarement ce type de courbe, mais la tendance est conservée. Quel que soit le type d'eau considéré sur l'image, le pourcentage de réflectance est décroissant lorsque la longueur d'onde croît. Néanmoins les valeurs de pourcentage de réflectance peuvent varier en fonction des éléments en suspension dans l'eau et en fonction de sa profondeur. Plus l'eau est profonde et plus elle absorbe l'énergie électromagnétique.

Inversement, plus les matières en suspension sont en quantité importante plus la surface en eau réfléchit l'énergie. Dans notre zone d'étude l'eau est souvent peu profonde et boueuse, elle a donc une réflectance supérieure à celle de l'eau libre. Comme le note Robin (1995), lorsque l'eau est peu profonde, la contribution radiométrique du fond est très importante dans la signature spectrale. Si nous sommes en présence d'un fond sableux, les valeurs radiométriques seront plus importantes sur les 3 canaux SPOT que pour un fond argileux ou gréseux.

Dans le cas présent, notre objectif est d'extraire les surfaces en eau en saison sèche, afin de localiser et d'évaluer les ressources hydriques pour la grande faune.

Pour cette saison, nous disposons de deux images du satellite SPOT (*multispectral, XS1, XS2 et XS3*) prises le 21 février 1999 (même trace). Cela signifie que nous pouvons extraire l'eau, à condition que sa surface soit supérieure à 400 m². Cette surface correspond à la dimension de la plus petite unité élémentaire d'une image SPOT en mode *multispectral* qui est de 20 mètres de côté.

5.1.3) Date et vitesse d'assèchement.

Hormis les mares que nous avons passées en revue au paragraphe précédent, il est important de connaître l'évolution spatiale et temporelle des ressources hydriques de la Tapoa et de la Mékrou.

Pour cela nous devons considérer les pertes nettes par évaporation dans les deux cours d'eau, la nature du substrat et la configuration du site.

Le calcul des pertes nettes se fait en déduisant de l'évaporation brute de la masse d'eau, les pertes naturelles par évapotranspiration. Ces dernières sont dues au déficit d'écoulement, qui a été estimé par EDF à 720 mm en 1972, pour une pluviométrie de 800 mm.

L'évaporation brute calculée par EDF en 1972 étant de 2100 mm/an à la Tapoa, les pertes nettes par évaporation sont évaluées à 1380 mm/an en année moyenne.

En 1985, la compagnie Lavalin International Inc., a à son tour évalué l'évaporation nette sur la Mékrou en intégrant aux mesures de la Tapoa, les mesures réalisées aux stations de Niamey et de Kandadji. Le résultat est très voisin de celui d'EDF et donne une évaporation nette de 1275 mm/an.

On peut retenir comme valeur moyenne d'évaporation nette 1300 mm/an pour une année moyenne pluviométrique d'environ 700 mm, en sachant qu'en année décennale⁴⁵ sèche l'évaporation sera de l'ordre de 1600 mm/an et qu'en année décennale humide elle sera de 1100 mm par an.

Pour déterminer les zones susceptibles de garder de l'eau toute l'année, il faut considérer⁴⁶ la profondeur de la masse d'eau, et la nature du substrat, une fois que l'eau ne coule plus.

En ce qui concerne la rivière Tapoa, où l'eau s'arrête de couler en octobre, la nature du sol est argileuse, c'est à dire propice à la conservation d'eau. Or la hauteur d'eau n'atteint qu'à peu d'endroits le seuil des 1m30. En fait, seules les gorges de la Tapoa et la zone en amont du barrage peuvent stocker de l'eau de manière permanente. Dans le cas des gorges, il s'agit d'une dépression naturelle creusée par l'érosion hydrique dans la roche mère à fond argileux où l'eau se maintient toute l'année. Les gorges constituent le seul accident de tracé du cours d'eau de la Tapoa et c'est donc le seul élément pouvant garder de l'eau naturellement.

L'autre site où l'eau perdure sur la Tapoa est la zone en amont du barrage, qui a été aménagé. Dès que le débit n'est plus suffisant pour franchir la zone aménagée, constituée de deux barrages espacés d'une dizaine de mètres et d'un surcreusement du lit, l'eau stagne et des argiles se déposent. L'assèchement se fait petit à petit en fonction de l'évaporation nette et de la consommation animale.

En juin, juste avant la saison des pluies, il ne reste alors de l'eau que dans les gorges, et en amont du barrage sur une longueur de 5 km.

En ce qui concerne la Mékrou, le substrat est différent. Il repose en effet sur un socle relativement imperméable constitué de grès du Buem du Continental Terminal et des quartzites de l'Atakorien. Mais la nature du sol est variable, soit il s'agit de dalles pierreuses, très favorables à la rétention d'eau, soit de sédiments plus ou moins grossiers, tels que des sables et des gravillons.

⁴⁵ La valeur d'une année décennale sèche correspond à la valeur extrême calculée en moyenne sur une période de 10 ans.

⁴⁶ On ne tiendra pas compte du prélèvement animal ou humain, impossible à quantifier.

La pente du lit est en moyenne modérée (60 cm/km), mais on note des accidents importants au niveau des gorges de la Mékrou et des rapides de Barou.

D'origine structurale, les méandres et coudes brusques sont très nombreux et le lit est souvent encombré de "rochers", roche mère mise à nue, formant des micro-dénivellations qui peuvent jouer un rôle important dans la conservation de l'eau.

Ces micro-dénivellations, ainsi que la nature pédologique du lit sont les principaux responsables de l'agencement en chapelets de mares dans la Mékrou. En effet, la hauteur des berges est supérieure à 2 mètres dans la majeure partie du tracé, dans le Parc du W au Niger. Les méandres accompagnés de rochers viennent modifier l'aspect "incurvé" du lit.

La Mékrou coule en moyenne jusqu'en décembre, la présence d'eau est continue du point triple⁴⁷ à la confluence avec le fleuve, les photographies aériennes prises en décembre 1996 confirmant cette donnée.

Au fur et à mesure de l'avancée de la saison sèche, des chapelets vont se former. Or il est très difficile de modéliser le mode d'assèchement du cours d'eau, en raison du côté hétérogène que présente ce dernier.

Seul un repérage pédestre ou aérien bimensuel permettrait de connaître l'évolution du cours d'eau. Néanmoins on peut appliquer des lois connues en hydrologie pour localiser les sites ayant le plus grand potentiel de rétention d'eau. Par exemple, le rapport largeur/profondeur et la pente sont plus faibles lorsque le lit est rectiligne. L'écoulement de la Mékrou n'étant pas uniforme dans le temps et dans l'espace, on parlera d'écoulement variable (*unsteady flow*). Le nombre de *Reynolds*⁴⁸, définissant la limite entre un écoulement laminaire et un écoulement turbulent est a priori différent entre la partie de la Mékrou orientée nord-sud et celle orientée est-ouest. Ainsi dans les parties sinueuses, composées de méandres, les flux seront chaotiques avec des fluctuations de vitesses instantanées du courant et des brassages de particules avec des échanges d'énergie turbulentes d'une masse d'eau à l'autre. Des tourbillons et d'autres formes de flux secondaires se superposant à la composante de l'écoulement (Bravard & Petit, 2000). Le changement brusque dans la forme du lit est marqué par les ressauts hydrauliques, où les turbulences et la perte d'énergie sont importantes. Au niveau de ces ressauts on trouve des dépressions marquées dans lesquelles des particules argileuses d'origine fluviale peuvent se déposer.

On considérera que c'est au niveau des méandres et des coudes de la rivière que l'eau risque de s'accumuler, pour les raisons citées précédemment. La géologie joue également un rôle important dans le système dynamique fluviale. A certains endroits la mise à nue de la roche mère offre un revêtement de type "dalles pierreuses", résultat d'une véritable incision dans les barres de grès quartzitiques, donnant naissance à des marmites d'érosion.

C'est au niveau des parties rectilignes, où le courant est moyen, permettant le dépôt de sédiments tels que les sables, que l'assèchement sera le plus manifeste. On peut s'attendre à de nombreux chapelets dans la partie nord de la Mékrou plus sinueuse, tandis que dans la partie orientée nord-sud, les points d'eau restant seront plus isolés.

Cette hypothèse peut être confirmée en analysant les images satellites. Ces dernières ont été prises en février, qui correspond à la phase intermédiaire dans l'avancée de la saison sèche.

⁴⁷ point d'intersection des 3 pays (Niger, Bénin, Burkina Faso)

⁴⁸ $Re = (v.d) / \nu$,

où ν représente la viscosité cinématique (en $m^2.s^{-1}$), d la profondeur (en m) et V la vitesse moyenne (en $m.s^{-1}$), fonction notamment de la température : par exemple, elle varie de $1,8 \times 10^{-6} m^2.s^{-1}$ à 0 °C, à $1,0 \times 10^{-6} m^2.s^{-1}$ à 20 °C. Des différentes unités reprises ci-dessus, il ressort que le nombre de Reynolds est adimensionnel.

Le seuillage (XS3-XS1) permet de mettre en évidence les points d'eau et en faisant varier les valeurs du seuillage, on peut modéliser l'assèchement. On partira du principe que plus la valeur du pixel est basse, plus l'eau est profonde et claire, donc plus le point d'eau est susceptible de perdurer.

Les images obtenues par les différents seuillages du néo-canal XS3-XS1 sont présentées sur les figures 42 et 43. Pour une meilleure lisibilité, nous avons mis en évidence les pixels représentant l'eau (en noir) dans la partie sud de la zone d'étude. Le seuillage s'arrête à la valeur - 44, car au delà de cette valeur, quasiment plus aucun point d'eau n'est décelable par télédétection dans la partie sud de la Mékrou (seulement trois pixels ont une valeur inférieure à - 44).

Les graphiques 44 et 45 représentent les histogrammes du traitement XS3-XS1 pour la partie nord et la partie sud de la zone d'étude. On peut constater que le nombre de pixels représentant l'eau (les valeurs les plus faibles) est beaucoup plus important pour la partie nord que pour la partie sud. Ceci s'explique essentiellement par la présence du fleuve Niger sur la scène nord mais aussi par les chapelets de mare de la Mékrou, beaucoup plus nombreux dans cette partie de la rivière. Le seuillage au-delà de la valeur - 44 va permettre de discriminer la profondeur et la qualité des eaux sur la scène nord. Les différentes étapes de seuillage sont représentées sur la figure 42. Afin de faciliter la lisibilité du document, nous avons accentué les contours des surfaces représentant l'eau (en noir) pour la rivière Mékrou.

On remarquera que les hypothèses émises pour la Mékrou quant à la localisation des zones profondes et claires se vérifient pour le fleuve Niger.

C'est au niveau des parties sinueuses notamment dans la zone où le tracé du fleuve forme un W que l'on retrouve les valeurs radiométriques les plus faibles, synonyme ici de profondeur et de clarté des eaux.

Figure 42. Résultats des seuillages sur le néo-canal XS3-XS1.

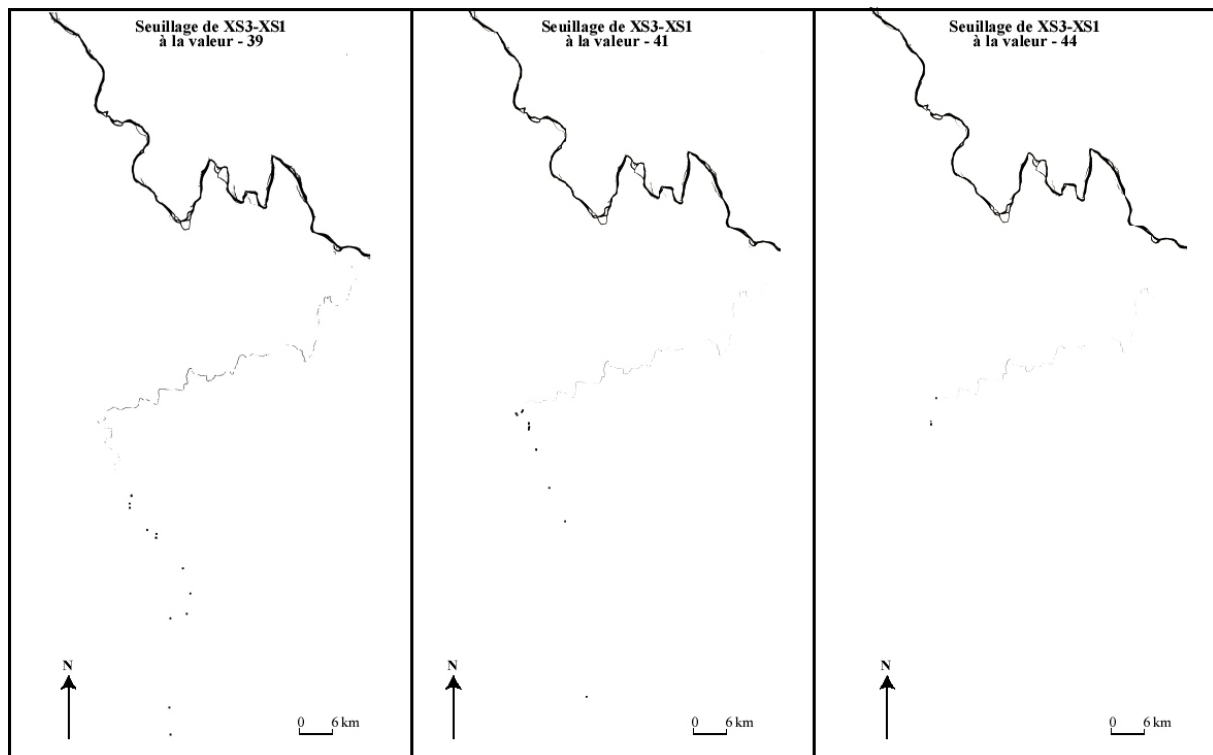


Figure 43. Résultats du seuillage du néo-canal XS3-XS1 dans la partie nord de la zone d'étude.

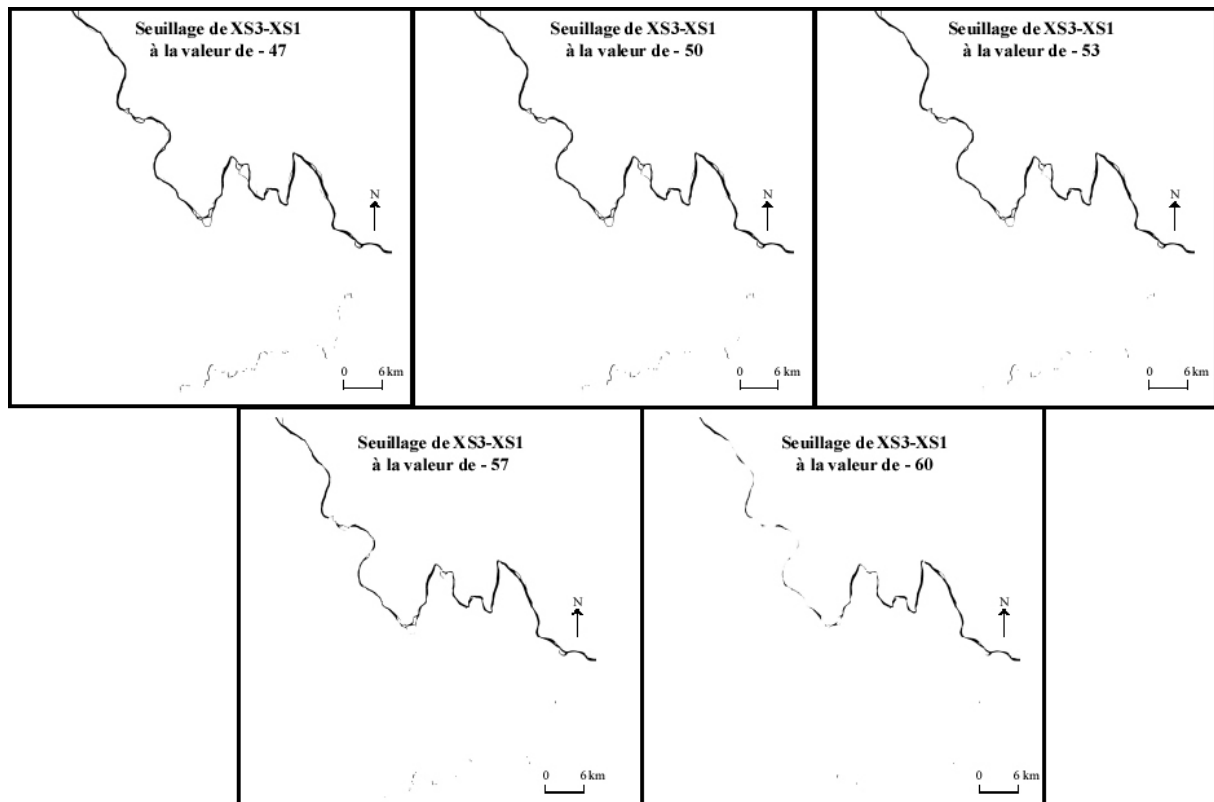


Figure 44. Histogramme des valeurs du néo-canal XS3-XS1 sur la zone nord en saison sèche.

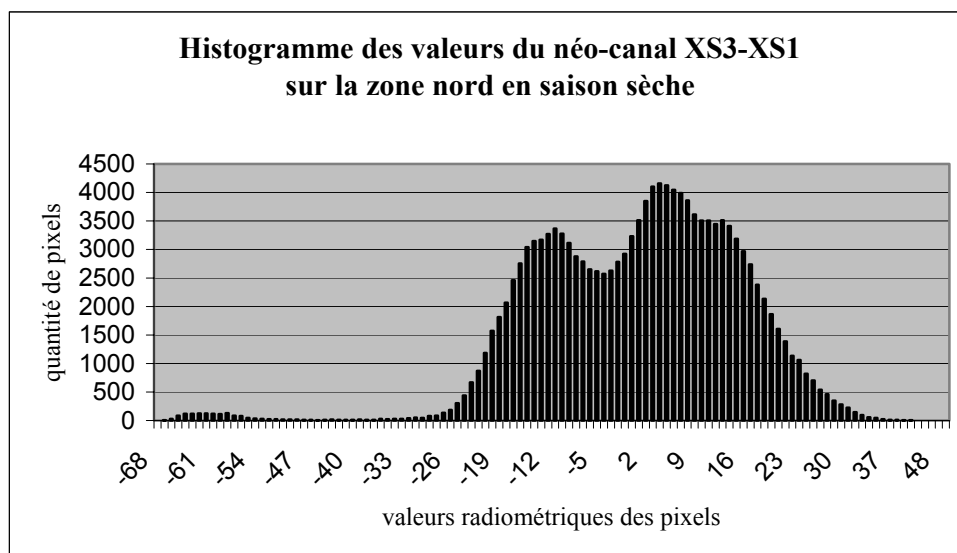
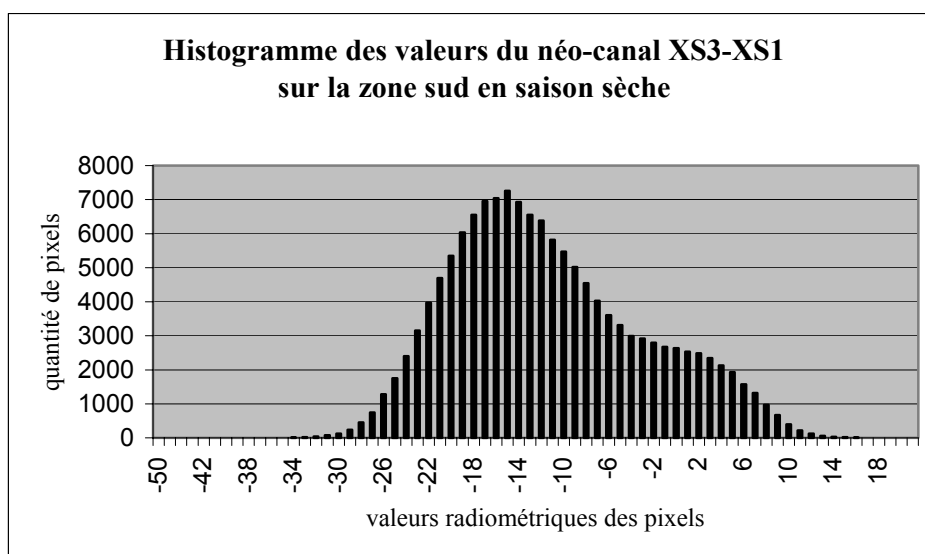


Figure 45. Histogramme des valeurs du néo-canal XS3-XS1 sur la zone sud en saison sèche.



Nous avons vu, à travers le traitement des images, quelles étaient les ressources hydriques identifiables par télédétection. Même si la géographie des points d'eau n'est pas répertoriée de manière exhaustive, en raison de la trop faible résolution⁴⁹ spatiale des données satellitales, les résultats permettent de dégager une tendance quant aux potentialités de cette ressource.

La connaissance de la disponibilité des ressources hydriques est primordiale pour l'analyse de l'organisation spatiale des grands mammifères, mais elle n'est pas l'unique composante de cette organisation. En effet, nous avons vu que le tandem espèce-habitat était indissociable. Il est donc important de revenir en détail sur cette notion d'habitat.

On se posera les questions suivantes :

- quelle échelle d'étude est la plus pertinente pour caractériser le lien entre l'espèce et son environnement ?
- Cette échelle est-elle stable ou varie-t-elle dans le temps (disponibilité de la ressource) ?
- Quelles sont les interactions intra et interspécifiques vis-à-vis des ressources ?
- Ces interactions conditionnent-elles la taille du domaine vital d'une espèce ou d'un groupe d'espèces ?

Toutes ces questions méritent d'être appréhendées pour comprendre la répartition spatiale d'une espèce vis-à-vis des ressources disponibles, de ses congénères et des autres espèces.

⁴⁹ On notera qu'aujourd'hui la résolution spatiale des images du satellite SPOT 5 en mode multispectral est de 10 mètres de côté.

5.2) Détermination des habitats favorables.

5.2.1) Pertinence de l'échelle des habitats.

Pour Ben-Sahar et Skinner (1988), « l'analyse idéale serait une analyse qui corresponde à la perception de l'animal considéré par rapport à une situation donnée. Etant donné que c'est une inconnue, les unités d'échelle doivent être sélectionnées de façon arbitraire, basées sur les observations comportementales des animaux. ».

Il est effectivement très difficile de définir une échelle d'analyse pour comprendre la distribution, car elle est étroitement liée à la perception du milieu "utile" par l'animal.

Cette variabilité dans la perception peut s'illustrer à partir d'un exemple précis : de nombreuses espèces forestières (essentiellement brouteurs) comme les céphalophes, les guibs ou les diks-diks sont généralement affiliées à un bosquet proche d'un point d'eau en saison sèche. Ces espèces présentent un comportement alimentaire très sélectif et la perception de la ressource alimentaire se fait sur un espace très restreint. En saison des pluies, la perception évolue et les espaces prospectés pour s'alimenter deviennent plus importants. L'animal devient-il moins sélectif, en considérant qu'à cette saison les items alimentaires sont tous nutritifs, ou au contraire est-il davantage sélectif en prélevant certaines parties très spécifiques sans être soumis à la contrainte hydrique, donc moins affilié à un site ?

Nous nous sommes efforcés de rassembler le plus grand nombre d'informations pour comprendre le choix (lieu et taille) de l'habitat afin de déterminer des unités d'échelle le moins arbitrairement possible.

Dans ce qui suit nous allons redéfinir quelques éléments écologiques habituellement utilisés dans la compréhension de la relation milieu-espèce.

On distingue en effet une certaine variabilité de l'environnement dans lequel l'animal évolue. Pour les grands mammifères (ongulés, carnivores), les études sont souvent effectuées à l'échelle du macrohabitat (Ben-Shahar & Skinner, 1988 ; Zimmermann, 1998), échelle pertinente quant au domaine vital de ces espèces et à leur utilisation de l'espace, qu'il s'agisse des espèces mobiles ou sédentaires.

C'est cette échelle qui semble intéresser les écologues en étudiant ces populations, et là encore, des distinctions sont à noter entre macro et micro-habitat (Dubois, 2003).

En premier lieu, on peut donner une définition statistique du macrohabitat comme « un procédé homogène de variation de microhabitat » (Morris, 1984 ; Dubois, 2003). D'autre part, un microhabitat est quantifié par des variables physiques et chimiques qui influencent l'allocation de temps et d'énergie d'un individu à l'intérieur de son domaine vital (Morris, 1989 ; Rodrigue, 1992).

Le domaine vital est « la zone régulièrement fréquentée par un individu ou un groupe familial. » (Dorst, 1971 ; Rodrigue, 1992). A l'intérieur d'un domaine vital, plusieurs territoires peuvent être repérés : alimentaires, reproducteurs, sexuels, refuges.

Aussi lorsqu'on parle de territoire, il s'agit de la partie du domaine vital défendue par l'individu qui l'habite contre ses conspécifiques. Le territoire peut être délimité par des traces : marquages du sol, de pierres ou de bois avec des glandes, comportements agonistiques envers les individus d'autres groupes familiaux.

Le terme de territoire est souvent associé aux mâles et s'apparente à l'une des composantes de la reproduction. C'est le cas chez de nombreuses antilopes (souvent de petite taille) présentant un comportement solitaire ou familial comme les céphalophes ou les guibs. On le retrouve aussi chez des antilopes de plus grande taille vivant en petits troupeaux, dont l'organisation sociale reproductrice s'effectue sous forme de harems, comme chez les cobes de Buffon. Les sites défendus par les mâles pour l'accouplement sont d'ailleurs appelés leks.

On observe alors des différences sexuelles dans l'utilisation du milieu chez certaines espèces présentant des comportements territoriaux.

L'échelle d'analyse varie donc d'une espèce à l'autre, d'une saison à l'autre et d'un sexe à l'autre. Les espèces doivent être considérées au cas par cas, en fonction de leur type de régime alimentaire (brouteur, paiseur, mixte, omnivore, carnivore), de leur hydro-dépendance, de la taille du domaine vital et du mode d'accès aux ressources résultant de la stratégie socio-écologique de l'espèce.

En revanche par commodité, nous étudierons l'espèce en considérant l'échelle spatiale la plus vaste en fin de saison sèche. Ainsi nous considérerons le domaine vital au moment où les ressources alimentaires et hydriques font le plus défaut.

Par exemple pour des espèces territoriales comme le Cobe de Buffon, on tiendra compte de la zone arpentée par les femelles comme étant le domaine vital de l'espèce, et non le petit espace défendu corps et âme par le mâle.

La taille du domaine vital, constituant l'unité d'analyse, doit être déterminée avec la plus grande rigueur possible, mais en se passant de données issues de la télémétrie.

On peut établir une classification des grands mammifères quant à leur mode d'exploitation de l'espace, en fonction des paramètres cités précédemment.

Le premier paramètre à prendre en compte se base sur l'un des piliers discriminatoires des espèces, à l'origine des réseaux trophiques, à savoir le type de régime alimentaire.

On distinguera trois types de régime, herbivore, omnivore et carnivore.

Dans le cas des ongulés, le principe de Jarman détaillé ci-dessous nous permettra d'affiner le mode de régime alimentaire et servira de deuxième critère de classification.

Jarman (1974) a décrit les principaux modes alimentaires des herbivores africains déclinés en cinq classes :

1. mode alimentaire le plus sélectif : classe A.

Les espèces de cette classe demeurent sur un seul type d'habitat et utilisent un grand nombre d'espèces végétales sur lesquelles elles prélèvent les parties à plus forte valeur nutritive. Ces herbivores sont en général des brouteurs sédentaires, mangeurs de plantes à pousses dont ils prélèvent les feuilles, les fleurs, les fruits, les graines voire des petits rameaux ou même de l'écorce. Le céphalophe à flancs roux appartient à cette classe comme d'autres tels que le céphalophe bleu, le céphalophe noir, le dik-dik.

2. Mode alimentaire très sélectif : classe B.

Les antilopes de cette classe peuvent être brouteurs ou paiseurs voire mixtes et évoluent dans un ou quelques types de végétation semblables. Ces animaux sont sédentaires et sélectionnent les parties de plantes sur un ensemble d'espèces ligneuses et herbacées. L'ourébi, le guib harnaché, le céphalophe de Grimm et le redunca sont à classer dans ce groupe. Leurs régimes montrent quelques variations saisonnières liées à des petits déplacements.

3. Mode alimentaire sélectif : classe C.

Ces espèces d'antilopes utilisent une série de types de végétation et se nourrissent plutôt sélectivement sur une gamme de plantes herbacées et de plantes à pousses. Le régime de ces animaux change de manière saisonnière. Le cobe de Buffon, le cobe defassa, le phacochère, mais aussi la gazelle à front roux montrent une flexibilité importante dans leur comportement alimentaire caractéristique des espèces de la classe C.

4. Mode alimentaire peu sélectif : classe D.

Les antilopes de la classe D, tels que le bubale, le damalisque, consomment des plantes herbacées appartenant à diverses communautés végétales. La sélection ne porte plus sur les espèces mais sur le stade phénologique des plantes ainsi que sur les parties de végétaux ingérées. Les différents stades de développement des herbacées étant liés d'une part aux feux de brousse et d'autre part à la pluviométrie, ces animaux vont devoir effectuer des migrations pour satisfaire leurs besoins.

5. Mode alimentaire le moins sélectif : classe E.

Les animaux de cette classe utilisent une large gamme d'espèces herbacées ou ligneuses qu'ils prélèvent sur un bon nombre de types de végétation parcourus au cours de l'année. Leur régime (brouteur ou paisseur) peut varier en fonction des disponibilités du milieu et les items alimentaires prélevés peuvent avoir une faible valeur nutritive. Le buffle et l'hippopotame appartiennent à cette classe, bien que ce dernier s'inscrive parfois dans la classe D.

L'hydrodépendance est selon nous un autre facteur discriminant quant à la taille du domaine vital, lorsque la ressource est au plus bas. On peut considérer en effet qu'une espèce très dépendante de l'eau sera limitée dans ses déplacements vis-à-vis d'une autre, moins astreinte à la ressource hydrique.

Enfin le dernier paramètre de discrimination est la sociologie de l'animal, à savoir son évolution au sein d'un groupe important, dans un groupe familial, par couple ou solitairement. Ce facteur est également sous-entendu dans le principe Jarman.

De toute évidence les variables utilisées pour déterminer la taille du domaine vital sont très fortement corrélées entre elles et donc dépendantes les unes des autres.

Les éléments cités précédemment sont connus et ne demandent pas une recherche bibliographique approfondie.

Pour mettre en évidence le rôle des différents paramètres dans la détermination des habitats ainsi que les variations dans la taille du domaine vital des différentes espèces étudiées, nous avons effectué une AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) en intégrant plusieurs variables (cf. tableau 7) liées au régime alimentaire, à la masse, à la taille, à l'organisation sociale et à l'hydrodépendance. Nous nous sommes basés sur des études préalables mettant en exergue la relation log-linéaire entre la masse des espèces de mammifères et la taille du domaine vital, ainsi qu'en tenant compte de l'effet imputé au régime alimentaire⁵⁰ (cf. Kelt & Van Vuren, 2001).

La représentation graphique des résultats de l'AFC devrait permettre de regrouper les espèces (individus) se caractérisant par des surfaces similaires au niveau de leur domaine vital. La comparaison ne pourra s'effectuer qu'entre les espèces dont le régime alimentaire "grossier" est identique.

⁵⁰ Les carnivores ont un domaine vital plus important que les omnivores qui ont eux-même un domaine vital supérieur aux herbivores pour des individus de masse identique.

Tableau 7. Données utilisées pour l'AFC.

Espèce	Abréviation	Régime 1	Masse	Régime spécifique	Hydro- dépendance	Socio- écologie	Taille
Vervet	verv	2	1	1	1	3	1
Patas	pata	2	2	2	2	4	2
Cynocéphale	cyno	2	2	2	1	4	2
Lion	lion	3	3	1	1	3	3
Hyène tachetée	hyet	3	2	2	2	3	3
Hyène rayée	hyer	3	2	2	3	2	2
Chacal	chac	3	1	1	3	2	1
Léopard	leop	3	2	1	1	1	2
Guépard	guep	3	2	1	3	2	2
Phacochère	phac	1	2	3	1	2	1
Ourébi	oure	1	1	3	2	2	1
Gazelle à front roux	gaze	1	1	3	3	1	1
Guib harnaché	guib	1	1	2	1	1	2
Céphalophe de Grimm	cepg	1	1	2	3	1	1
Céphalophe à flancs roux	cepr	1	1	1	1	1	1
Redunca	redu	1	2	3	1	2	2
Cobe de Buffon	cobb	1	2	3	1	3	2
Cobe defassa	cobd	1	2	3	1	3	3
Damalisque	dama	1	2	4	2	3	3
Bubale	buba	1	2	4	2	3	3
Hippotrague	roua	1	3	5	2	4	3
Buffle	bufl	1	3	5	1	4	3
Hippopotame	hipo	1	4	5	1	3	3
Eléphant	elep	1	4	6	1	3	4

Les classes des variables poids, régime spécifique et taille sont inhérentes à la variable de référence. Par exemple on a trois qualificatifs, pour le poids uniquement, qui sont comparables pour un même régime grossier. C'est-à-dire que pour les herbivores le poids du damalisque et du bubale est intégré dans la même classe. Ceci ne signifie pas qu'il soit comparable au poids d'un patas bien qu'ayant la même valeur de classe.

En revanche les classes des variables hydro-dépendance et sociologie sont comparables pour tous les individus. Néanmoins pour éviter toute confusion, nous avons transformé le tableau 7 en type booléen (0,1).

Les classes par variables sont les suivantes :

- pour les variables communes à chaque espèce

Tableau 8. Variables communes à chaque espèce.

classe	Hydrodépendance	Socio-écologie
1	besoin quotidien	solitaire
2	besoin tous les 2 à 3 jours	couple
3	peut tenir + de 3 jours	famille
4		troupeau

- pour les variables inhérentes aux régimes alimentaires grossiers

Tableau 9. Variables utilisées pour le régime omnivore.

Classe	Masse	Régime spécifique	Taille
1	0-5 kg	Sélectif (plutôt frugivore)	45-65 cm
2	+ 5 kg	peu sélectif	55-75 cm

Tableau 10. Variables utilisées pour le régime carnivore.

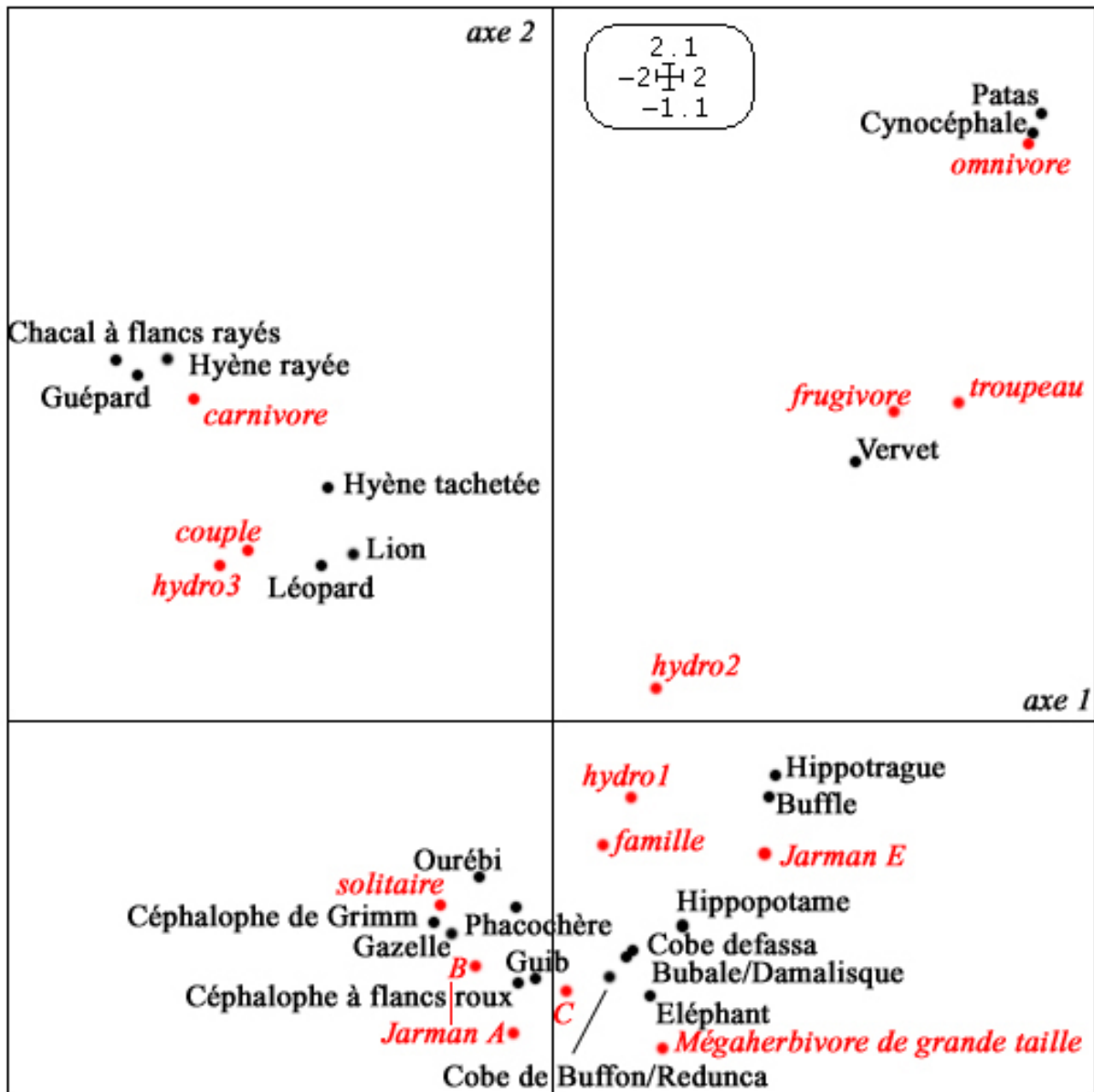
Classe	Masse	Régime spécifique	Taille (garrot)
1	0-30 kg	chasseur	0-50 cm
2	30-100 kg	mixte	50-80 cm
3	+ 100 kg	charognard	+ 80 cm

Tableau 11. Variables utilisées pour le régime herbivore.

classe	Poids	régime spécifique classification Jarman	taille (garrot)
1	0-45 kg	A	0-65 cm
2	45-200 kg	B	65-100 cm
3	200-1000 kg	C	100-150 cm
4	+ 1000 kg	D	+ 150 cm
5		E	
6		mégaherbivore	

Nous avons représenté les résultats de l'AFC sous forme de graphe permettant d'analyser la position des individus (espèces de mammifères) ainsi que les principales variables (en rouge sur le graphe) les caractérisant. Le graphique est constitué par les deux premiers axes de l'AFC expliquant 85 % de l'information globale, soit respectivement 58 % pour l'axe 1 et 27 % pour l'axe 2.

Figure 46. Représentation graphique des deux premiers axes de l'AFC.



On observe à travers cette AFC des résultats intéressants chez le groupe des carnivores et surtout des herbivores. Pour les omnivores l'AFC ne révèle rien de vraiment remarquable si ce n'est la distinction entre d'un côté les patas et les cynocéphales et de l'autre les vervets davantage associés au régime spécifique des frugivores.

L'opposition chez les carnivores est remarquable entre d'un côté le léopard, le lion et dans une moindre mesure la hyène tachetée et de l'autre la hyène rayée, le chacal, et le guépard.

Si l'on se réfère à la relation masse-domaine vital, on peut supposer que les domaines vitaux du lion et du léopard sont plus vastes que ceux des hyènes, des chacals et du guépard.

Pour les herbivores, les résultats montrent une opposition nette vis-à-vis de l'axe 2 entre d'un côté les ongulés de petite taille, de faible masse vivant en couple ou solitaire et de l'autre les ongulés de grande taille, de masse importante vivant en famille ou en troupeaux. Toutefois, il semblerait que les associations d'espèces soient les informations les plus intéressantes à extraire de cette AFC.

On peut présumer que les couples hippotrague-buffle, cobe de Buffon-redunca, céphalophe à flancs roux-guib harnaché, céphalophe de Grimm-gazelle et le trio bubale-damalisque-cobe defassa aient des tailles de domaines vitaux comparables étant donné la proximité de leurs caractéristiques anatomiques, socio-écologiques et celles liées à leur régime alimentaire.

L'AFC, à partir de l'analyse de plusieurs types de variables, nous révèle des associations très intéressantes entre espèces, notamment au niveau des grands ongulés, augurant d'une grande similarité quant à la taille de leurs domaines vitaux. Cependant, elle ne permet pas d'effectuer une classification des espèces de grands ongulés toujours par rapport à la taille de leurs domaines vitaux.

Nous avons alors également tenté d'établir une classification arborescente (cf. figure 48) pour les herbivores en fonction des paramètres suivants : la corpulence (masse et taille), le régime spécifique, l'hydro-dépendance, sa socio-écologie (solitaire, couple, famille, troupeau) et la territorialité.

Nous partons des principes suivants :

- plus un animal est corpulent plus il doit ingérer de nourriture, plus son domaine vital doit être grand;
- plus son régime est pauvre au niveau nutritif, plus il doit couvrir de terrain pour survivre;
- plus il est hydro-dépendant moins il peut s'éloigner de la ressource;
- plus l'animal vit groupé plus la compétition intraspécifique est forte donc plus la ressource doit être abondante;
- plus l'animal est territorial, plus il se doit d'être mobile vis-à-vis de la contrainte hydrique. Il peut défendre un petit territoire, mais cela peut le contraindre à s'éloigner de la ressource hydrique. Les meilleurs territoires proches des points d'eau sont pris par les mâles les plus forts.

La méthode basée sur la classification arborescente donne un poids très important aux premières variables utilisées (plusieurs modèles ont été testés et celui présenté donne les résultats les plus probables). Ceci peut avoir un côté réducteur, si on considère que la taille du domaine vital est liée à un ensemble de facteurs dont le poids est plus ou moins déterminant.

Les éléments suivants jouent un rôle plus ou moins appréciable (qualitativement) dans la taille du domaine vital. Nous allons essayer, pour certains de ces facteurs, de voir dans quelle mesure nous pouvons les intégrer afin d'affiner les données sur la taille du domaine vital.

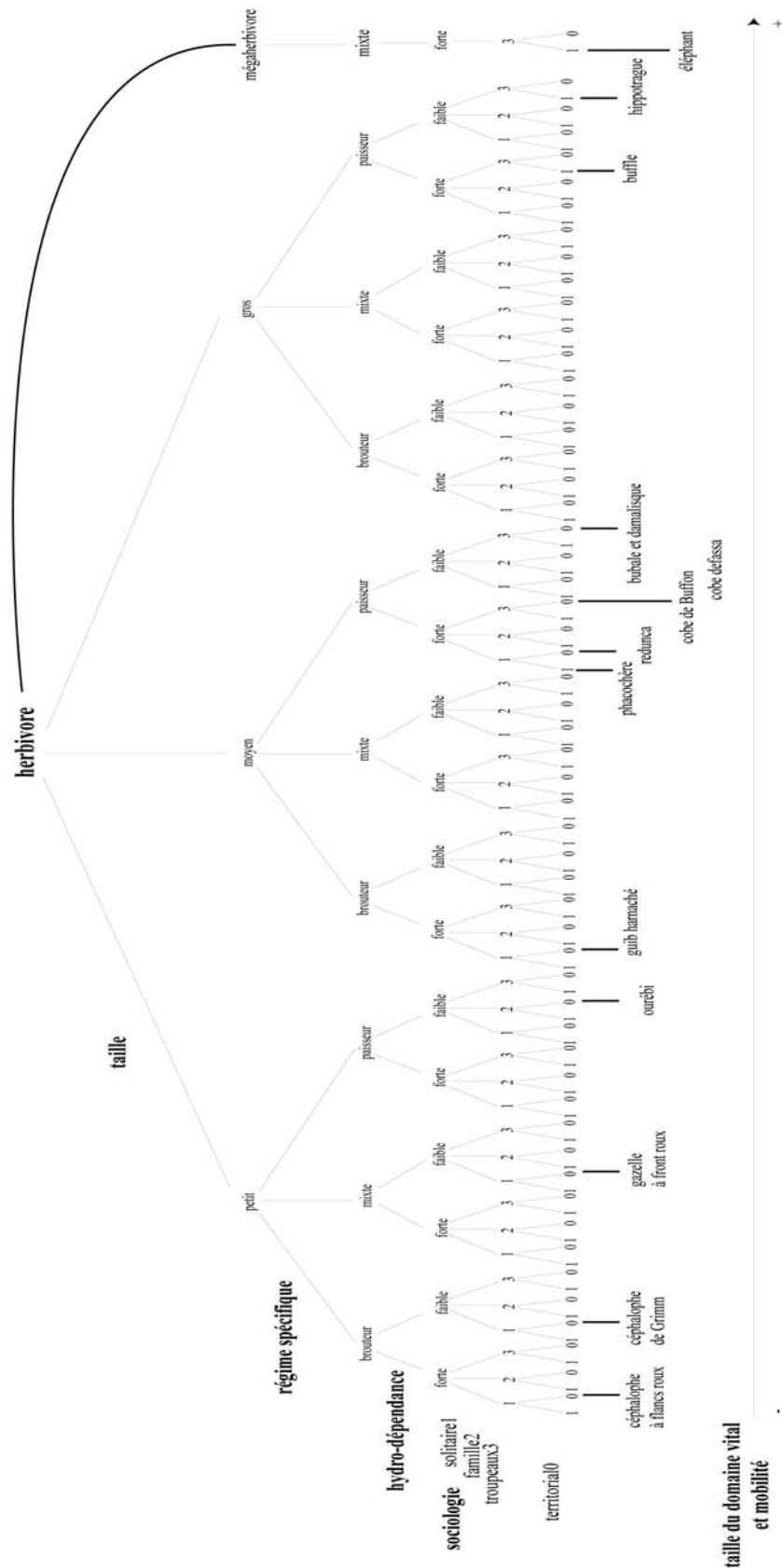
Ainsi, un élément qui permettrait d'évaluer la taille du domaine vital d'une espèce, serait la prise en compte de la mobilité. La difficulté est de connaître le degré de mobilité d'une espèce, car elle n'est pas forcément liée au régime alimentaire de l'espèce, ni à la taille, ni à sa sociologie. En revanche la mobilité d'un individu est fortement corrélée à l'abondance de la ressource alimentaire par rapport au point d'eau. Le seul moyen de connaître le degré de mobilité des grands mammifères serait de procéder au radio-pistage de plusieurs individus de chaque espèce en fin de saison sèche avril/mai/juin, afin d'intégrer les biais liés au sexe et aux variations du milieu.

La période d'accouplement intervient aussi dans la mobilité et dans la taille du domaine vital (toujours par rapport à la contrainte hydrique). Celle-ci génère un rapprochement intra-spécifique chez les espèces solitaires (guib harnaché) ou lorsqu'on observe une dichotomie sexuelle dans les groupes comme chez les éléphants. Les travaux de Happold (1977) sur les ongulés du Nigeria montrent que la période de reproduction, lorsqu'elle est connue, s'étale sur toute l'année pour la majorité des grands mammifères. On peut alors admettre que ce facteur ne joue pas un rôle déterminant dans la taille du domaine vital en fin de saison sèche.

Les modes de compétition en revanche intra et inter-spécifique permettent de comprendre l'organisation spatiale d'une espèce vis-à-vis de la ressource hydrique et surtout alimentaire.

Nous allons voir comment les grands mammifères s'organisent autour de la ressource vis-à-vis de leur conspécifiques et des autres espèces.

Figure 47. Classification hiérarchique des grands mammifères du Parc du W du Niger.



5.3) Mode d'exploitation de la ressource.

La ségrégation spatiale, alimentaire et temporelle (Leuthold, 1978; Walker, 1976; Owen-Smith, 1994; Fritz, 1995) s'explique essentiellement, semble-t-il, par :

- la compétition intra et interspécifique (Sinclair & Northon-Griffith, 1982; Fritz 1995), notamment pour l'accès à la ressource alimentaire et aux lieux de reproduction;
- la prédation et le lien entre habitat, comportement anti-prédateur et socio-écologie;
- les actions anthropiques d'aménagement (feux, point d'eau), et perturbantes tels que le braconnage, le pâturage illégal, etc..

Fritz (1995) précise qu'une fois la production primaire végétale fixée, mais aussi la structure de la savane, et le choix des habitats, c'est probablement la compétition interspécifique qui régit la structure des peuplements.

Ce qui nous intéresse dans le cadre de notre étude c'est de savoir comment s'opère le choix des habitats et quelles sont les adaptations effectuées par les espèces vis-à-vis de leur environnement pour augmenter leur chance de survie.

Nous allons proposer une série de scénarios afin de comprendre l'organisation spatiale de certaines espèces possédant le même type de régime alimentaire spécifique et donc susceptibles de rentrer en compétition pour l'accès à la ressource. Nous verrons à travers la littérature quels sont les scénarios ayant le plus de chance de se produire.

Les scénarios proposés doivent être considérés dans un contexte de carence au niveau de la ressource hydrique soit en pleine saison sèche. Les schémas proposés s'appuient notamment sur les mécanismes liés à la compétition interspécifique.

1^{er} scénario : Pour un régime alimentaire identique (passeur par exemple), l'espèce la plus petite et la moins nombreuse cède la zone d'affouragement au profit d'une espèce plus imposante par le nombre et par la taille. On parlera de compétition par interférence. Si la structure des populations d'une espèce est hétérogène au niveau des classes d'âge, il peut y avoir compétition par épuisement des ressources car c'est l'ensemble des items alimentaires qui seront prélevés du fait des différentes tailles de bouche (la sélection est encore plus forte). Pour survivre les espèces moins volumineuses et moins nombreuses vont devoir présenter des adaptations vis-à-vis du milieu et de leur mode d'accès aux ressources hydriques et alimentaires. Un exemple d'adaptation serait conditionné par l'hydro-dépendance. Si une espèce n'a pas accès à la ressource alimentaire à proximité du point d'eau, elle va devoir chercher plus loin cette ressource, mais devra en contre partie être moins dépendante de l'eau. Un autre exemple d'adaptation pourrait venir d'un changement saisonnier de régime alimentaire. Ainsi une espèce de type passeur, pour ne pas rentrer en compétition directe avec des espèces mieux armées tendra vers un régime mixte en saison sèche.

Ceci pourrait être le cas entre les bubales, les damalisques, les hippotragues et les buffles; et à un autre niveau entre les cobes de Buffon et les cobes defassa.

2^{ème} scénario : Pour une même ressource, on observe une cohabitation entre les espèces, rendue possible par une sélection sur les espèces ingérées et sur les parties de la plante consommée. La sélection peut aussi se faire au niveau temporel, permettant à chaque espèce, une fois la production primaire végétale fixée de pouvoir coexister. Ce scénario s'appuie sur la théorie des niches modifiées de Tilman (1982). Elle propose de nombreuses possibilités de coexistence entre espèces exploitant la même ressource principale avec la même efficacité.

Les gros animaux, d'une manière générale dominant les petits dans la compétition pour l'accès à la ressource alimentaire (Brown & Maurer, 1986; Fritz, 1995).

Néanmoins les travaux de Jarman & Sinclair (1979) et de Duncan (1975) dans le Seregenti ont montré une tendance à la sélectivité dans la consommation des plantes au niveau spécifique et au niveau des items alimentaires ingérés. Une étude comparative des densités de topis (*Damaliscus lunatus*) et de buffles (*Synceus caffer caffer*), les deux principales espèces d'ongulés sédentaires strictement pousseurs, a montré qu'elles pouvaient coexister en saison sèche et en saison des pluies grâce à leurs stratégies alimentaires différentes. Chaque espèce maximise ses chances de survie en opérant une sélection sur les espèces de plantes et les items consommés afin d'augmenter la qualité protéique dans l'alimentation (Duncan, 1975). Les buffles sont ainsi beaucoup plus sélectifs en saison sèche et se cantonnent dans les habitats où les plantes sont les plus vertes possibles, soit dans les habitats situés au niveau des principales lignes de drainage (cours d'eau principaux). Le choix des topis se portent sur les sites présentant des communautés végétales avec d'importantes quantités d'herbes à longues feuilles. De manière générale les topis sélectionnent plutôt des herbes de tailles moyennes qu'on retrouve, dans les savanes à *Terminalia* (*Setaria sp.*, *Pennisetum sp.*), (correspondance avec les damalisques pour le Parc du W), alors que les buffles préfèrent les hautes herbes (*Andropogon sp.*, *Diheteropogon sp.*, *Pennisetum sp.*) présente dans les savanes à combrétacées. Les zones de prédilection des damalisques ne se situent pas à proximité des points d'eau restants, hormis le long du Niger où l'on retrouve ce genre de formations végétales dans les dépressions sableuses. Les damalisques ne sont donc pas aussi dépendants de la ressource hydrique que peuvent l'être les buffles. Ces observations tendent à montrer que les phénomènes d'adaptation des moins forts et les stratégies alimentaires permettant la coexistence des espèces se combinent. Nous sommes donc dans un cas de figure présenté à la fois dans le 1^{er} et le 2^{ème} scénario. En étudiant la stratégie alimentaire d'un pousseur de petite taille et formant des groupes restreints, comme l'ourébi, nous devrions pouvoir affiner les scénarios présentés.

Plusieurs travaux sur l'ourébi (Simon *et al.*, 1994) menés dans différents endroits, ont montré que ce pousseur préférait les herbes courtes (*Hyparrhenia sp.*, *Loudetia sp.*) surtout en saison sèche. En revanche, en saison des pluies les habitats arpentés par l'ourébi possèdent également des herbes hautes. Simon *et al.* (1994) ont constaté une association significative des ourébis avec des ongulés de plus grande taille comme les bubales suggérant une sélection de l'habitat en association avec d'autres espèces dans une stratégie anti-prédateurs. D'après Jarman (1974), la stratégie anti-prédateur menée par l'ourébi repose sur le fait de se cacher. Il est probable que les stratégies face à la prédation dépendent des opportunités du milieu, dans un milieu ouvert, l'ourébi a tout intérêt à s'associer à d'autres ongulés, tandis que dans un milieu plus fermé où la visibilité est réduite, comme dans les hautes herbes, l'animal peut éviter les prédateurs en se dissimulant.

Nos observations montrent que les ourébis sont recensés loin des points d'eau restants en saison sèche. Ils présentent des caractéristiques identiques au niveau de la contrainte hydriques à celles du bubale ou du damalisque. On peut donc présumer que s'il y avait compétition au niveau de la ressource alimentaire, les ourébis auraient tendance à s'éloigner de ces deux grandes antilopes. Or l'étude de Simon *et al.* (1994) précise qu'au contraire on les retrouve très souvent associée à ces deux espèces. De plus, une étude sur la faune du Nikolo Badiar a permis d'observer un changement de régime alimentaire chez les ourébis.

Ces derniers, exclusivement pousseurs en saison des pluies, optent pour un régime mixte en saison sèche.

Il sont également très adeptes des regains après le passage du feu, tout comme le bubale et le damalisque, or de par la taille de sa mâchoire, l'ourébi est le premier à bénéficier des regains trop petits pour les autres espèces.

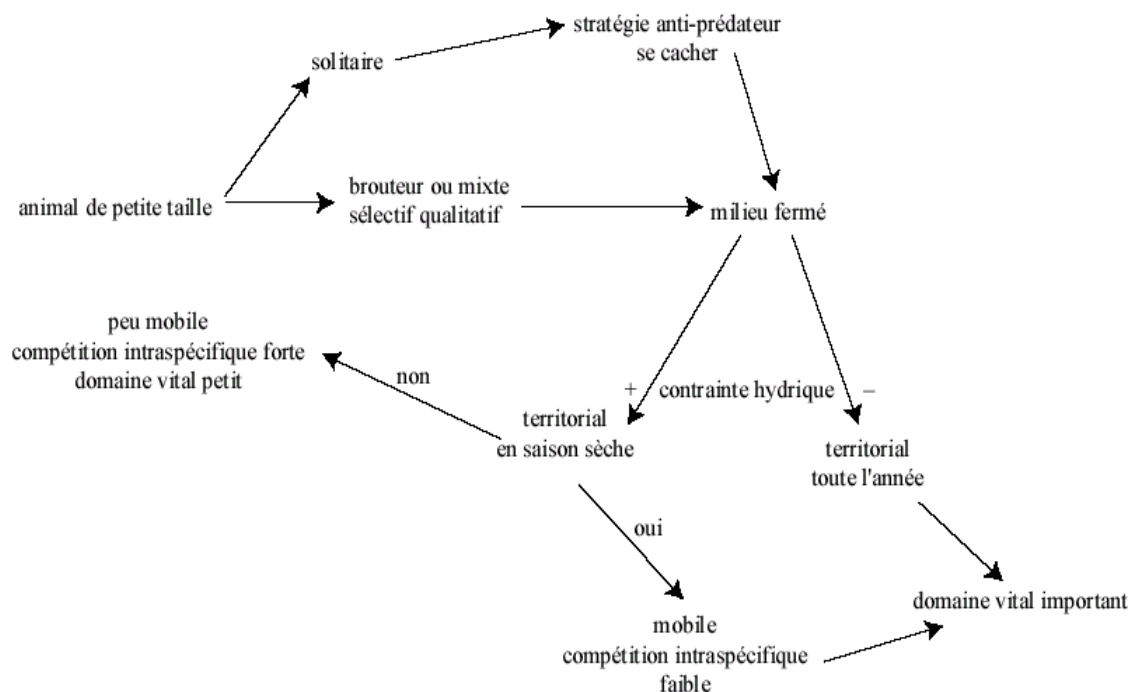
Il y a donc bien une cohabitation entre les espèces rendue possible par la stratégie sélective des plantes consommées.

La stratégie anti-prédateur est fortement liée à la taille de l'individu et à sa socio-écologie. S'il est petit et solitaire ou à petite structure familiale, il doit miser sur le camouflage ou le fait de ne pas être vu, conditions assurées dans les milieux à faible visibilité, tels que la forêt, les fourrés ou les hautes herbes. Cette stratégie est valable pour le guib harnaché, les céphalophes de Grimm et à flancs roux, la gazelle à front roux et le redunca, l'exception étant l'ourébi. Les ongulés de grande taille et évoluant en troupes (buffle, hippotrague) mise sur l'effet de groupe pour minimiser la prédation, et dans ce cas, ce sont les plus faibles qui seront prélevés ce qui correspond à une régulation naturelle de la dynamique. Les plus exposés semblent finalement être les espèces de taille moyenne, à structure familiale ou en petits troupes et dépendantes de l'eau donc faciles à localiser, comme le cobe de Buffon, le cobe defassa et le phacochère.

Un autre passeur de taille moyenne peut se retrouver en compétition avec d'autres espèces de passeurs plus imposants, c'est le redunca. Ce dernier étant très dépendant de l'eau et ayant besoin des hautes herbes pour se camoufler, il se situe dans la même niche écologique que celle des buffles. Les observations sur les reduncas du Niokolo Badiar ont montré qu'ils modifiaient leur alimentation en saison sèche, tout comme les ourébis, passant de passeurs strictes à mixtes. Or la masse corporelle des reduncas et leur forte dépendance à l'eau laissent présumer que la structure de leur peuplement est fortement liée à celles des buffles. Une densité importante de buffle pourrait être corrélée, dans un premier temps, à l'augmentation des populations de reduncas dans le W.

La stratégie alimentaire employée pour minimiser la compétition interspécifique, ainsi que la stratégie anti-prédateurs sont fortement corrélées et on retrouve souvent les mécanismes schématisés sur la figure 48 :

Figure 48. Mécanisme socio-écologique et éthologique chez les ongulés de petite taille.



La territorialité chez les ongulés solitaires, en couple ou en famille a le pouvoir de diminuer la compétition intraspécifique au sein d'un même territoire, puisqu'elle génère une partition des ressources alimentaires (cf. figure 49).

Figure 49. Mécanisme socio-écologique et éthologique chez les ongulés de taille moyenne.

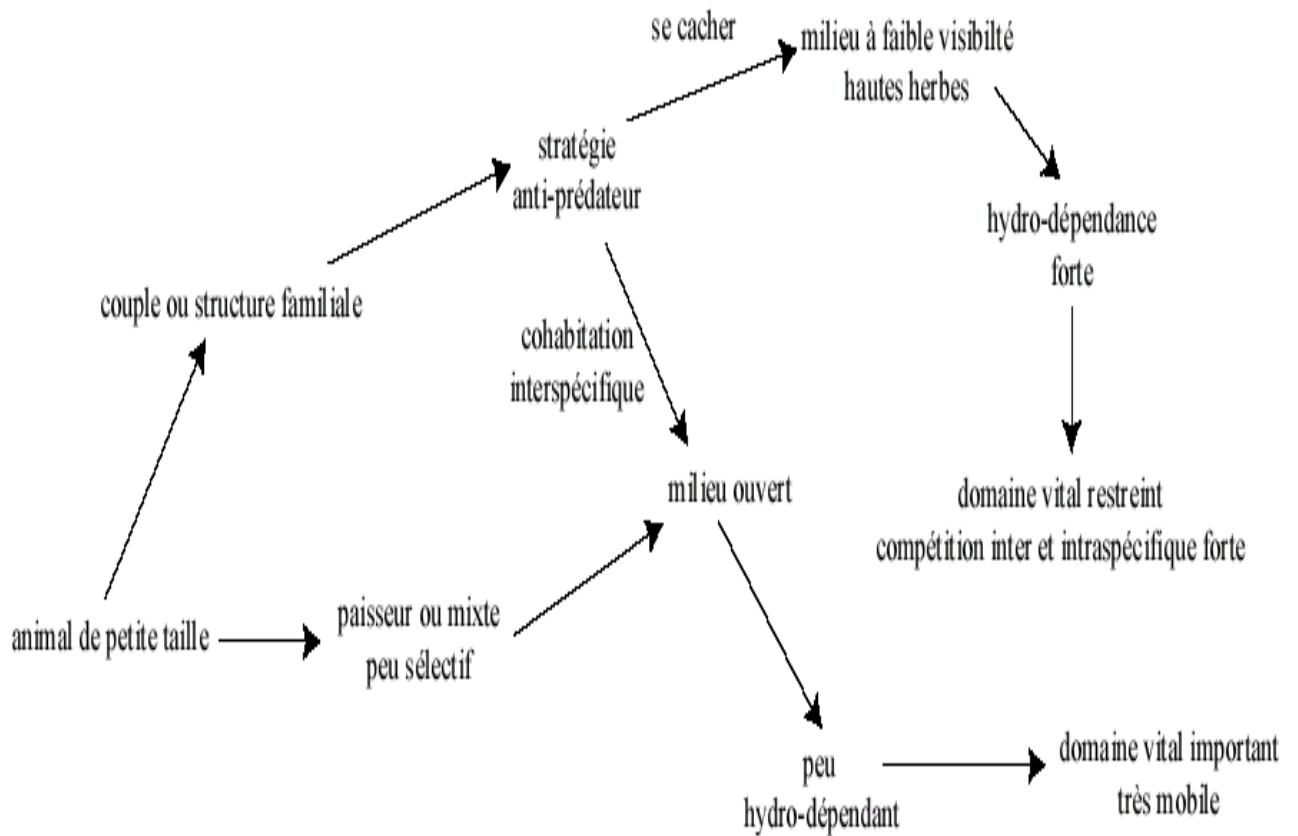


Figure 50. Mécanisme socio-écologique et éthologique chez les ongulés de grande taille.

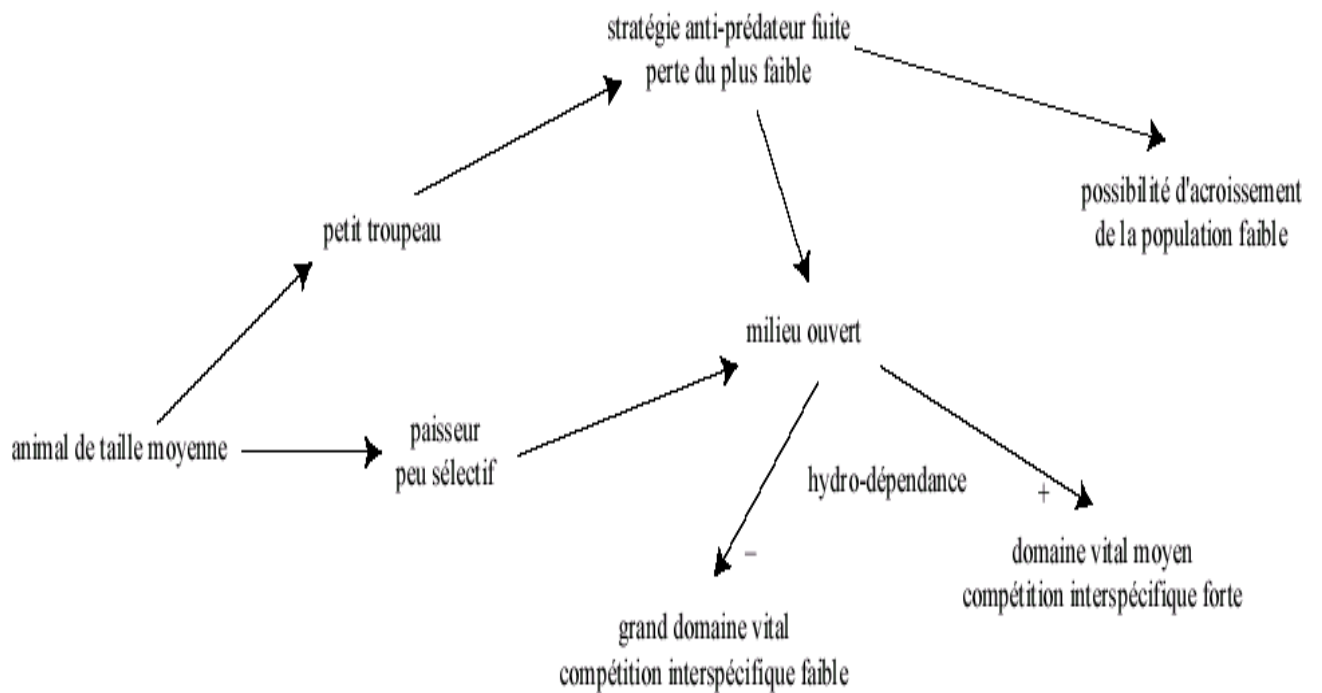
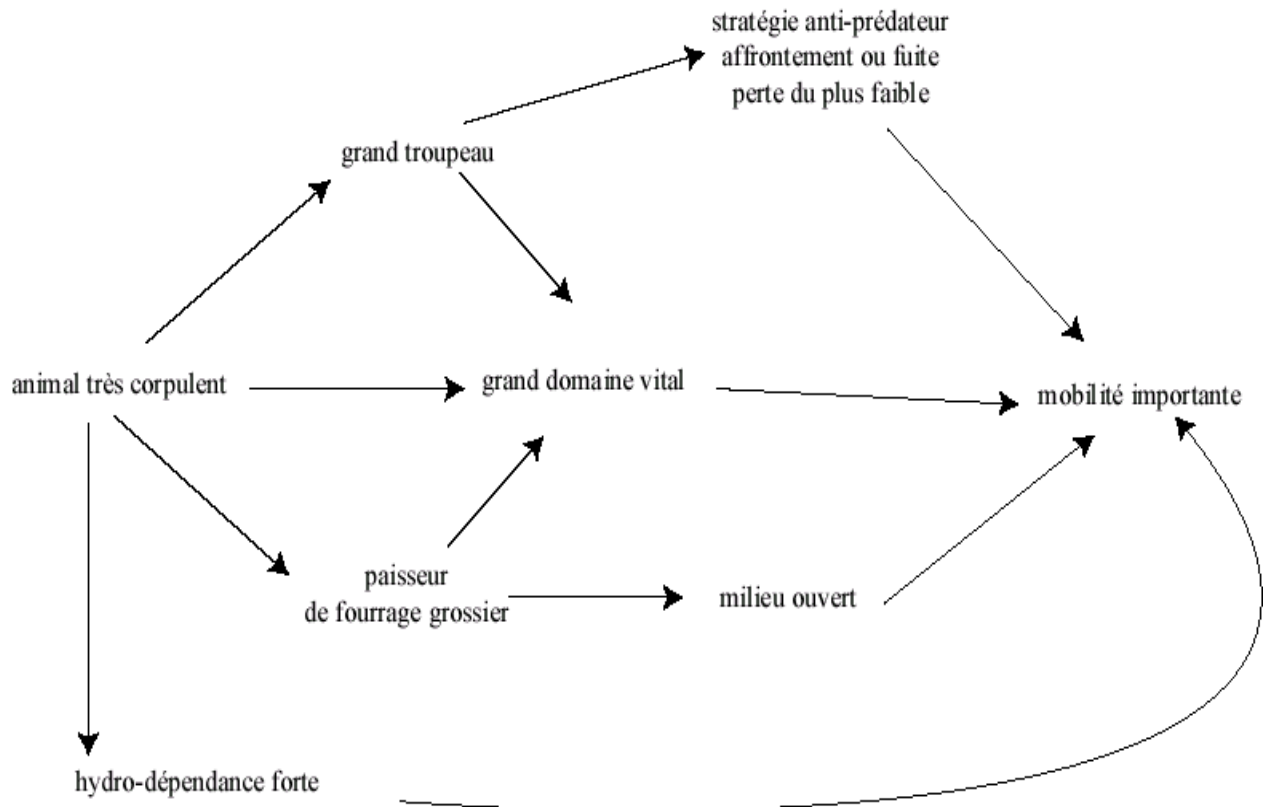


Figure 51. Mécanisme socio-écologique et éthologique chez les ongulés de très grandes tailles.



Pour ce qui est de la compétition intraspécifique chez les ongulés vivant en troupeau qu'il soit petit ou grand, une étude menée par Fritz (1995) sur les impalas a montré qu'il existait une sélection liée à la ressource alimentaire pour augmenter le rendement nutritif de chaque bouchée.

L'impact des mégaherbivores, tels que les éléphants, sur la ressource a été prouvé par de nombreux travaux (Fritz, 1995). Ils peuvent exploiter la végétation sans réelle contrainte, hormis celle de l'homme. Ils sont peu ou pas influencés par la prédation ni par la compétition interspécifique par interférence, et si on applique le principe de Jarman, leur grande taille leur permet de tolérer une nourriture de très faible qualité. Dans ce milieu soudano-sahélien sur sol pauvre marqué par l'hétérogénéité spatio-temporelle de la ressource, ils sont à priori les mieux armés pour se maintenir. Mais étant donné le peu d'informations disponibles sur cette espèce, en raison d'un problème d'échelle d'analyse, il nous est très difficile d'évaluer leur impact sur la structure des peuplements des autres mammifères.

Ainsi la diversité des habitats spatio-temporelle génère l'aspect pluri-spécifique des peuplements d'ongulés et plus largement des peuplements de mammifères. **Ces derniers vivent en complémentarité vis-à-vis de la ressource alimentaire.** Nous avons traité des cas précis chez les ongulés, mais des exemples au sein des mammifères sont aussi très bien connus pour l'accès à la ressource, rendu possible par l'action des primates (cynocéphale, vervet) au profit des ongulés (guib harnaché, céphalophe).

Si les mammifères vivent en complémentarité vis-à-vis de la ressource alimentaire, en est-il de même pour la ressource hydrique ? Constate-t-on une compétition interspécifique au niveau du point d'eau ?

Sur tous les sites de comptage au niveau d'un point d'eau, nous avons constaté une réelle cohabitation entre la plupart des ongulés (à l'exception des buffles) et surtout entre ongulés et primates.

L'attention des cobes de Buffon, des phacochères et des guibs est bien moindre lorsque les cynocéphales sont à proximité de la mare, jouant le rôle d'avertisseur. Les guibs habituellement craintifs n'hésitent pas en présence des cynocéphales ou des cobes de Buffon et defassa à paître les herbes rases riveraines.

Nous avons testé (test de *student*, unilatéral) la fréquence des comportements de vigilance des guibs harnachés en présence et en l'absence d'autres mammifères, tels que les vervets, les cynocéphales ou les cobes. Le résultat est significatif (prob. = 0,0366), ceci signifierait une complémentarité des espèces au niveau du mode d'accès à l'eau au profit des ongulés solitaires ou en couple de petite taille. Ce résultat est à considérer avec précaution, étant donné le petit échantillon testé (5 sur 25).

Nous avons eu le sentiment durant nos observations que les guibs harnachés, les phacochères et les cobes étaient davantage sécurisés lorsque d'autres mammifères étaient présents. Ceci n'était pas le cas des ourébis, des bubales, des gazelles, des damalisques, des hippotragues et des céphalophes, dont la venue au point d'eau sert uniquement à s'abreuver et non à s'alimenter.

La complémentarité au niveau du point d'eau serait valable pour les espèces très dépendantes de la ressource hydrique et de la végétation riveraine.

Les modes d'utilisation de la ressource ainsi que les types d'exploitation du milieu par les mammifères ont été décrits afin de mettre en œuvre une unité d'analyse pertinente au niveau de l'espèce. Pour chaque espèce nous présentons en annexe une fiche signalétique, où figurent les préférences et les nécessités écologiques vis-à-vis des ressources et des stratégies anti-prédateurs, le comportement sociologique, les types de compétitions, et les menaces.

Ceci doit nous permettre de déterminer les habitats favorables pour chacune des espèces afin de les confronter avec nos observations de terrain. La connaissance des habitats favorables (basés sur les ressources), et l'évaluation de la superficie du domaine vital vont constituer les supports d'analyse de la répartition et de l'abondance des espèces de grands mammifères dans la zone d'étude.

La ressource hydrique ayant été localisée, il faut dorénavant déterminer l'emplacement des habitats arpentés en fonction des affinités écologiques de chaque espèce au sein de leur domaine vital. Pour cela nous devons procéder à une cartographie à partir des images satellites et des données botaniques récoltées sur le terrain.

5.4) Détermination des habitats favorables en saison sèche par télédétection et analyse des données botaniques de terrain.

Nous avons vu précédemment que les types de milieux exploités pouvaient varier d'une espèce à l'autre pour un même régime sélectif, mais ils varient également temporellement pour une seule espèce.

Nous devons prendre en considération ces deux aspects, ce qui nous amène à déterminer les habitats favorables d'une espèce d'un point de vue ressource alimentaire à la fois en saison sèche et en saison des pluies. Pour cette dernière, nous disposons de relevés botaniques de type Braün-Blanquet (abondance-dominance) réalisés le long de transects. Ceux-ci ont été tracés à partir d'une image satellite SPOT en mode *multispectral*.

Nous avons tâché de traverser un grand nombre de milieux différents d'un point de vue radiométrique, pour avoir un bon échantillonnage.

L'objectif de cette méthode est d'établir les correspondances entre les habitats mis en évidence par une analyse phyto-sociologique classique et les mosaïques d'état de surfaces.

Une carte des habitats potentiels pourra être élaborée à partir des données satellitales, mais uniquement sur la zone couverte par la scène SPOT où les relevés ont été faits.

Cette analyse servira dans le cadre d'une prédiction de l'occupation du milieu en saison des pluies par les grands mammifères, et surtout par les herbivores chez qui l'on observe les variations inter-saisonnières d'exploitation du milieu.

Jusqu'à présent, aucune donnée de recensement sur les mammifères n'est disponible en saison des pluies. C'est pour cette raison que l'on parle de prédiction, car nous ne possédons aucun moyen de validation dans le cas où un modèle de distribution de la faune en saison des pluies serait présenté. Par conséquent, cette méthode de corrélation entre les communautés végétales et les valeurs radiométriques des états de surface n'est pas directement exploitable pour l'analyse du mode de répartition des ongulés.

La véritable confrontation des données de recensement de la faune avec l'habitat se fera en saison sèche. Nous avons souhaité à cet effet déterminer une cartographie des potentialités de la zone d'étude en terme de ressource végétale. Dans ce but, nous avons procédé à des traitements sur les images satellites nous permettant de discriminer au mieux la végétation. Cette tâche s'est avérée très délicate dans la mesure où en saison sèche la réflectance d'un pixel est souvent conditionnée par le type de sol ou de substrat. La majorité des essences végétales sont en sommeil d'activité photosynthétique de par le manque d'eau qui sévit, hormis dans quelques bas-fonds encore humides en saison sèche où l'on observe une forêt galerie plus ou moins sempervirente. Afin de nous concentrer uniquement sur le couvert végétal, nous avons procédé à un masque sur les entités paysagères non végétalisées.

Les entités comprises dans le masque sont les suivantes :

- l'eau, isolée par seuillage sur le néo-canal XS3-XS1 (cf. § 5.1.3) ;
- les sols nus, isolés par seuillage sur le canal XS2, il s'agit des valeurs les plus fortes (cf. figures 52 et 53) ;
- les zones brûlées en totalité (feux tardifs dévastateurs), isolées par seuillage sur le néo-canal XS3-XS1 (cf. § 5.1.3) ;
- les zones très peu végétalisées où figurent en grande majorité des tâches de sols nus, isolés par seuillage sur le néo-canal XS3 -NDVI⁵¹, il s'agit des valeurs fortes (cf. figures 54 et 55).

⁵¹ Le calcul de l'indice de végétation est réalisé de manière à ce que les valeurs du néo-canal NDVI aient toutes une valeur positive (cf. annexe 7).

Figure 52. Histogramme des valeurs du canal XS2 sur la zone nord en saison sèche.

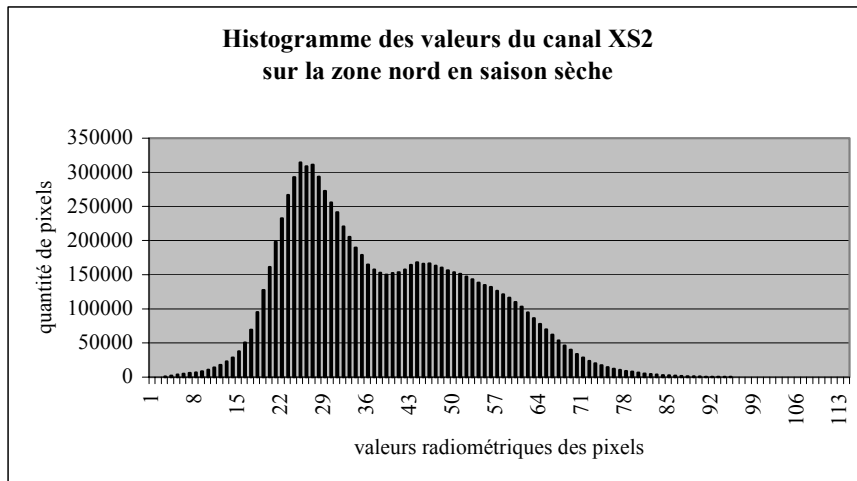
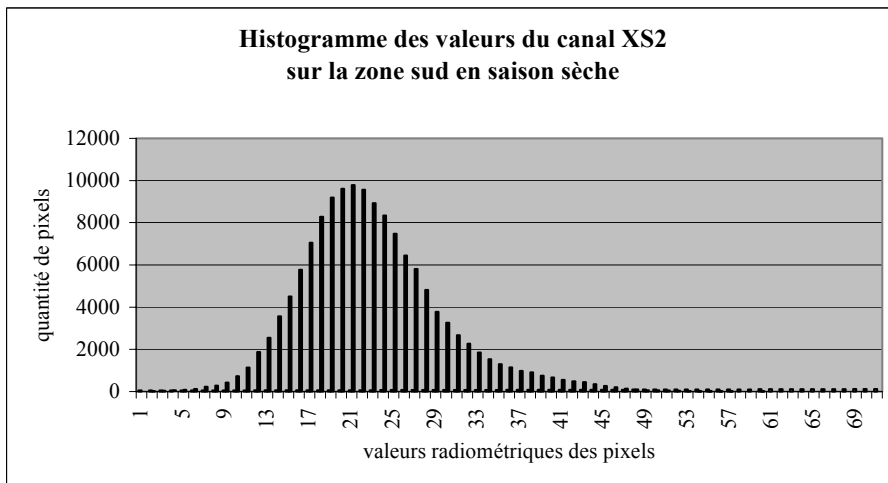


Figure 53. Histogramme des valeurs du canal XS2 sur la zone sud en saison sèche.



On remarquera que la zone sud comprend très peu de sols nus, le seuillage se faisant à partir de la valeur 106. Si l'on réfère à l'histogramme cumulé les sols nus représentent une surface 258,54 km² pour la scène située au nord de la zone d'étude et seulement 0,64 hectares pour la scène située au sud. L'ensemble des zones dénudées se trouve évidemment dans la réserve partielle de Dosso et dans le nord de la Réserve de Faune de Tamou.

Figure 54. Histogramme des valeurs du néo-canal XS3-NDVI sur la zone nord en saison sèche.

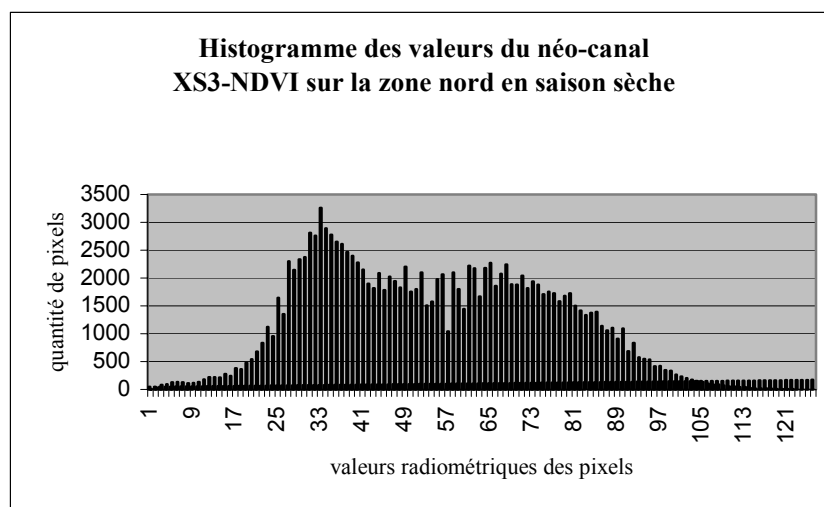
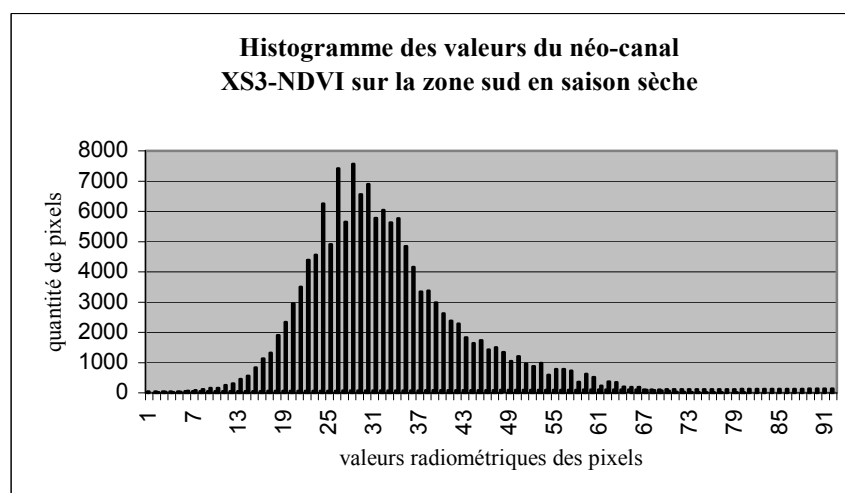


Figure 55. Histogramme des valeurs du néo-canal XS3-NDVI sur la zone sud en saison sèche.



Sur les pixels restants que nous appelleront ici pour simplifier, la végétation, nous avons réalisé une ACP sur les trois canaux des deux scènes SPOT *multispectral* concernées, afin d'étirer au maximum les contrastes des valeurs radiométriques de la végétation. La deuxième composante de l'ACP (cf. figure 56) offre un contraste très intéressant de la couverture végétale chlorophyllienne. On a ainsi une opposition entre les zones ayant un taux d'activité chlorophyllien important, qu'il s'agisse des forêts galeries sempervirentes ou des surfaces herbacées dans les plaines d'inondation, et les zones de savane arbustive peu végétalisées, ayant une couverture minérale (pierre ou sable) importante.

Nous avons ensuite réalisé une classification non dirigée en nous appuyant sur la deuxième composante de l'ACP et sur l'indice de végétation, soient les deux éléments nous permettant de discriminer au mieux la végétation en terme de ressource chlorophyllienne.

Il est important de préciser à ce stade, que la chaîne des traitements a été effectuée de manière identique sur les deux scènes SPOT *multispectral*, encadrant la quasi-totalité de notre zone d'étude.

Ces deux scènes⁵² sont issues de la même trace, on peut donc procéder au même type de traitement en harmonisant au préalable les contrastes sur chacun des canaux originaux (XS1, XS2 et XS3).

Nous avons cherché à obtenir la meilleure partition lors des classifications non dirigées, ni trop simpliste (amalgame entre plusieurs formations végétales), ni trop complexe (absence de relations entre le milieu et les valeurs radiométriques). Bien qu'une classification n'ait de sens que d'un point de vue radiométrique, nous avons orienté le traitement afin de faire ressortir les caractéristiques chlorophylliennes des états de surface.

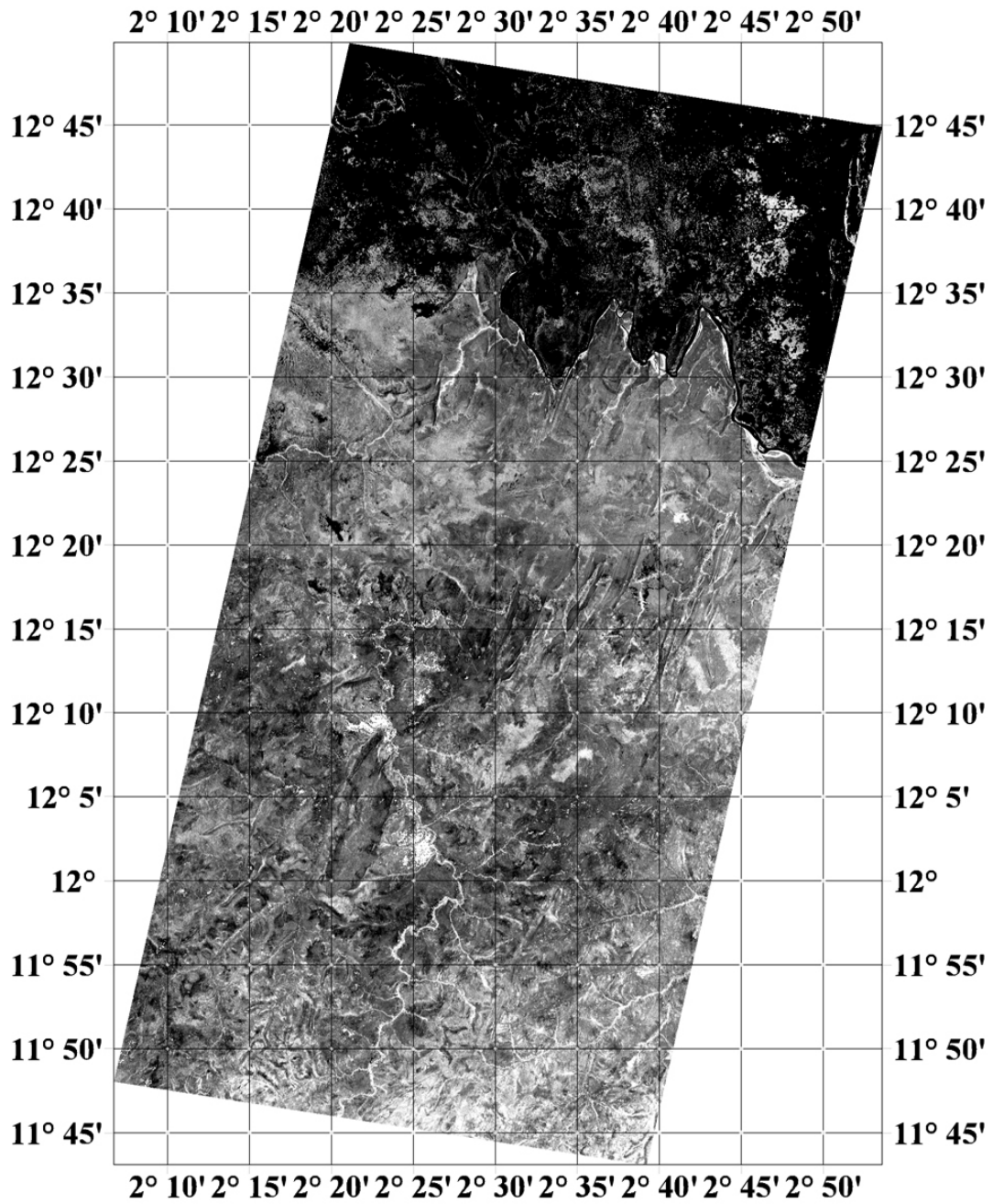
La carte que nous allons proposer à un sens au niveau de la ressource alimentaire chlorophyllienne, mais n'en a pas forcément d'un point de vue paysager. En effet, il n'est jamais évident d'obtenir une cartographie de la végétation en conformité avec le paysage lorsque la classification repose uniquement sur un critère, en l'occurrence ici la teneur en chlorophylle des végétaux. Néanmoins, Les résultats sont assez pertinents (cf. figures 57 et 59) au niveau de la représentativité des paysages.

La meilleure partition pour la scène nord se fait en 7 classes et en 6 classes pour la scène sud. Il en découle une variation plus importante dans la partie nord de la zone d'étude au niveau des formations végétales. Le milieu est plus mosaïqué au nord qu'au sud, ceci peut présenter un intérêt non négligeable quant au choix d'occupation de l'espace par certains mammifères. La description des classes au niveau radiométrique est présentée dans les tableaux 12 et 13.

⁵² Une autre méthode pour pouvoir traiter deux images issues de la même trace, consiste à réaliser une mosaïque de ces deux images. On peut ensuite réaliser des traitements sur cette mosaïque. Pour réaliser une mosaïque, les deux images doivent être parfaitement recalées et leurs contrastes harmonisés. Dans le cas où l'une de deux opérations s'avérerait approximative, il vaut mieux procéder à des traitements sur les images séparément, plutôt que de réaliser une mosaïque.

Figure 56. Deuxième composante de l'ACP sur les 3 canaux SPOT *multispectral* dans la région du Parc du W.

**Deuxième composante de l'ACP
sur les 3 canaux SPOT multispectral
dans la région du Parc du W**



traitement réalisé sur 2 images SPOT multispectral (21/02/1999)

5 0 5 10 kilomètres

Figure 57. Classification des habitats dans la partie nord du Parc du W.

Classification des habitats dans la partie nord du Parc du W

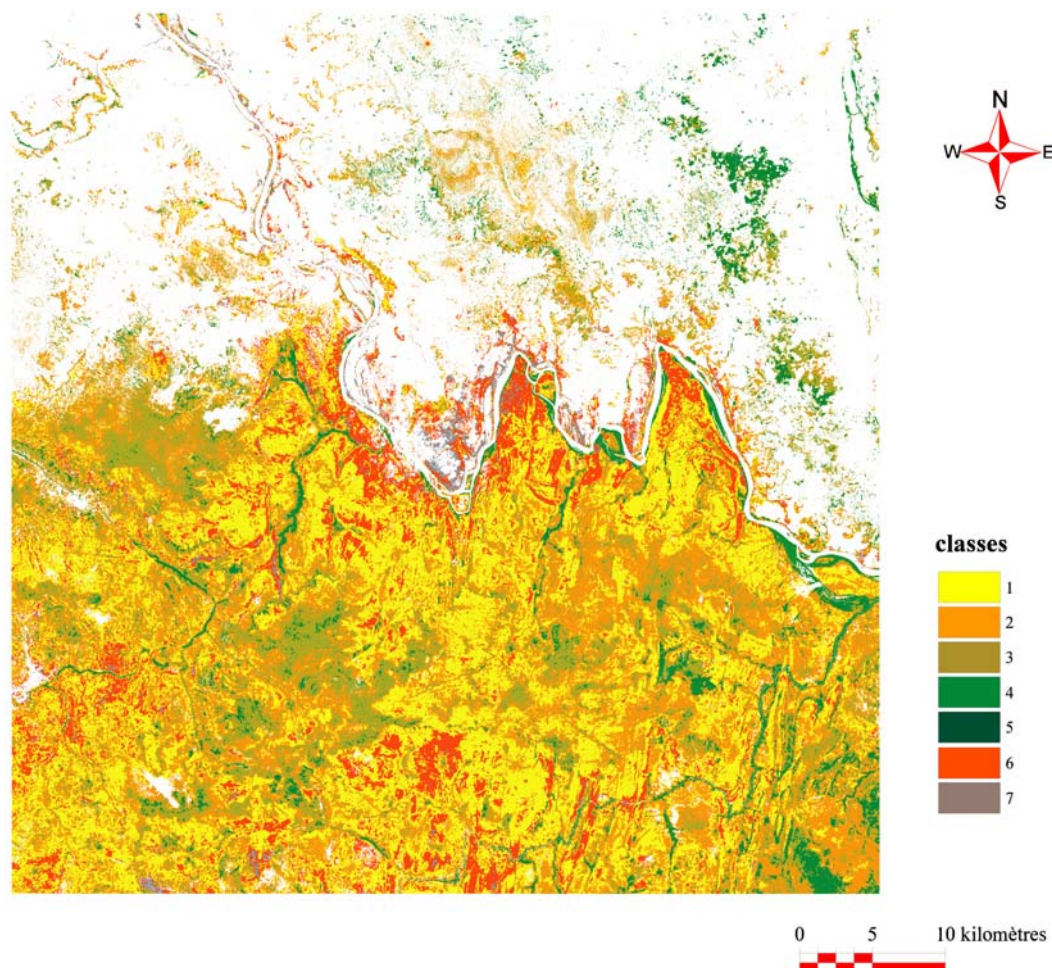


Tableau 12. Valeurs moyennes et écarts types des classes radiométriques de la partie nord de la zone d'étude.

Classes	\bar{x} ndvi	$\sqrt{\text{ndvi}}$	\bar{x} acp2	$\sqrt{\text{acp2}}$	\bar{x} XS1	$\sqrt{\text{XS1}}$	\bar{x} XS2	$\sqrt{\text{XS2}}$	\bar{x} XS3	$\sqrt{\text{XS3}}$
1	14.89	2.35	108.87	5.01	105.65	5.74	70.42	6.60	94.51	12.58
2	17.39	2.49	118.97	5.07	104.99	6.46	70.98	7.22	100.30	14.08
3	20.28	1.71	129.21	5.79	105.41	4.96	72.67	6.07	108.61	10.80
4	28.39	4.64	164.49	17.41	94.43	5.55	57.24	6.11	101.81	12.28
5	22.34	1.87	141.94	7.12	101.40	5.22	69.34	7.43	108.12	11.92
6	13.91	2.16	97.02	5.58	111.34	5.69	75.65	6.75	99.45	12.22
7	13.21	2.21	80.77	8.56	120.15	4.65	83.93	5.11	108.51	9.12

(\bar{x} = moyenne, $\sqrt{\quad}$ = écart-type)

Les distances inter-classes sont présentées sur la figure 58.

Figure 58. Les distances inter-classes de la partie nord de la zone d'étude.

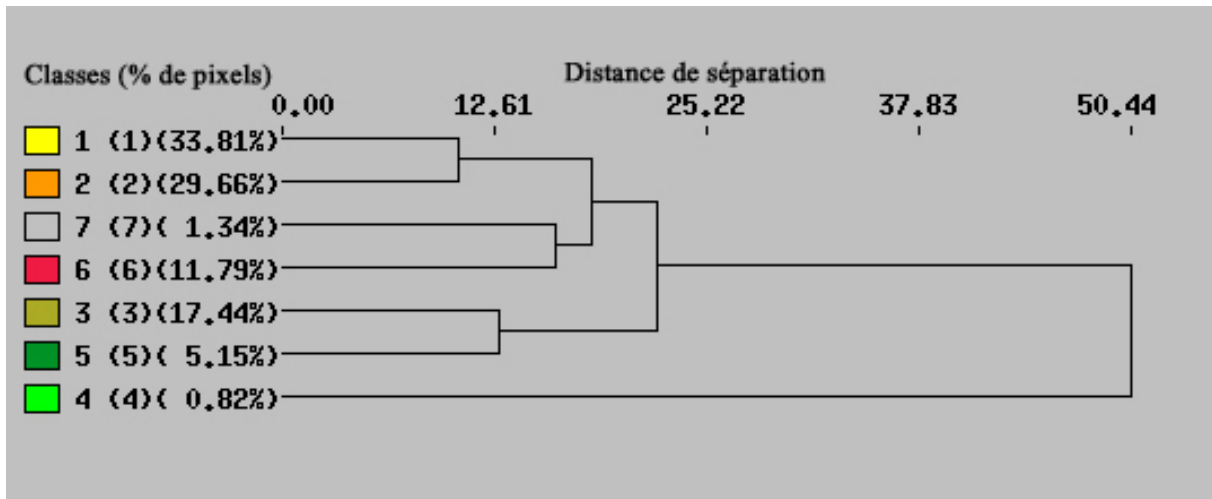


Figure 59. Classification des habitats dans la partie sud du Parc du W.

Classification des habitats dans la partie sud du Parc du W

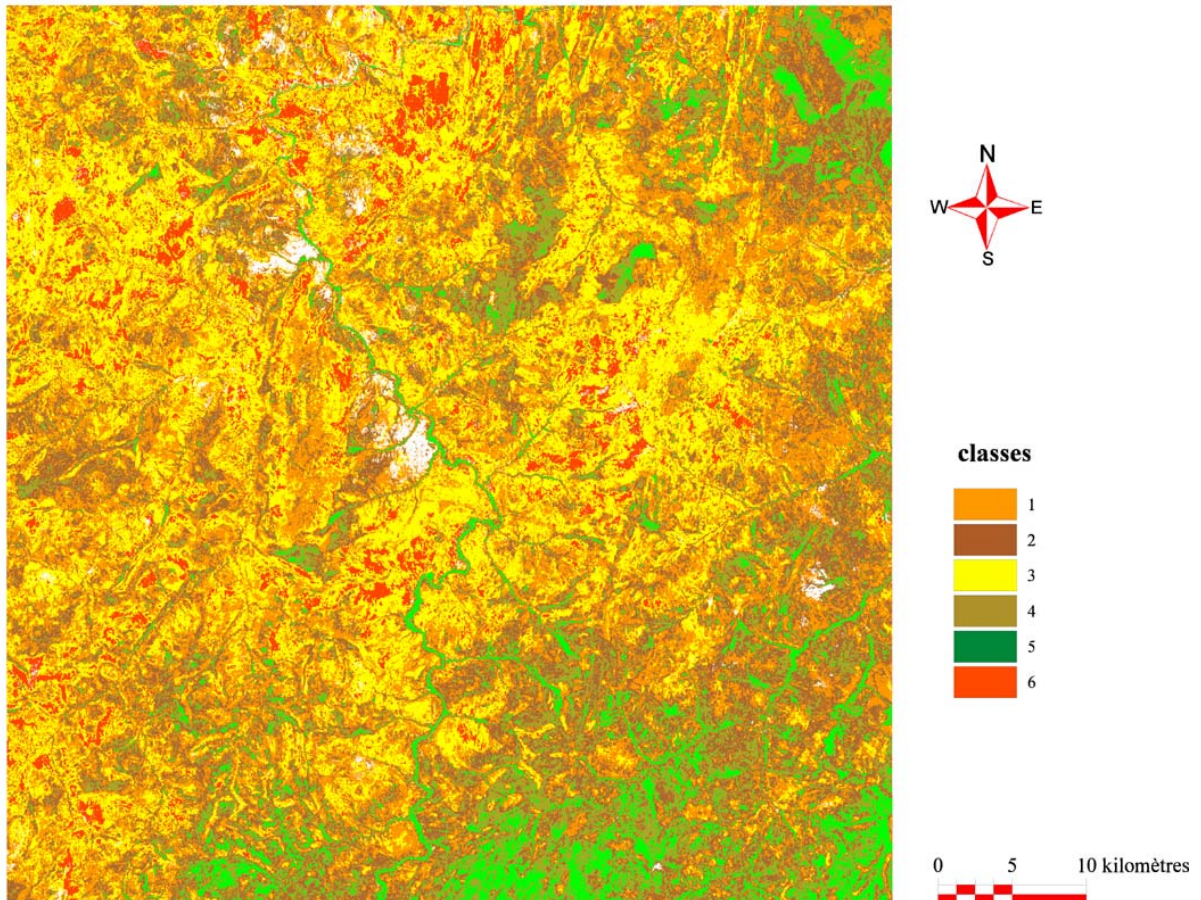
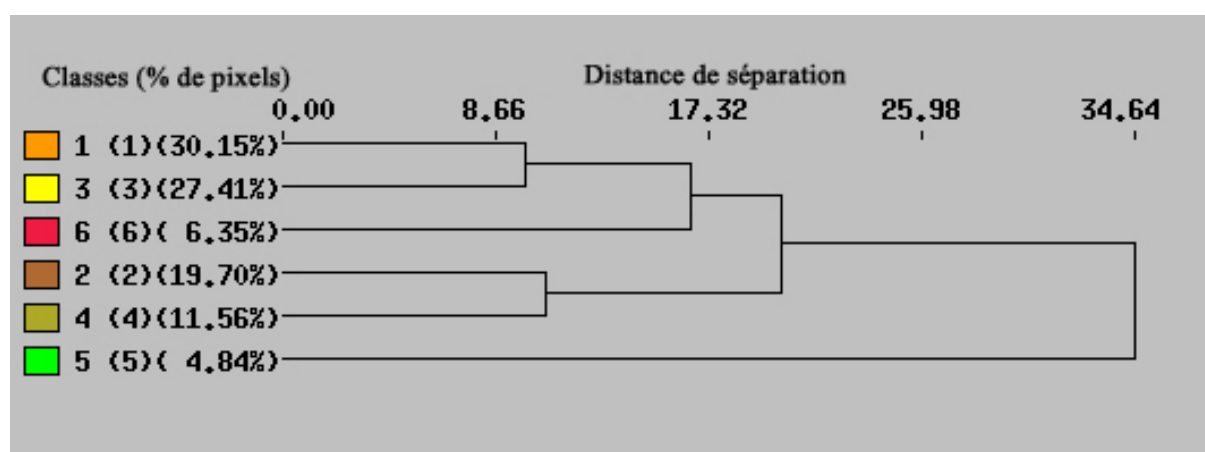


Tableau 13. Valeurs moyennes et écarts types des classes radiométriques de la partie sud de la zone d'étude.

classes	\bar{x} ndvi	$\sqrt{\text{ndvi}}$	\bar{x} acp2	$\sqrt{\text{acp2}}$	\bar{x} XS1	$\sqrt{\text{XS1}}$	\bar{x} XS2	$\sqrt{\text{XS2}}$	\bar{x} XS3	$\sqrt{\text{XS3}}$
1	15.07	2.30	115.53	4.61	100.93	5.67	65.50	6.25	88.21	11.85
2	17.38	2.28	125.24	4.90	99.62	5.93	64.80	6.60	91.48	12.52
3	13.18	2.12	105.86	4.60	102.98	5.07	66.54	5.70	86.18	10.54
4	20.00	1.84	135.64	5.43	98.62	5.26	64.44	6.09	95.83	11.10
5	23.11	2.43	149.57	9.09	95.40	4.28	61.12	5.28	96.86	8.64
6	12.32	1.92	94.44	6.01	108.34	5.38	70.77	6.03	90.01	10.38

La figure 60 illustre les distances inter-classes.

Figure 60. Les distances inter-classes de la partie sud de la zone d'étude.



Lorsqu'on observe les deux dendrogrammes, on pourrait penser qu'il y a une certaine correspondance des classes entre les deux scènes. Les classes 1 et 2, 3 et 5, 6 et 7, et 4 de la scène nord seraient les équivalents des classes 1 et 3, 2 et 4, 6 et 5 de la scène sud. Cette supposition n'est pas confirmée. Les entités végétales décrites ont pu être confrontées aux relevés de terrain en saison sèche et plus généralement à notre connaissance sur le milieu. Les données disponibles sur la zone d'étude présentées dans la première partie nous ont également permis d'identifier les différentes classes en terme d'entité écologique. Enfin les statistiques des classes (moyenne et écart type) nous ont indiqué les caractéristiques radiométriques des classes pouvant être comparées aux signatures spectrales d'objets connus, comme la végétation chlorophyllienne et non chlorophyllienne, l'influence des différents sols (sable ou argile) et des substrats (grès ou cuirasse).

Dans l'interprétation des classes nous nous efforcerons de mettre en relation la végétation, discriminée en fonction de sa teneur en chloroplastes, et d'autres facteurs environnementaux tels que la roche ou le sol.

Pour la scène nord, nous proposons l'interprétation suivante des classes radiométriques :

- classe 1 : savane arbustive claire retrouvée essentiellement sur glacis (sol sablo-argileux), mais aussi sur sol gréseux et sur plateau cuirassé ;
- classe 2 : savane arbustive dense sur bas de glacis ou sur talweg, pas ou peu chlorophyllienne ;
- classe 3 : savane arborée à faible couvert arboré (type *Terminalia sp.*) et à forte présence de graminées pérennes (*Setaria sp.* ou *Pennisetum sp.*), située en général sur haut de glacis ou à proximité des dépressions sableuses ;
- classe 4 : végétation très chlorophyllienne ripicole, soit au niveau d'une plaine d'inondation et dans ce cas il s'agit des formations à *Mimosa sp.* ou *Hygrophylla sp.*, soit au niveau des forêts galeries sempervirentes ;
- classe 5 : forêt galerie à feuillage caduc ou semi-sempervirent moins chlorophyllienne que la classe précédente, mais à couvert arboré important ;
- classe 6 : savane arbustive peu végétalisée à faible couvert minéral (gréseux ou gravillonnaire), soit sur sol lithiques et bowé (hydromorphe) ou lithosols ;
- classe 7 : minéral accompagné de quelques touffes d'herbacées sur surface très réfléchissante (barre de grès ou placage sableux).

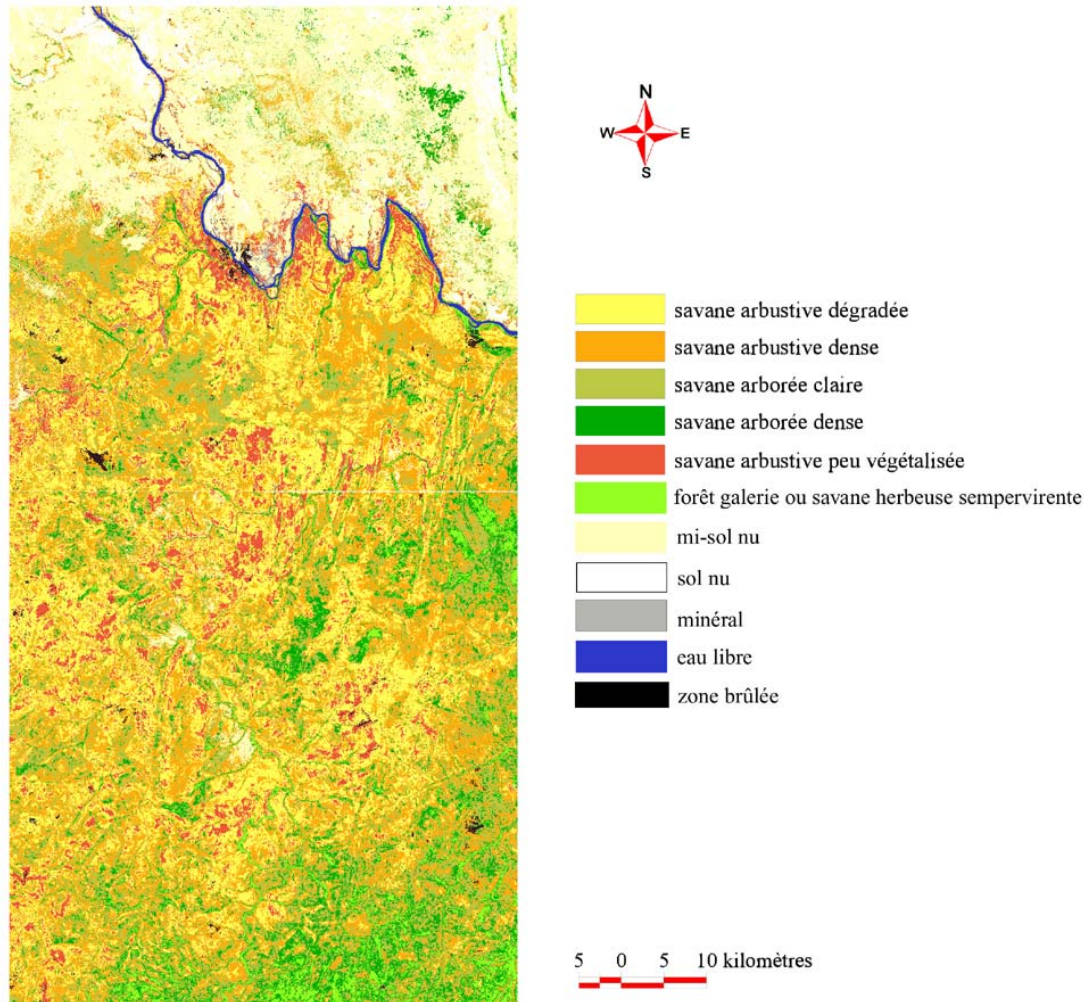
Pour la scène sud l'interprétation des classes est la suivante :

- classe 1 : savane arbustive sur glacis (sol sableux) ;
- classe 2 : savane arborée faible couvert arboré (type *Terminalia sp.*) et à forte présence de graminées pérennes (*Setaria sp.* ou *Pennisetum sp.*), située en général sur haut de glacis ou à proximité des dépressions sableuses ;
- classe 3 : savane arbustive claire sur glacis (sol sablo-argileux) ;
- classe 4 : savane arborée ou galerie à feuillage caduc sur sol profond (type dépression sableuse) au couvert arboré dense ;
- classe 5 : végétation chlorophyllienne, type forêt galerie sempervirente ou semi-sempervirente dense sur sol profond argileux.
- classe 6 : savane arbustive peu végétalisée à faible couvert minéral (gréseux ou gravillonnaire), sur sol érodé.

La cartographie finale permettant de visualiser les principales formations végétales est présentée sur la figure 61.

Figure 61. Carte des formations végétales de la zone d'étude.

Carte des formations végétales de la zone d'étude



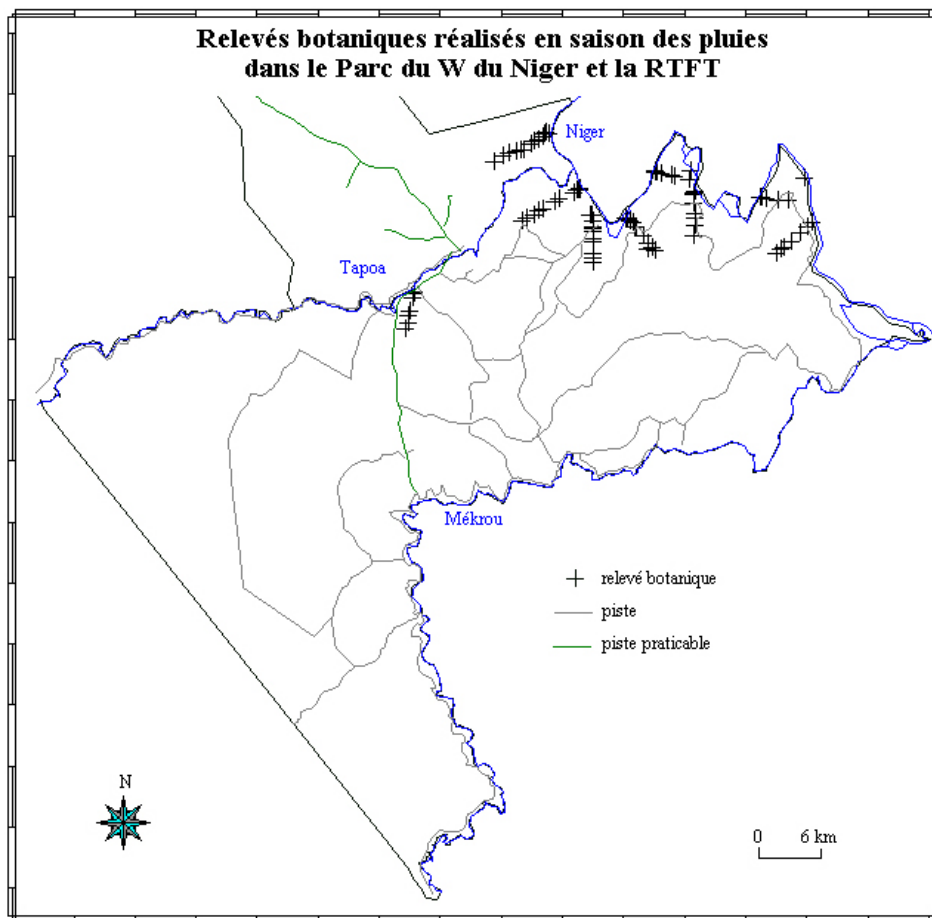
L'intérêt essentiel dans ce genre de travaux est d'associer une formation végétale à une classe issue des traitements de l'image satellite. L'interprétation d'une classe doit être orientée en fonction des besoins de la problématique. Pour notre étude, nous souhaitons mettre en relation la végétation et les besoins alimentaires des espèces de grands mammifères. Il est évident que la communauté végétale est étroitement liée aux données géomorphologiques du milieu. Or notre objectif est de savoir quelles sont les espèces dominantes ligneuses et herbacées dans chaque classe, ce qui va nous permettre de les cataloguer vis-à-vis des besoins alimentaires des espèces animales.

C'est pourquoi nous avons réalisé des relevés phytosociologiques de type Braun-Blanquet (abondance-dominance). Dans ce mode d'analyse, ce ne sont pas les espèces rares qui permettent de cataloguer une parcelle. Il ne s'agit donc pas d'effectuer des relevés exhaustifs de la flore. C'est plutôt l'abondance et la dominance d'une ou plusieurs espèces qui nous intéressent, que ce soit au niveau de la strate herbacée ou ligneuse. Nous avons également précisé à chaque fois, l'importance de la couronne foliaire et la part de minéral sur chaque relevé afin de faciliter la relation entre la radiométrie et la spécificité du milieu.

Les relevés ont été réalisés en saison des pluies ce qui comporte un avantage et un inconvénient :

- l'avantage réside dans une reconnaissance plus aisée de la flore, sachant que la communauté végétale **dominante** présente en saison des pluies sera la même⁵³ en saison sèche, dans un état certes différent. Nous pourrions donc extrapoler les résultats obtenus en saison des pluies pour la saison sèche. En considérant les caractéristiques végétales (cycle saisonnier) comme connues, nous pourrions non seulement évaluer le potentiel nutritif en saison des pluies, lorsque l'animal est affranchi de la contrainte hydrique, mais aussi en saison sèche.
- L'inconvénient demeure dans les moyens limités de déplacements durant cette saison. Nous avons pu circuler uniquement en pirogue le long du fleuve et à pied à proximité du camp de la Tapoa. Les relevés botaniques sont mis en évidence sur la figure 62.

Figure 62. Relevés botaniques réalisés en saison des pluies dans le Parc du W du Niger et la RTFT.



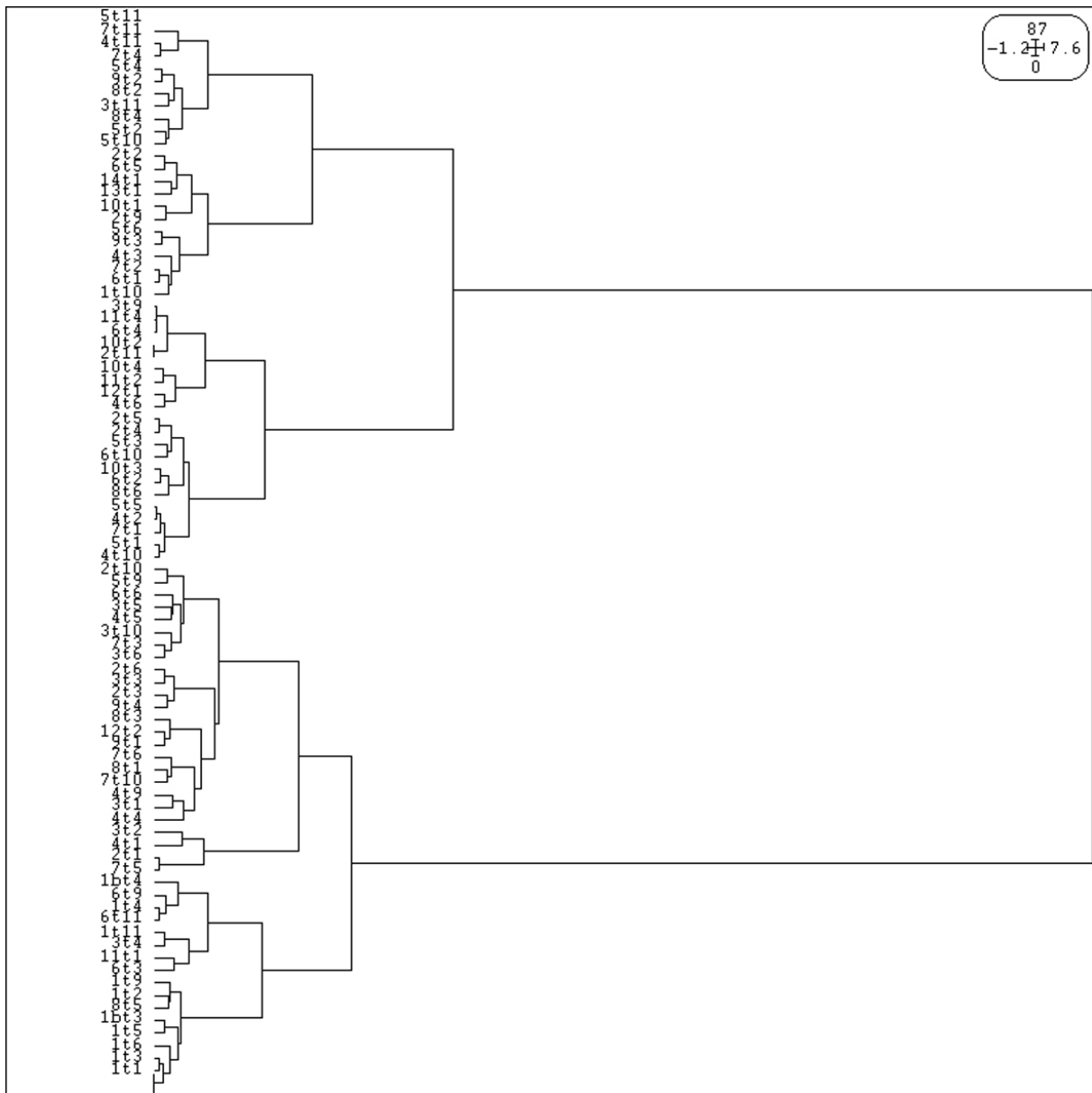
Les relevés sont disposés le long de transects préalablement déterminés sur l'image satellite. Ils ont tous été réalisés de manière pédestre, ce qui évidemment a limité le champ d'investigation. Les transects ont une longueur comprise entre 5 et 13 km (à vol d'oiseau), et les relevés eurent lieu à chaque changement de paysage.

Nous avons dans un premier temps voulu simplifier l'information contenue dans l'ensemble des relevés. Nous avons donc procédé à une classification ascendante hiérarchique (cf. figure 63), des 85 relevés, où les espèces végétales et certaines données du milieu comme le substrat

⁵³ Sauf si l'espèce dominante est pour la strate herbacée une graminée pérenne ayant un développement aérien limité dans le temps ou une annuelle dont le cycle végétatif est court.

(cuirasse, grès et dépressions), le sol (argile, sable), le pourcentage de sol nu et de pierres constituent les variables (69 en tout).

Figure 63. Classification ascendante hiérarchique des relevés botaniques.



La meilleure partition s'avère être en sept classes. Nous avons analysé la contribution des variables à l'élaboration des classes, afin de voir les caractéristiques de ces dernières.

La classe 1 regroupe 17 relevés botaniques⁵⁴ caractérisés par des formations végétales pouvant être très chlorophylliennes situées dans des dépressions argileuses. Au niveau des essences on retrouve pour la strate arborée des arbres à grande couronne comme le *Celtis integrifolia*, *Diospyros mespiliformis*, *Cola Laurifolia* ou le *Tamarindus indica* typiques des savanes arborées denses. Des espèces plus ripicoles, comme le *Mitragyna inermis*, *Borassus aethiopum* sont également présentes ainsi que les arbustes régulièrement associés à ces dernières, l'*Acacia ataxacantha* et *Acacia erythrocalyx*. Pour les herbacées, on retrouve des

⁵⁴ Définitions des abréviations : 1t1 = 1^{er} relevé du transect 2, 3t4 = 3^{ème} relevé du transect 4, etc.

espèces sciaphiles comme *Panicum laetum* ou ripicoles comme *Andropogon tectorium*. Cette classe s'explique également par l'absence de combretacées et de *Loudetia togoensis*.

Ces formations sont donc parfaites pour accueillir des espèces animales telles que les vervets, les éléphants ou les guibs harnaché voire les cynocéphales, si l'on se base sur un document de Poilecot *et al.* (1991) indiquant les espèces végétales consommées par les animaux dans le Parc de la Comoé en Côte d'Ivoire.

La classe 2, regroupant seulement 4 relevés, caractérise la savane arbustive pierreuse des collines de grès souvent accolée au fleuve Niger. On y retrouve des espèces évoluant en tandem telles que *Lanea acida* / *Combretum glutinosum* pour les ligneux et *Andropogon gayanus* / *Monechma ciliatum* pour les herbacées.

La classe 3 (20 relevés) est significative de la savane arborée à *Terminalia avicennioides* des dépressions sableuses. Chez les ligneux, *Sclerocarya birrea*, *Pterocarpus erinaceus* et *Combretum nigricans* sont également caractéristiques, tout comme *Setaria anceps*, *Sida alba* (sciaphile) et *Pennisetum pedicellatum* pour les herbacées.

Cette dernière espèce est considérée (Devineau et Fournier, 1998) comme un bon fourrage à forte teneur azotée en saison des pluies. On peut s'attendre à retrouver des buffles, des éléphants et un grand nombre d'antilopes, telles que l'hippopotame, l'ourébi et le bubale, dans ce type de formation végétale en saison des pluies et en saison sèche.

La classe 4 (12 relevés) correspond à la savane arbustive sur bancs de grès où l'association *Combretum glutinosum* / *Loudetia togoensis* est de rigueur. L'annuelle *Tephrosia linearis* contribue également à expliquer cette classe.

La communauté végétale représentative de cette classe n'est pas propice à la présence continue des espèces de grands mammifères. Seuls les buffles peuvent éventuellement se nourrir en saison des pluies, puisque l'annuelle dominante *Loudetia togoensis* est considérée comme un excellent fourrage, (Devineau et Fournier, 1998).

La classe 5 (13 relevés) caractérise une savane arbustive dégradée sur glacis à forte majorité de *diheteropogon hagerupii*. On y retrouve d'autres herbacées significatives des sols peu évolués comme *Tephrosia linearis* et *Zornia glochydiata*. L'arbuste dominant est encore le *Combretum glutinosum*. Cette classe offre peu de perspective alimentaire pour l'essentiel des grands mammifères, hormis le phacochère. Encore une fois, les buffles peuvent s'en accommoder si on considère que l'annuelle dominante fait office de fourrage correct (Devineau et Fournier, 1998).

La classe 6 (9 relevés) est significative de la savane herbeuse sur bowé, largement dominée par *Loudetia togoensis* chez les herbacées ainsi que une espèce rase *Michrocloa indica*, caractérisant un sol hydromorphe. L'arbuste *Guiera senegalensis* est l'un des rares à pouvoir évoluer sur ce type de sol (lithique), et ce sont ces particularités qui font de lui une espèce pionnière en cas de dégradation importante par le feu notamment. Cette formation végétale peut convenir aux buffles et aux bubales uniquement en saison des pluies, sachant que la *Loudetia togoensis* est une espèce quasiment pas consommée en saison sèche.

Enfin, la classe 7 regroupant 10 relevés, caractérise la savane arbustive dense sur glacis argilo-sableux à *Combretum nigricans*. Pour les arbustes, on retrouve aussi *Combretum*

micranthum, *Acacia macrostachya* et *Detarium microcarpum* formant des fourrés parfois très denses. Les herbacées les plus significatives de cette classe sont *Borreria radiata*, *Lepidagathis anobrya*, *Digitaria ciliaris* et *Alyzicarpus ovalifolus*.

Cette formation convient parfaitement aux céphalophes de Grimm et à des ongulés comme l'hippotrague, l'éléphant et le phacochère dont le régime est relativement souple.

L'ensemble de l'information botanique ayant été résumé à travers cette classification ascendante hiérarchique. Nous avons tenté de la mettre en relation avec un résumé également des données radiométriques inhérentes à ces mêmes relevés.

Chacun des relevés correspond à une parcelle de 800 m² (40m x 20m), soit 2 pixels d'une scène SPOT⁵⁵ *multispectral*. Nous avons donc noté la valeur moyenne de ces 2 pixels pour 4 fenêtres de longueurs d'ondes différentes correspondant respectivement aux 4 canaux Spot soit XS1 (0,50 – 0,59 µm), XS2 (0,61 – 0,68 µm), XS3 (0,79 – 0,89 µm) et XS4 (1,55 – 1,75 µm). Les valeurs moyennes de l'indice de végétation NDVI, et de l'indice de brillance IB ont également été pris en compte. Nous pensons que ces deux néo-canaux⁵⁶ sont susceptibles d'être caractéristiques de la communauté végétale à travers le NDVI et du substrat à travers l'IB.

Afin de résumer l'ensemble de l'information, nous avons procédé au même traitement que précédemment, à savoir une classification ascendante hiérarchique ou CAH sur les 4 canaux et les 2 néo-canaux, assimilés comme étant 6 variables distinctes, même si les deux néo-canaux sont directement issus de traitements mathématiques à partir des canaux XS2 et XS3.

Le résultat de la CAH est présenté sur la figure 64.

Nous avons partitionné les données en sept classes, afin de les comparer avec celles obtenues à partir des données botaniques.

Voici les classes obtenues à partir des données mésologiques (les numéros correspondent aux différents relevés, 85 en tout) :

1: 1, 11, 15, 27, 28, 33, 38, 39, 41, 50, 56, 57, 58, 66, 71, 79, 84,

2: 2, 4, 17, 42,

3: 8, 9, 26, 29, 30, 34, 35, 47, 52, 53, 59, 60, 63, 64, 69, 70, 73, 74, 75, 78,

4: 5, 7, 18, 20, 36, 37, 40, 51, 54, 61, 65, 77,

5: 3, 6, 10, 13, 14, 16, 21, 31, 32, 55, 62, 67, 76,

6: 12, 24, 25, 44, 48, 49, 68, 72, 80,

7: 19, 22, 23, 43, 45, 46, 81, 82, 83, 85.

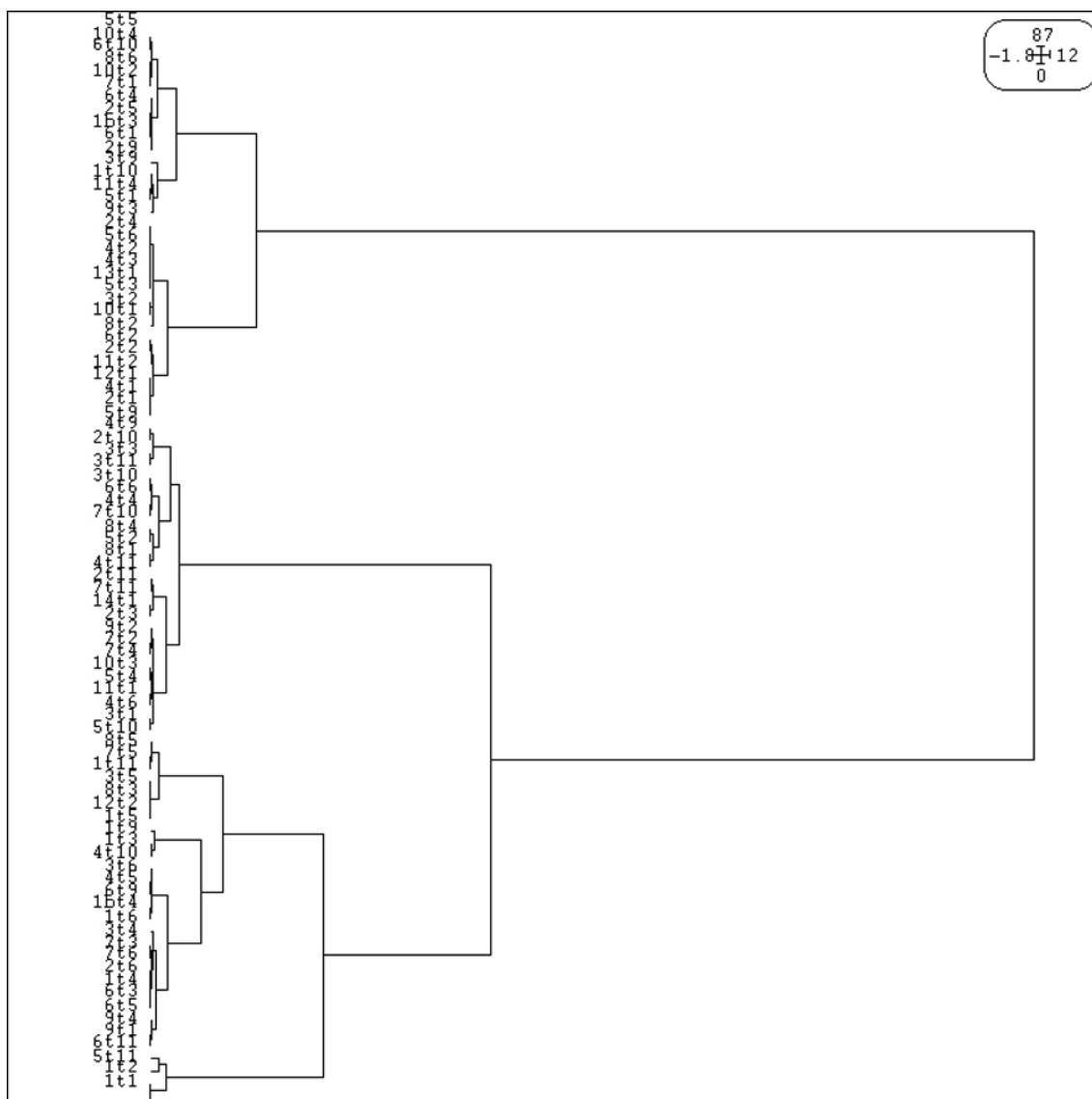
⁵⁵ Scène SPOT en mode *multispectral* prise le 10/09/1999, durant la saison des pluies.

⁵⁶ L'indice de végétation et l'indice de brillance ont été calculés de la manière suivante

$$\text{NDVI} = (\text{XS3} - \text{XS2}) / (\text{XS3} + \text{XS2}) ;$$

$$\text{IB} = \sqrt{(\text{XS2}^2 + \text{XS3}^2)} .$$

Figure 64. Classification ascendante hiérarchique sur les valeurs radiométriques des relevés botaniques.



Et voilà les classes obtenues à partir des variables radiométriques

1: 1, 15, 83, 84,

2: 2, 4, 10, 12, 13, 16, 17, 18, 20, 22, 25, 31, 32, 36, 40, 62,

3: 3, 8, 11, 14, 19, 21, 23, 29, 30, 37, 42, 43, 45, 46, 61, 63, 69, 70, 73, 74, 78, 80, 81, 82, 85,

4: 5, 6, 7, 24, 28, 44, 48, 49, 51, 54, 65, 67, 68, 72, 77,

5: 9, 33, 34, 38, 39, 41, 47, 53, 55, 58, 59, 60, 64, 71, 75,

6: 26, 35, 52, 56, 57, 76, 79,

7: 27, 50, 66.

Le constat est éloquent, les classes sont véritablement différentes. Même si on retrouve des associations entre les deux types de résultats ; par exemple les individus situés dans la classe "botanique" 1 sont placés dans les classes "radiométriques" 1 et 7.

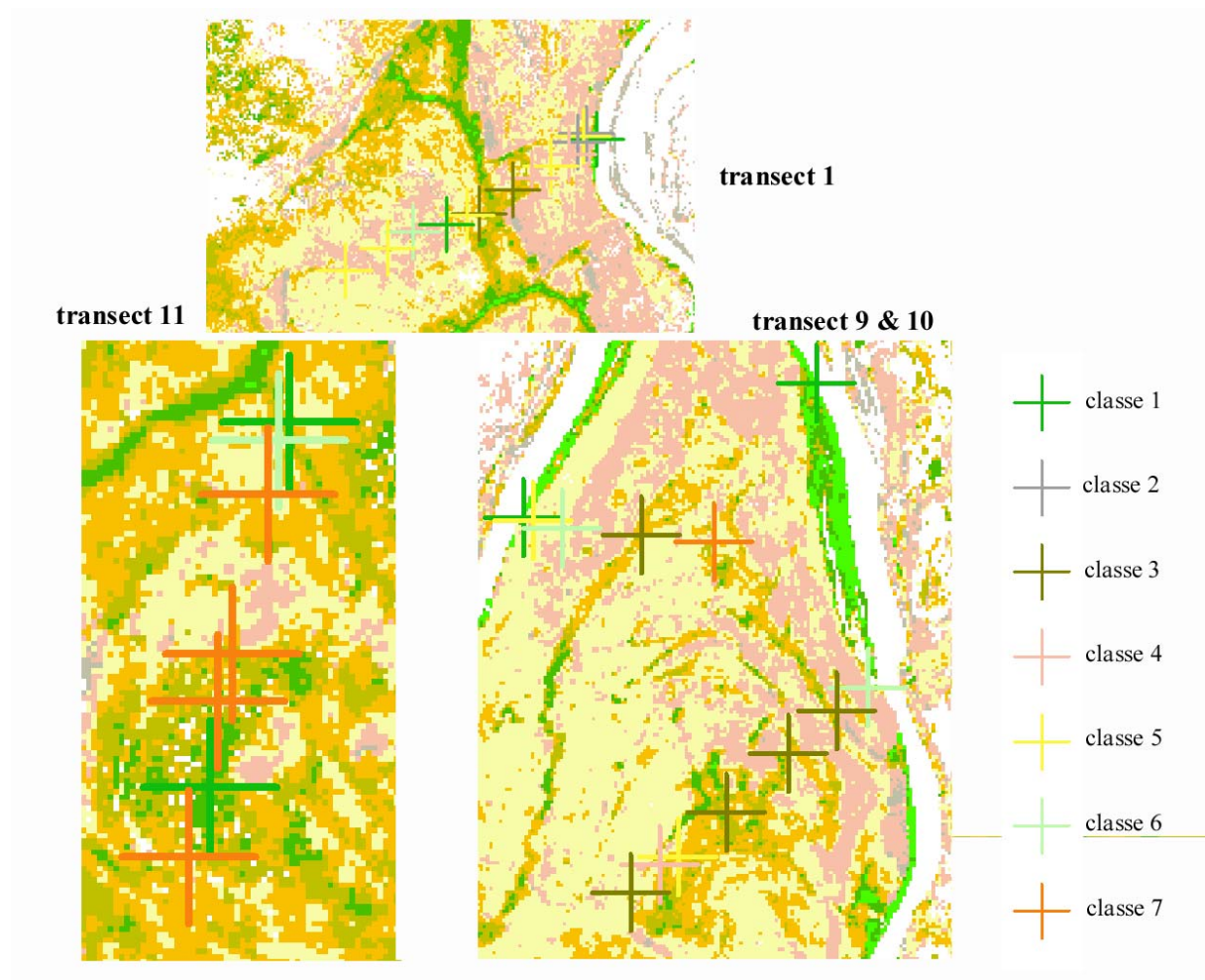
La relation entre les valeurs radiométriques et certaines données écologiques (substrat, sol et végétation) n'est pas exploitable, ce qui prouve qu'on atteint ici les limites entre la télédétection et la phytosociologie.

La difficulté est de différencier les différentes communautés végétales à partir de données satellitales en saison des pluies, car le sol est quasiment entièrement recouvert de biomasse. Ce constat est en général souvent effectué en Afrique soudanienne. En effet, Puyravaud (1989) note que la meilleure période pour acquérir des images (sans nuages) et différencier la végétation est en saison sèche .

Nous avons donc voulu confronter la classification de l'image satellite en saison sèche (sept classes pour la partie nord du Parc), issue des différents traitements précédemment explicités, avec la classification des relevés botaniques (sept classes).

Le résultat est présenté sous forme cartographique sur la figure 65.

Figure 65. Localisation des relevés botaniques classés sur les transects 1, 9, 10 et 11.



Il s'avère que les classes des relevés botaniques présentent une coïncidence avec les classes de la carte des formations végétales en saison sèche.

La correspondance entre les deux classifications est présentée sur le tableau 14.

Tableau 14. Matrice de confusion des classes botaniques et radiométriques.

		données radiométriques								
données botaniques	classes	1	2	3	4	5	6	7	total	
	1			1	9	7				17
	2						4			4
	3		2	18						20
	4	2					10			12
	5	11					1	1		13
	6	9								9
	7		8	2						10

Sur les sept classes représentant sept communautés végétales différentes, six peuvent clairement être associées à une classe radiométrique. La classe "botanique" 1 est la seule qui se retrouve répartie entre les classes "radiométriques" 4 et 5.

On notera que la classe "botanique" 1 englobant la végétation chlorophyllienne type forêt galerie sempervirente ou la savane arborée dense semi-sempervirente se retrouve logiquement partagée entre les classes "radiométriques" 4 et 5 interprétées comme les deux formations citées.

On a donc une réelle cohérence entre les relevés botaniques et la carte de la végétation en saison sèche issue des données satellitales avec toutefois dans certains cas un manque de précision. Celui-ci est dû au fait que la CAH, permettant de résumer l'information contenue dans les relevés botaniques, n'est pas axée sur l'aspect chlorophyllien, contrairement au traitement des images satellites. Inversement, ce traitement ne prend pas en compte la structure spatiale verticale des différentes strates. On peut retrouver dans une même classe des formations certes très chlorophylliennes mais fondamentalement différentes au niveau de leur composition spécifique, comme une savane herbeuse ripicole à *Hygrophylla senegalensis* ou une forêt galerie à *Cola laurifolia*.

Nous avons tout au long de ce chapitre mis en évidence les données et les outils qui vont nous permettre de caractériser la distribution mammalienne. Après avoir passé en revue les différentes techniques utilisées pour collecter les informations sur la faune, notamment à travers les techniques de recensement, nous avons exposé les données dont nous disposons qui forment la bibliothèque d'informations du SIG. Celui-ci peut servir à mettre en relation les données géoréférencées de présence animale avec les habitats caractéristiques des espèces de grands mammifères. Le choix de l'habitat répond à un besoin alimentaire mais aussi éthologique. Il a donc fallu au préalable analyser les besoins de ces espèces en essayant de comprendre la manière dont chacune exploite les ressources alimentaires et hydriques. Une fois le mode d'exploitation connu, nous avons vu comment localiser la ressource hydrique et les habitats associés à la ressource alimentaire, notamment par télédétection.

En effet, nous nous sommes efforcés de mettre en avant la teneur en chlorophylle et la composition floristique des différentes formations végétales de la zone d'étude. L'association de ces deux éléments nous renseigne sur les potentialités d'un milieu vis-à-vis des exigences d'une espèce.

6) Résultats et discussions.

La méthode du transect linéaire développée dans le logiciel *Distance* sera développée dans ce chapitre afin d'obtenir des estimations d'effectifs de populations des grands mammifères de la zone d'étude. On analysera également les informations récoltées en point fixes nous permettant de mieux comprendre l'agencement spatial des grands mammifères vis-à-vis de la ressource hydrique. L'ensemble de ces résultats étant géoréférencé, on pourra appliquer la méthode SAGEDOC afin de caractériser la distribution et les densités de population potentielles des grands mammifères en saison sèche.

On constatera que la méthode SAGEDOC repose en partie sur le type de distribution observé à partir des données en transect linéaire et sur l'unité spatiale d'analyse. Celle-ci tient compte de plusieurs facteurs, tels que la mobilité de l'espèce, ses affinités écologiques, son hydro-dépendance. Le facteur anthropique à travers ses activités illégales, telles que le braconnage ou le pâturage au sein de l'aire protégée, est également intégré pour déterminer la densité des populations de grands mammifères.

La distribution de certains mammifères en saison sèche sera par conséquent connue et nous verrons quels sont les moyens à mettre en œuvre pour les espèces dont la répartition n'a pas pu être déterminée.

6.1) Résultats des comptages en transect linéaire depuis 1988.

6.1.1) Traitements des données du transect linéaire.

Pour calculer l'estimation des effectifs de population des grands mammifères, nous avons utilisé le logiciel "Distance"⁵⁷.

L'une des caractéristiques de la méthode du transect linéaire porte sur les choix de l'estimateur, des objets à détecter et des distances à considérées. Concernant ces dernières, nous avons stipulé que les mesures devaient être précises afin de ne pas biaiser les probabilités de détection. Or, lors des comptages réalisés uniquement par les volontaires du Corps de la Paix, les mesures semblent fortement entachées d'erreurs qui n'ont pas été estimées systématiquement par la suite. Pour palier à cet inconvénient, qui contribue au non-respect des hypothèses de départ, on peut décider de considérer des classes de distance et non pas les distances brutes relevées. Aussi, l'analyse n'est pas réalisée sur les distances exactes mais à partir de regroupement des données en intervalles de "distances perpendiculaires". Il est nécessaire d'avoir un découpage assez fin afin d'observer les hétérogénéités possibles. Le découpage se fait en créant x intervalles de distances de largeur identique jusqu'à la distance maximale d'observation. Deux points doivent être considérés lors de la détermination des intervalles de distances :

- si le nombre d'intervalles est trop important, certains intervalles peuvent être vides, ce qu'il faut éviter dans la mesure du possible ;
- il ne faut pas trop regrouper les données pour ne pas perdre une information précise pour l'estimation des effectifs de population.

Selon nous, un découpage minimal en trois classes doit être utilisé en dernier recours, au cas où les autres découpages ne permettraient pas un ajustement satisfaisant.

⁵⁷ Ce logiciel a été développé par des chercheurs (Thomas L., Buckland S.T., Burnham K.P., *et al.*) de l'Université de St Andrews en Ecosse.

Le regroupement est aussi un moyen d'éprouver la robustesse d'un estimateur. Le mode de regroupement a de l'influence sur la forme (cf. figure 66) de la fonction de détection et peut donc affecter l'estimation de la densité (Hayes et Buckland, 1983 ; Fuvel, 1998). La forme de la fonction de détection n'est pas sans signification car elle va définir l'existence et l'emplacement de l'épaulement, « *shoulder* ». Cet épaulement correspond à la distance jusqu'à laquelle la probabilité de détection est forte.

Certains modèles sont plus ou moins appropriés à un petit épaulement (chute rapide et régulière des observations en fonction de la distance) ou au contraire à un grand épaulement.

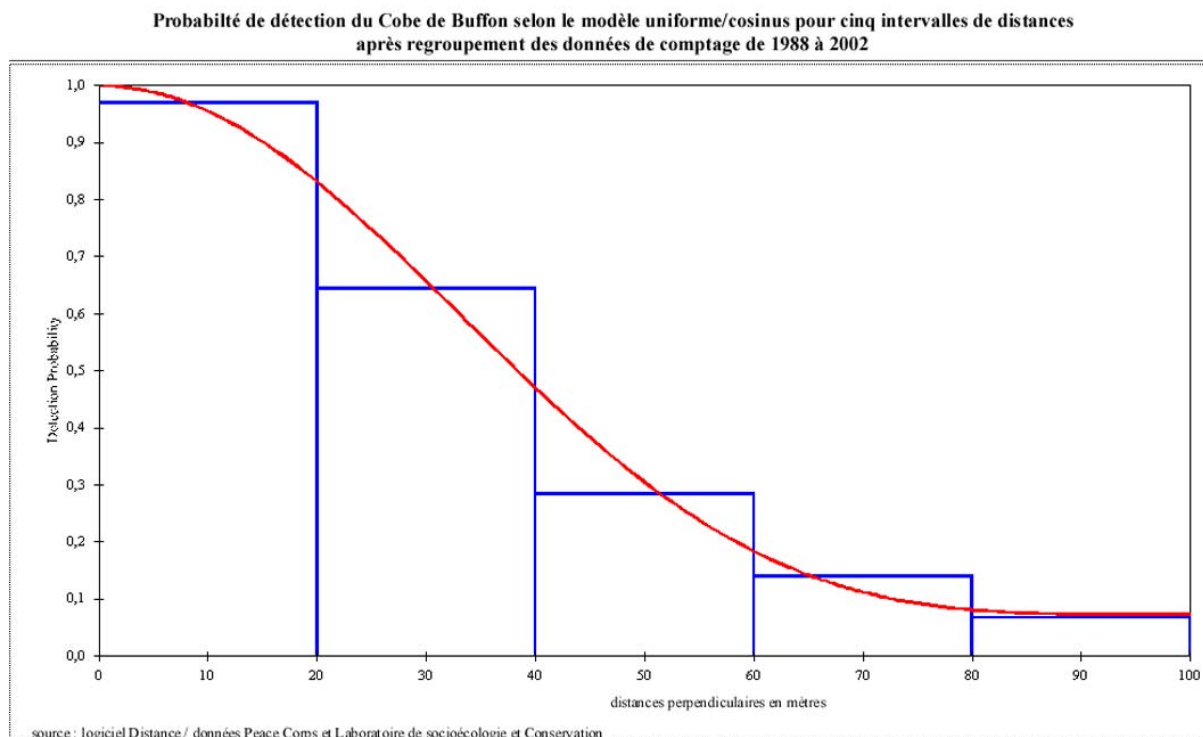
Le choix de l'unité d'analyse est très important, les objets détectés peuvent correspondre à des individus ou à des groupes d'individus, selon la structure sociale de l'animal recensé. Vis-à-vis de la 3^{ème} hypothèse, le fait de considérer un individu comme étant un groupe composé d'un seul individu est moins gênant que de considérer deux individus distants de quelques mètres comme étant deux événements indépendants. En effet, la présence de deux individus faisant parti du même groupe ne pas être considéré comme deux événements indépendants.

Dans la plupart des cas (pour toutes les espèces sauf le patas) c'est la taille moyenne observée du groupe qui est utilisée pour le calcul des densités (cf. annexe 3). En revanche, le principal inconvénient de ce choix est la réduction importante du nombre d'observations (sauf dans le cas d'une espèce solitaire). Or Buckland *et al.* (1993) préconisent d'utiliser au moins 60 observations pour une efficacité optimale dans l'estimation globale et dans le choix des estimateurs.

Les estimateurs sont des modèles composés d'une fonction clé et d'une fonction d'ajustement (cf. annexe 3).

Les modèles sont choisis en fonction de leur robustesse, celle-ci étant déterminée par leur capacité à s'ajuster à la distribution effective des données. Le modèle est dit flexible s'il peut s'ajuster aux différentes formes de données. Une propriété parallèle à celle-ci est la robustesse du regroupement des données (« *pooling robustness* »). Si la densité estimée à partir des données séparées selon des variables influençant la détection (observateurs, strates) est égale à la densité estimée avec des données sans séparation, alors le modèle est dit robuste vis-à-vis du regroupement.

Figure 66. Probabilité de détection du Cobe de Buffon selon le modèle uniforme/cosinus pour cinq intervalles de distances après regroupement des données de comptage de 1988 à 2002.



Pour certaines espèces de faune, telles que le lion, le chacal à flancs rayés, le bubale, le damalisque, on ne possède pas assez de données, quelle que soit l'année, permettant de réaliser une estimation des effectifs de population.

Pour le guib harnaché ou le céphalophe de Grimm, les données récoltées lors des recensements en véhicule entre 1988 et 2002 sont certaines années insuffisantes (inférieures à 60 observations). C'est pourquoi, afin de tenir compte des remarques de Buckland *et al.* (1993) quant à la fiabilité dans le choix des estimateurs, nous avons procédé à un regroupement des données de 1988 à 2002 pour ces espèces et également pour les espèces dont le nombre d'observations annuelles était suffisant, dans un souci d'harmonisation de la méthode. Le choix des modèles, détaillés dans l'annexe 3, a donc été établi sur l'ensemble des observations entre 1988 et 2002. Le fait de regrouper les données, nous assure un nombre important d'observations qui ne vient pas perturber la sélection quant à la capacité des modèles à suivre l'ensemble des données. Ainsi nous avons testé selon les conseils de Buckland *et al.* (1993), quatre modèles différents pour cinq intervalles de distances, 3-5-7-10-12 classes de distances perpendiculaires.

Il est important de préciser que des distances de plus de 100 mètres sont rares. Les observations au-delà de 100 mètres correspondent souvent à des cynocéphales perchés dans les arbres ou à de grandes antilopes comme l'hippotrague parfois présentes dans la savane herbeuse du Parc du W du Niger.

Les modèles testés sont les suivants :

- uniforme / cosinus,
- uniforme / polynôme simple,
- semi-normal / polynôme de l'Hermite,
- taux aléatoire / cosinus (cf. annexe 3).

Pour sélectionner le meilleur estimateur de densité, nous n'avons pas cherché à confronter les modèles entre eux, mais plutôt à évaluer selon des critères précis la capacité intrinsèque d'estimation de chaque modèle en fonction des données traitées.

Les critères de sélection des modèles reposent sur 3 paramètres⁵⁸ :

- l'AIC, où le Critère d'Information d'Akaike, qui quantifie de façon objective la capacité naturelle d'un modèle en éprouvant la vraisemblance entre la distribution observée $g(x)$ et la distribution théorique $f(x)$ (Fuvel, 1998).
- Le chi-p ou test du χ^2 , appelé en fait *gof* « goodness of fit » ou ajustement, qui permet de contrôler la pertinence des différents regroupements en intervalle de distance.
- Le coefficient de variation de la densité.

Un modèle ayant à la fois un AIC et un coefficient de variation faible, ainsi qu'un chi-p élevé (> 0,25) sera choisi et préférentiellement pour un découpage des intervalles de distances perpendiculaires important.

Cette méthode d'estimation à partir des données récoltées en transect linéaire a pu être réalisé sur huit espèces de grands mammifères⁵⁹ : le patas, le cynocéphale, le phacochère, le céphalophe, l'ourébi, le guib harnaché, le cobe de Buffon et l'hippotrague.

Le modèle "uniforme / cosinus" est celui qui de toute évidence présente la plus grande fiabilité vis-à-vis d'un grand nombre de données, puisque nous l'avons choisi pour le patas, le phacochère, l'hippotrague, le céphalophe de Grimm et le cobe de Buffon.

Pour le cynocéphale, l'ourébi et le guib harnaché c'est le modèle "semi-normal / polynôme de l'Hermite" que nous avons sélectionné. Lorsque les données présentent une décroissance régulière des observations selon la distance perpendiculaire, les deux modèles sont très proches l'un de l'autre, mais le semi-normal semble être le mieux approprié à ce type de configuration. Le modèle uniforme / cosinus permet un peu plus de souplesse en s'ajustant mieux à un jeu de données décroissant de manière aléatoire.

Le découpage retenu se fait pour l'ensemble des espèces en 5 intervalles, excepté pour le guib harnaché dont les talents de camouflage dans un milieu très dense ne permettent pas une visibilité souvent supérieure à 30 mètres. Ainsi seuls 3 intervalles ont pu être retenu pour le guib, dont le nombre d'observations, parmi les 8 espèces, est le plus faible et dont les mesures de distances sont les plus approximatives, en raison des affinités écologiques pour les milieux denses donc difficiles à pénétrer.

Pour ces huit espèces nous avons réalisé des graphes permettant d'évaluer l'évolution des effectifs durant ces quatorze années (de 1988 à 2002). Cette évolution est matérialisée par une courbe juxtaposée aux estimations moyennes. Pour chaque année nous avons précisé l'estimation moyenne calculée à partir des modèles cités précédemment et les estimations basses et hautes relevant du coefficient de variation.

⁵⁸ D'autres auteurs (Fuvel, 1998 ; Baudriller, 2000) préconisent d'utiliser 4 paramètres comme critères de sélection : les trois cités dans le texte et la probabilité de détection (cf. annexe 3).

⁵⁹ Les données récoltées pour les espèces suivantes ne sont pas assez nombreuses pour appliquer cette méthode : le vervet, le céphalophe à flancs roux, la gazelle à front roux, le redunca, le cobe defassa, le bubale, le damalisque, le buffle, l'éléphant, la mangouste ichneumon, le chat sauvage africain, le porc-épic, la civette, la genette commune, le chacal commun, le chacal à flancs rayés, le guépard, la hyène tachetée et le lion.

6.1.2) Résultats.

Avant de détailler la tendance évolutive de chacune des espèces, nous avons cherché à examiner si les comptages de certaines années, présentant des résultats médiocres dans l'estimation (chi-p faible, coefficient de variation élevé, ou effectif estimé aberrant), étaient le reflet d'anomalies dues au recensement ou à des caractéristiques écologiques (pluviométrie particulière de l'année précédente, par exemple).

Pour quasiment l'ensemble des espèces, une année voire deux possèdent des résultats surprenants ; il s'agit de 1989 et 1997. Pour les huit espèces, une de ces deux années ou parfois les deux pour le cobe de Buffon (cf. figure 67), l'hippotrague (cf. figure 68), le patas (cf. figure 70) et le cynocéphale (cf. figure 69), constituent des pics dans l'estimation des effectifs avec des coefficients de variation très élevés. On remarquera que les résultats les plus significatifs concernent des mammifères dont la structure sociale est basée sur le groupe, ce qui a tendance à accentuer les effets atypiques quant à l'estimation des effectifs.

Figure 67. Evolution des effectifs estimés de population de cobe de Buffon dans le Parc du W.

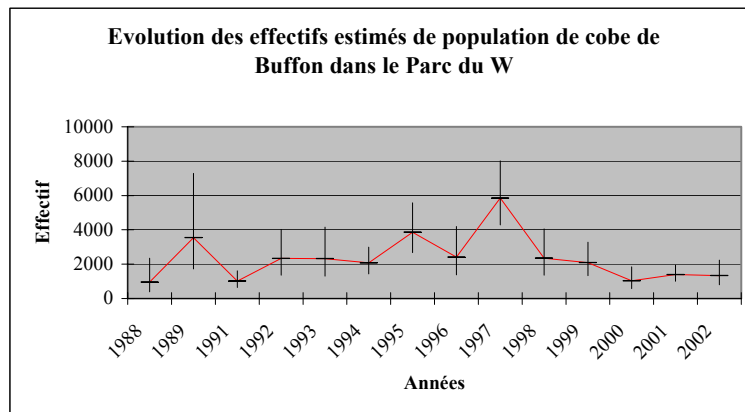


Figure 68. Evolution des effectifs estimés de population d'hippotrague dans le Parc du W.

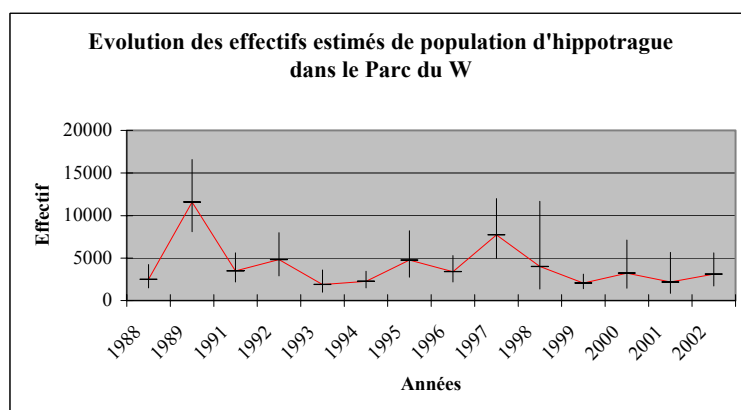


Figure 69. Evolution des effectifs estimés de population de cynocéphale dans le Parc du W.

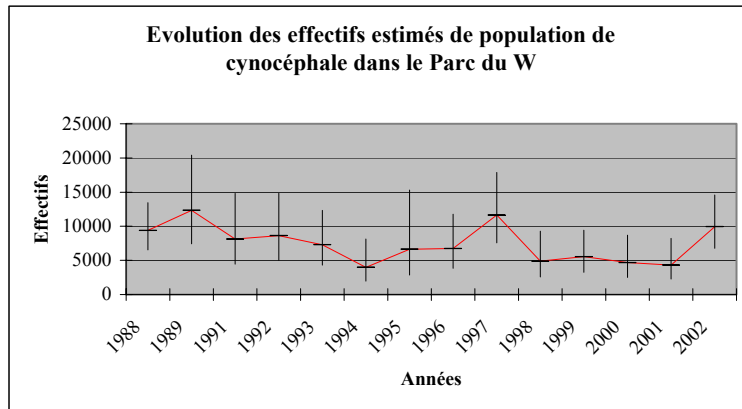


Figure 70. Evolution des effectifs estimés de population de patas dans le Parc du W.

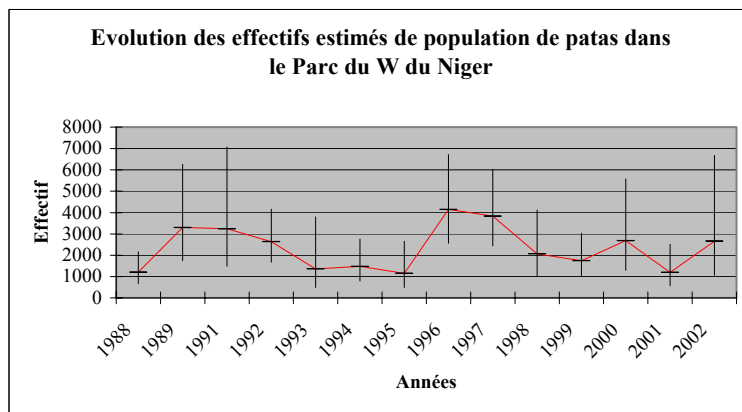


Figure 71. Evolution des effectifs estimés de population d'ourébi dans le Parc du W.

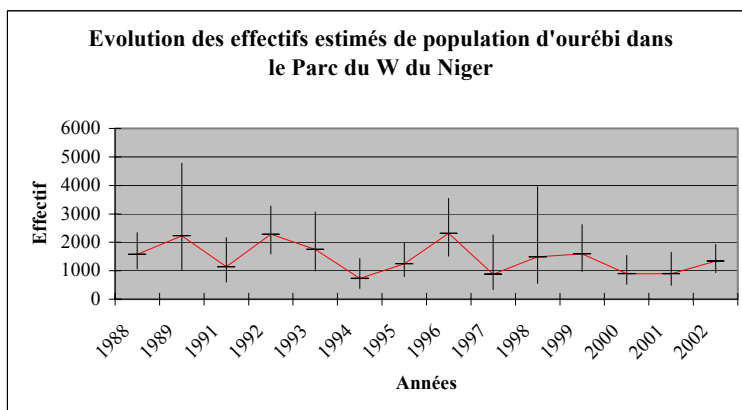


Figure 72. Evolution des effectifs estimés de population de guib harnaché dans le Parc du W.

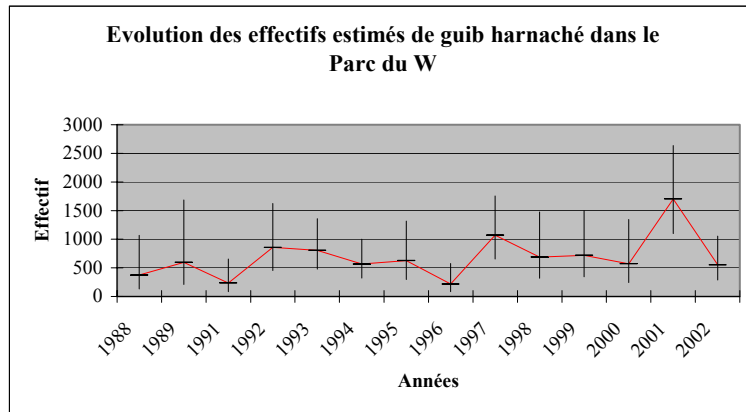


Figure 73. Evolution des effectifs estimés de population de céphalophe de Grimm dans le Parc du W.

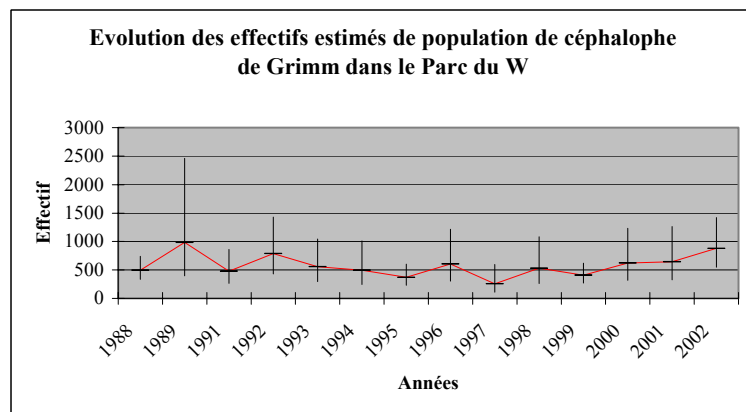
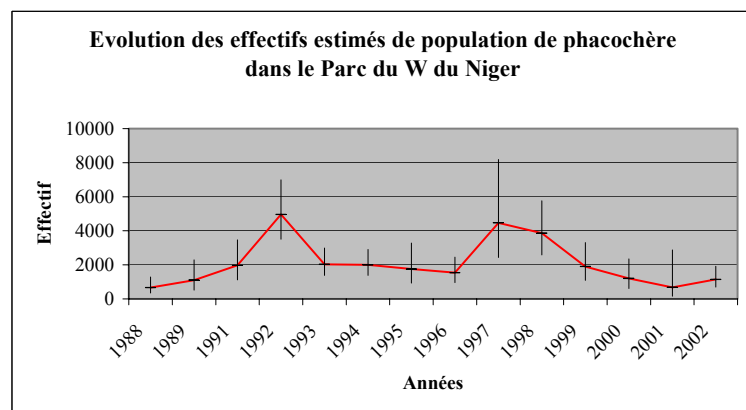


Figure 74. Evolution des effectifs estimés de population de phacochère dans le Parc du W du Niger.



Les irrégularités observées durant l'année 1989 sont dues à des valeurs de distances très faibles lors du recensement. En effet, la distance maximum relevée durant les quatre comptages pour l'ensemble des espèces est de 50 mètres. Ceci a tendance à surestimer les effectifs de population surtout lorsqu'il s'agit de groupes. On pourrait penser que ces petites distances d'observations sont dues à la particularité du milieu. Si cette année les recensements ont été réalisés sans que les feux d'aménagements aient eu lieu, cela aurait eu un effet sur les distances d'observation mais aussi sur le nombre d'observations.

Or en 1989, on a eu autant d'observations qu'en 1988 (cf. tableau 15), et les distances prises en 1988 sont largement supérieures à 50 mètres. C'est donc bien au niveau des relevés de distances que le problème réside et qui n'a pas pu être pallié malgré le fait de considérer des intervalles de distances plutôt que les distances initiales.

Cet aspect souligne l'importance du rôle des observateurs quant à la pertinence dans le calcul des estimations de population.

Tableau 15. Synthèse des observations en transect linéaire de 1988 à 2002.

années	nombre d'observations				Total
	comptage n°1	comptage n°2	comptage n°3	comptage n°4	
1988	58	64	69	68	259
1989	55	68	62	69	254
1991	49	52	63	53	217
1992	80	118	114	96	408
1993	70	75	78	81	304
1994	72	80	90	71	313
1995	75	76	81	67	299
1996	68	84	85	77	314
1997	96	91	101	84	372
1998	83	98	0	0	181
1999	92	83	86	59	320
2000	33	51	40	48	172
2001	51	44	65	62	222
2002	78	91	67	71	307
Total	960	1075	1001	906	3942

Quant à l'année 1997, elle est marquée par un nombre important d'observations (tout comme l'année 1992), on peut se demander si les effectifs estimés importants ne sont pas révélateurs d'une taille de groupe importante. Nous avons réalisé des tests de *student* sur les données de comptage des hippotragues, des cynocéphales, des patas et des cobes de Buffon, en comparant la taille des groupes de l'année 1997 à l'ensemble des autres années. Aucun test n'est significatif. Pour les patas et les cobes de Buffon, les observations ont été très nombreuses cette année là, et pour les hippotragues c'est le nombre d'observations dans le 1^{er} intervalle de distance qui est élevé.

D'une manière générale, on peut dire que les estimations proposées par le logiciel *Distance* semblent tendre vers une surestimation des effectifs. Cette surestimation est selon nous inhérente aux paramètres d'ajustement développé dans ce logiciel. En effet, on peut présumer que les modèles permettant d'estimer les effectifs de population ont été ajustés à partir de données récoltées dans les parcs de l'Afrique orientale, tels que le parc du Serengeti. Or la visibilité est nettement plus grande dans ce type de milieu, il n'est donc pas rare d'avoir des distances d'observation supérieures à 100 mètres. Etant donné que tout le modèle repose sur les distances d'observation de part et d'autre du transect linéaire, le fait d'avoir une visibilité réduite dans le Parc du W, donc des faibles distances, doit générer un biais lors de l'extrapolation des densités estimées, sur l'ensemble de la zone d'étude.

Nous avons voulu savoir s'il existait une corrélation entre les estimations d'effectifs et la pluviométrie, en partant de l'hypothèse que les années ayant une estimation élevée coïncidaient avec une faible ou mauvaise (cumul annuel normal mais mauvaise répartition des pluies) pluviométrie de l'année précédente. Etant donné que plus de la moitié de l'itinéraire longe les points d'eau (Tapoa, Mékrou et Niger), lors des années sèches, la faune est concentrée autour des points d'eau restants, qui se trouvent être à proximité des pistes.

En revanche durant les années qui ne sont pas caractérisées par un pic de sécheresse, les points d'eau temporaires demeurent plus longtemps et la répartition de la faune est moins agrégée autour des cours d'eau permanents, donc autour d'un bon nombre de pistes du recensement.

Dans le tableau 16, nous avons réalisé des classes pour les estimations des huit espèces et pour la pluviométrie. Les effectifs estimés ont été séparés en trois classes **faible**, moyenne et **forte**. Les estimations d'effectifs de population sont déclinées par année, mais la valeur du cumul annuel pluviométrique correspond à l'année précédente, d'où la notation pluie-1.

Tableau 16. Influence de la pluviométrie sur les résultats en transect linéaire.

année	pluie-1	phacochère	patas	ourébi	hippotrague	guib	céphalophe	cynocéphale	cobe
1988	565,9	671	1202	1575	2509	374	497	9383	961
1989	728	1100	3300	2229	11590	596	986	12332	3539
1991	561	1969	3236	1139	3491	234	477	8127	1012
1992	791,4	4959	2635	2284	4821	857	786	8631	2336
1993	739,4	2029	1353	1749	1876	806	556	7281	2322
1994	603,1	1996	1479	729	2269	567	498	3997	2071
1995	1177,8	1752	1146	1249	4762	627	372	6648	3854
1996	611,2	1539	4143	2320	3383	219	606	6731	2407
1997	839,7	4472	3828	878	7721	1071	255	11645	5853
1998	835,7	3855	2062	1489	3993	688	533	4905	2347
1999	862,8	1902	1741	1595	2072	720	408	5549	2096
2000	607,1	1199	2679	897	3214	572	624	4678	1028
2001	604,2	685	1196	897	2189	1701	644	4322	1391
2002	659,4	1152	2661	1338	3101	552	881	9960	1340

On remarquera que l'hypothèse formulée initialement ne peut être retenue car les années sèches ne coïncident pas toujours avec de fortes estimations d'effectifs et inversement pour l'ensemble des espèces. En revanche une sécheresse persistant pendant plusieurs années peut avoir des conséquences sur les effectifs de population d'une espèce précise. C'est ce que nous allons tâcher de voir en analysant chacune des espèces.

Pour analyser l'évolution des effectifs de chaque espèce, il convient d'être très prudent, tant les approximations des comptages de 1988 à 1997 peuvent avoir des répercussions sensibles sur les résultats. Cependant depuis 1998, les relevés des distances ont été réalisés avec un télémètre, et les observateurs ont reçu une formation et des consignes strictes quant à la méthodologie du transect linéaire. On peut considérer que les conditions sont identiques depuis cette date, mais malheureusement c'est le protocole de comptage qui n'est pas uniforme.

Les réductions des comptages en 1998 (2 au lieu de 4), ainsi que la réduction du parcours ont pu avoir des incidences sur les estimations de population.

Pour les **cobes de Buffon**, on constate une légère baisse depuis 1998. La modification du parcours n'intervient à ce niveau, car les cobes sont davantage regroupés vers la Mékrou et la Tapoa que le long du Niger. Cette réduction des effectifs s'explique par la mauvaise pluviométrie de ces dernières années qui a eu pour effet de diminuer la production primaire et surtout d'augmenter la fréquentation des mégaherbivores autour des points d'eau restants. Leur présence prolongée provoque la dégradation du tapis herbacé dans une bande large de 300 mètres autour des points d'eau qui correspond au lieu d'alimentation des cobes très affiliés (surtout chez les mâles) à la ressource hydrique.

Les activités anthropiques (braconnage et pâturage illégal) ont sûrement un effet néfaste sur cette espèce autour de la Mékrou. Les effectifs sont donc en train de diminuer, mais ne sont vraisemblablement pas encore menacés.

En ce qui concerne les **hippotragues** la population paraît stable. Sachant qu'elle est moins affectée par le manque de ressource hydrique que les cobes par exemple, et que le milieu de savane arbustive lui est favorable, la population devrait croître. La capacité de charge du milieu n'étant probablement pas atteinte, ce n'est pas la compétition interspécifique des herbivores qui explique la régulation des effectifs, mais plutôt le braconnage et également l'augmentation des prédateurs, en particulier des lions. Les effectifs de population sont relativement importants comparés aux autres ongulés, et ne présentent pas de déclin sensible.

Pour les **cynocéphales** et encore plus pour les **patas**, il est très difficile d'estimer avec précision la taille des groupes observés durant le comptage. La variation importante pouvant exister en fonction des observateurs, de l'heure de détection ou de l'habitat traversé lors de l'observation font que le coefficient de variation est très élevé pour les estimations d'effectifs des primates. Néanmoins si l'on se base sur la moyenne des effectifs du début des années 90 et sur celle du début de la décennie actuelle, on constate une baisse pour les deux espèces des effectifs estimés. Il me semble que pour les patas, il faut considérer ce résultat avec beaucoup de prudence. On remarquera déjà, entre des coefficients de variation très élevés, une grande irrégularité d'une année sur l'autre dans les effectifs estimés. Ceci est symptomatique d'un problème de fréquentation du milieu par une espèce à moment donné, et non pas des changements brutaux des effectifs de population en fonction des aléas climatiques, par exemple, qu'on observe parfois chez les populations d'invertébrés ou de petits mammifères. Le patas a en effet un domaine vital très important (jusqu'à 80 km²) et a des affinités plutôt sahéliennes, ce qui peut nous faire penser qu'il va davantage occuper la partie nord de la zone d'étude. Cependant en 10 ans, la partie nord de la zone d'étude s'est fortement dégradée, ce qui a peut-être provoqué un déplacement vers le sud de l'ensemble des domaines vitaux, expliquant une baisse de fréquentation des patas sur le circuit de comptage (plutôt situé au nord du Parc). Pour confirmer cette hypothèse, il nous suffit de comparer le nombre d'observations dans la partie nord et sud du circuit du début des années 90 avec celles de la fin des années 90.

Les pistes considérées comme faisant partie de la zone sud du circuit sont Diapaga, Medyaga, Haoussa et Fofa (cf. § 4.4.2). Nous allons comparer des années ayant reçu le même type et le même effort d'échantillonnage (4 comptages).

Tableau 17. Evolution de la distribution latitudinale des patas.

Années / secteur du circuit	Partie sud	Partie nord	Total d'observations
1991	8	11	19
1992	10	16	26
1993	6	10	16
1997	22	20	42
1999	16	11	25
2002	12	10	22

Le tableau 17 vient appuyer notre hypothèse, mais ne nous permet pas (trop peu de données) de la confirmer.

Les effectifs de patas sont relativement stables, cependant une attention particulière lors des estimations suivantes devra leur être portée, afin d'infirmier ou de confirmer notre hypothèse. Des comptages dans les parties béninoise et burkinabé devraient nous éclairer sur le possible déplacement vers le sud des domaines vitaux des patas ou si cette baisse observée au Niger est due à une réelle baisse des effectifs de population. Dans ce cas, des mesures préventives devront être prises, et la première sera de comprendre les causes du déclin des effectifs (écologique et/ou épizootique et/ou anthropique).

Pour les cynocéphales, la baisse résulte selon nous des conditions climatiques particulièrement défavorables ces dernières années. La réduction du parcours en 2000 et 2001 a peut-être également joué un rôle dans la baisse des effectifs de population constatée. La remontée importante des effectifs en 2002, est donc à la fois le résultat de la reprise du parcours initial et d'une meilleure pluviométrie de l'année précédente (au niveau du cumul annuel et de la répartition).

Les cynocéphales sont réputés pour leur fidélité à un site précis, et si l'eau vient à faire défaut, la mortalité chez les plus faibles peut être élevée.

Hormis le problème de sécheresse venant affecter occasionnellement les cynocéphales, leurs effectifs sont importants et ne souffrent pas de réductions sensibles. Ils ne présentent pas de signes inquiétants quant à leur conservation.

Les **ourébis** présentent des effectifs assez stables, peu ou pas affectés par les aléas climatiques. Les années 1991, 1995 et 2002 présentent les mêmes profils au niveau des effectifs, avec pourtant des variations très importantes de pluviométrie. On notera que la baisse des estimations des effectifs en 2000 et 2001 correspond aussi à la réduction du parcours ces mêmes années. Etant donné leur structure sociale (solitaire ou en couple) et la taille relativement importante de leur domaine vital, ils présentent une densité importante dans le Parc comparé aux autres antilopes du même gabarit. Ceci s'explique notamment de par leurs affinités écologiques et leur relatif affranchissement vis-à-vis de la ressource hydrique.

Les **céphalophes de Grimm**, tout comme les **guibs harnachés** semblent être en progression au niveau de leurs effectifs de population. Ces deux espèces privilégient les milieux fermés pour leur habitat, ce qui signifierait que ce dernier soit en augmentation dans le Parc. Contrairement au céphalophe à flancs roux qui réside exclusivement dans les forêts galeries plutôt sempervirentes, le guib et le céphalophe de Grimm peuvent évoluer dans des milieux certes denses mais pas forcément sempervirents, ce qui leur donne une souplesse non négligeable au niveau de l'habitabilité. La politique d'aménagement en terme de feux préconise depuis plusieurs décennies la pratique des feux précoces, qui comme nous l'avons dit plus haut, a tendance à générer une fermeture du milieu. Dans le cas de ces deux espèces, l'augmentation de leurs effectifs serait la résultante d'une politique d'aménagement appliquée depuis plusieurs années.

Les effectifs estimés de population de **phacochères** sont fortement corrélés au régime des pluies de l'année précédente. Il est vrai que cette espèce est très dépendante de l'eau, mais les variations observées d'une année sur l'autre semblent parfois démesurées. Néanmoins, il est probable qu'une série d'années sèches ait des conséquences visibles sur la population des phacochères, tout comme le montre les résultats obtenus depuis 2000. Inversement, un régime hydrique important permettra à la population de croître, tout comme le prouvent les données dans les années 1997 et 1998.

On notera que l'effort d'échantillonnage (1998), ainsi qu'une réduction du parcours (2000,2001) ne semblent pas avoir d'effet notable sur les estimations.

Etant donné que le phacochère est l'une des proies privilégiées des grands prédateurs du Parc et qu'il est aussi fréquemment braconné, le suivi des effectifs doit être fait de manière rigoureuse afin d'anticiper sur un déclin éventuel.

A ce niveau, nous pouvons établir un premier bilan provisoire quant aux priorités en terme de stratégie de conservation des grands mammifères du Parc. Nous pourrions développer des mesures uniquement sur les huit espèces dont les estimations d'effectifs réalisées en transect linéaire apparaissent censées.

L'absence de résultats des autres espèces, dû au manque d'observations, ne signifie pas forcément que les effectifs de ces mammifères soient en fort déclin voire proche de la disparition. Il s'agit la plupart du temps d'une preuve d'incompatibilité de la méthode de recensement par rapport à ces espèces. Ainsi, il peut s'agir d'un problème d'échelle au niveau de l'échantillonnage (c'est le cas des éléphants), ou de l'échantillonnage lui même contraint de suivre les pistes qui ne sont pas toujours en adéquation avec le type d'habitat d'une espèce (gazelle à front roux). L'absence de résultats résulte parfois d'un problème de détection (vervet), ou d'un problème d'unité, comme pour les buffles, dont les observations varient parfois de 1 à 200 individus.

Pour les huit espèces citées précédemment, nous résumerons dans le tableau 18 les états de conservation, ainsi que les dangers qui les menacent et les mesures à entreprendre.

Tableau 18. Niveau de conservation des espèces de grands mammifères dans le Parc du W du Niger.

espèce	Etat de conservation	Dangers	Mesures
Cynocéphale	Bon : effectif important et stable	Sécheresse	Continuer le suivi des populations et surveiller les mares en cas de sécheresse
Patas	Bon : effectif stable	Anthropisation : dégradation de la zone nord de son aire de distribution	Réaliser un suivi sur l'ensemble du complexe WAP
Hippotrague	Bon : effectif stable	Braconnage	Continuer le suivi et multiplier les patrouilles
Ourébi	Bon : effectif important et stable	Braconnage	Continuer le suivi
Céphalophe de Grimm	Bon : effectif en croissance	Braconnage et feux de brousse tardifs	Continuer le suivi
Guib harnaché	Bon : effectif en croissance	Sécheresse et dégradation de son habitat	Continuer le suivi
Cobe de Buffon	Moyen : effectif en baisse	Capacité de charge (mégaherbivore) trop forte sur son domaine vital	Aménager de nouveaux points d'eau pour désengorger la fréquentation
Phacochère	Moyen : effectif en baisse	Sécheresse et braconnage	Continuer le suivi des populations, surveiller les mares en cas de sécheresse et multiplier les patrouilles

En dehors des informations sur les effectifs de population que nous apportent les recensements le long des pistes, on peut aussi cataloguer les espèces en fonction de leurs affinités écologiques. Pour chaque relevé, la formation végétale est identifiée, mais de manière très grossière, de même que l'impact du feu sur la végétation. Les informations relevées à cet égard doivent être manipulées avec précaution car elles dépendent fortement de la perception des observateurs vis-à-vis du paysage. En particulier, de nombreuses confusions ont pu avoir lieu entre savane arbustive et savane arborée.

Par conséquent, même si ces observations ne nous permettent pas d'élaborer le type de biotope associé à une espèce, on peut tenter de dégager les principales tendances de répartition de la faune vis-à-vis du milieu.

Tableau 19. Influence des formations végétales dans la distribution des grands mammifères du Parc du W du Niger d'après les observations en transect linéaire.

Espèce	Savane arbustive %	Savane arborée %	Savane herbeuse %	Forêt galerie %	Végétation ripicole %	Nombre total d'observations
Bubale	52	41	2,7	1,3	2,7	75
Buffle	60,2	36	1,2	1,2	1,2	83
Céphalophe	51,9	45	3,2	0	0	185
Cobe de Buffon	61,6	31	3,7	1	3	485
Cobe defassa	54,6	35	9,3	1,2	0	86
Cynocéphale	46,5	46	3	0,2	4,3	443
Eléphant	34,1	59	0	0	6,8	44
Gazelle	76,8	19	4,5	0	0	112
Guib harnaché	49,2	44	2,6	0,5	3,7	193
Hippotrague	65	31	3,4	0,3	0,5	575
Ourébi	60,8	36	2,9	0	0,7	446
Patas	66,3	27	3,8	0,7	2,6	312
Phacochère	64,4	28	3,7	0,8	3	374
Redunca	54,8	41	1,4	0	2,7	73
Vervet	42,9	53	1,4	1,4	1,4	70

On constate en lisant le tableau 19 que toutes les espèces ont des préférences pour les savanes arbustives ou arborées. Ce constat peut être lié à un biais d'échantillonnage⁶⁰, étant donné que ces formations représentent 90 % des formations traversées lors des circuits de recensements. Certains pourcentages sont néanmoins caractéristiques du comportement de certaines espèces vis-à-vis de leurs affinités écologiques. Le buffle, le phacochère, l'hippopotame, le cobe de Buffon, le patas, l'ourébi et la gazelle ont des pourcentages élevés en faveur de la savane arbustive. Ceci vient corroborer les informations décrites à travers la littérature quant à leur préférence pour ce type de milieu. Les autres valeurs intéressantes sont la préférence des éléphants et des vervets pour les milieux boisés, à la recherche de l'ombre pour les premiers et révélateur du type d'habitat pour les seconds. La présence des éléphants à proximité des points d'eau se traduit par un pourcentage non négligeable, comparativement aux autres espèces, au niveau de la végétation ripicole. Enfin, le cobe defassa présente, toujours comparativement, une valeur élevée au niveau de la savane herbeuse, ce qui souligne ses affinités pour les plaines inondées.

⁶⁰ Le biais est en réalité quasi inexistant, car ces formations constituent l'essentiel (environ 80%) du paysage du Parc du W.

Tableau 20. Influence des brûlis végétaux dans la distribution des grands mammifères du Parc du W du Niger d'après les observations en transect linéaire.

Espèce	Non brûlé %	Brûlé %	Brûlé repoussé %
Bubale	15,7	37,2	47,1
Buffle	31,4	56,7	11,9
Céphalophe	18,2	55,3	27,4
Cobe de Buffon	25,9	57,1	17
Cobe defassa	33,3	54,8	11,9
Cynocéphale	29,3	56,6	14,1
Eléphant	58,6	30,2	12,2
Gazelle	12,9	70,2	16,9
Guib harnaché	39	48,8	12,2
Hippotrague	22,5	59,8	17,7
Ourébi	17,2	58,7	14,1
Patas	28,1	63,1	9,8
Phacochère	15	68,4	16,6
Redunca	23,9	50,7	25,4
Vervet	21,5	63,1	15,4

Trois informations sont à retirer du tableau 20 :

- tout d'abord le goût prononcé des bubales et dans une moindre mesure des reduncas et des céphalophes de Grimm envers les jeunes pousses régénérées après le passage du feu ;
- la recherche⁶¹ par les éléphants d'habitats non brûlés, dans leur quête permanente de nourriture ;
- les pourcentages élevés des zones brûlées chez les espèces ayant des affinités écologiques prononcées pour la savane arbustive, démontre qu'une partie importante de cette dernière est brûlée chaque année.

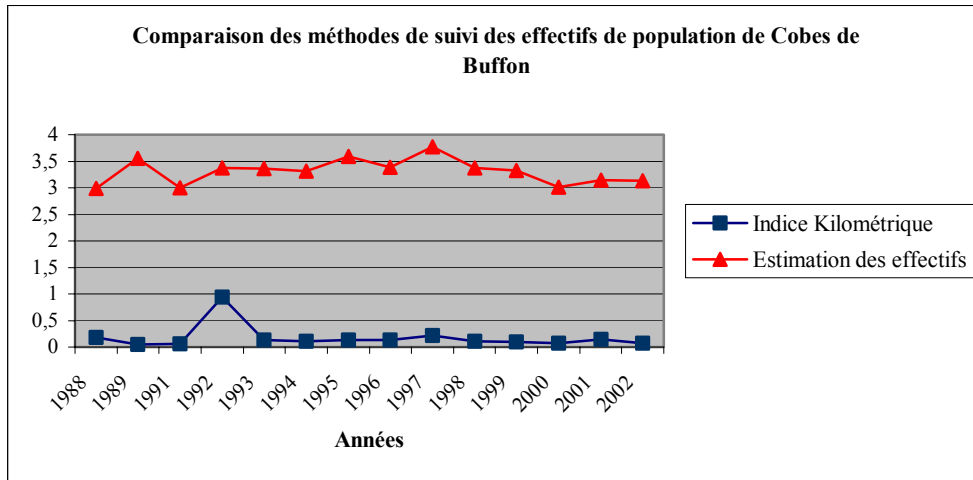
Les résultats obtenus grâce au transect linéaire nous ont apporté des informations d'ordre quantitatif sur la faune de la zone d'étude, mais nous renseignent finalement assez peu sur les affinités écologiques des espèces recensées. L'emploi de méthodes différentes peut fournir des informations similaires (effectifs, densités), mais également de nouvelles informations comme sur l'exploitation spatio-temporelle d'un milieu par une espèce.

Ainsi, l'utilisation du logiciel *Distance* ne paraît pas forcément bien adaptée pour réaliser un "état des lieux" des effectifs de population de faune sauvage dans le Parc du W. En effet, les coefficients de variations ainsi que les écarts importants obtenus d'une année sur l'autre, même lors des années où les protocoles de terrain ont été respectés (de 1999 à 2002), montrent que les résultats bruts ne peuvent pas être considérés comme d'efficaces révélateurs des effectifs de population.

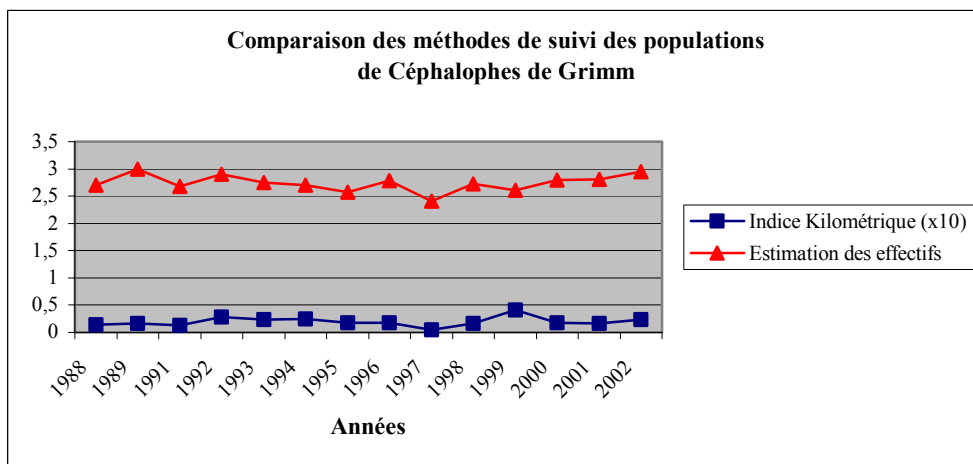
Dans un esprit critique, nous avons réalisé une comparaison, avec le même jeu de données, des résultats obtenus par le logiciel *Distance* et de ceux découlant de l'application de l'indice kilométrique. Nous avons considéré trois espèces présentant des caractéristiques socio-écologiques différentes afin de ne pas introduire de biais liés aux comportements intrinsèques des espèces étudiées (cf. graphiques 3,4 et 5).

⁶¹ Le fait que les vervets soient davantage recensés dans les milieux brûlés prouve que la savane arborée n'est pas synonyme de milieu non brûlé.

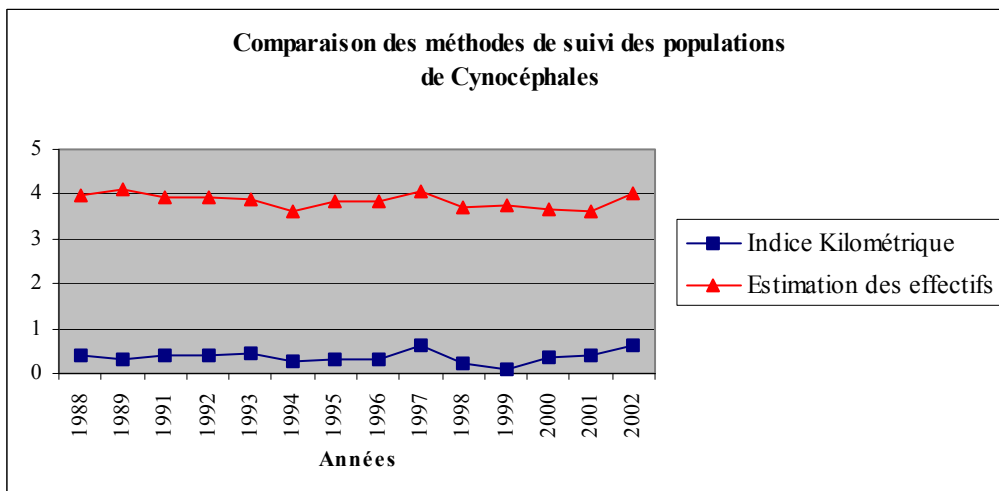
Graphique 3. Comparaison des méthodes de suivi des effectifs de population des Cobes de Buffon.



Graphique 4. Comparaison des méthodes de suivi des effectifs de population des Céphalophes de Grimm.



Graphique 5. Comparaison des méthodes de suivi des effectifs de population des Cynocéphales.



Les tendances exprimées par les deux méthodes sont comparables pour le cynocéphale. En revanche, elles ne le sont pas du tout pour le sylvicapre et le cobe de Buffon. Ceci met bien en évidence la nécessité absolue de ne pas se référer à une seule méthode pour assurer le suivi des populations de grands mammifères. C'est pourquoi, nous préconisons l'utilisation conjointe de plusieurs indicateurs pour analyser le suivi.

Cette pratique est utilisée depuis une dizaine d'années par les chercheurs de l'ONCFS. Ceux-ci ont développé une nouvelle méthode de suivi de la faune sauvage et en particulier du chevreuil, dont les effectifs croissants et les densités importantes actuelles ont mis en exergue les insuffisances des méthodes dites exhaustives (battue totale, battue sur secteur échantillon) et indiciaires (indices de présence et circuits voitures) (cf. Maillard *et al.*, 1999).

Cette méthode de suivi repose sur l'évolution de la relation habitat-animal et est mesurable à partir d'indicateurs d'équilibre population-environnements⁶². Certains indicateurs, tels que les indices de masse corporelle (cf. Maillard *et al.*, 1989) ou le nombre de corps jaunes⁶³, ne sont pas utilisables dans le Parc du W, puisqu'ils reposent sur le principe de capture. En revanche, les indicateurs comme l'indice kilométrique ou l'indice de pression floristique sont parfaitement utilisables dans le parc et nous verrons par la suite en quoi ils s'avèrent complémentaires à la méthode que nous avons développée.

Rappelons que notre objectif, dans un premier temps, ne porte pas sur la mise en place d'une méthode de suivi mais consiste à mettre en évidence la distribution des grands mammifères de la zone d'étude, nécessitant un nombre important d'informations spatialisées.

Dans le respect de cet objectif, deux protocoles ont été expérimentés au cours du travail sur le terrain effectué en mars/avril 2000. Les deux sont basés sur des observations en points fixes. Le premier consiste à étudier le rôle de l'habitat dans la distribution spatiale des espèces de grands mammifères et le deuxième à mettre en évidence l'importance des points d'eau, toujours vis-à-vis de la répartition des espèces. Les résultats obtenus sont traités dans ce qui suit.

⁶² « Par définition, un indicateur d'équilibre est une variable qui décrit une population en relation avec son habitat et qui se montre sensible aux fluctuations de la densité » (cf. ONC, 1999).

⁶³ Corps jaunes : ovules fécondés en attente de développement dans l'utérus.

6.2) Résultats des données en point fixe, densité autour du point d'eau en saison sèche.

Les résultats obtenus lors de notre première mission de terrain nous ont permis de cibler au mieux les priorités écologiques des espèces en saison sèche, et les modes opératoires pour les mettre en évidence.

La corrélation habitat/espèce ne semble pas facile à démontrer pour une raison majeure :

- les animaux observés sont la plupart du temps de passage en direction de l'eau.

Néanmoins, un élément comportemental peut nous inciter à penser que le milieu traversé est considéré comme un habitat privilégié dans le domaine vital de l'espèce, c'est-à-dire l'affouragement ou la prise de nourriture.

Nous avons décrit dans un tableau récapitulatif des trois comptages réalisés en 2000 (savane arbustive, savane arborée claire et forêt galerie (cf. § 4.4.1), les affinités écologiques mises en évidence lors des trois comptages en savane arbustive, en savane arborée claire et en forêt galerie sont présentées dans le tableau 21.

Tableau 21. Influence des formations végétales dans la distribution des grands mammifères du Parc du W du Niger d'après les observations en point fixe.

Espèce	Savane arbustive % et part d'affouragement %		Savane arborée % et part d'affouragement %		Forêt galerie % et part d'affouragement %		Nombre total d'observations
Cynocéphale	8,3	0	33,3	25	55,4	40	9
Buffle	100	100	0	0	0	0	1
Cobe de Buffon	0	0	100	36,4	0	0	11
Cobe defassa	10	100	60	41,7	30	33,3	20
Redunca	0	0	0	0	100	0	2
Eléphant	0	0	85,7	16,7	14,3	0	14
Gazelle	33,3	0	66,7	0	0	0	8
Guib harnaché	0	0	16	25	84	32	25
Hippotrague	50	13,3	50	0	0	0	30
Ourébi	66,7	0	33,3	0	0	0	6
Patas	21,4	0	51,2	0	21,4	0	14
Phacochère	50	66,7	41,7	20	8,3	0	12
Vervet	0	0	0	0	100	0	9

Les résultats obtenus en points fixes viennent corroborer certaines observations faites par transect linéaire. Les buffles, bien qu'observés une seule fois, l'ont été en savane arbustive et en pleine séance d'affouragement, certes en se dirigeant vers l'eau. Les éléphants ont été vus en savane arborée essentiellement. On a pu les observer en train de se nourrir. Ceci prouve que dans un périmètre de 1 km autour d'un point d'eau, cette espèce va rechercher en priorité ce type d'habitat, car elle peut non seulement s'y abriter du soleil mais aussi s'y nourrir à l'occasion.

L'hippotrague quant à lui se déplace aussi bien à travers la savane arbustive que la savane arborée claire, mais ne semble pas (ou très peu) se nourrir dans un périmètre si proche de l'eau. L'antilope rouanne, tout comme l'ourébi, n'affectionne pas du tout les milieux trop denses comme la forêt galerie, et présente une nette préférence pour la savane arbustive.

Ces remarques prévalent pour la gazelle à front roux qui a la particularité de se trouver davantage en savane arborée, non pas selon nous par affinité envers cet habitat, mais plutôt en raison de la position latitudinale de ce point fixe (cf. figure 75).

En effet, la gazelle est plutôt considérée comme une espèce sahélienne se trouvant à la limite de son aire de distribution, et nous verrons par la suite que sa répartition est très largement septentrionale au niveau de notre zone d'étude.

Le phacochère montre aussi légèrement des préférences pour la savane arbustive. Cet animal semble peu habitué à évoluer en forêt galerie, la traversant à l'occasion pour se rendre au point d'eau.

Le cobe de Buffon est uniquement présent en savane arborée, ce qui vient contredire les résultats du transect linéaire. Ces résultats sont plus liés, à mon avis, au lieu d'observation qu'à l'habitat, car il se trouve que les couloirs de deux mâles sont situés à proximité du point fixe en savane arborée.

Pour le guib harnaché, on obtient des résultats très conformes à la littérature (Happold, 1977). Cette espèce évolue préférentiellement en milieu dense où il pratique le camouflage, avec une réelle préférence pour la forêt galerie où la densité semble plus importante qu'en savane arborée claire.

Ces résultats sont valables pour les vervets, qui séjournent dans les grands arbres à la quête de nourriture, bien que cette activité n'ait pas été observée, probablement en raison de leurs petites tailles et de leur capacité à identifier les observateurs.

Chez les cynocéphales également, les préférences en terme d'habitat sont les milieux arborés, avec moins d'exclusivité que les vervets pour la forêt galerie bien qu'une grande partie de leur quête de nourriture se fasse dans celle-ci.

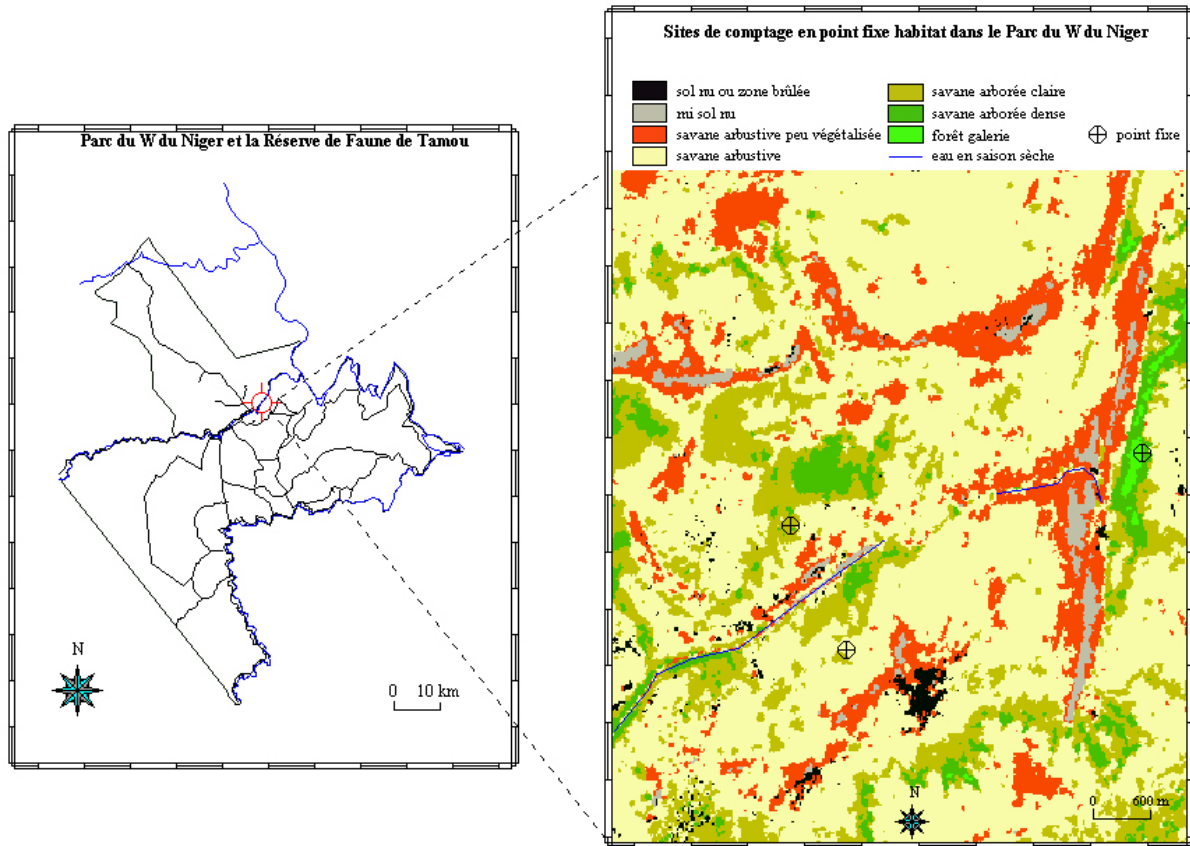
Les résultats concernant les cobes defassa sont surprenants : c'est l'espèce qui présente le plus de plasticité vis-à-vis des différents biotopes, contrairement à ce que l'on aurait pu croire.

Outre le fait qu'ils utilisent à la fois les trois types d'habitat, ils pratiquent l'affouragement de manière importante dans chacun des milieux. Les autres observations en point fixe au niveau des points d'eau nous permettront éventuellement d'en savoir plus sur cette question.

Le peu d'observations obtenues sur le redunca, ne nous permet pas de dégager une tendance, surtout que dans les deux cas, les animaux n'ont fait que passer devant nous pour se rendre au point d'eau.

Les habitats proches du point d'eau ne semblent pas faire partie des zones d'affouragement pour la gazelle, l'ourébi, le patas et dans une moindre mesure pour l'hippotrague et l'éléphant. Ces zones peuvent donc être considérées comme faisant partie de leur domaine vitale, mais pas comme habitat privilégié. En revanche, les espèces telles que le phacochère, le vervet, le cynocéphale, le cobe de Buffon, le cobe defassa et le guib harnaché évoluent essentiellement à proximité des points d'eau en cette saison.

Figure 75. Localisation des sites de comptages en point fixe caractérisant l'influence de l'habitat.



Il semble, étant donné le nombre important d'observations mettant en évidence la nécessité pour les espèces à se rendre au point d'eau, que les exigences écologiques durant cette période pouvant nous aider à comprendre la distribution de la faune, sont davantage tournées vers la ressource hydrique. Notre prochaine étape est donc d'analyser les observations recueillies autour des principaux points d'eau permanents et de les confronter au type de milieu environnant.

Le choix des sites de comptage a été déterminé par plusieurs facteurs :

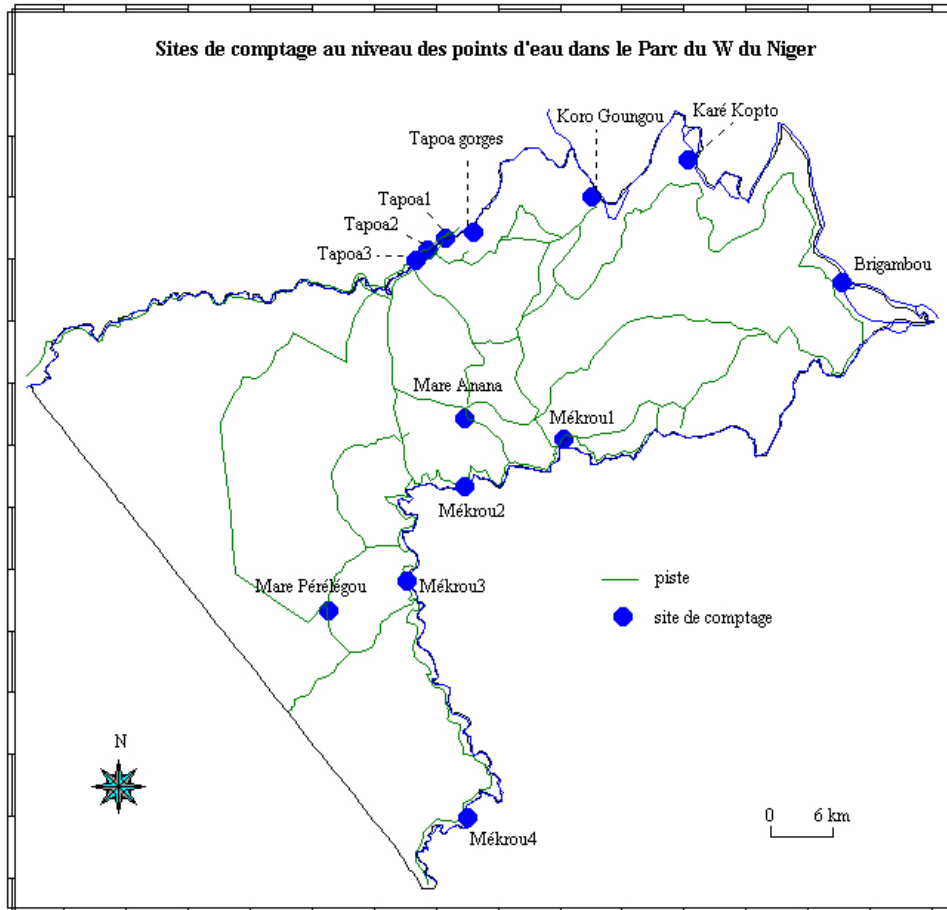
- leur accessibilité au niveau des pistes,
- le type de milieu environnant,
- la fréquence d'observations à proximité des sites lors des transects linéaires,
- la possibilité de mettre en place un quadrillage assez large pour mettre en évidence les disparités géographiques éventuelles dans le mode de fréquentation.

Les sites sélectionnés sont présentés sur la figure 76. Les caractéristiques écologiques des sites ainsi que le détail des comptages réalisés au niveau des différents points fixes figurent dans l'annexe 4⁶⁴.

⁶⁴ Pour chaque site nous détaillerons le mode de fréquentation par espèce, et l'agencement ou le découpage temporel de la venue au point d'eau pour l'ensemble de la faune diurne. Les habitats environnants sont décrits dans un rayon de 1 km autour du point d'eau notamment à partir de relevés botaniques. Les caractéristiques des points d'eau sont également détaillées au niveau géomorphologique, pédologique et hydrologique.

Nous élaborerons un profil type pour chaque point fixe qui nous servira de modèle pour l'extrapolation des modes de répartition de la grande faune mammalienne autour de la ressource hydrique sur l'ensemble de la zone d'étude.

Figure 76. Sites de comptage au niveau des points d'eau le Parc du W du Niger.



L'ensemble des observations réalisées en point fixe a permis d'en savoir plus sur le mode quantitatif et qualitatif de fréquentation des points d'eau par les mammifères dans les différents secteurs du Parc. Ces comptages nous ont également permis de connaître, à travers des recoupements d'informations, les stratégies de répartition de certaines espèces (guib harnaché et ourébi par exemple cf. annexe 4) vis-à-vis de la ressource hydrique.

6.3) Comparaison du mode de fréquentation des points d'eau par les mammifères.

Nous avons voulu résumer l'ensemble de ces informations, en présentant des graphiques pour chaque site. Ces graphiques détaillent le découpage temporel des différentes espèces quant à leur venue au point d'eau.

Nous verrons par la suite comment utiliser au mieux les informations recueillies par espèce et par site pour mettre au point un modèle de répartition sur l'ensemble de la zone d'étude.

Figure 77. Fréquentation des mammifères dans la zone des gorges de la Tapoa.

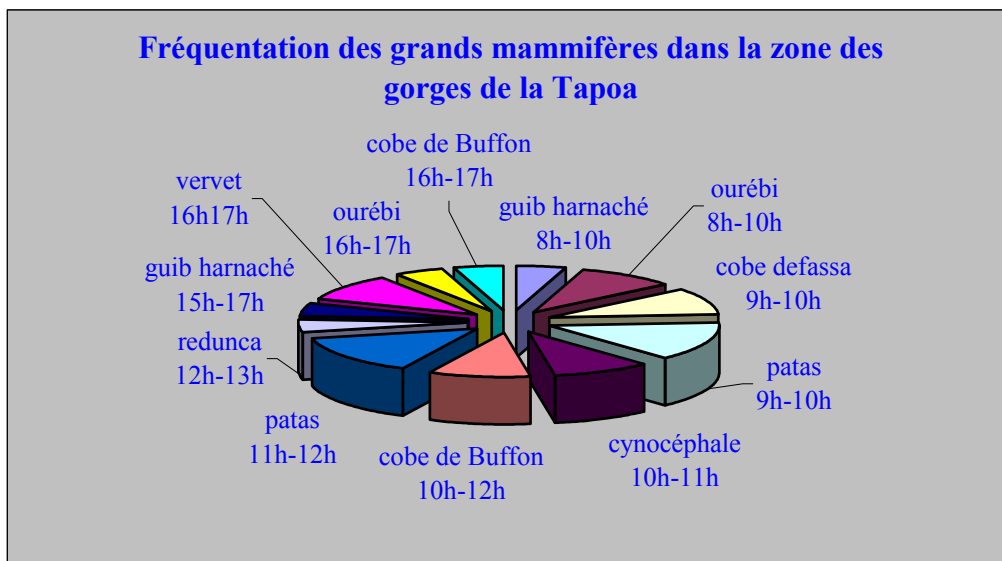


Figure 78. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Tapoa1.

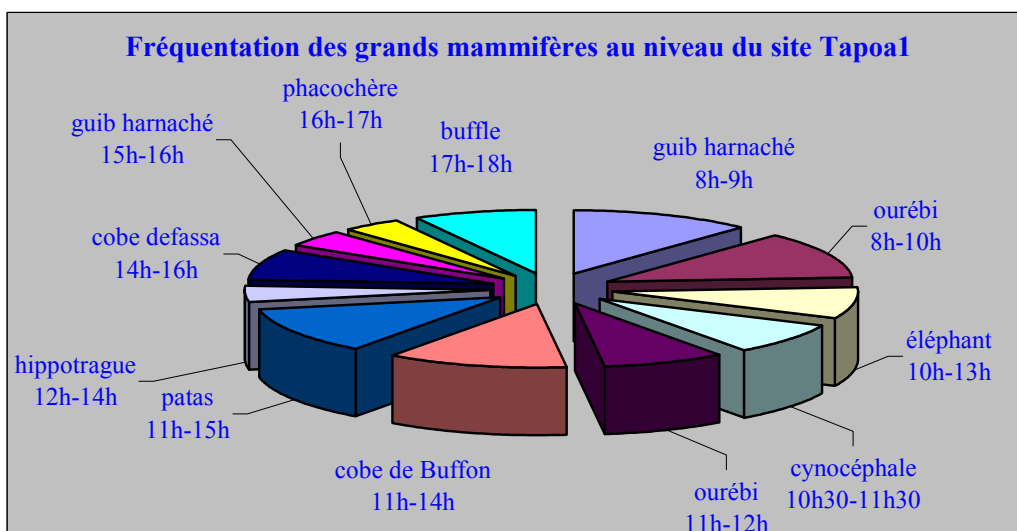


Figure 79. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Tapoa2.

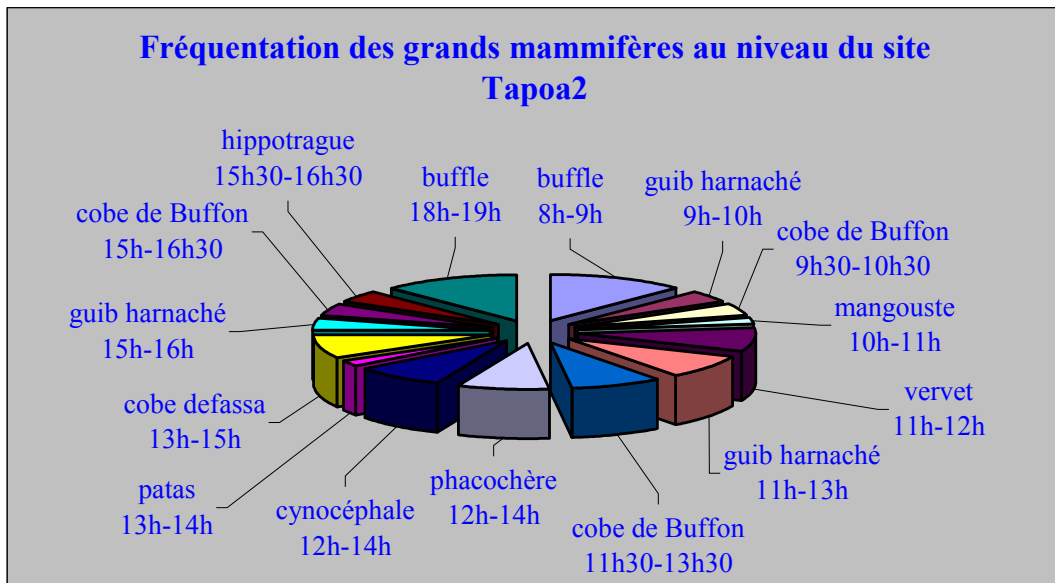
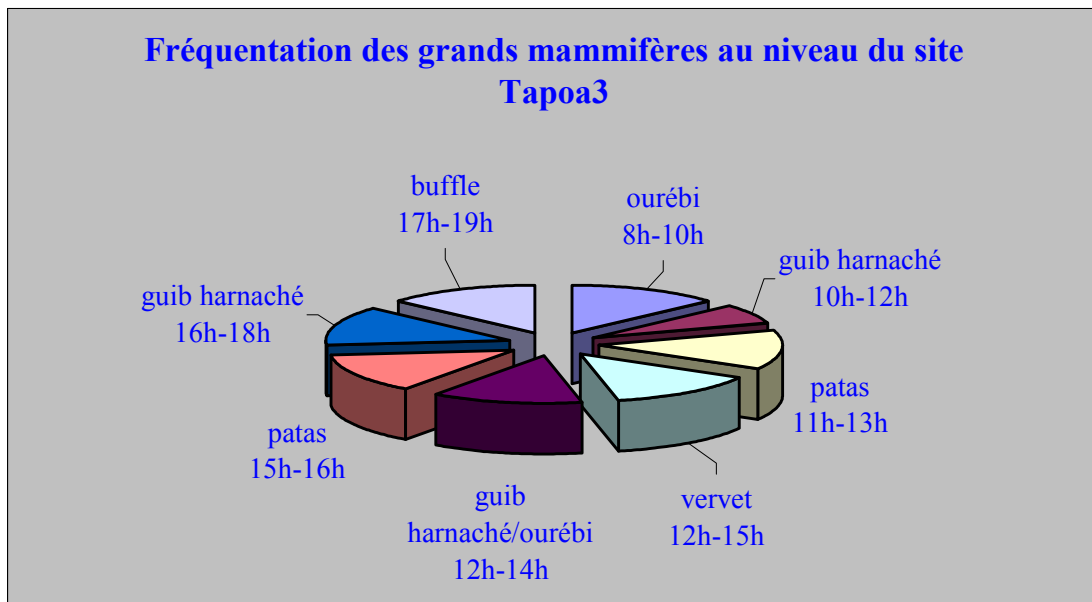


Figure 80. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Tapoa3.



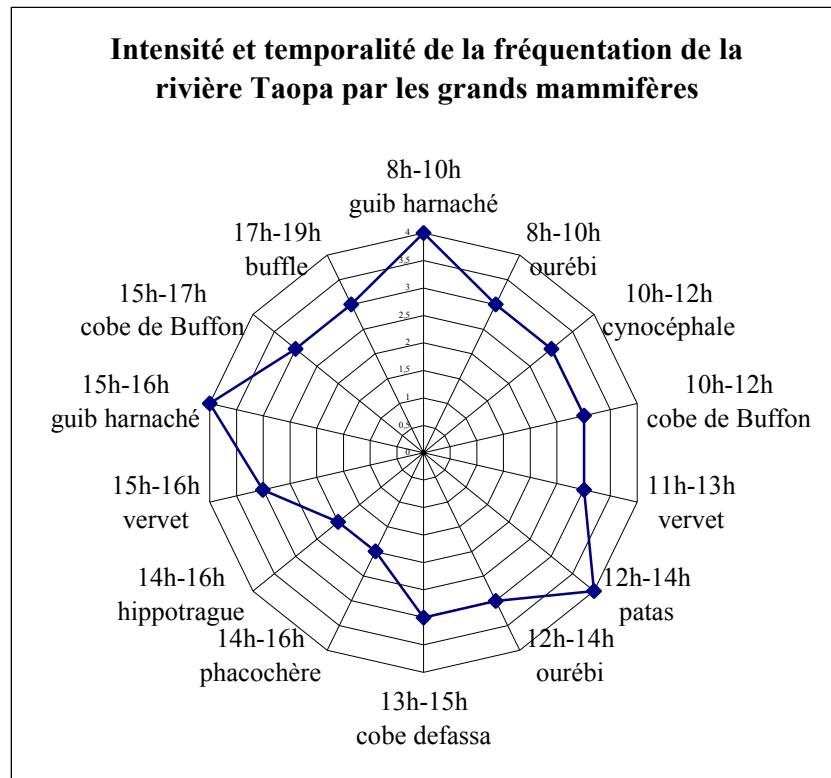
Les schémas de fréquentation de points d'eau au bord de la Tapoa sont tous à peu près identiques à l'exception du site Tapoa3 (cf. figure 80). Ce dernier présente un taux de fréquentation bien moindre que les trois autres.

Les grands mammifères observés sur les quatre sites présentent des heures de fréquentation par espèce sont souvent identiques. Les guibs harnachés viennent au point d'eau tôt le matin ou en fin d'après-midi, les patas plutôt en début d'après-midi.

Les ourébis viennent régulièrement le matin et en début d'après-midi, les cynocéphales et les cobes de Buffon en fin de matinée. Les hippotragues, les phacochères et les cobes defassa se rendent au point d'eau plutôt aux heures chaudes de l'après-midi. Enfin les buffles s'abreuvent en fin de journée et les vervets autour de midi.

Nous avons résumé sur la figure 81, l'intensité (le nombre de sites fréquentés sur les quatre observés) et les heures de venues au bord de la rivière Tapoa pour les espèces les plus communes.

Figure 81. Intensité et temporalité de la fréquentation de la rivière Tapoa par les grands mammifères.



Nous allons analyser à titre de comparaison les sites d'observation situés le long du Niger.

Figure 82. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Koro Goungou.

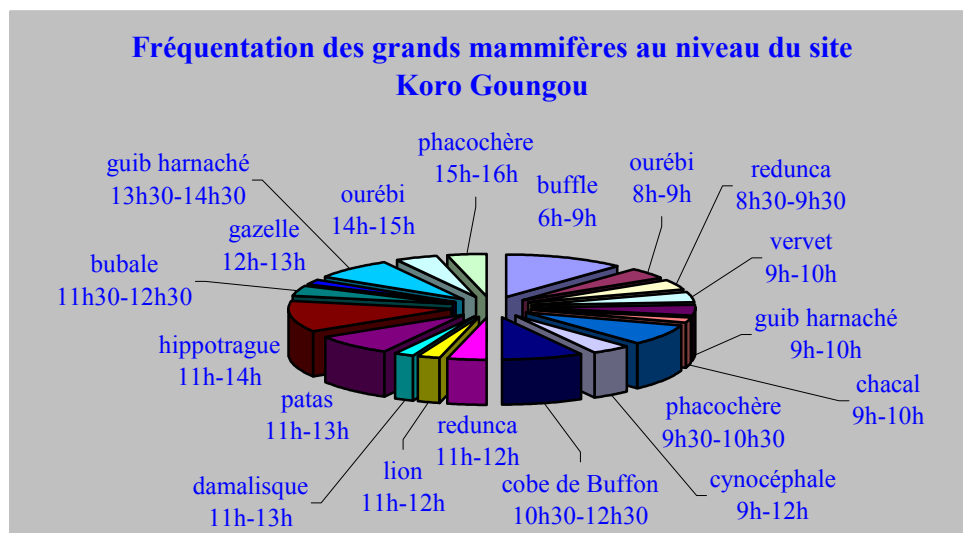


Figure 83. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Karé kopto.

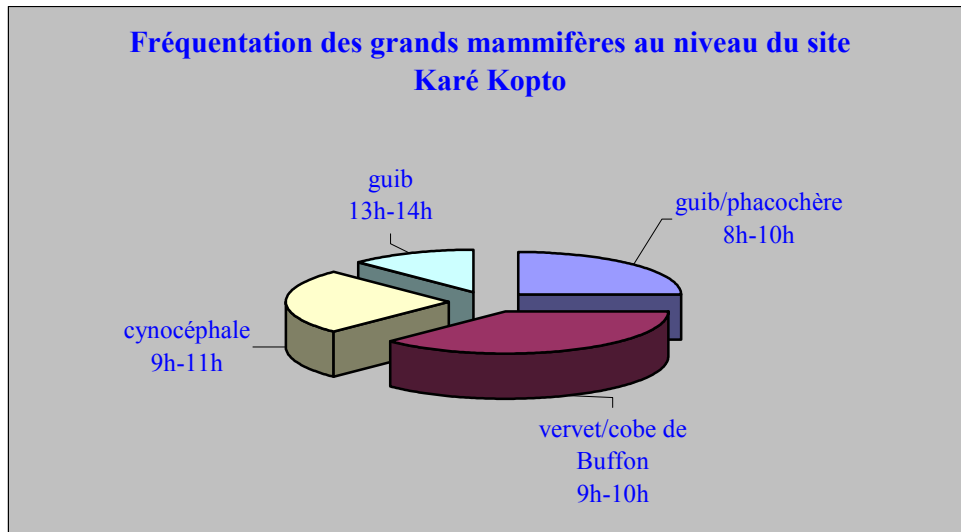
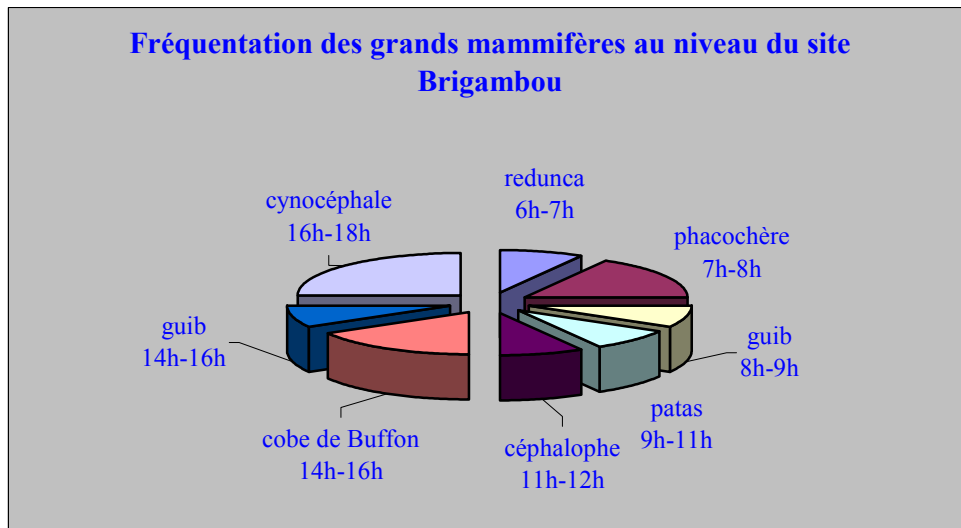


Figure 84. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Brigambou.



On peut remarquer qu'il n'y a quasiment aucune cohérence au niveau de la fréquentation de ces trois sites, pourtant tous situés au bord du Niger.

Seuls les cynocéphales, les guibs harnachés et les cobes de Buffon présentent un type de fréquentation comparable à leurs conspécifiques évoluant autour de la Tapoa. On peut alors émettre l'hypothèse que ces trois espèces sont les moins perturbées par les dérangements occasionnés par l'homme, du moins sur les sites de Karé Kopto et de Brigambou. Pour le site de Koro Goungou, étant donné qu'il est moins soumis à la pression anthropique, on peut se demander s'il n'est pas comparable à ceux de la Tapoa. Il s'avère que pour les espèces telles que le guib harnaché, l'ourébi, le cobe de Buffon, l'hippotrague, le patas, le vervet, le cynocéphale et le phacochère, les modes fréquentation paraissent identiques.

Il n'y a donc pas de réelle cohérence au niveau de ces trois sites quant au découpage temporel de la venue au point d'eau chez les grands mammifères. En revanche on retrouve les mêmes espèces à travers les indices de présences directs (observation) et indirects (traces, cris et excréments) tout le long du Niger, à savoir : le cobe de Buffon, le guib harnaché, le phacochère, le cynocéphale, le vervet, le patas, le buffle et le redunca.

La rivière Mékrou, l'autre ressource hydrique importante du Parc, montre-t-elle au niveau de la fréquentation des mammifères, un profil structuré identique à celui de la Tapoa ou au contraire désorganisé comme à proximité du Niger ?
 Les graphiques de quatre sites situés au bord de cette rivière vont peut-être nous renseigner.

Figure 85. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Mékrou1.

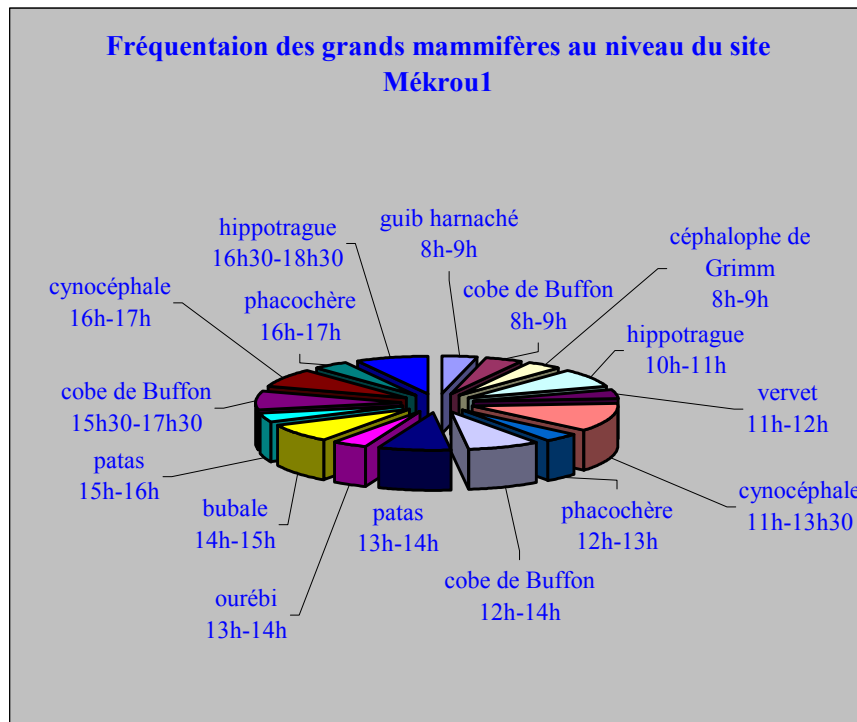


Figure 86. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Mékrou2.

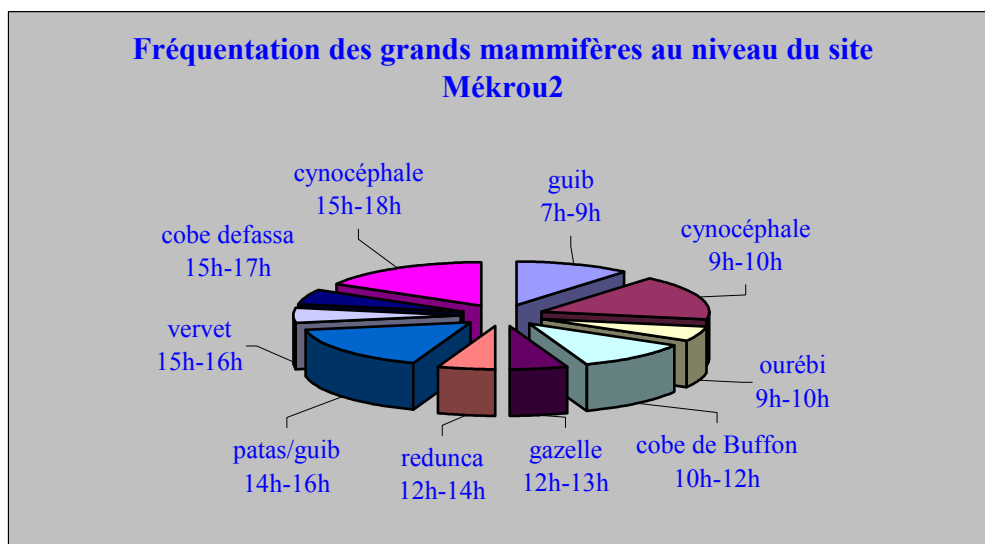


Figure 87. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Mékrou3.

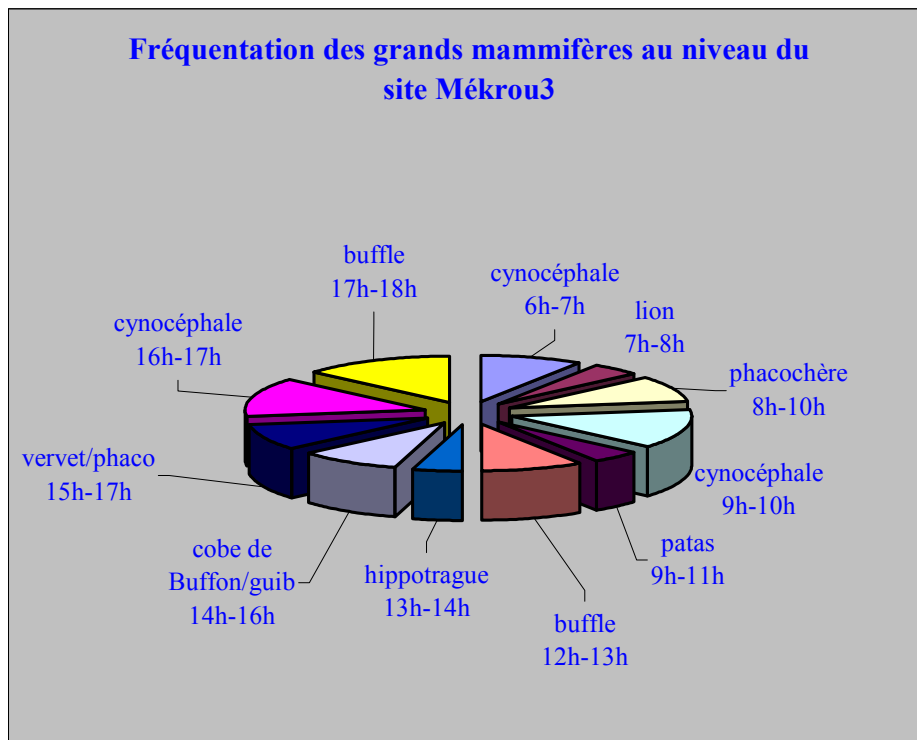
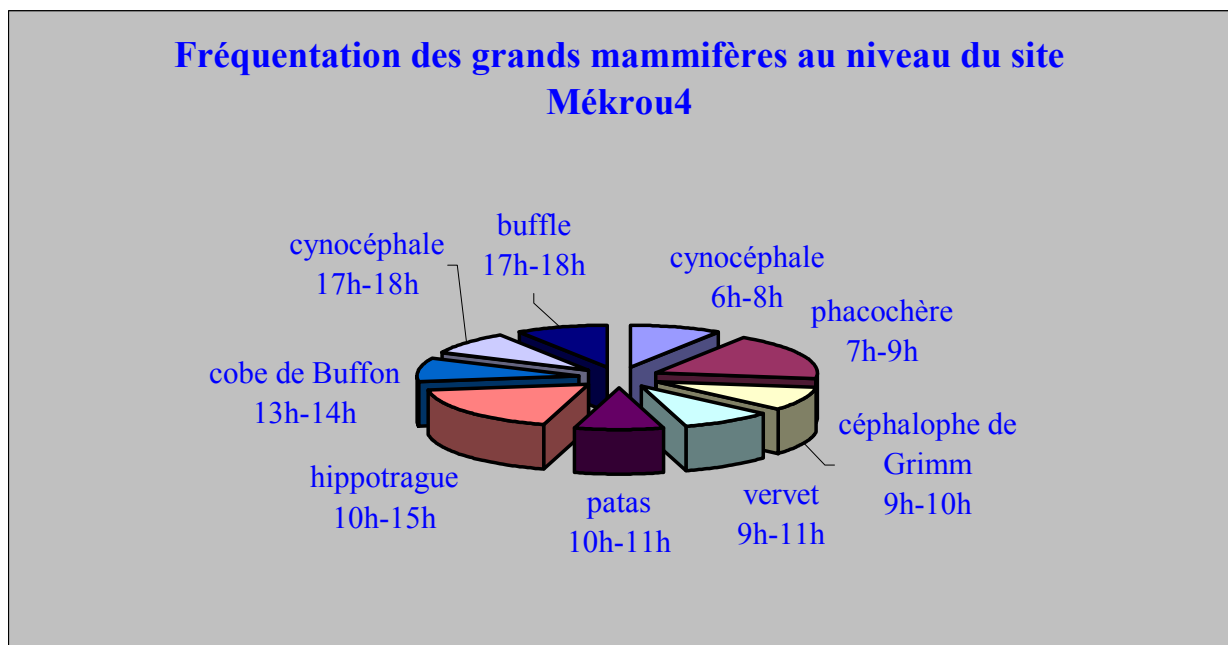
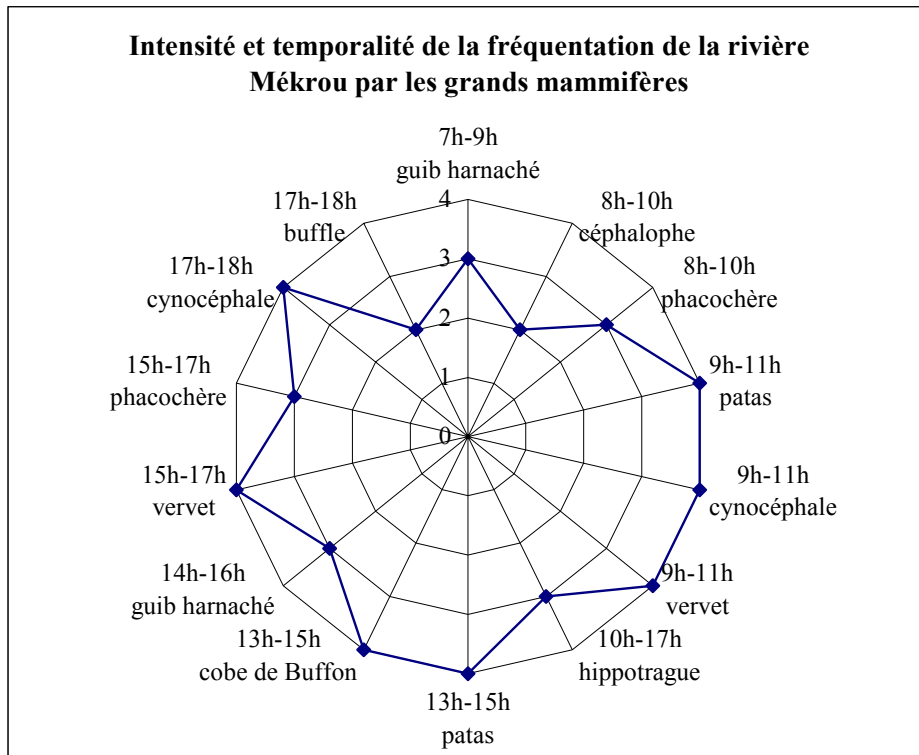


Figure 88. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Mékrou4.



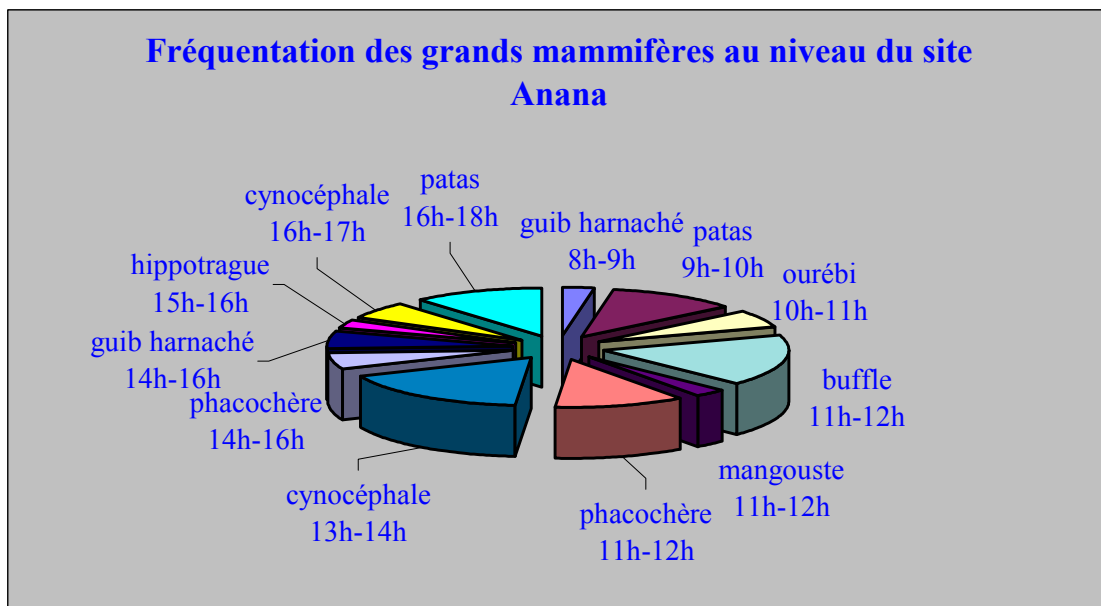
Nous avons pu déceler une certaine cohérence dans le mode de fréquentation des grands mammifères au niveau de la rivière Mékrou. Elle revêt une forme quelque peu différente de celle observée à proximité de la Tapoa. Certaines espèces, telles que l'ourébi et le cobe defassa semblent inféodées à la Tapoa tandis que le céphalophe de Grimm l'est davantage à la Mékrou. Sinon, la majorité des espèces évoluant autour de la Tapoa et de la Mékrou présentent des comportements de fréquentation du point d'eau assez similaires.

Figure 89. Intensité et temporalité de la fréquentation de la rivière Mékrou par les grands mammifères.



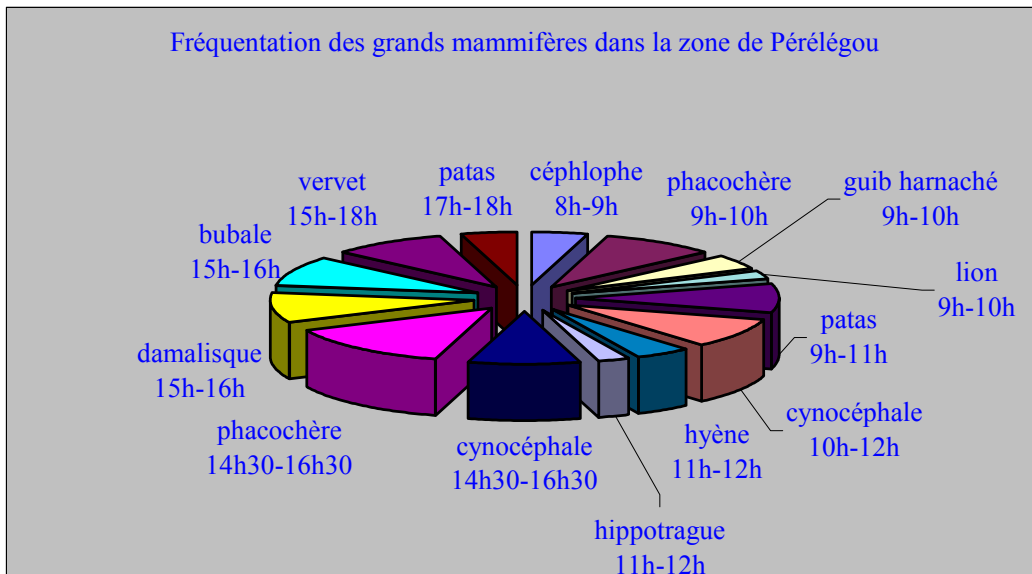
Les deux seuls points fixes situés autour de mares non permanentes (Anana et Pérélégou) ont été analysés séparément par rapport à l'ensemble des autres points d'eau. Ces deux mares sont véritablement différentes de par leur localisation mais aussi de par leur végétation environnante.

Figure 90. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Anana.



La fréquentation de la mare Anana est sensiblement identique à ce qu'on retrouve au bord de la Mékrou ou de la Tapoa.

Figure 91. Fréquentation des grands mammifères dans la zone de Pérélégou.



Les espèces présentes au bord de la mare Pérélégou et sur les autres sites, comme le phacochère, le cynocéphale, le patas, l'hippotrague et le vervet semblent avoir les mêmes caractéristiques de fréquentation du point d'eau.

La particularité de cette mare réside dans la variété et dans la rareté des espèces qui s'y rendent. En effet le bubale, le damalisque, le céphalophe de Grimm, le lion ou la hyène tachetée, sont des espèces qui n'ont jamais ou rarement été observées sur les autres points d'eau.

La mare Pérélégou peut donc s'avérer un point stratégique pour l'étude de certaines espèces. Le résumé des observations par sites et par espèces est présenté dans le tableau 22. Dans un souci d'analyse globale, nous avons regroupé les résultats recueillis en point fixe sur un même graphique (cf. figure 92) où figure la moyenne des observations journalières et le nombre d'espèces recensées par site. Ceci nous apporte des informations au niveau qualitatif sur la diversité des grands mammifères et au niveau quantitatif sur le nombre d'individus fréquentant le point d'eau.

Figure 92. Analyse comparative des résultats recueillis en points fixes.

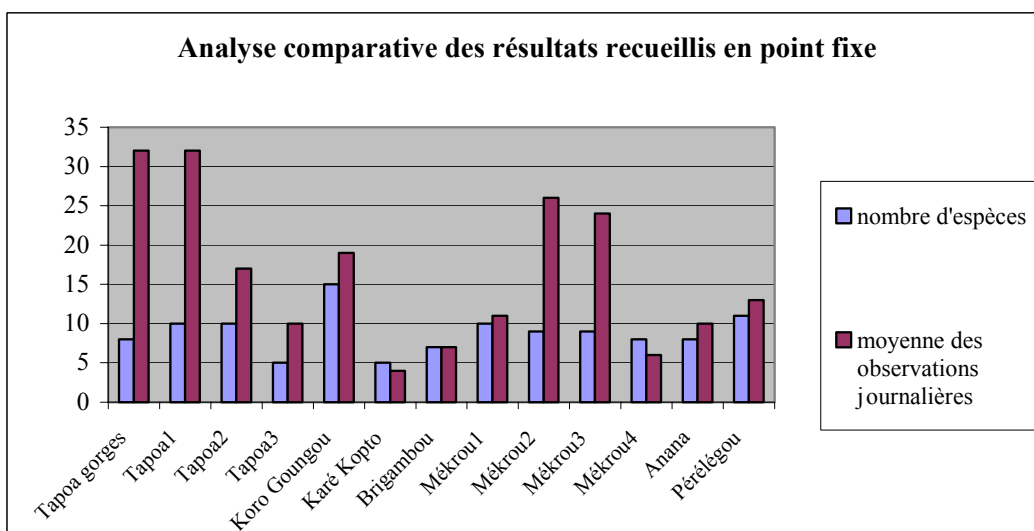


Tableau 22. Synthèse des observations par espèce au niveau des points d'eau.

Synthèse des informations récoltées au niveau des points d'eau

Espèces	Anana		Pérélagou		Mékrou1		Mékrou2		Mékrou3		Mékrou4		Koro Goungou		Kare Kopto		Brigambou		Gorges Tapoa		Tapoa1		Tapoa2		Tapoa3	
	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T
Phacochère	7	18	13	2	22	8	20	7	4	13	8	18														
Guib harnaché	5	2	~10																							
Buffle	~70																									
Ourébi	2																									
Hippotrague	1	1	58	5	1	8	92																			
Bubale		9	5																							
Damalisque		13																								
Céphalophe de Grimm		1	3																							
Cobe de Buffon			12	6	7	2	5	1	5	1	~20	7	4	~20	7											
Redunca				4																						
Gazelle à front roux				1																						
Cobe defassa				8																						
Hippopotame																										
Eléphant																										
Cynocephale	32	73	~80	31	77	20	~15	44	20	20	~25	35														
Patas	50	29	~50	20	3	5	~20	3	3	159	105	~70														
Vervet		8	5	2	~20	6	20	30	30	~10	40	18														
Mangouste	1																									
Civette																										
Genette																										
Chacal																										
Hyène tachetée		2																								
Hyène rayée																										
Lion		1			5		2																			
Porc épic																										
Oryctérope																										

N = nombre maximum d'animaux vus dans un site.

T = indices de présences (traces, excréments, cris, terriers)

Cette comparaison peut également être faite au niveau spatial en utilisant les traitements disponibles dans un SIG. Elle permet de mettre en évidence l'intensité de fréquentation (cf. figure 93) ainsi que la richesse faunistique (cf. figure 94) diurne au niveau des différents sites. On peut constater que ces deux variables ne vont pas toujours de paire. En effet, les observations ont été très nombreuses au niveau des sites Tapoa1, Tapoa2, Tapoa gorges, Mékrou2 et Mékrou3 mais la richesse faunistique diurne est moyenne. Comparativement, cette richesse est élevée au niveau de la mare Pérélegou et sur le site Koro Goungou alors que la moyenne des observations journalières a une valeur plutôt faible.

En revanche autour de la mare Anana et des sites Tapoa3, Mékrou4, Brigambou et Karé Kopto très peu d'observations ont été réalisées et le nombre d'espèces différentes recensées est faible. Ces sites présentent donc une activité faunistique diurne très faible pour trois principales raisons :

1. La mauvaise qualité des eaux pour le site Tapoa3,
2. la durée provisoire du point d'eau pour la mare Anana,
3. une pression anthropique élevée à travers les activités de pâturage illégal ou de braconnage pour les sites Mékrou4, Brigambou et Karé Kopto.

Figure 93. Fréquentation moyenne journalière des grands mammifères au niveau des sites de comptage dans le Parc du W du Niger.

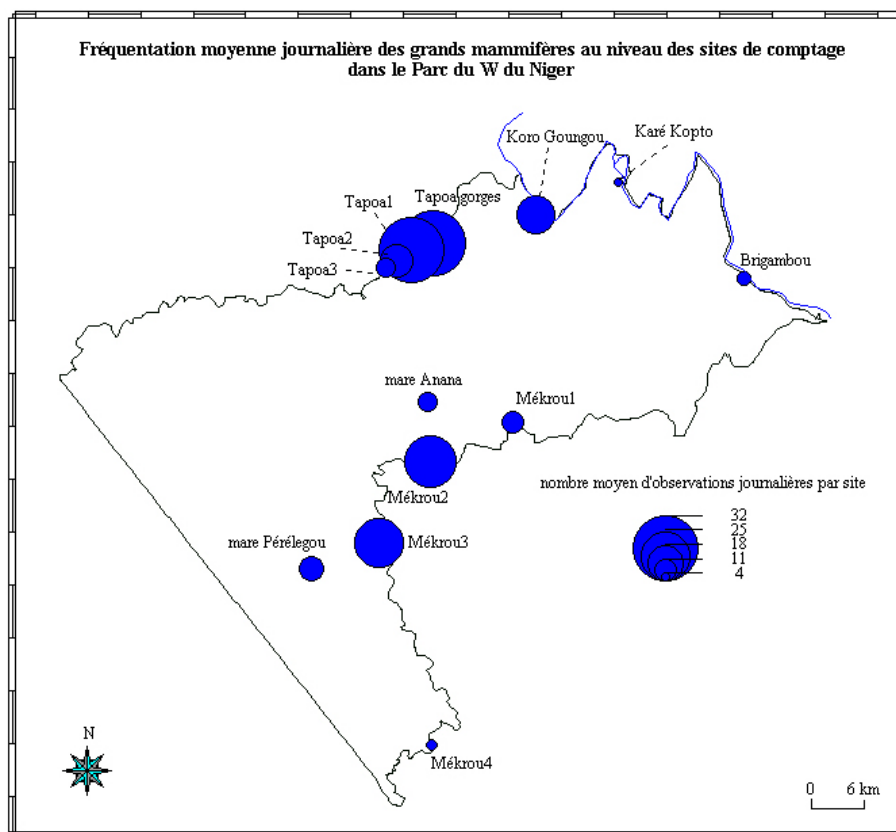
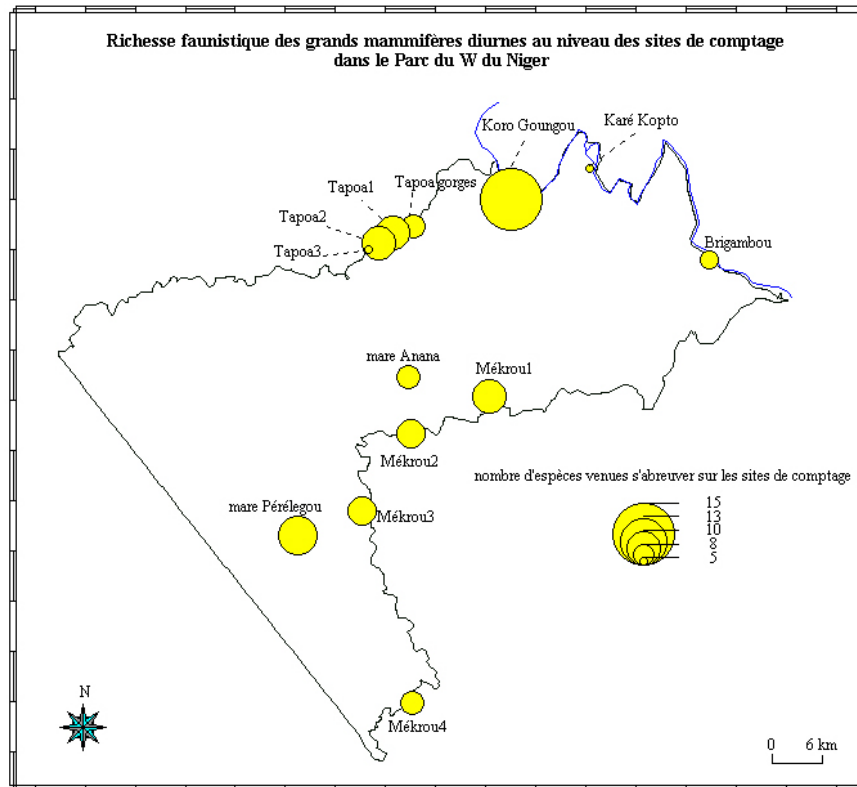


Figure 94. Richesse faunistique des grands mammifères diurnes au niveau des sites de comptage dans le Parc du W du Niger.



Le tableau 23 permet de synthétiser les informations obtenues lors des quatre jours de recensement et de caractériser les points fixes d'un point de vue faunistique, écologique et anthropique.

Tableau 23. Synthèse des informations récoltées au niveau des points d'eau.

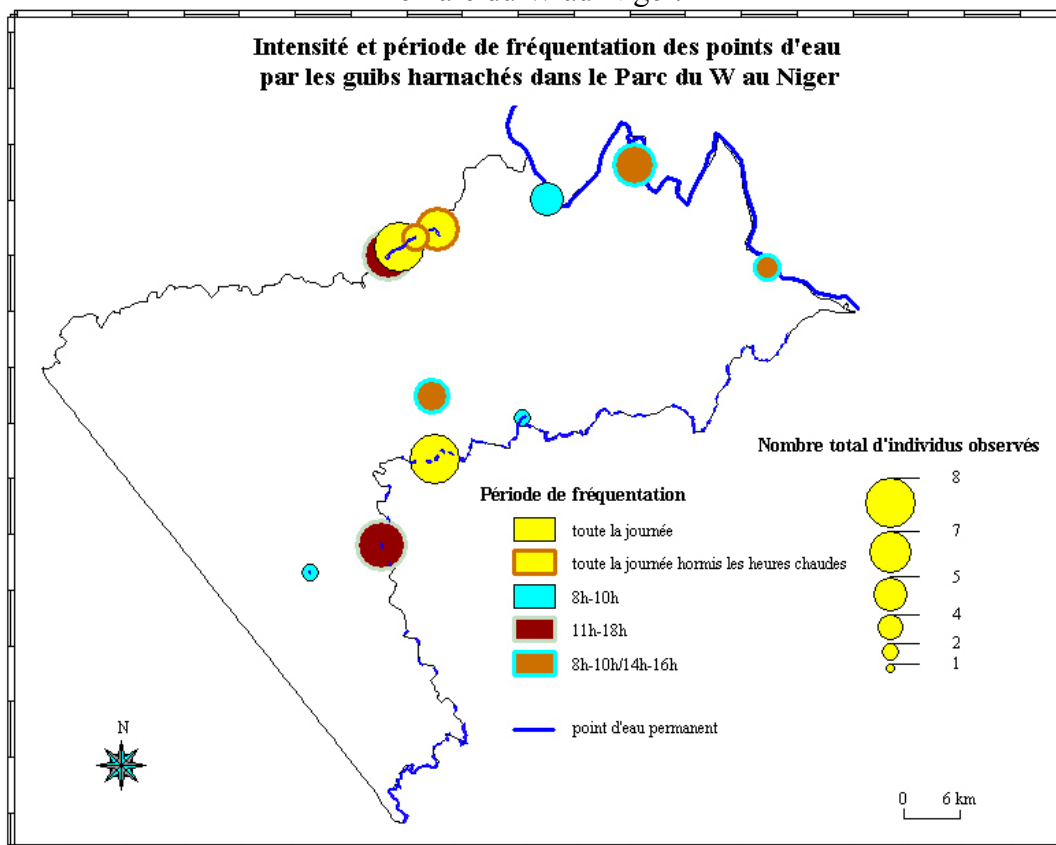
Sites	Richesse faunistique	Abondance faunistique	Conditions hydriques	Conditions écologiques	Pression anthropique
Gorges Tapoa	moyenne	forte ⁶⁵	bonne	bonne	moyenne
Taopa1	bonne	très forte	bonne	moyenne	forte
Tapoa2	bonne	moyenne	bonne	moyenne	faible
Tapoa3	faible	faible	mauvaise	bonne	faible
Koro Goungou	très bonne	moyenne	bonne	bonne	moyenne
Karé Kopto	faible	faible	bonne	bonne	forte
Brigambou	moyenne	faible	bonne	bonne	forte
Mékrou1	bonne	moyenne	bonne	bonne	faible
Mékrou2	bonne	forte	bonne	moyenne	faible
Mékrou3	moyenne	forte	mauvaise	bonne	moyenne
Mékrou4	moyenne	faible	bonne	bonne	forte
Anana	moyenne	moyenne	mauvaise	bonne	faible
Pérélegou	bonne	moyenne	moyenne	moyenne	forte

⁶⁵ La moyenne des observations journalières calculée sur le site des gorges de la Tapoa ne tient compte que des trois demi-journées où le point d'eau n'a pas été dérangé par les pêcheurs. Si l'on rapporte cette moyenne sur l'ensemble des 4 jours d'observation exigés par le protocole, la moyenne pourrait chuter de moitié.

Bien qu'il soit difficile de synthétiser l'ensemble des informations de fréquentation des points d'eau par les grands mammifères au niveau spatial et temporel, nous avons souhaité représenter de manière cartographique les périodes d'abreuvement sur l'ensemble des points fixes pour chacune des espèces. Ceci va nous permettre notamment de voir s'il existe différents schémas dans le mode d'abreuvement pour une même espèce en fonction du site fréquenté. Il serait intéressant de recouper ces informations avec celles, géoréférencées, obtenues en transect linéaire, afin d'avoir un tableau plus complet de la distribution autour de la ressource hydrique. Nous avons donc établi un périmètre situé dans un rayon de 3 km autour des points d'eau permanents et avons caractérisé la densité des espèces de grands mammifères dans ce périmètre. Les résultats nous permettront de mettre en évidence les préférences des différentes espèces pour certains points d'eau permanents situés dans l'espace échantillonné⁶⁶. Dans ce type d'analyse on mettra en relation la densité d'individu par rapport au point d'eau considéré dans son ensemble et non par rapport à un site de comptage⁶⁷.

Guib Harnaché

Figure 95. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les guibs harnachés dans le Parc du W au Niger.

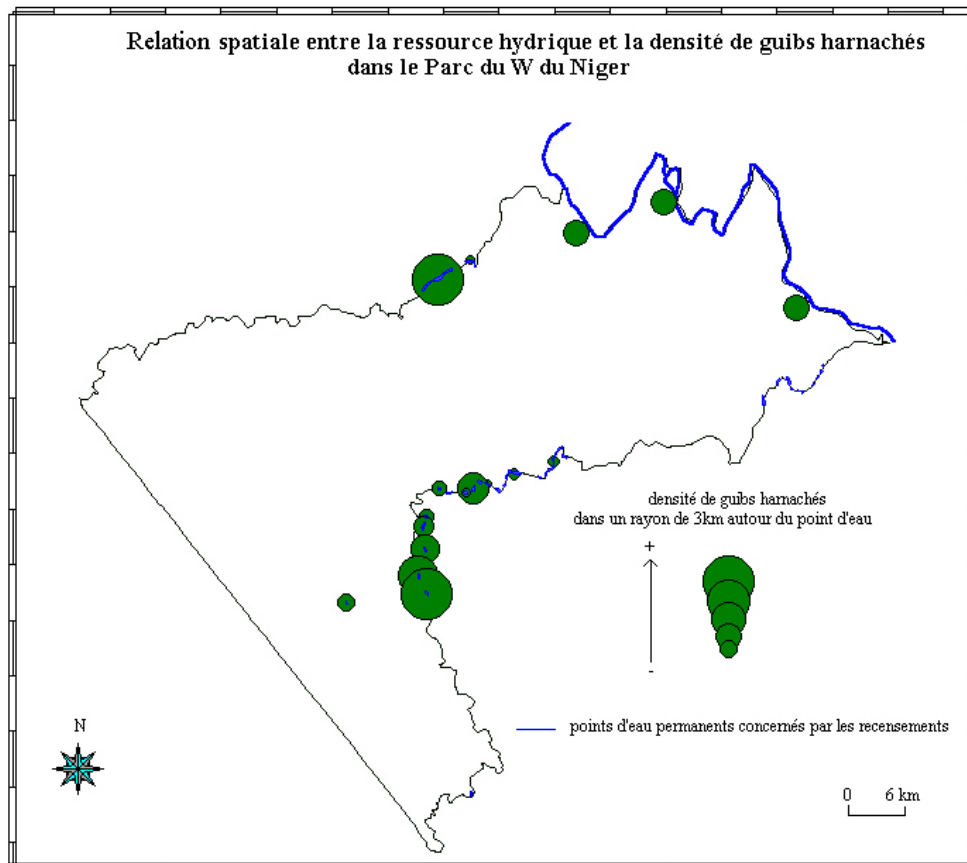


⁶⁶ L'espace échantillonné correspond au recoupement entre le périmètre autour des points d'eau permanents et les zones de recensement en point fixe et en véhicule.

⁶⁷ On remarquera certaines dissemblances au niveau de la représentation graphique entre les deux types de cartes, ce qui est tout à fait normal sachant qu'on ne traite pas le même type d'information. En effet, dans un cas il s'agit d'analyser des individus au niveau d'un site de comptage et dans l'autre une densité calculée dans un périmètre de 3 km autour d'un point d'eau pris dans sa continuité.

Les guibs harnachés sont actifs dès le matin autour des points d'eau sur tous les sites de comptage à l'exception du site Mékrou4 où aucun individu n'a été recensé (cf. figure 92). Les sites Tapoa3 et Mékrou3 constituent une exception au niveau de la période de fréquentation qui peut s'expliquer selon nous par une des caractéristiques éthologiques du guib harnaché que nous détaillerons par la suite. Mais on peut dire succinctement que les "territoires"⁶⁸ des guibs harnachés observés sur ces deux sites ne sont pas à proximité des points d'eau. C'est pourquoi les guibs harnachés ne se manifesteront qu'à partir de 11h sur les sites Tapoa3 et Mékrou3.

Figure 96. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de guibs harnachés dans le Parc du W du Niger.



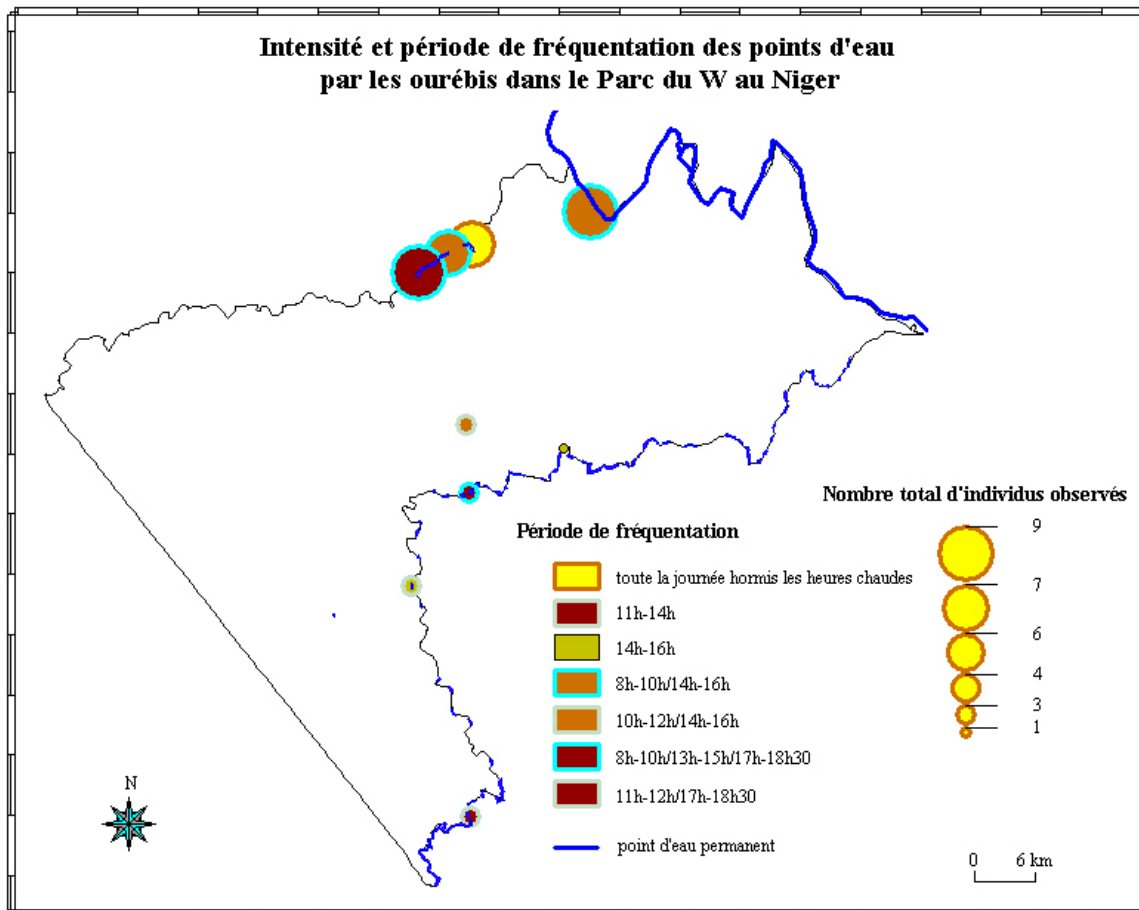
Le guib harnaché est bien représenté (cf. figure 96) sur la grande majorité des points d'eau permanents, hormis à l'extrémité sud du Parc et dans la partie ouest de la Mékrou. Pour cette dernière, l'absence de guibs harnachés peut s'expliquer en raison de l'aspect accidenté de la rivière, donc difficile d'accès. En revanche, il est assez difficile de trouver une explication quant à l'absence de cette espèce dans la zone sud de la Mékrou et notamment au niveau du point fixe Mékrou4. Etant donné la présence de nombreux points d'eau dans ce secteur, il est probable que nous les ayons manqués lors de nos observations. Cela démontre, en cas de présence d'individus, un comportement très discret, donc craintif, jamais observé dans les autres secteurs du Parc.

⁶⁸ On entend par territoire, le lieu où un individu passe la majeure partie de son temps. Ce territoire est souvent défendu par l'individu contre ses conspécifiques.

La préférence du guib harnaché pour un point d'eau en particulier n'est pas évidente, sauf pour le point fixe Mékrou3. En effet, ce site constitue le seul point d'eau en fin de saison sèche dans un rayon de 3 km et certains individus peuvent venir de loin⁶⁹ pour s'abreuver.

Ourébi

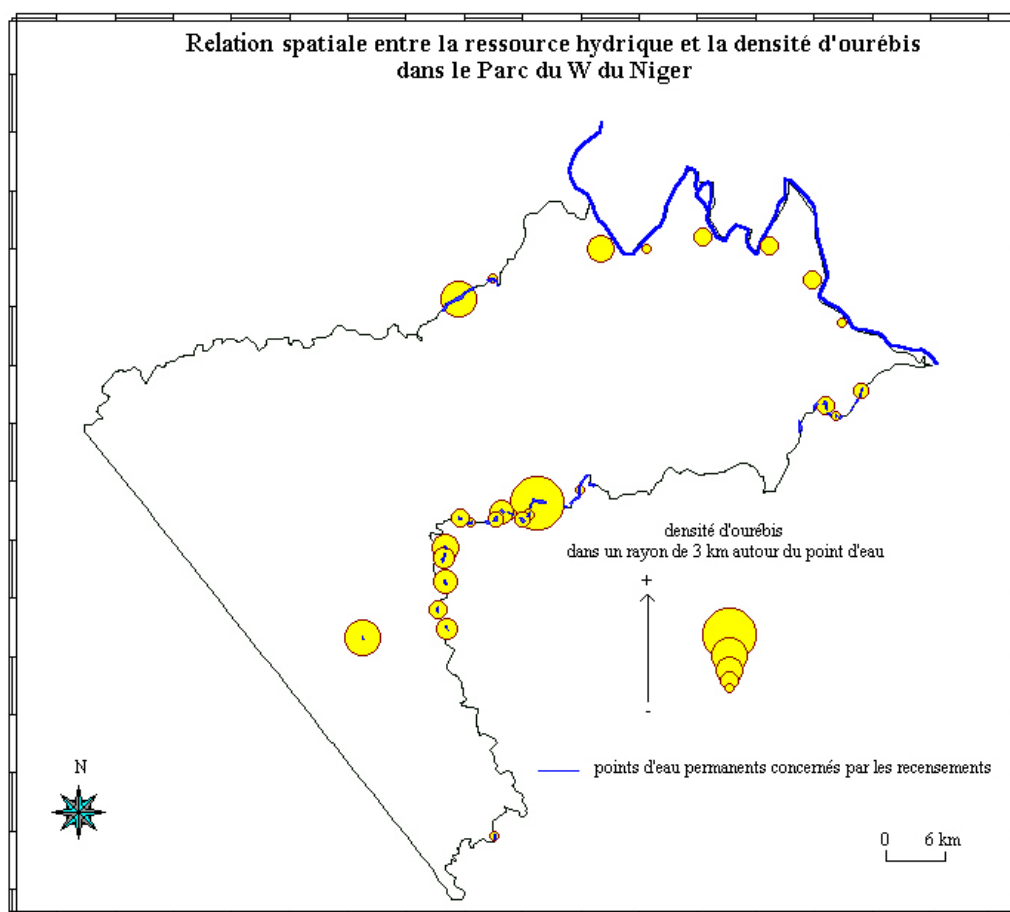
Figure 97. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les ourébis dans le Parc du W au Niger.



On constate sur la figure 97 que l'ourébi n'est pas associé à une tranche horaire précise quant à sa venue au point d'eau. Ceci peut s'expliquer en partie par la plasticité dont il fait preuve à l'égard de la ressource hydrique (cf. annexe 1). On peut donc présumer que sa densité est moins liée à la présence de points d'eau permanents que pour le guib harnaché par exemple. L'analyse de la relation spatiale entre la densité des ourébis et la ressource hydrique (cf. figure 98) devrait pouvoir nous éclairer dans ce domaine.

⁶⁹ Nous avons démontré (cf. annexe 4) que cette espèce pouvait parcourir quotidiennement plusieurs kilomètres (une dizaine aller-retour) pour s'abreuver.

Figure 98. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité d'ourébis dans le Parc du W du Niger.



Nous pouvons tirer deux enseignements majeurs de la figure 98 :

1. l'ourébi est présent sur tous les types de point d'eau, ce qui implique une large distribution sur l'ensemble du Parc ;
2. sa densité est plus importante sur trois sites, la mare Pérélégo, la rivière Tapoa et la rivière Mékrou au niveau de l'embranchement avec la piste Anana, indiquant une habitabilité plus favorable.

Le deuxième point nous conforte dans le fait que les ourébis ne soient pas associés aux principaux points d'eau puisque aucun individu n'a été recensé lors des comptages au niveau de la mare Pérélégo alors que d'après les transects linéaires cette espèce est largement présente dans cette zone, impliquant nécessairement la présence d'habitats favorables.

Céphalophe de Grimm

Le Céphalophe de Grimm, le plus petit ongulé observé dans le Parc du W, semble s'abreuver davantage lors des heures fraîches de la matinée (cf. figure 99), probablement afin d'éviter toute forme de compétition interspécifique au niveau de l'accès au point d'eau. Quant à sa venue tardive au niveau du site Mékrou3, celle-ci peut éventuellement s'expliquer par le fait que l'individu observé a parcouru une distance relativement importante pour accéder au point d'eau, tout comme on a pu l'observer chez les guibs harnachés. Le céphalophe de Grimm est encore moins hydrodépendant que les deux autres espèces d'ongulés vues précédemment. Cette particularité devrait lui conférer une densité sans relation évidente avec la ressource hydrique et encore plus liée à la qualité de l'habitat environnant cf. figure 100).

Figure 99. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les céphalopes de Grimm dans le Parc du W au Niger.

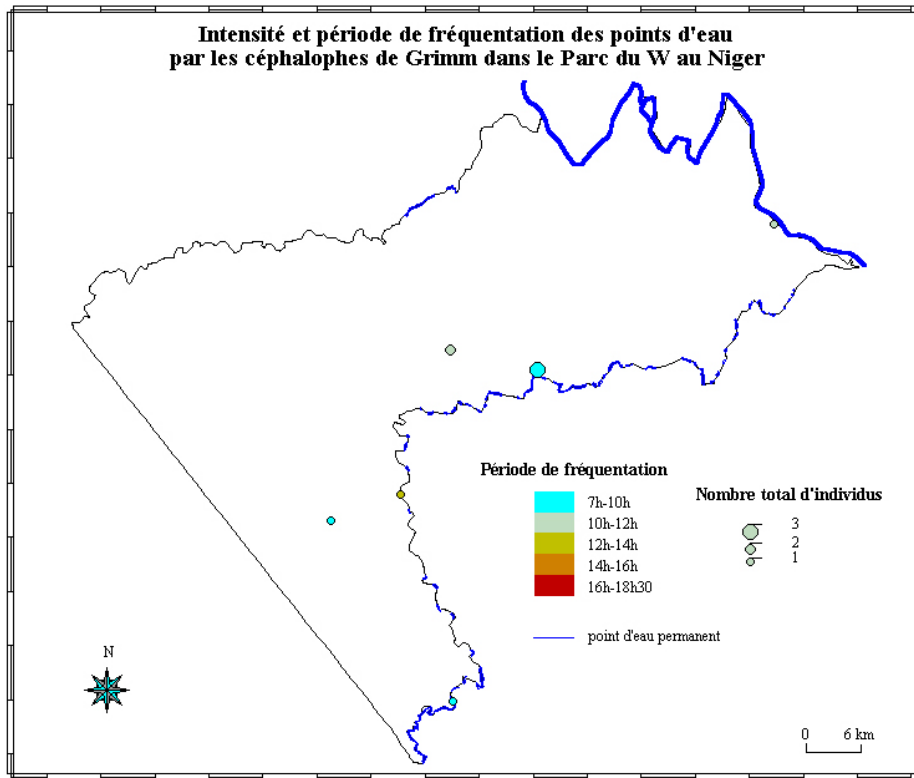
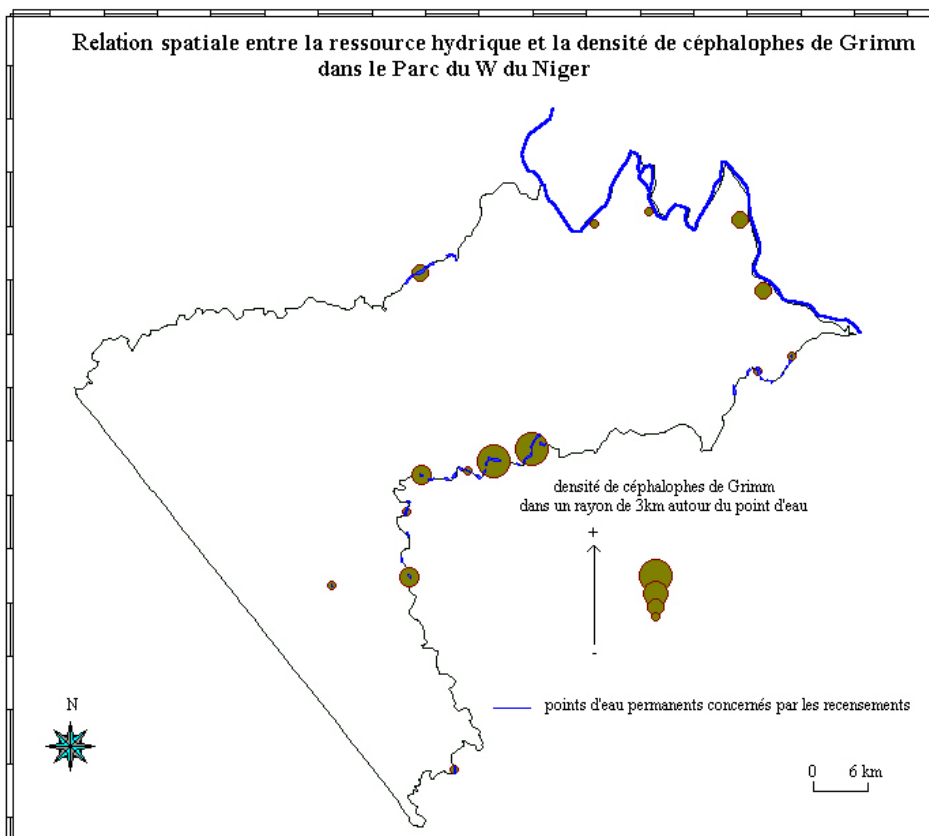


Figure 100. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de céphalopie de Grimm dans le Parc du W du Niger.

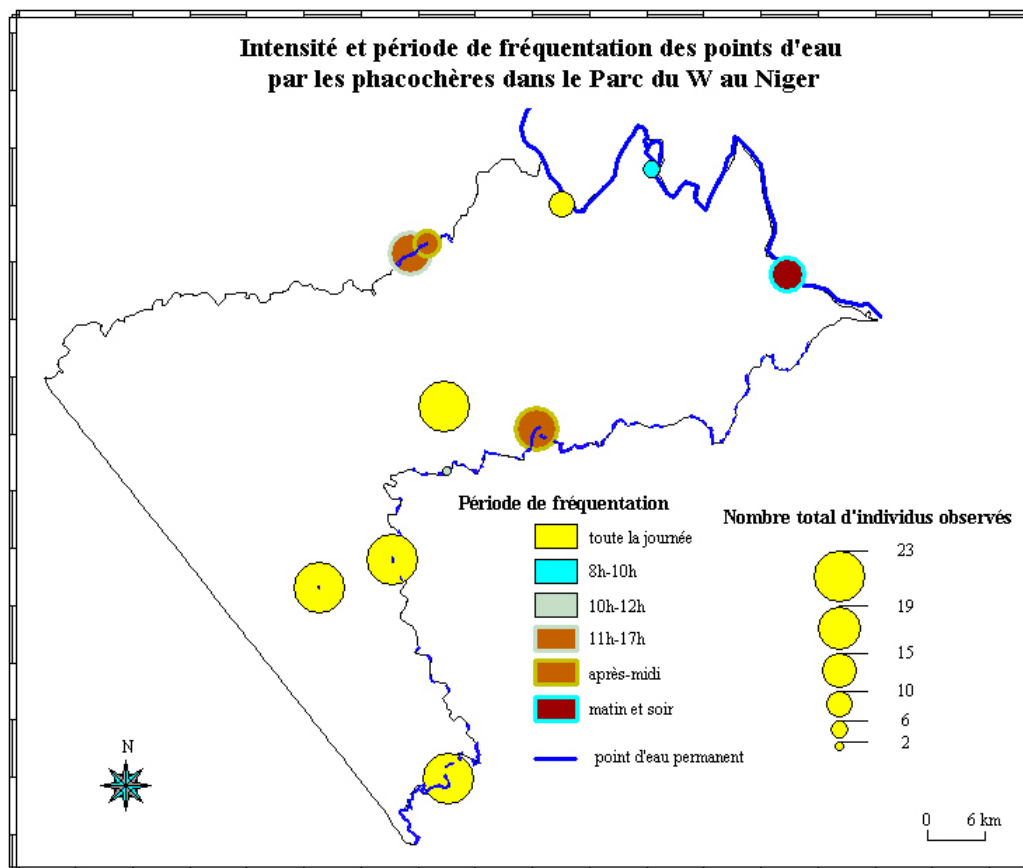


Le céphalophe de Grimm est présent à proximité de l'ensemble des points d'eau permanents, traduisant également une large distribution (cf. figure 100). On note cependant une densité importante au niveau de la rivière Mékrou dans sa partie centrale, ce qui est probablement dû à la qualité de l'habitat environnant. Nous verrons par la suite que la distribution de cette espèce est très fortement liée au type d'habitat et à la compétition intraspécifique.

Phacochère

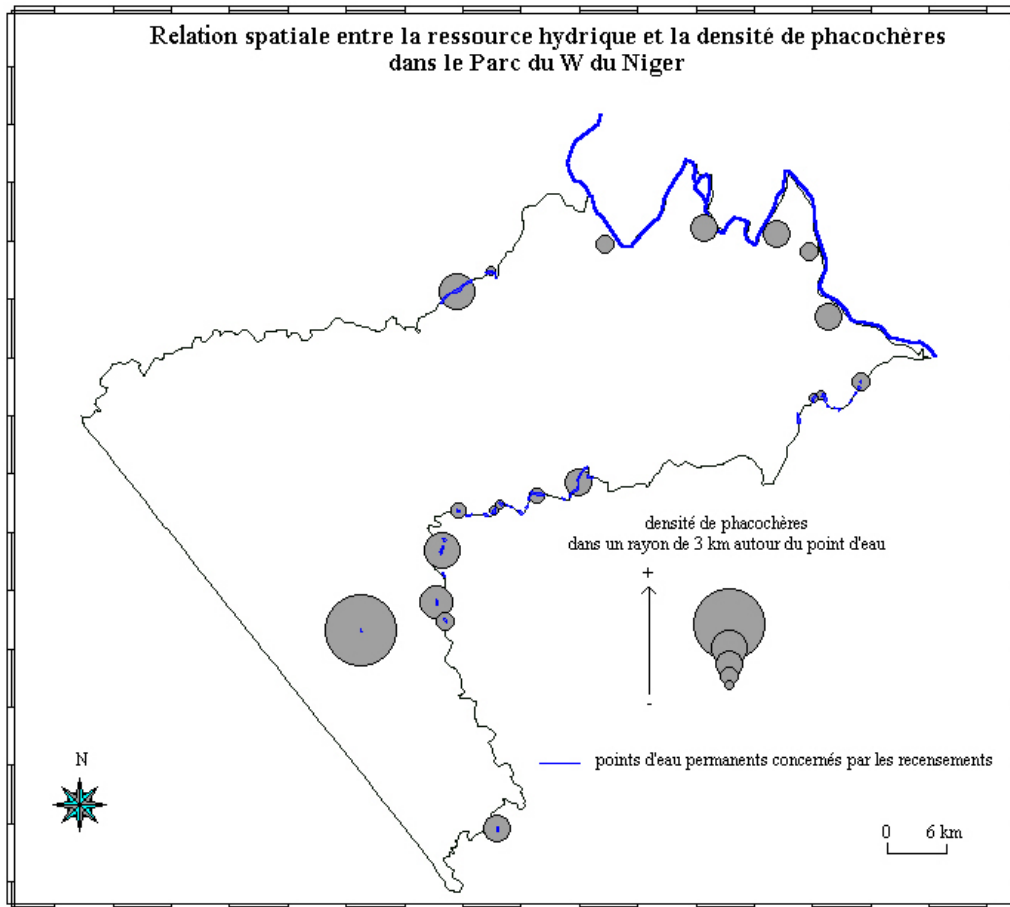
Le phacochère a un comportement vis-à-vis de la ressource hydrique assez proche de l'ourébi. Il est relativement dépendant de l'eau mais peut se passer de boire pendant plusieurs jours en utilisant notamment l'eau contenue dans les aliments consommés (tubercules et racines). Le phacochère évolue plutôt en savane ouverte mais présente une certaine plasticité au niveau de son habitat. Sa distribution devrait être proche de celle de l'ourébi, sachant que leurs affinités écologiques sont relativement similaires.

Figure 101. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les phacochères dans le Parc du W au Niger.



Le phacochère ne présente effectivement pas de préférences particulières durant la journée pour venir s'abreuver (cf. figure 101). Il ne semble donc à priori pas perturbé par les températures élevées du milieu de journée. On remarquera cependant que les fréquentations au niveau des sites de Brigambou et de Karé Kopto, situés le long du Niger donc soumis à de fortes pressions anthropiques, ont lieu tôt le matin ou en début de soirée, soit lorsque l'activité anthropique est au plus bas.

Figure 102. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de phacochères dans le Parc du W du Niger.



Le phacochère, de la même manière que l'ourébi, a une large distribution puisqu'on le retrouve sur tous les types de points d'eau permanents dans le Parc (cf. figure 102). Ces deux espèces ont la particularité, parmi les grands ongulés de la zone d'étude, d'avoir une densité très forte au niveau de la mare Pérélégou. Celle-ci est due de toute évidence à la qualité de l'habitat dans cette zone, sachant que ces espèces ont des affinités écologiques très semblables.

Cobe de Buffon

Les cobes de Buffon présentent un schéma très similaire aux phacochères en matière de fréquentation des points d'eau. Leur venue au point d'eau ne coïncide pas spécialement avec un moment de la journée, hormis au niveau des sites perturbés par les activités anthropiques tels que ceux situés le long du Niger (Brigambou et Karé Kopto) et le site Mékrou4 (cf. figure 103). Dans ces zones soumises à une activité humaine importante, la fréquentation des points d'eau, souvent très exposés, se fait durant les heures "creuses", soit tôt le matin et en début de soirée.

On notera que les cobes de Buffon, surtout les femelles, ne s'éloignent jamais bien loin de la ressource hydrique, on peut donc observer un même individu à plusieurs reprises près du point d'eau au cours d'une même journée.

Figure 103. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les cobes de Buffon dans le Parc du W au Niger.

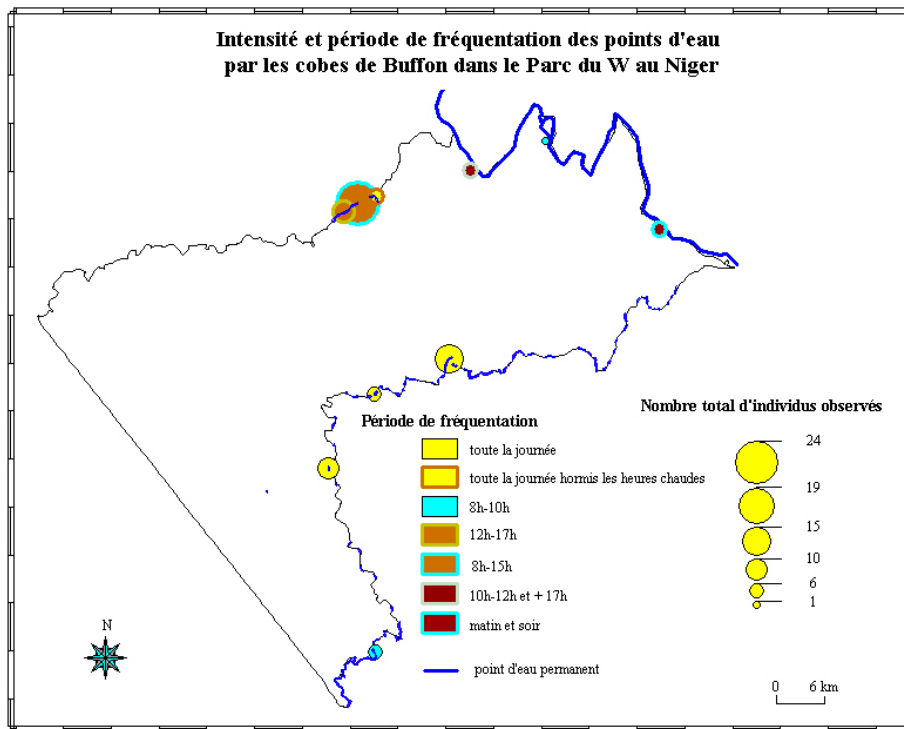
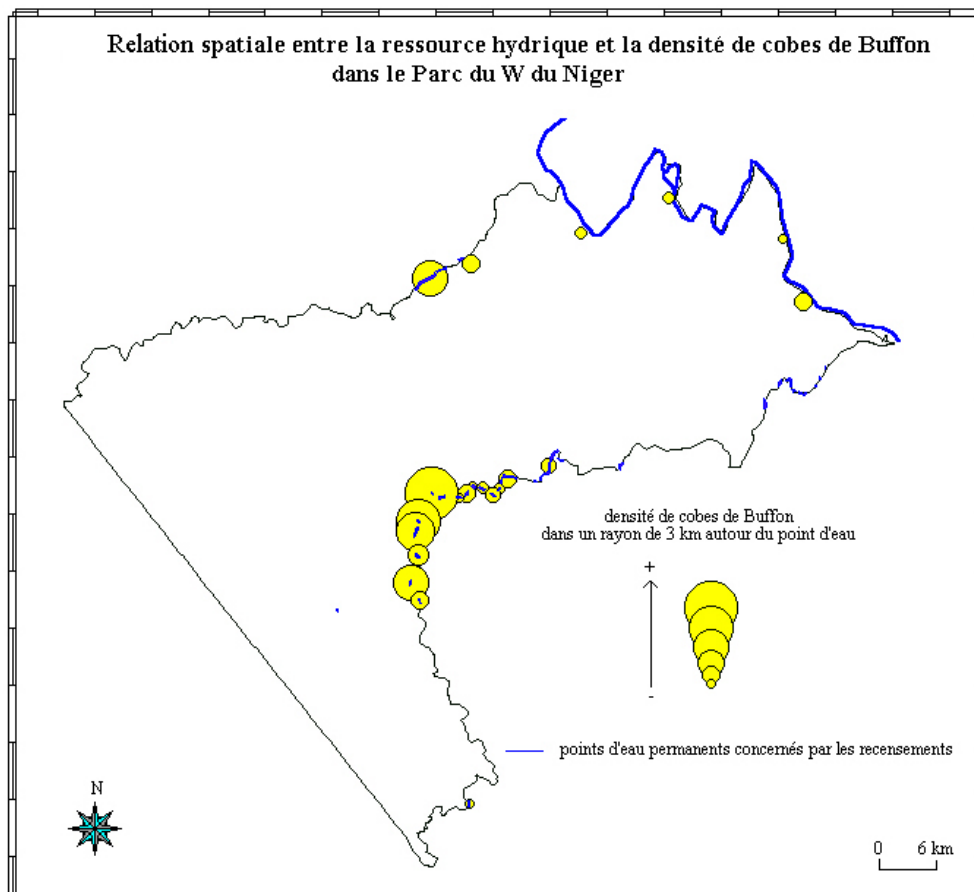


Figure 104. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de cobes de Buffon dans le Parc du W du Niger.

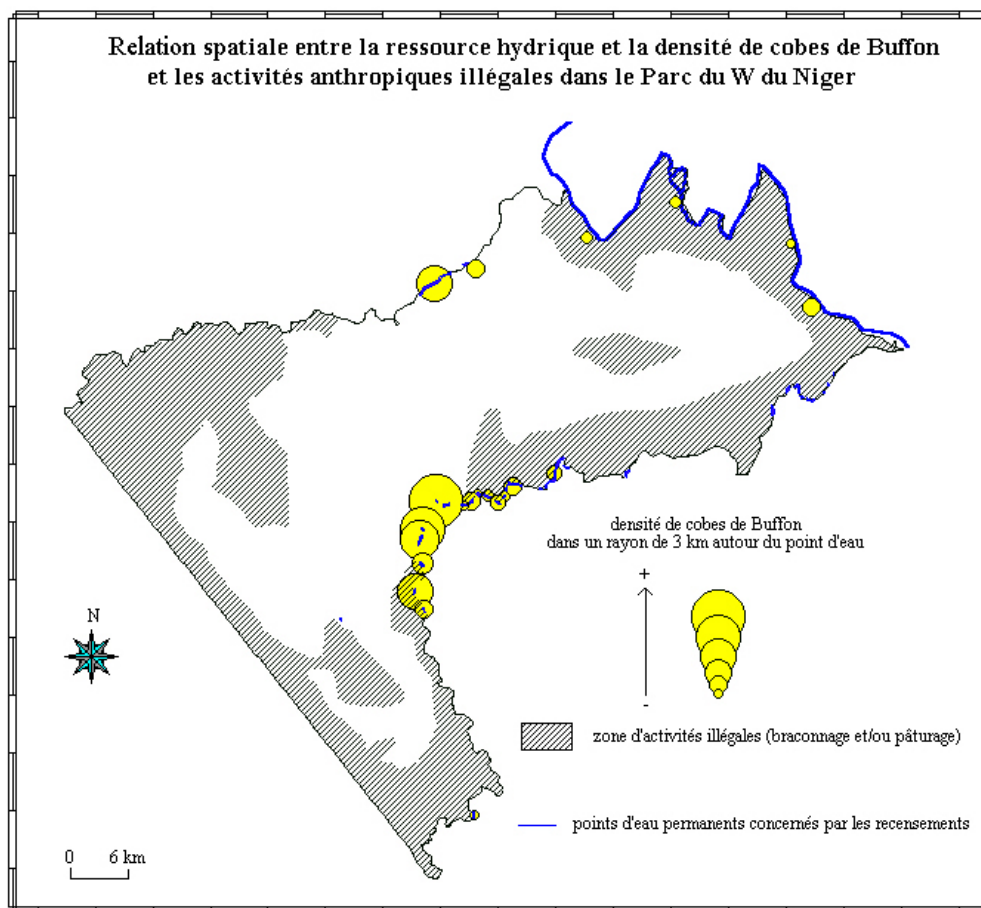


La densité de cobes de Buffon est très forte dans la partie centrale de la rivière Mékrou, forte autour de la rivière Tapoa et faible le long du Niger et dans les autres parties de la Mékrou (cf. figure 104). Avec la ressource hydrique deux autres facteurs sont susceptibles d'affecter la densité de cette espèce :

- la qualité de l'habitat en terme de ressource alimentaire ;
- les activités anthropiques illégales telles que le braconnage ou le pâturage illégal. Dans les deux cas il y a une diminution d'individus : par prélèvement dans le cas du braconnage et par compétition sur la ressource alimentaire avec le bétail domestique dans le cas du pâturage illégal. On notera que la diminution de la ressource alimentaire rejoint le premier facteur, la qualité de l'habitat.

Nous avons souhaité superposer les zones d'activité illégales avec les densités de cobe de Buffon de la figure ci-dessus (cf. figure 105).

Figure 105. Relation spatiale entre la ressource hydrique, la densité de cobes de Buffon et les activités anthropiques illégales dans le Parc du W du Niger.

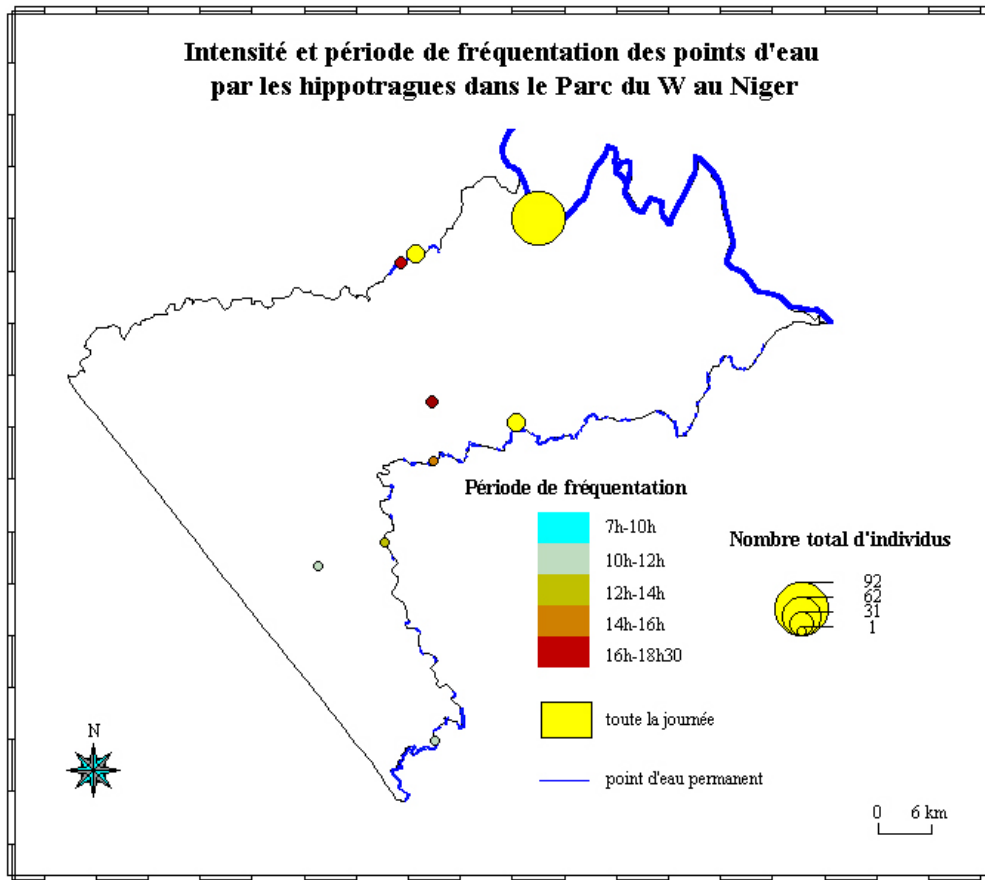


Le résultat est éloquent puisque les zones de densités les plus faibles coïncident avec les zones d'activités de braconnage et/ou de pâturage illégal.

Le bubale et l'hippopotame sont également victimes de ces activités illégales. Leurs densités autour des points d'eau permanents devraient être relativement similaires à celle du cobe de Buffon.

Hippotrague

Figure 106. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les hippotragues dans le Parc du W au Niger.



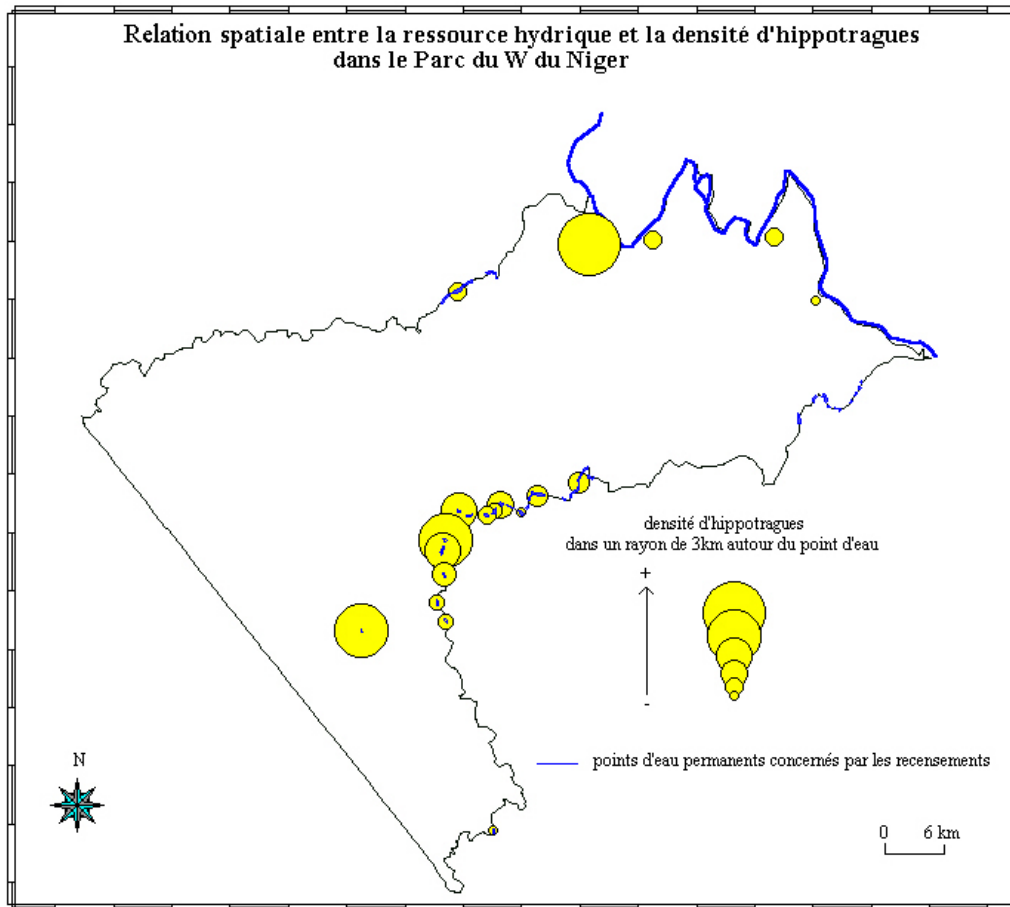
Les hippotragues, comme le phacochère ou l'ourébi, ne semblent pas privilégier un moment précis de la journée pour venir s'abreuver. Ceci peut paraître surprenant, car cela pourrait signifier que ces grands ongulés sont actifs tout au long de la journée même durant les heures chaudes en dépit de leur masse importante, donc à priori plus difficile à refroidir que les ongulés de plus petite taille, tel que l'ourébi par exemple.

On constate également que l'intensité de fréquentation des points d'eau observés est très inégale. Ce constat peut s'interpréter de deux manières possibles, en postulant que les observations ont été réalisées dans les mêmes conditions sur chaque site :

1. soit ces observations au niveau des points d'eau reflètent la tendance générale de distribution,
2. soit les hippotragues présentent un comportement nocturne quant à l'abreuvement pour des raisons diverses, telle que la pression anthropique, et dans ce cas ces inégalités ne reflètent pas la tendance générale.

L'analyse de la densité de l'espèce vis-à-vis de la ressource hydrique devrait pouvoir nous éclairer sur ce sujet.

Figure 107. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité d'hippotragues dans le Parc du W du Niger.

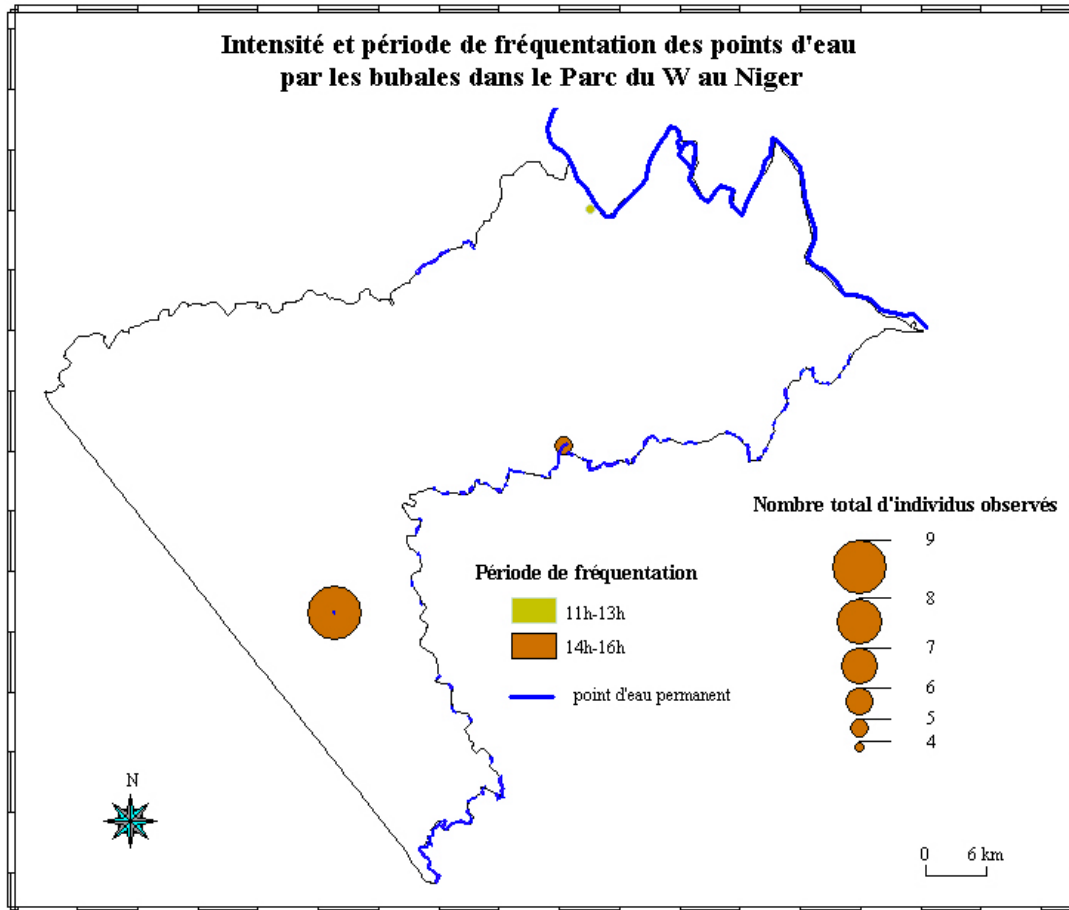


Les hippotragues ont effectivement une distribution assez large et ne reflétant pas les observations réalisées en points fixes uniquement. En effet, on les retrouve partout autour des points d'eau permanents, hormis dans la partie accidentée de la Mékrou (cf. figure 107). Leur densité est également faible dans les zones où les activités illégales sont importantes, à l'exception du site Koro Goungou le long du Niger. Ce site est en effet aujourd'hui l'une des rares zones, bordant le fleuve, peu soumise au pâturage illégal et quasiment pas au braconnage, notamment en raison de l'installation d'un campement touristique à moins d'1 km (cf. § 2.2.1.4)

L'hippotrague, contrairement au cobe de Buffon, est peu hydrodépendant et très mobile. Ces caractéristiques lui permettent notamment de fréquenter assidûment la mare Pérélégo qui peut parfois se retrouver à sec en fin de saison sèche. C'est d'ailleurs probablement pour cette raison que les cobes de Buffon ne sont pas présents autour de cette mare.

Bubale

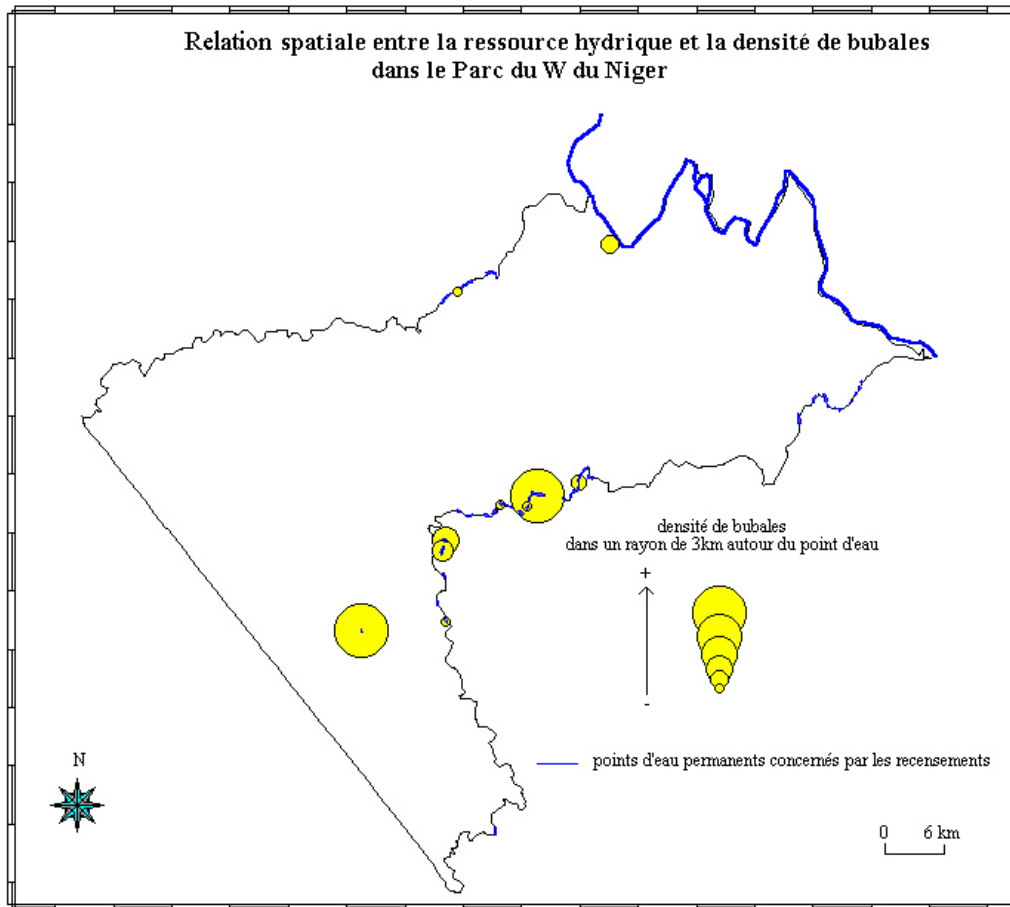
Figure 108. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les bubales dans le Parc du W au Niger.



Les bubales n'ont été observés que sur trois sites au niveau des points d'eau, il est par conséquent très difficile de dégager une tendance quant à leur mode de fréquentation des points d'eau. Néanmoins, on constate que les individus observés sont venus de la même manière que les hippotragues plutôt lors des heures chaudes.

Les bubales, dont les caractéristiques d'hydrodépendance et de mobilité sont quasiment similaires aux hippotragues, devraient également présenter le même type de configuration au niveau de leur densité autour des points d'eau permanents.

Figure 109. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de bubales dans le Parc du W du Niger.

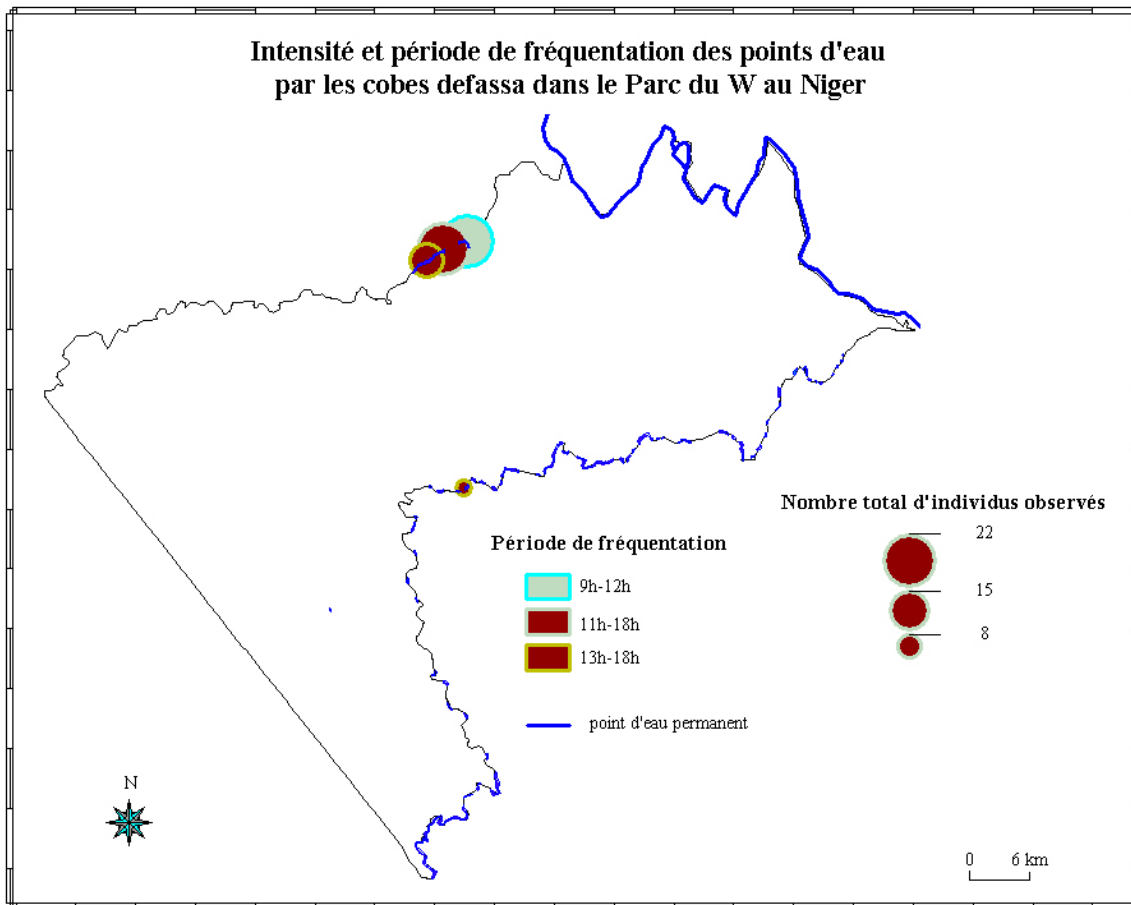


La relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de bubales est en effet comparable à celle de l'hippotrague. Néanmoins, on note une petite différence au niveau de la rivière Mékrou (cf. figure 109). La densité de bubale est très forte dans la partie centrale de la rivière Mékrou, au niveau de la confluence avec le cours d'eau secondaire Anana. Les différences de répartition entre les deux espèces sont certainement dues aux affinités écologiques de chacune. En effet si la concentration de bubales est importante à cet endroit de la rivière, c'est que les habitats bordant le bas-fond Anana conviennent parfaitement aux bubales.

Cobe defassa

Le cobe defassa, contrairement aux bubales et aux hippotragues, ne s'éloigne jamais des points d'eau permanents. Il a en effet besoin, en dehors de s'hydrater, d'une nourriture riche en protéines, souvent située à proximité des rivières voire dans l'eau (hydrophites). La distribution du cobe defassa devrait mettre en évidence la qualité fourragère dans et autour des points d'eau permanents et l'analyse de la fréquentation nous permettra peut-être de comprendre comment cette espèce rythme ses activités journalières.

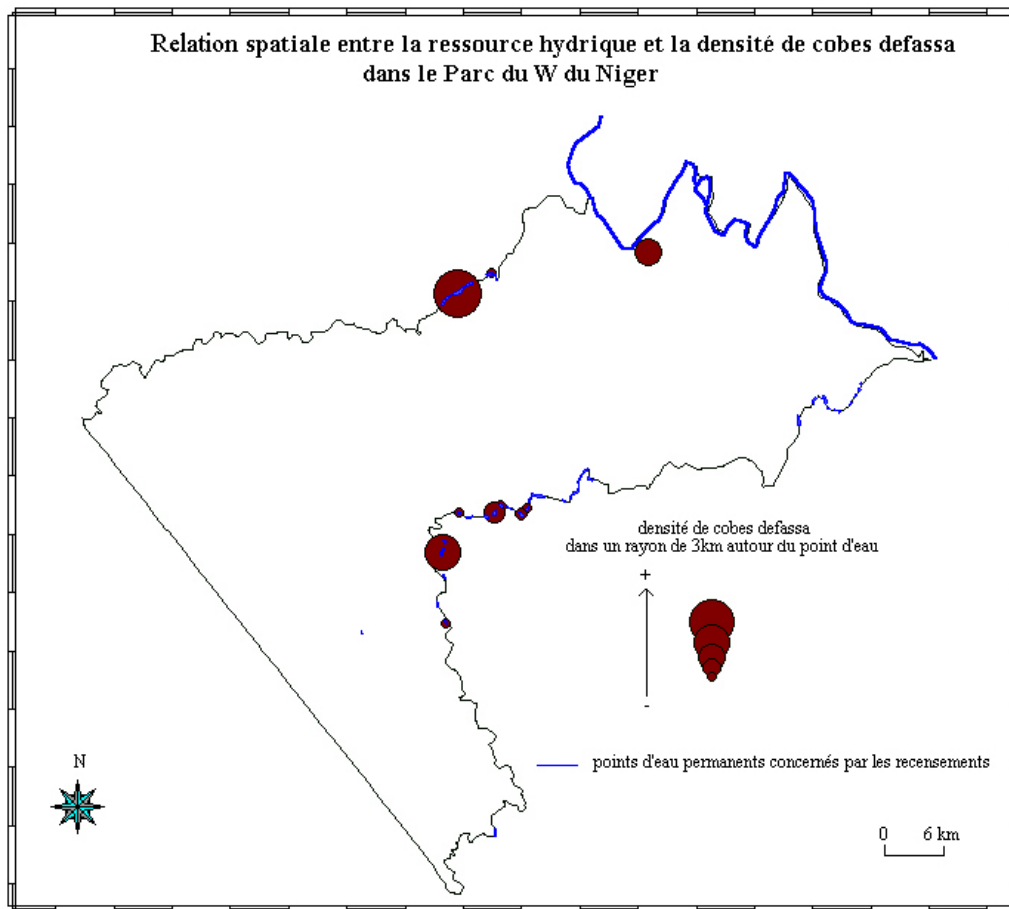
Figure 110. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les cobes defassa dans le Parc du W au Niger.



Au niveau de l'ensemble des sites, il semblerait que les cobes defassa préfèrent s'abreuver dans l'après midi plutôt que dans la matinée. En revanche si l'on se base sur les heures de fréquentation des points d'eau au niveau de la rivière Tapoa et connaissant la capacité de mobilité de l'espèce, on pourrait penser que les cobes defassa remontent la rivière au fur et à mesure de l'avancée de la journée dans le cas où les individus observés feraient partis du même groupe.

Cette espèce pourtant très liée à la ressource hydrique n'est présente que sur peu de sites en comparaison aux cobes de Buffon, on peut émettre alors l'hypothèse qu'elle présente également une activité nocturne quant à l'abreuvement. L'analyse de la distribution, en tenant compte de l'ensemble des données de comptage, par rapport aux points d'eau permanents devraient nous indiquer si les cobes defassa sont très sélectifs vis-à-vis de la ressource hydrique. Dans le cas contraire cela signifierait qu'ils se distribuent autour d'un grand nombre de points d'eau et que de par leur activité nocturne nous ayons manqué les observations au niveau des sites observés.

Figure 111. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de cobes defassa dans le Parc du W du Niger.



La distribution du cobe defassa est assez localisée, bien que des individus soient présents aux bords de tous les cours d'eau principaux, (cf. figure 111). On remarquera que l'essentiel des individus semble davantage s'abreuver dans la partie nord du Parc, notamment dans la rivière Tapoa et au bord du Niger. Au niveau du fleuve, les cobes defassa sont présents à un endroit bien précis regroupant les caractéristiques nécessaires (confirmant l'hypothèse de la sélectivité) :

- une bonne qualité du fourrage herbacé et
- un accès facile à l'eau.

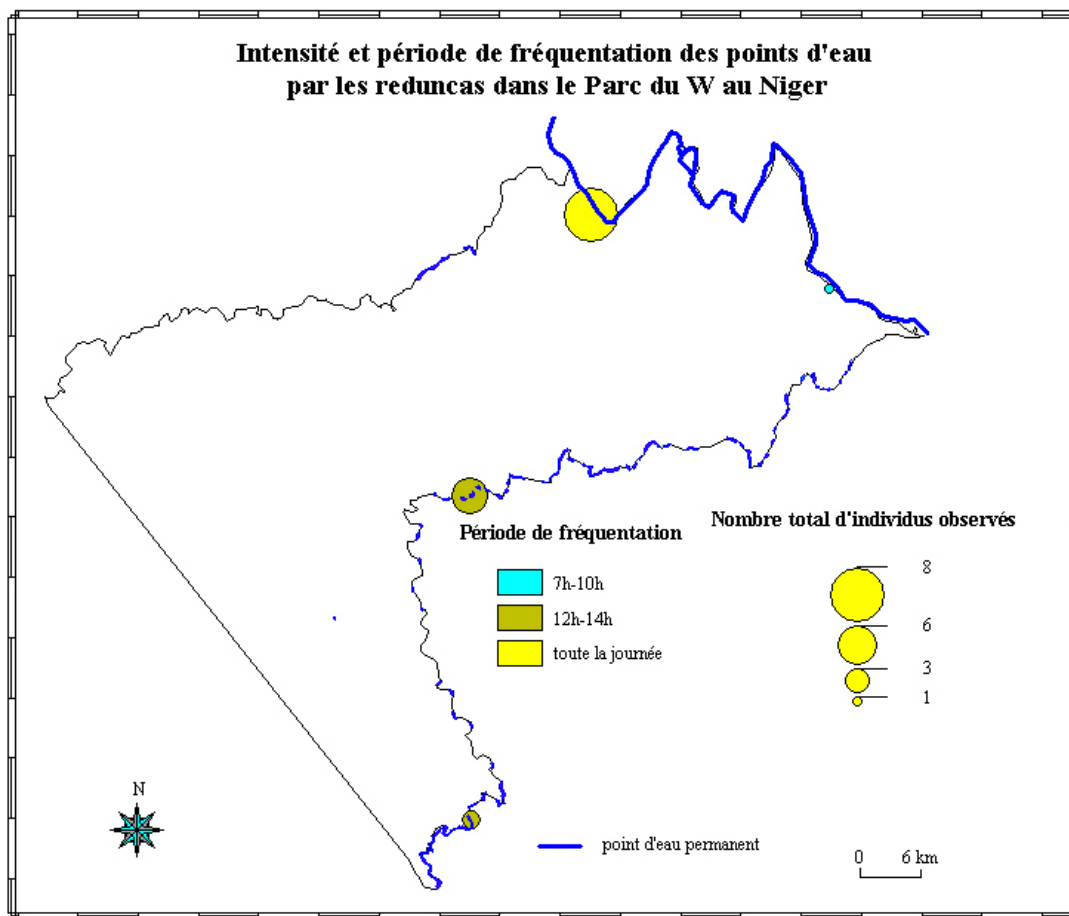
Sur la rivière Mékrou, un point d'eau en particulier semble convenir à cette espèce, probablement pour les mêmes raisons que pour le fleuve Niger.

En résumé, la rivière Tapoa paraît fournir aux cobes defassa les conditions idéales. Le barrage créant la retenue d'eau en saison sèche permet également de retenir les plantes aquatiques. Il est d'ailleurs très fréquent de voir des individus nager dans la rivière afin de s'y nourrir.

Redunca

La distribution des reduncas est également très liée à la qualité de l'habitat. Cette espèce est très exigeante vis-à-vis de son environnement, que ce soit au niveau de la ressource alimentaire ou au niveau de la ressource hydrique. Sa présence nécessite un point d'eau à proximité (dans un rayon de 7 km) et une savane herbeuse sur sol inondable ou profond. L'analyse de sa densité devrait mettre en évidence les zones favorables situées à proximité des points d'eau permanents concernés (cf. figure 112).

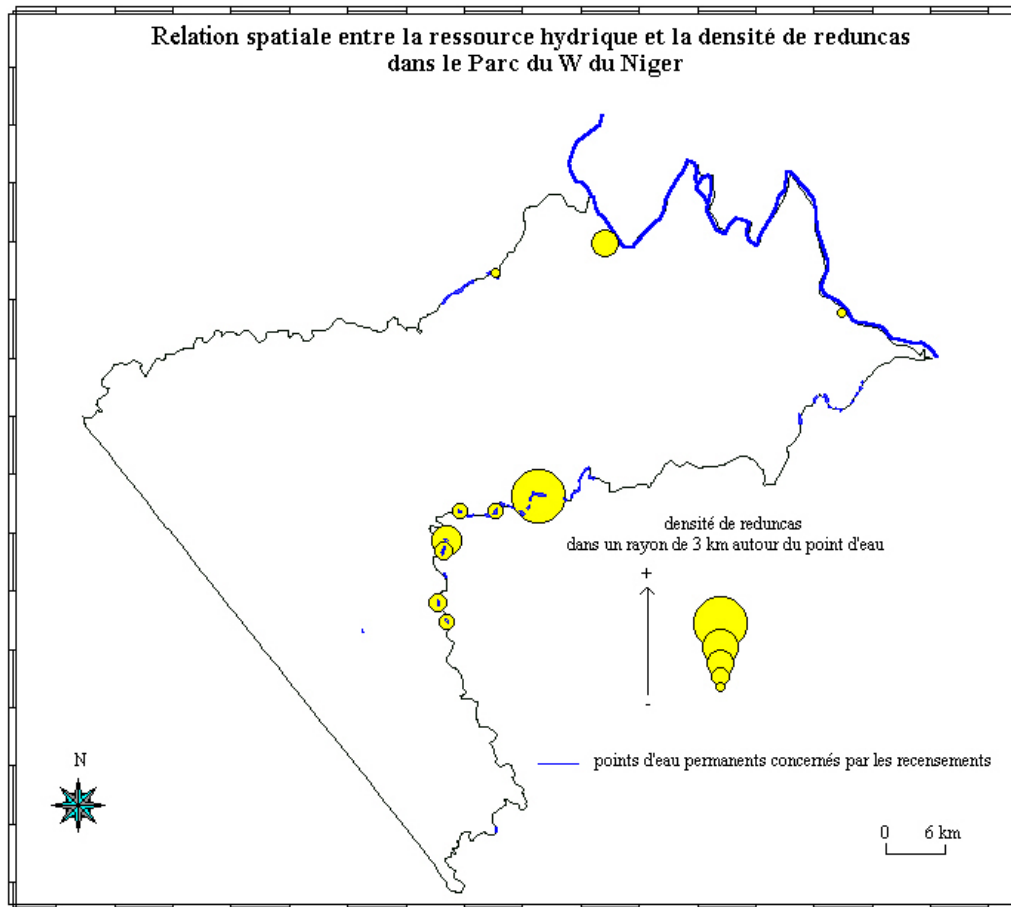
Figure 112. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les reduncas dans le Parc du W au Niger.



Il est très difficile de dégager une tendance quant au mode d'abreuvement des reduncas dans le parc du W en raison du manque de données d'observations (seulement 4 sites sur 13). Néanmoins il existe une constante au niveau des sites observés sur la rivière Mékrou. Les individus sont venus s'abreuver en milieu de journée, ce qui pourrait s'expliquer, de la même manière que chez les guibs harnachés, par une certaine distance à parcourir depuis l'habitat dans lequel ils évoluent en majorité (cf. annexe 1). Il s'avère en effet que les savanes herbeuses sur sol inondable ne sont pas situées à proximité de la Mékrou, alors qu'on peut en trouver le long du fleuve Niger.

L'analyse plus générale portant sur l'ensemble des données de comptage dans un périmètre de trois kilomètres autour des points d'eau permanents devrait probablement s'apparenter à celle présentée sur la figure 112.

Figure 113. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de reduncas dans le Parc du W du Niger.



En effet, les reduncas sont concentrés essentiellement dans deux zones principales :

- l'une située dans le nord du Parc, où le Niger constitue la principale ressource hydrique
- et l'autre localisée dans le centre du Parc axée sur la Mékrou.

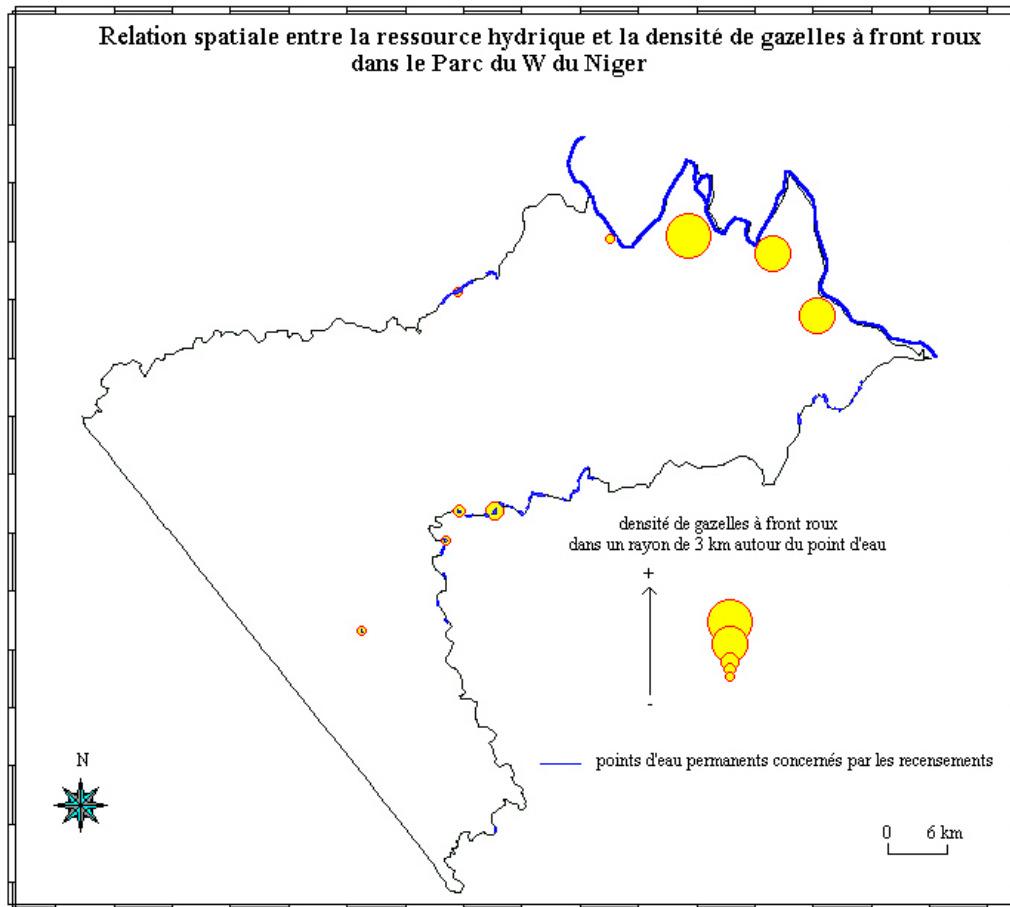
Nous verrons par la suite que la zone de Niafarou, dont le site de Koro Goungou constitue le point d'eau le plus proche, est composée de nombreuses savanes herbeuses à sol inondable. La ressource hydrique est certes un élément primordial dans la distribution des reduncas, mais il est probable que le type d'habitat le soit tout autant.

Gazelle à front roux

La gazelle à front roux est quant à elle très peu dépendante de la ressource hydrique. Cette caractéristique se ressent d'ailleurs au niveau des observations en points fixes puisqu'elle n'a été recensée que sur deux sites (Mékrou 2 et Koro Goungou). Nous avons donc fait le choix de ne pas représenter la carte relative au mode de fréquentation des points d'eau pour la gazelle à front roux.

D'autre part, elle se trouve à la limite de son aire de distribution puisqu'elle est considérée comme une espèce sahélienne affectionnant particulièrement les savanes ouvertes (cf. annexe 1). Ses affinités sont constatées en partie sur la figure 114.

Figure 114. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de gazelle à front roux dans le Parc du W du Niger.

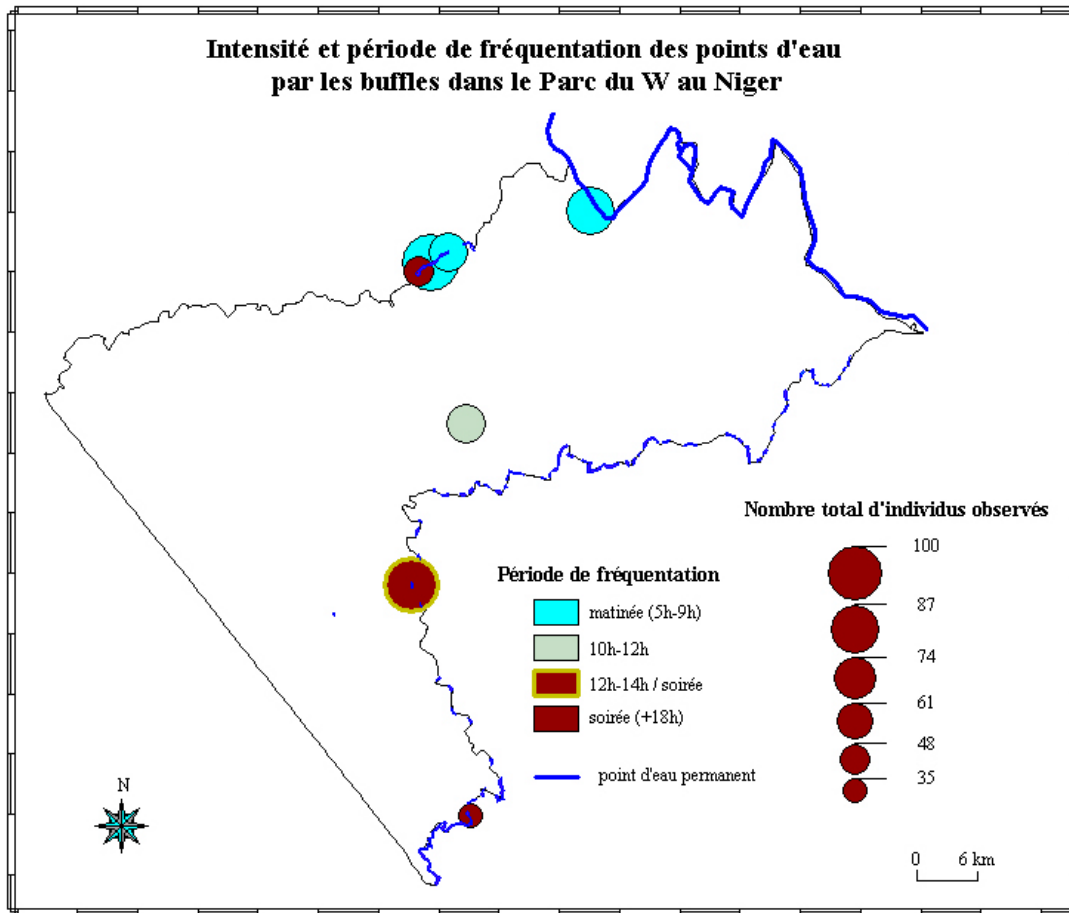


On peut voir sur la figure 114 une relation très forte entre le fleuve Niger et la densité importante de gazelles à front roux. Certes, le fleuve correspond à la limite nord-ouest du Parc, mais la rivière Tapoa située quasiment autant au nord ne présente pas une densité aussi importante. On peut comprendre que le secteur sud du Parc du W soit déserté par cette espèce en raison de sa végétation arborée plus dense. En revanche, il est très difficile d'expliquer la préférence de la gazelle à front roux pour le secteur du fleuve, car au niveau de la ressource (hydrique et alimentaire), d'autres zones dans le Parc du W du Niger sont tout à fait comparables. La seule différence réside dans la compétition interspécifique. En effet les points d'eau permanents situés dans la rivière Tapoa ou dans la rivière Mékrou connaissent une intensité de fréquentation beaucoup plus élevée qu'au bord du Niger. Cette espèce recherche peut-être les zones où la charge animale est moins élevée afin de ne pas rentrer en compétition sur la ressource alimentaire avec les buffles ou les hippotragues notamment.

Buffle

Les buffles évoluent également en majorité dans les milieux ouverts, tels que les savanes arbustives ou savanes arborées claires. Cependant, ils sont beaucoup plus hydrodépendants que les autres espèces affectionnant ce type de biotope.

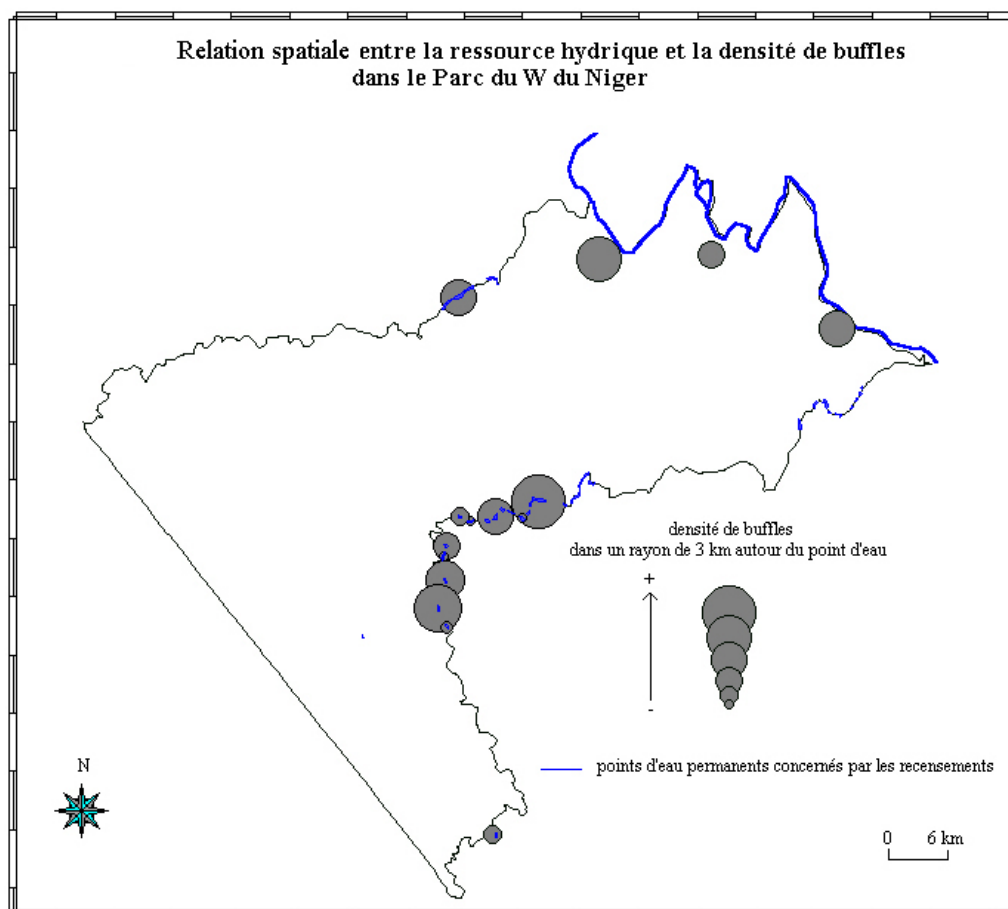
Figure 115. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les buffles dans le Parc du W au Niger.



Le tout début de matinée ou la fin de journée correspondent aux périodes d'abreuvement des buffles sur de nombreux sites hormis le long du Niger où l'activité est réduite au minimum (cf. figure 115). Les indices de présence (cf. annexe 4) montrent que les buffles viennent davantage s'abreuver la nuit au bord du Niger (à l'exception du site Koro Goungou), tout comme un grand nombre d'espèces. Ce changement de comportement au niveau de l'abreuvement est selon nous symptomatique d'une activité anthropique intense en journée. Il semblerait donc que certaines espèces, modifient leurs activités diurnes pour les rendre nocturnes, afin d'échapper à la pression anthropique.

Quant à la distribution spatiale par rapport à la ressource hydrique, on devrait retrouver les buffles partout où l'eau est suffisamment abondante (cf. figure 116), sachant que ces derniers, contrairement aux cobes defassa, sont des pisseurs peu sélectifs.

Figure 116. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de buffles dans le Parc du W du Niger.



Les buffles sont en effet présents et en quantité importante sur l'ensemble des points d'eau permanents, à l'exception de la mare Pérélégou. Cette mare a l'inconvénient de se retrouver parfois à sec en fin de saison sèche et de proposer moins d'eau que la rivière Mékrou située à moins de 10 km (cf. figure 116).

On peut néanmoins préciser que c'est au niveau de la partie centrale de la Mékrou que la densité est la plus forte, probablement car c'est le secteur avec celui de la Tapoa le mieux protégé. Ce constat devrait prévaloir pour une autre espèce très consommatrice d'eau : les éléphants.

Eléphant

L'éléphant présente des caractéristiques comparables à celles du buffle au niveau de l'hydrodépendance et subit encore davantage les actes de malveillances des braconniers. Sa distribution autour des points d'eau permanents ainsi que les observations récoltées en points fixes devraient mettre en évidence ces facteurs.

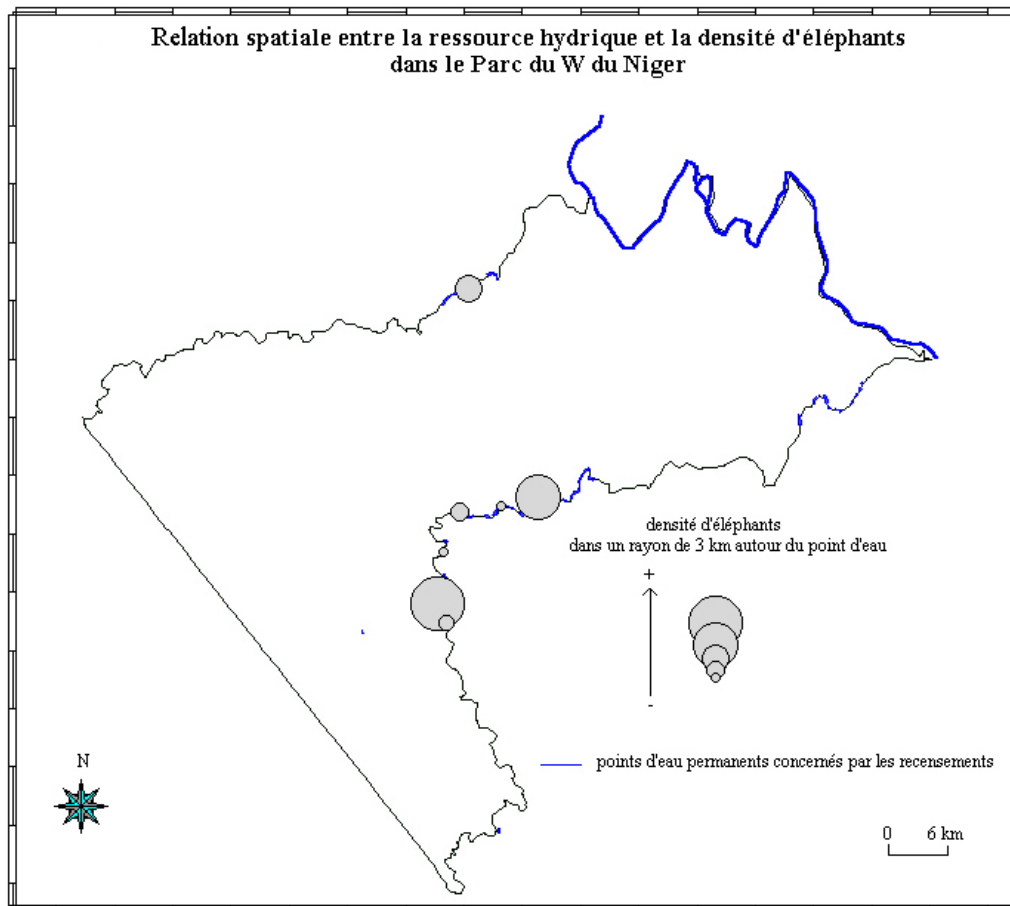
Il s'avère qu'au niveau des points fixes, les éléphants n'ont été recensés que sur deux sites, Tapoa 1 et Mékrou 3, sachant qu'au niveau du dernier il s'agit d'observations nocturnes, allant à l'encontre de notre volonté puisque nous ne considérons au départ que les observations diurnes. On peut émettre deux hypothèses quant à ce faible nombre d'observations :

- soit la densité d'éléphants est très faible dans le parc du W au Niger, de manière saisonnière ou permanente,

- soit ces animaux sont très prudents, car souvent menacés, et font donc preuve de grande vigilance quant à leur fréquentation des points d'eau.

Il est possible que la prise en compte de l'ensemble des données de comptage en rapport avec la ressource hydrique nous informe sur les hypothèses émises.

Figure 117. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité d'éléphants dans le Parc du W du Niger.



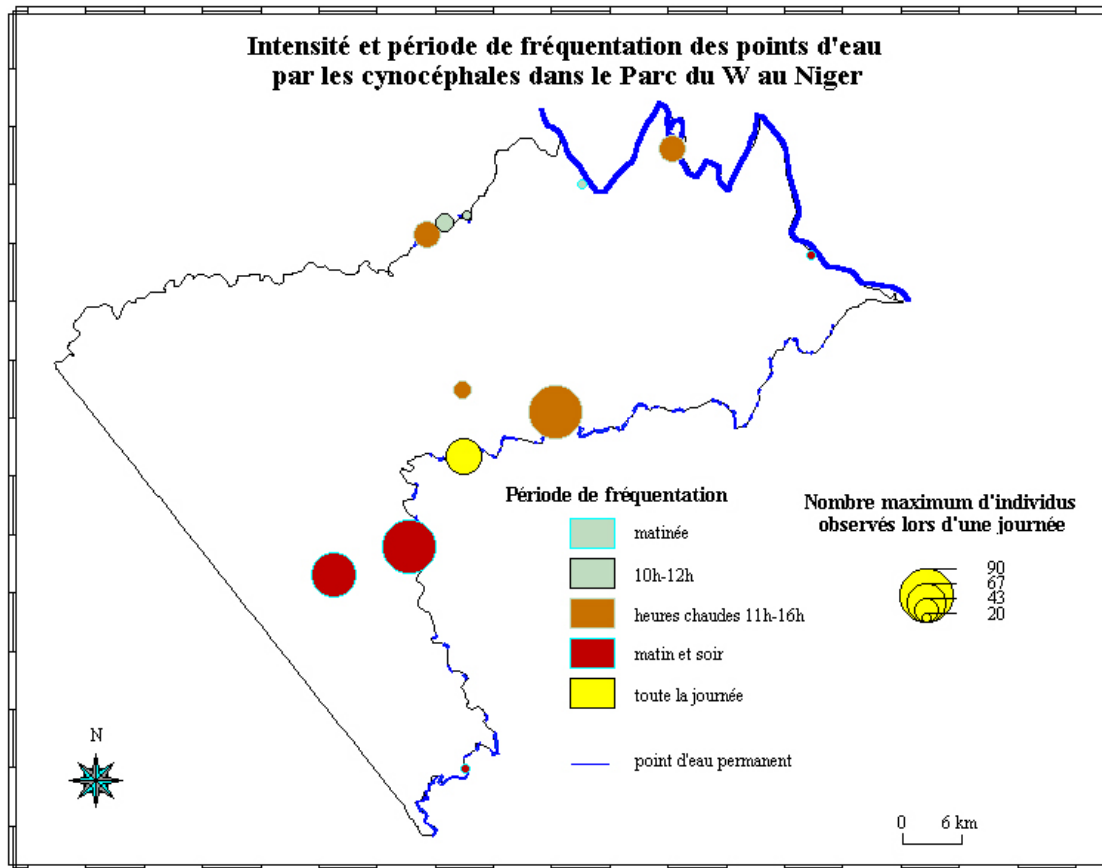
L'éléphant est en effet concentré en saison sèche dans la partie centrale de la rivière Mékrou et sur la rivière Tapoa (cf. figure 117). En revanche, il est totalement absent le long du fleuve Niger et au niveau du site Mékrou 4, ce qui n'est pas surprenant si l'on considère que ce sont deux secteurs fortement perturbés par les activités anthropiques. On peut donc considérer que la densité d'éléphant est relativement faible et que les individus sont concentrés essentiellement au niveau des zones protégées.

D'autre part, on remarquera deux zones à forte densité au bord de la rivière Mékrou. Elles sont situées à proximité des savanes arborées des bas-fonds Anana et Medyaga pouvant offrir un ombrage durant les heures chaudes de l'après-midi.

Ces bas-fonds devraient également convenir aux cynocéphales, nécessitant des points d'eau permanents pour s'abreuver quotidiennement et la présence de grands arbres faisant office de dortoirs. Nous allons donc analyser les modes de fréquentation et les relations spatiales existantes entre les primates et la ressource hydrique dans le parc du W au Niger.

Cynocéphale

Figure 118. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les cynocéphales dans le Parc du W au Niger.

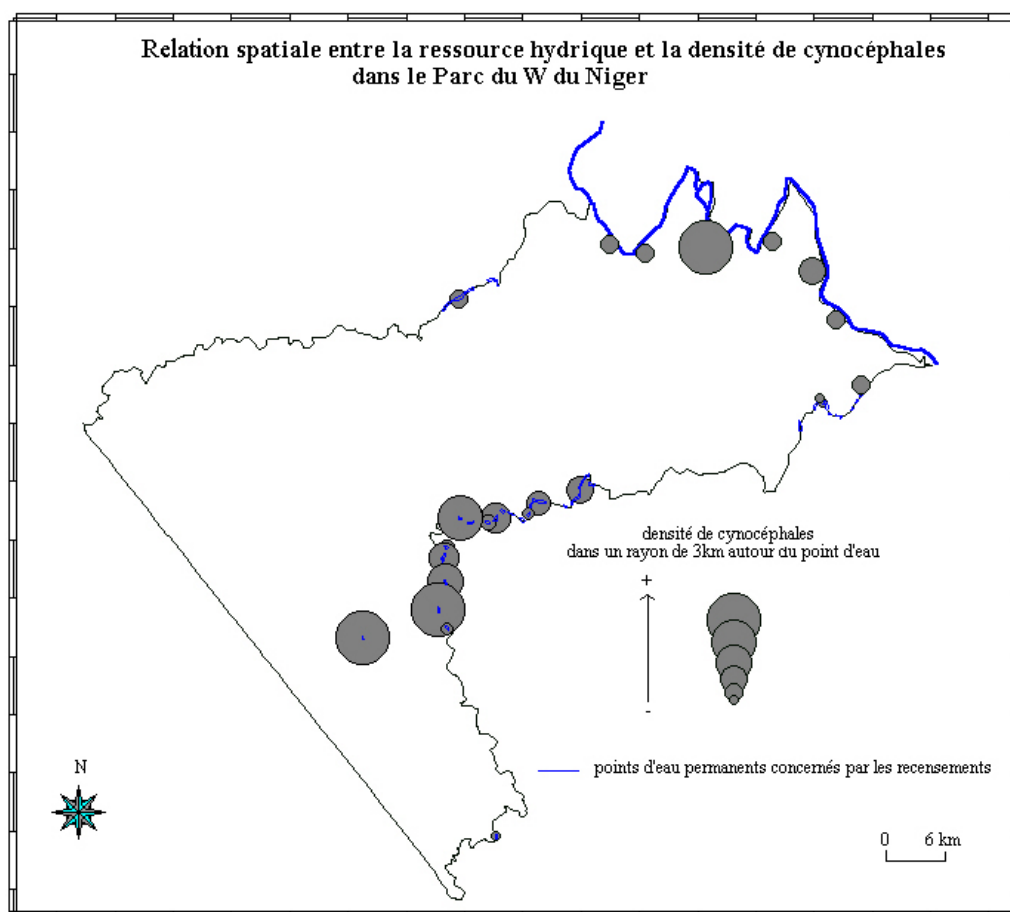


Les cynocéphales présentent des modes de fréquentation des points d'eau assez disparates sur l'ensemble de la zone d'étude (cf. figure 118). Ces différences sont probablement dues aux caractéristiques écologiques environnantes aux sites d'observation et notamment à la présence potentielle d'éléments nutritifs. Néanmoins, on peut dégager trois grandes tendances dans le mode de fréquentation traduisant, à mon sens, des caractéristiques précises :

- une fréquentation bimodale (matin et soir), pouvant s'expliquer par la présence de dortoirs à proximité des points d'eau et par l'absence d'éléments nutritifs suffisants dans un périmètre proche.
- Une fréquentation ponctuelle durant les heures chaudes traduisant des habitats favorables relativement éloignés de la ressource hydrique.
- Et enfin une fréquentation permanente synonyme de zone d'alimentation et présence de grands arbres, faisant office de dortoirs, dans un périmètre très proche.

L'analyse de la relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de cynocéphale devrait pouvoir constituer un indicateur de la qualité des habitats environnants, si l'on considère que celle-ci a un impact effectif.

Figure 119. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de cynocéphales dans le Parc du W du Niger.



On retrouve les cynocéphales sur l'ensemble des points d'eau permanents du Parc, ce qui signifie qu'ils font preuve d'une certaine plasticité étho-écologique (cf. figure 119). En revanche, leur densité semble être explicitée par la qualité de l'habitat autour de ces points d'eau permanents. Nous verrons par la suite que le cynocéphale peut s'implanter dans un grand nombre d'habitats, à condition qu'un point d'eau permanent ne soit pas distant de plus de 10 km. Cependant, plus l'habitat est favorable et plus le nombre d'individus au sein du groupe est important.

C'est encore une fois la rivière Mékrou qui semble offrir le plus de garanties de subsistance aux cynocéphales, ainsi que certaines zones bordant le fleuve Niger.

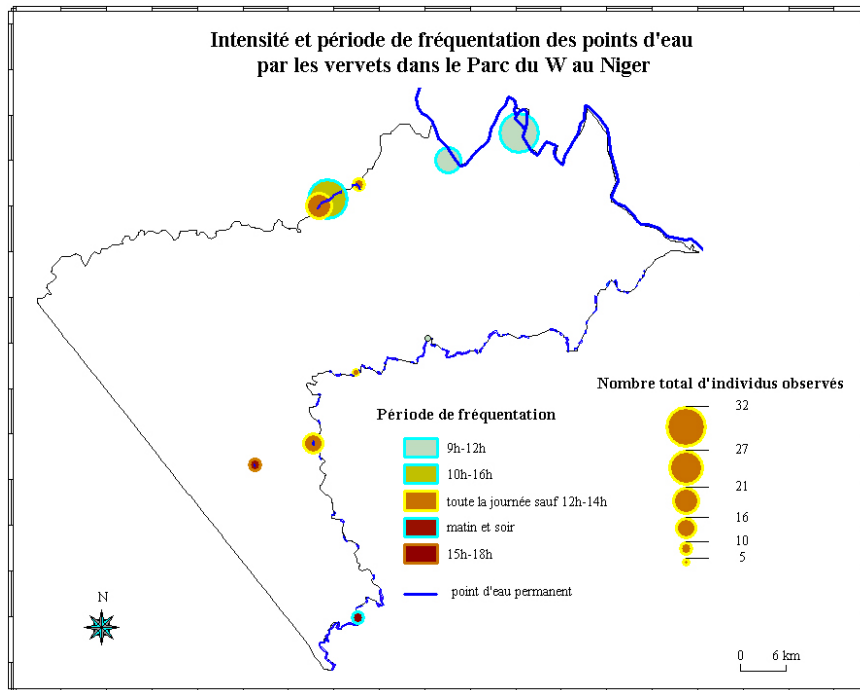
Les besoins écologiques des vervets sont relativement proches de ceux des cynocéphales. Leur distribution à proximité des points d'eau risque par conséquent de l'être également.

Vervet

La structure sociale, le régime alimentaire et la morphologie des vervets sont relativement différents de ceux des cynocéphales. Les vervets sont davantage frugivores, évoluent en structure familiale élargie et sont de petites tailles, soit plus adaptés à la vie arboricole.

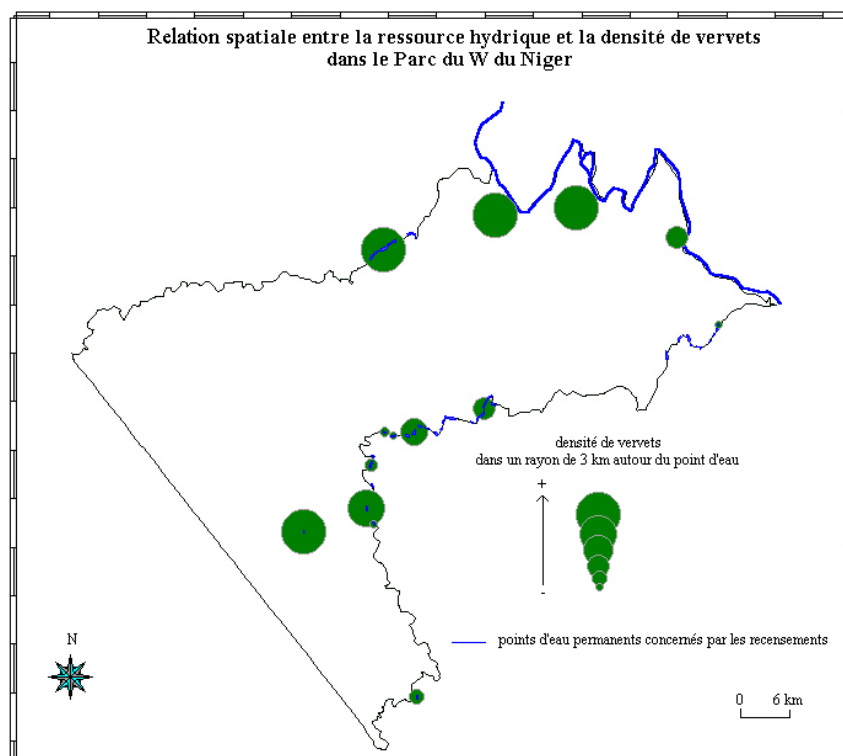
Il est possible que ces caractéristiques se ressentent à la fois dans le mode de fréquentation des points d'eau et dans la distribution de la population.

Figure 120. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les vervets dans le Parc du W au Niger.



Le mode de fréquentation des points d'eau par les vervets est très difficile à analyser de par son caractère pluraliste, hormis au niveau du fleuve Niger où la période d'abreuvement s'effectue durant la matinée (cf. figure 120). On notera que la rivière Mékrou ne semble pas être l'élément prédominant dans la distribution des vervets.

Figure 121. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de vervets dans le Parc du W du Niger.



Les vervets sont présents sur l'ensemble des points d'eau permanents du Parc (cf. figure 121), mais avec des différences notables quant aux zones de fortes densités. En effet, les densités les plus fortes ne sont pas localisées le long de la rivière Mékrou, mais plutôt le long du fleuve Niger et sur la Tapoa, donc davantage dans la partie nord du Parc. Ces zones ont la particularité de posséder de nombreux grands arbres susceptibles de convenir au développement des vervets.

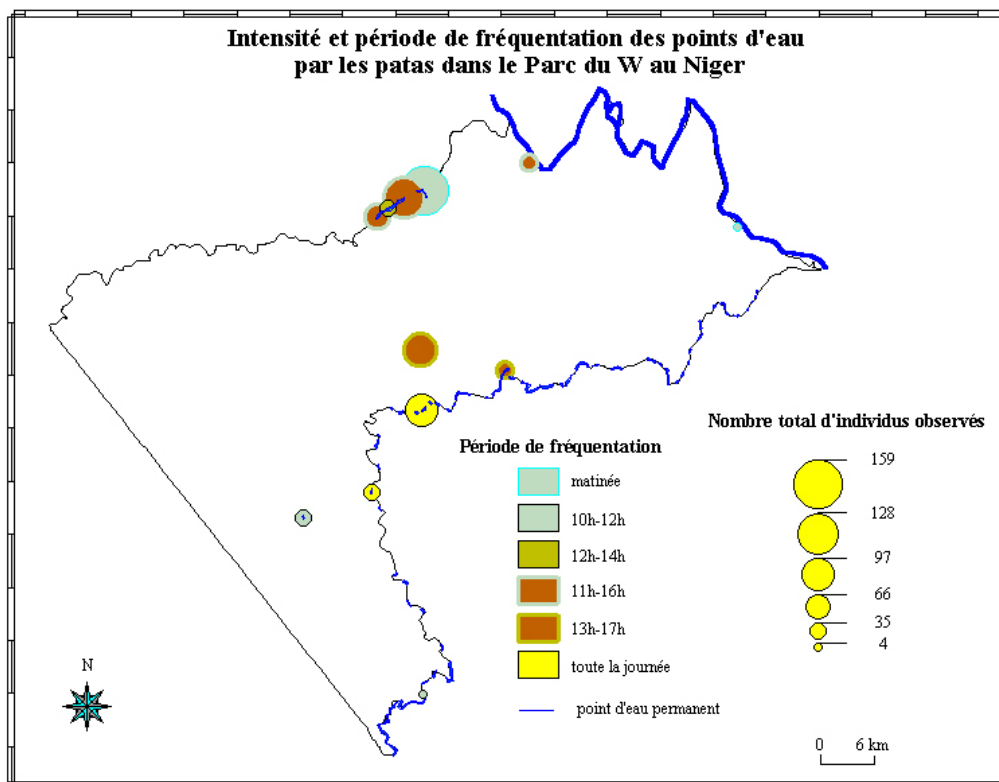
On notera également la concentration important d'individus au niveau de la mare Pérélégo, ce qui sous-entend deux scénarios possibles lorsque la mare est à sec :

- les vervets sont capables de se satisfaire de l'eau contenue dans leur nourriture pendant une période assez longue.
- Les vervets doivent se déplacer vers la Mékrou quotidiennement ou pour une période plus longue jusqu'à la saison des pluies, ce qui implique une mobilité relativement importante.

Les affinités écologiques des patas contrastent avec celles des autres primates du Parc. En effet, ils sont peu hydrodépendants et évoluent davantage dans les savanes ouvertes. Cette différence d'affinité est-elle perceptible au niveau de leur fréquentation des points d'eau permanents ?

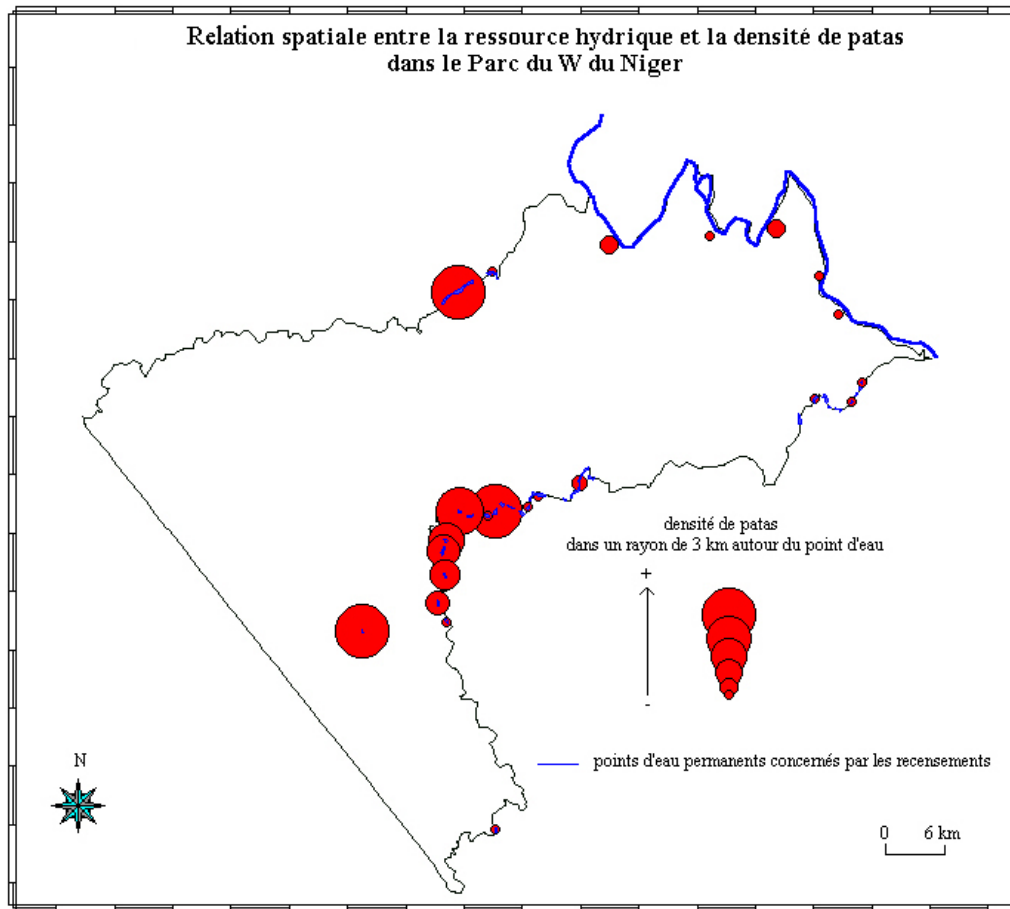
Patras

Figure 122. Intensité et période de fréquentation des points d'eau par les vervets dans le Parc du W au Niger.



Tout comme les vervets, les patras ne semblent pas posséder une structure temporelle, relevant des caractéristiques anthropiques et écologiques des sites étudiés, précise quant au mode de fréquentation des points d'eau (cf. figure 122). En revanche si la densité des individus recensés s'apparente à l'intensité au niveau des points fixes, le fleuve Niger ne constitue plus l'élément central dans la distribution.

Figure 123. Relation spatiale entre la ressource hydrique et la densité de patas dans le Parc du W du Niger.



Comme pour les autres primates, les patas sont présents sur l'ensemble des points d'eau permanents du Parc (cf. figure 123). Les densités les plus fortes se situent dans la partie centrale de la Mékrou, au niveau de la rivière Tapoa et de la mare Pérélégo. On comprend aisément que la densité de patas soit plus faible dans la partie sud du Parc au niveau du site de comptage Mékrou4. En revanche, il est difficile d'expliquer les causes des faibles densités le long du Niger, si ce n'est le dérangement provoqué par les riverains.

Pour résumer l'ensemble des informations développées autour des points d'eau, on peut distinguer trois types de configurations quant à la distribution d'une espèce vis-à-vis de la ressource hydrique :

1. les espèces présentes sur tous les types de points d'eau, tels que le patas, le cynocéphale, le vervet, le céphalophe de Grimm, le phacochère et l'ourébi traduisant une certaine plasticité vis-à-vis de la qualité de la ressource hydrique et des habitats environnants. Ces facteurs ont néanmoins une incidence sur la densité de ces espèces.

2. Les espèces ne pouvant accéder à certains points d'eau, car trop encaissés par exemple, mais présentes sur tous les autres⁷⁰, telles que le buffle, l'hippopotame, le guib harnaché et le cobe de Buffon. Ces espèces présentent des caractéristiques de déplacement moins souples que celle de la catégorie précédente, leur empêchant l'accès à certains points d'eau.
3. Les espèces pratiquant une sélection au niveau des points d'eau fréquentés. Dans ce cas, la présence d'individus au niveau d'un point d'eau est souvent conditionnée par des facteurs externes à la ressource hydrique, tels que la végétation environnante, la présence de braconnage et/ou de pâturage illégal. Le cobe defassa, le redunca, l'éléphant, le bubale et la gazelle à front roux sont dans ce cas de figure.

A travers l'analyse des résultats en points fixes (détaillés dans l'annexe 4), nous avons pu mettre en évidence le mode de fréquentation des points d'eau par les principales espèces diurnes de grands mammifères. Nous avons pu faire ressortir l'agencement de la fréquentation au cours de la journée ainsi que les différences existantes entre les sites.

D'autre part, nous avons mis en relation les densités de chaque espèce avec les différents points d'eau permanents du Parc, traduisant les préférences et les caractéristiques écologiques des grands mammifères vis-à-vis de la ressource hydrique.

Les informations recueillies au niveau des points d'eau permanents nous permettent d'envisager la distribution et d'estimer la densité des différentes espèces étudiées sur l'ensemble de la zone d'étude.

Afin d'établir la distribution potentielle de ces espèces sur l'ensemble de la zone d'étude, les autres points d'eau, n'ayant pu être observés lors des missions de terrain, seront catalogués en fonction de leurs caractéristiques plus ou moins similaires aux sites pilotes⁷¹.

Nous allons pouvoir faire des prédictions quant aux modes de fréquentation des autres points d'eau en utilisant les données géoréférencées susceptibles de jouer un rôle dans la répartition des grands mammifères (végétation, pression anthropique, qualité de la ressource hydrique).

En tenant compte des exigences écologiques et des particularités propres à chaque espèce, nous pourrions élaborer des modèles de répartition autour de ces points d'eau et les confronter aux données obtenues en transect linéaire pour évaluer leur pertinence.

Toute cette méthodologie que nous avons appelé SAGEDOC (*Spatial Analysis Georeferenced Data of Counts*) devrait nous permettre de décrire la répartition pour l'essentiel des grands mammifères diurnes du Parc du W du Niger, et également d'estimer des densités de population par secteurs.

⁷⁰ A l'exception de la mare Pérélégo dont la présence d'eau permanente n'est pas garantie, impliquant la non fréquentation d'espèces très hydrodépendantes, telles que le buffle et le cobe de Buffon.

⁷¹ Les sites pilotes sont les treize sites d'observation en point fixe à proximité d'un point d'eau.

6.4) Analyse de la distribution spatiale en saison sèche des différentes espèces de mammifères.

Pour utiliser la méthode SAGEDOC, il convient dans un premier temps d'analyser la distribution des espèces lors des recensements en véhicule afin de voir si celle-ci est agrégée ou aléatoire. La distribution peut-être aléatoire et dans ce cas l'espèce n'est pas dépendante d'un ou de plusieurs facteurs écologiques expliquant sa répartition (cf. § 4.4.3). On peut alors procéder à une interpolation à partir des données géoréférencées en transect linéaire et en point fixe pour obtenir une carte d'abondance et de distribution.

Une espèce peut montrer une distribution agrégée, et cette fois il faut pouvoir déterminer les facteurs explicatifs de cette agrégation. Pour chaque espèce on devra déterminer des unités spatiales d'analyse reflétant ses affinités écologiques et ses caractéristiques propres vis-à-vis du milieu, facteur anthropique inclus, et des autres animaux.

Nous avons vu (cf. § 5.3) qu'il existait des mécanismes socio-écologiques et éthologiques dans le cadre de l'occupation spatiale du milieu, que nous appliquerons pour la mise en place de ce modèle.

L'analyse spatiale de la distribution, à travers l'étude du point moyen par exemple, est utilisée notamment pour caractériser les affinités d'une espèce au niveau écologique. Le point moyen d'une distribution peut révéler une affinité plutôt sahélienne ou au contraire soudanienne, ou encore une corrélation entre une espèce et un secteur précis du Parc.

Nous allons analyser dans un premier temps le mode de répartition de chaque espèce et si un s'avère aléatoire, nous testerons la distribution du semis de point d'après le processus de Poisson via la méthode de Ripley (cf. annexe 8).

6.4.1) Analyse de la distribution.

Pour chaque espèce, on présentera une carte issue du regroupement des données géoréférencées lors des transects linéaires de 1998 à 2002. Si la distribution s'avère un tant soit peu aléatoire, elle sera testée par la méthode de Ripley.

Les espèces dont la distribution est agrégée sont présentées assez succinctement puisqu'elles seront analysées plus précisément par la suite. On retrouve le cobe de Buffon, le cobe defassa, le redunca, le phacochère, le buffle, le guib harnaché, le cynocéphale, le patas et le vervet.

La plupart des observations sont regroupées autour des points d'eau permanents de la Tapoa, de la Mékrou et du Niger.

Figure 124. Distribution des cobes de Buffon d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.

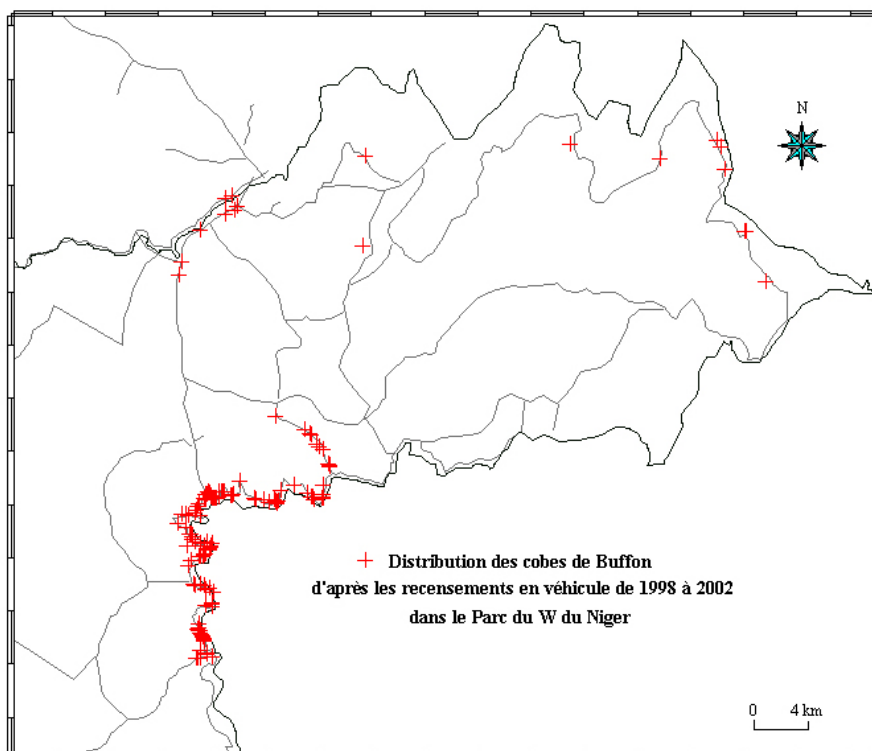


Figure 125. Distribution des cobes defassa d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.

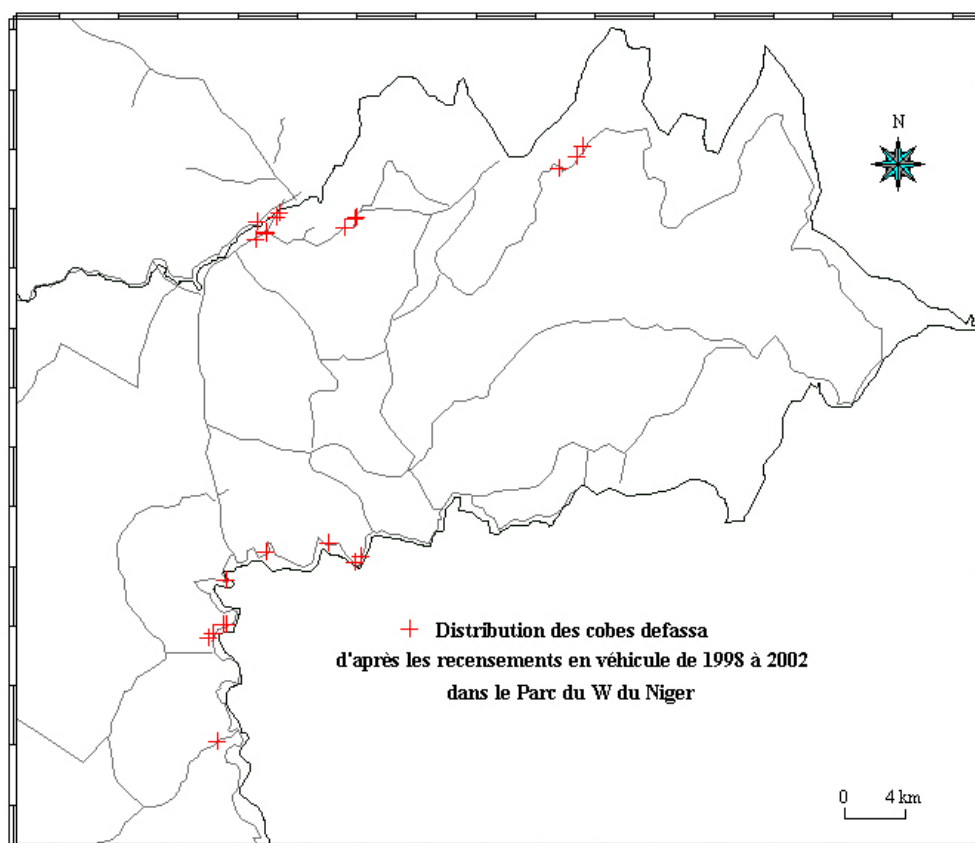


Figure 126. Distribution des cynocéphales d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.

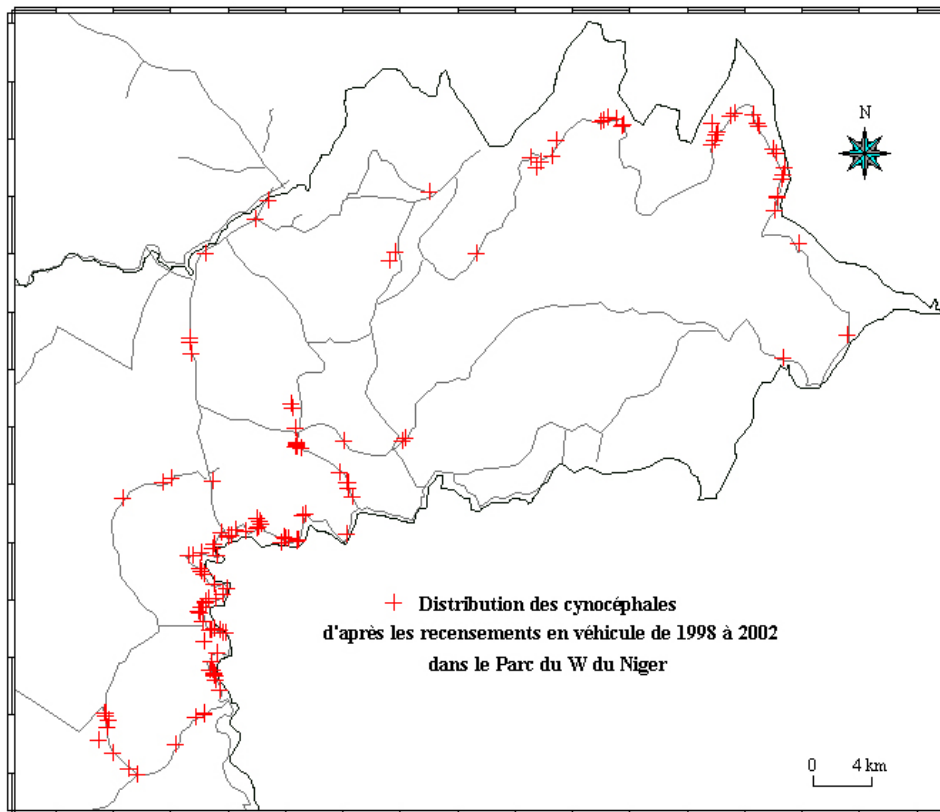


Figure 127. Distribution des reduncas d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.

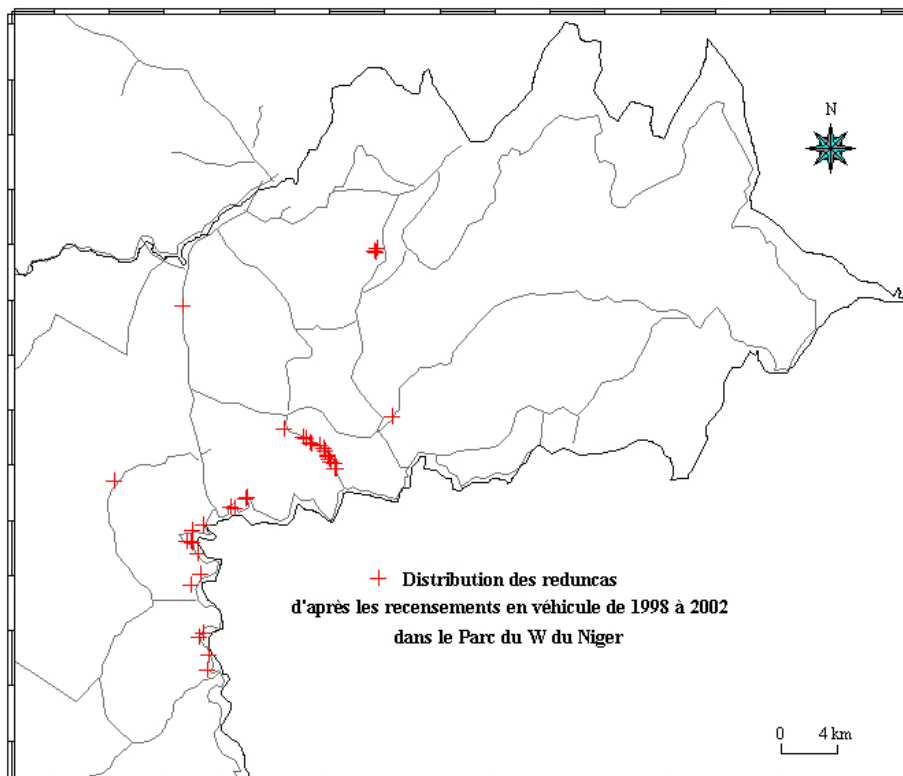


Figure 128. Distribution des phacochères d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.

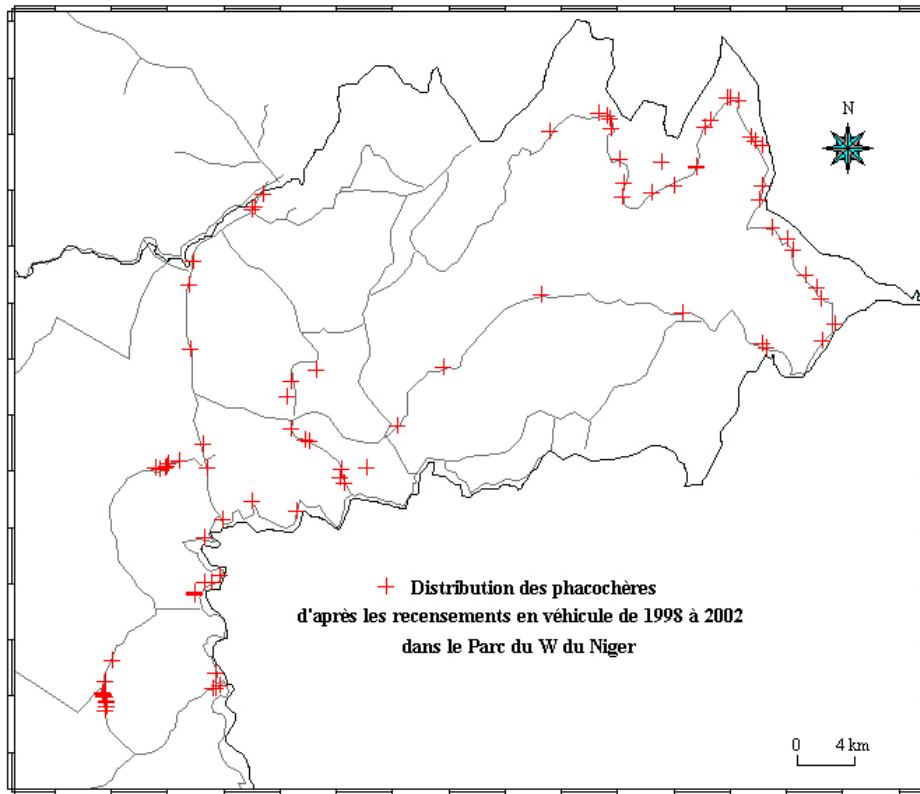


Figure 129. Distribution des buffles d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.

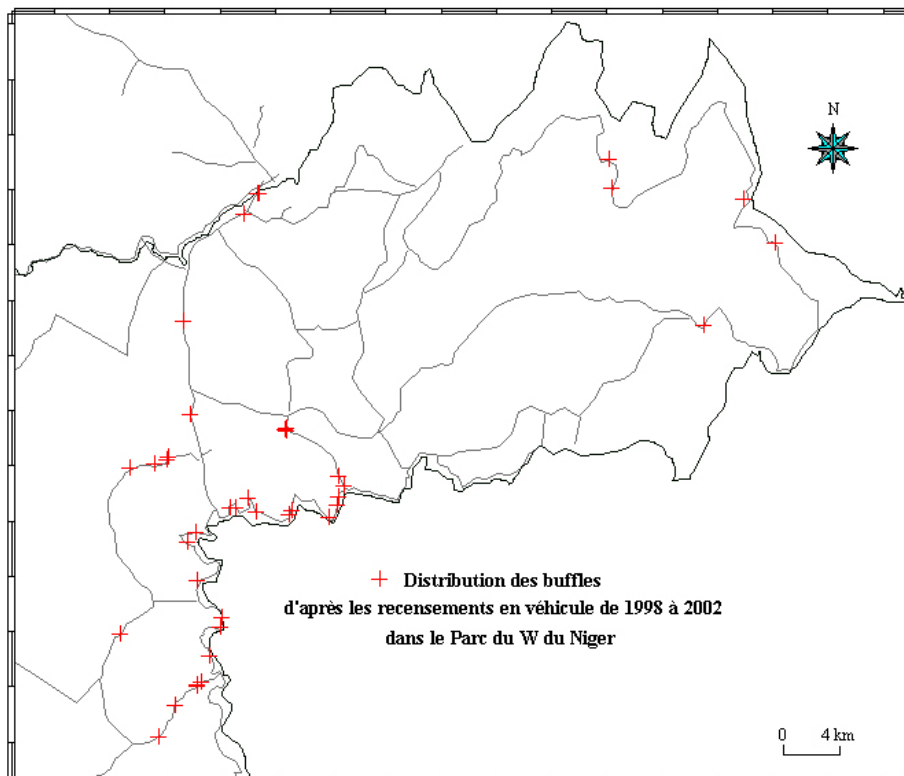


Figure 130. Distribution des guïbs harnachés d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.

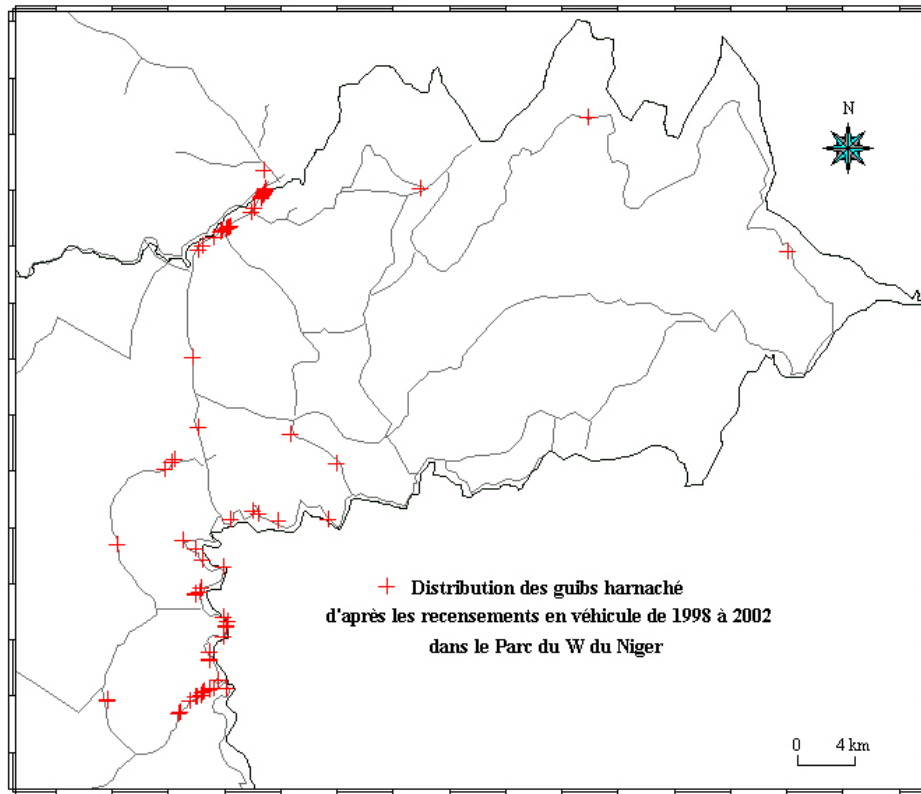


Figure 131. Distribution des patas d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.

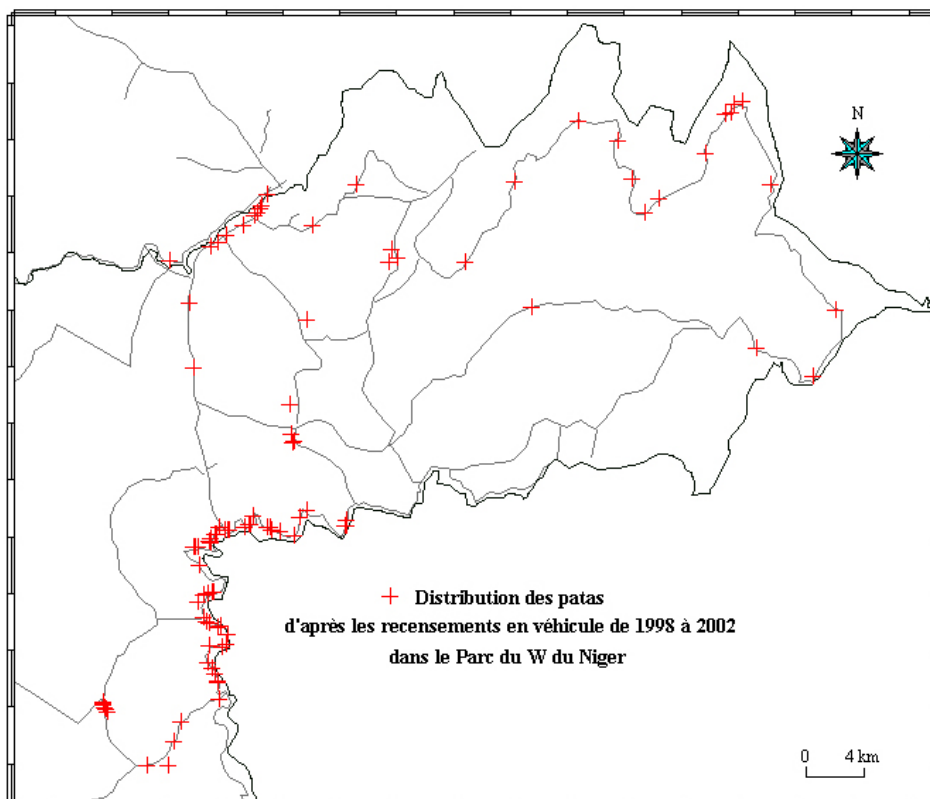
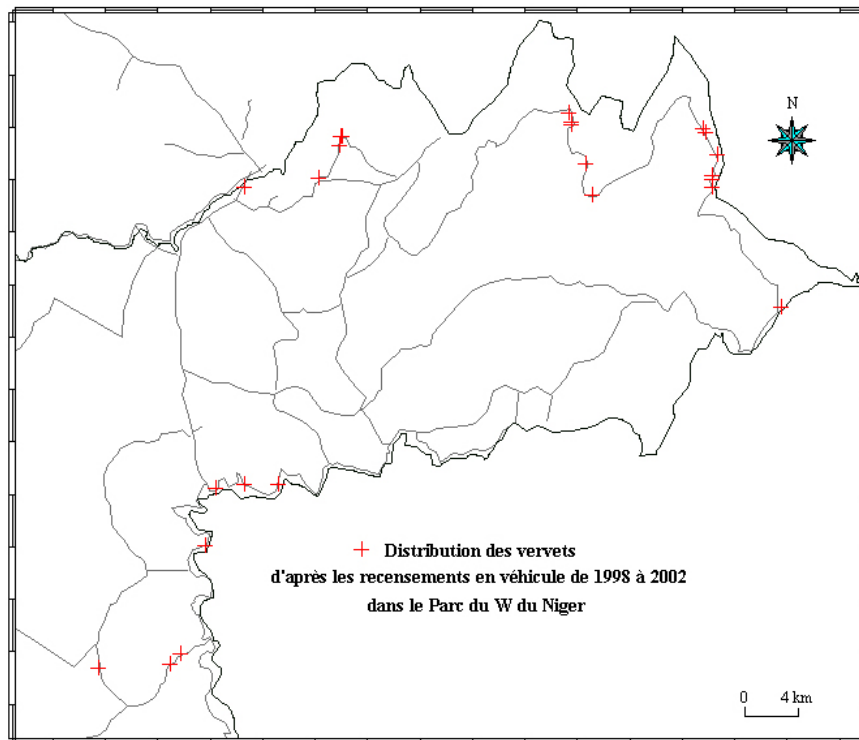
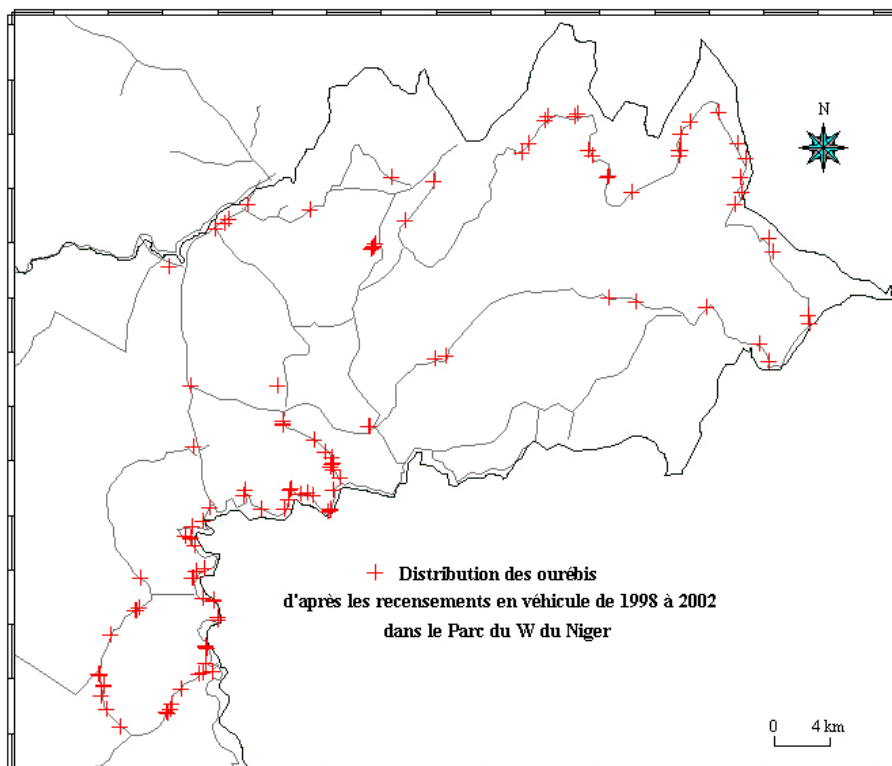


Figure 132. Distribution des vervets d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.



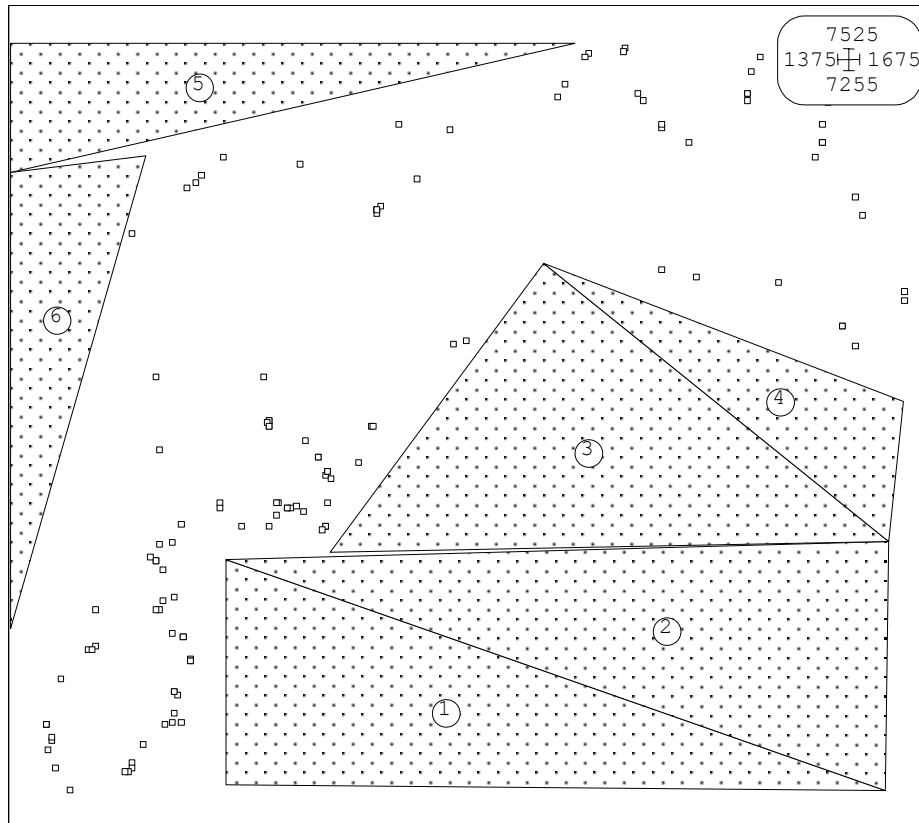
Les espèces suivantes semblent présenter une répartition aléatoire sur l'ensemble du parcours de recensement, ce qui signifierait le cas échéant que leur distribution est indépendante de facteurs tels que l'eau ou la végétation.

Figure 133. Distribution des ourébis d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.



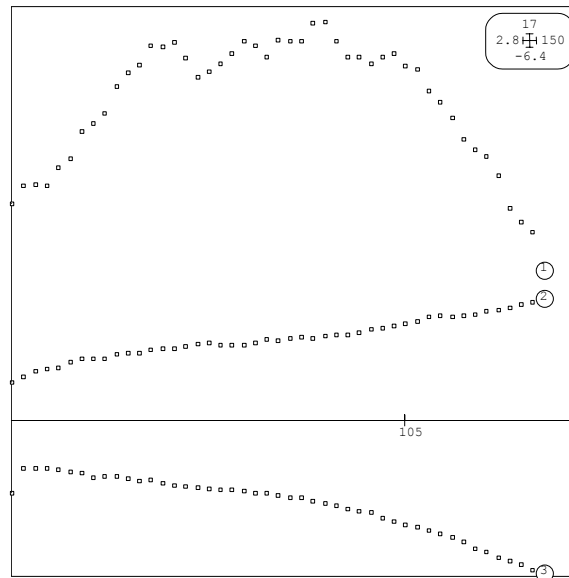
On a ici, 126 observations géoréférencées d'ourébis sur une période de cinq ans. Une fenêtre de type complexe (cf. figure 134) d'échantillonnage est utilisée pour tester le mode de distribution. Les triangles constituent des zones non traversées lors des recensements, ils ne seront pas intégrés dans l'espace d'étude, lors de la simulation.

Figure 134. Distribution des ourébis sur une fenêtre d'échantillonnage complexe.



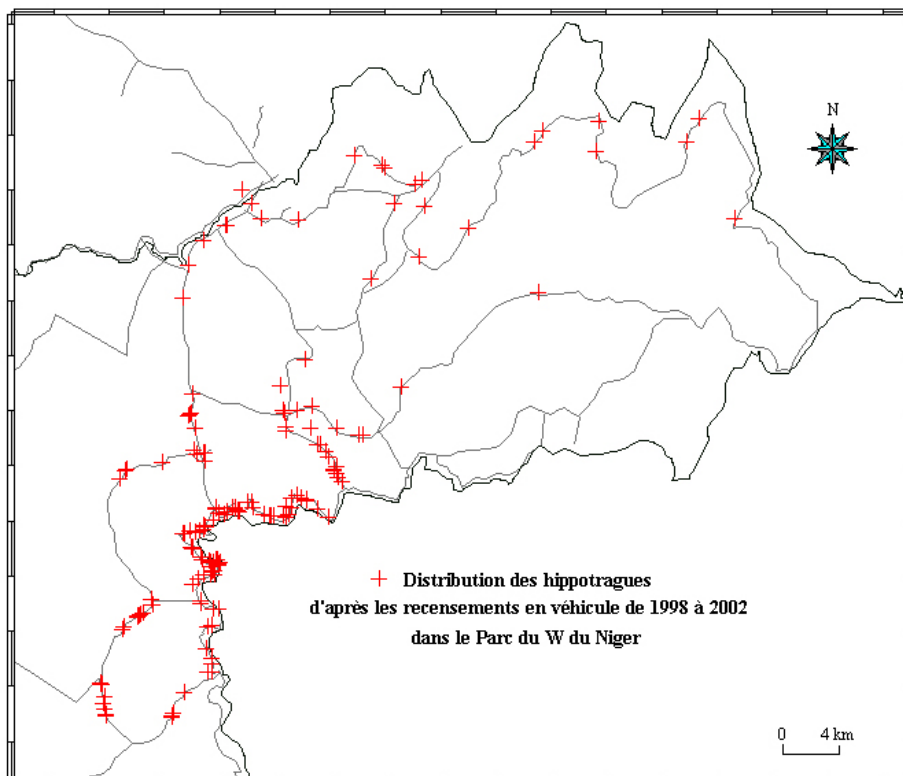
On teste ensuite cette distribution selon un procédé de Poisson, où l'on détermine l'écart caractéristique entre deux points représentant deux observations. On obtient alors en fonction de cette distance, un certain nombre d'intervalles liés à la taille de la fenêtre d'échantillonnage. Le principe est de prendre une distance ni trop grande (pouvant diminuer le nombre d'observations) ni trop petite qui ne serait pas représentative de la distance entre deux groupes. La distribution étudiée est comparée à deux distributions simulées de référence au niveau aléatoire. Si la distribution étudiée est située entre les deux distributions de référence, elle est considérée comme aléatoire, en dessous elle sera régulière et au dessus agrégée.

Figure 135. Test de la distribution d'ourébis par la méthode de Ripley (pour une distance = 3 et un pas de 47, soit 555 mètres sur 47 intervalles).



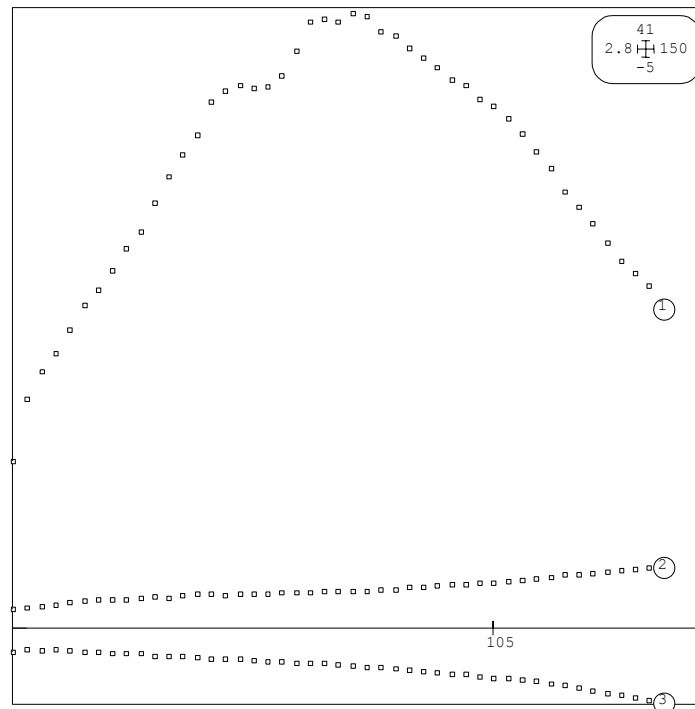
Bien que la distribution semble aléatoire, le graphe nous montre une distribution de type agrégé. Ceci est probablement dû à la forte densité le long de la Mékrou et sur les pistes Medyaga, Anana et Eléphants, où l'on trouve des mares et des savanes herbeuses correspondant à des plaines d'inondation durant la saison des pluies. Les ourébis sont donc dépendants de l'eau et d'un biotope particulier, mais présentent des aptitudes importantes de mobilité, étant donné leur distribution.

Figure 136. Distribution des hippotragues d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.



On a 172 observations d'hippotragues réalisées de 1998 à 2002, lors des transects linéaires.

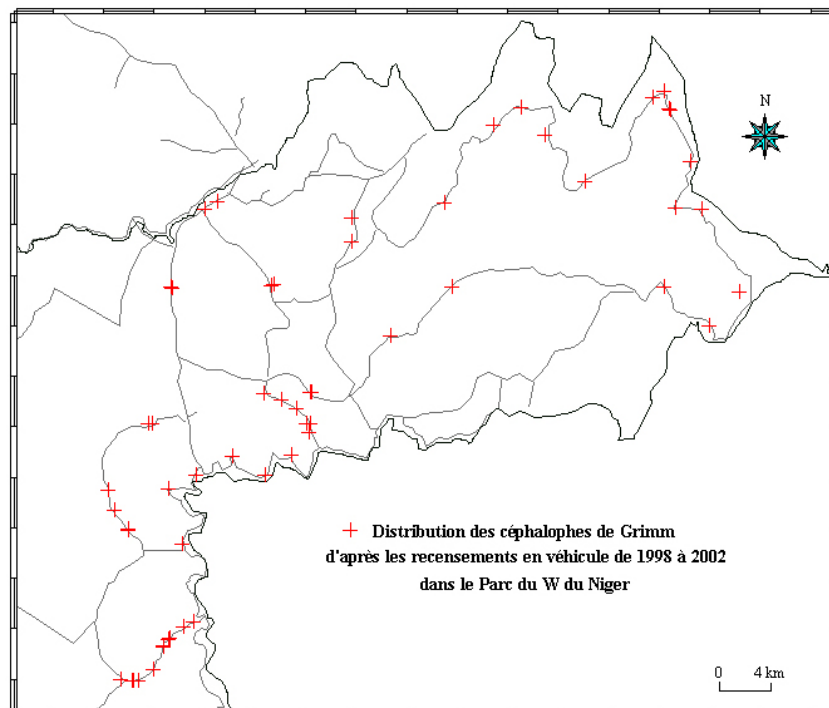
Figure 137. Test de la distribution d'hippotragues par la méthode de Ripley (pour une distance = 3 et un pas de 47, soit 555 mètres sur 47 intervalles).



Ici encore, la répartition présente un profil agrégé, avec une densité forte près des points d'eau hormis dans la zone du fleuve.

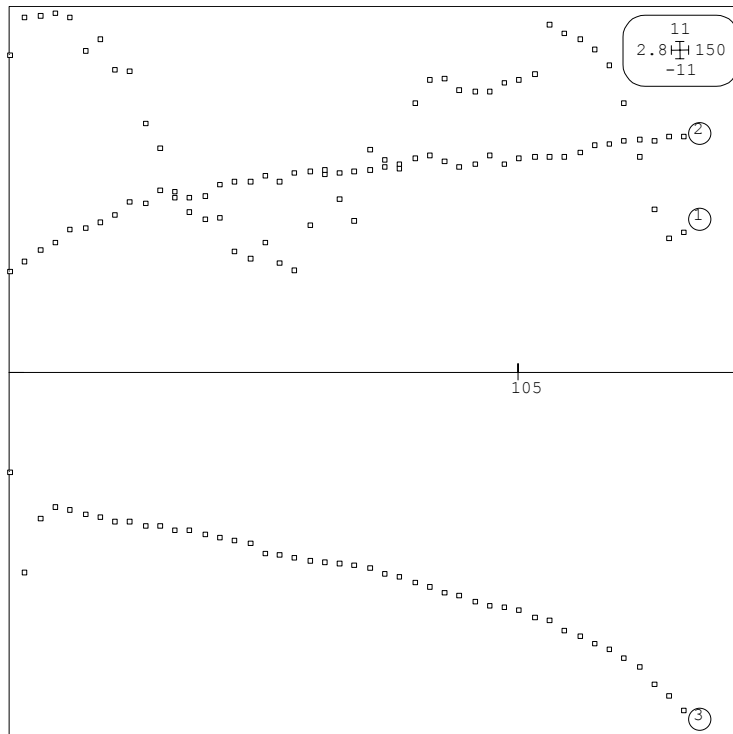
Le fleuve Niger, bien qu'à priori favorable au niveau des ressources alimentaires et hydriques, est très peu fréquenté par les hippotragues, probablement en raison d'une pression anthropique importante.

Figure 138. Distribution des céphalophes de Grimm d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.



On a ici, 64 observations de céphalophe de Grimm durant les transects linéaires de 1998 à 2002.

Figure 139. Test de la distribution des céphalophes de Grimm par la méthode de Ripley (pour une distance = 3 et un pas de 47, soit 555 mètres sur 47 intervalles).



La simulation présente un profil irrégulier. La courbe de distribution revient dans l'intervalle de confiance pour des distances bien précises.

À l'échelle du Parc, la distribution est considérée comme aléatoire.

En revanche pour des petites zones ayant des diamètres compris entre 10 et 25 km, elle est considérée comme agrégée.

C'est surtout pour des petites et moyennes distances que le modèle est intéressant, en effet on remarque une densité très importante sur les pistes Anana et Medyaga, qui sont des zones boisées, considérées comme le type d'habitat recherché par cette espèce, d'où une agrégation à grande échelle.

Or si l'on considère que ces formations peuvent être retrouvées tous les 6 à 8 km, alors la distribution devient aléatoire.

Les céphalophes de Grimm apparaissent donc comme des sédentaires liés à un milieu spécifique, mais peu hydrodépendants, car peu ou quasiment pas regroupés autour des principaux points d'eau.

Vingt neuf observations de gazelles ont pu être réalisées de 1998 à 2002, la distribution ne semble pas être conditionnée par les points d'eau (cf. figure 140).

Figure 140. Distribution des gazelles à front roux d'après les recensements en véhicule de 1998 à 2002 dans le Parc du W du Niger.

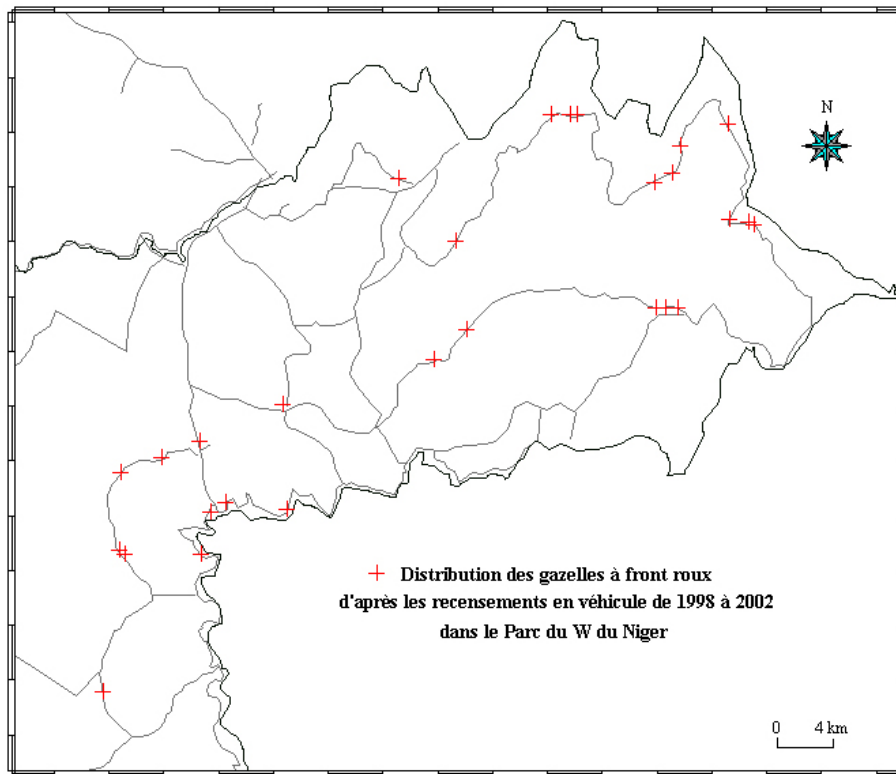
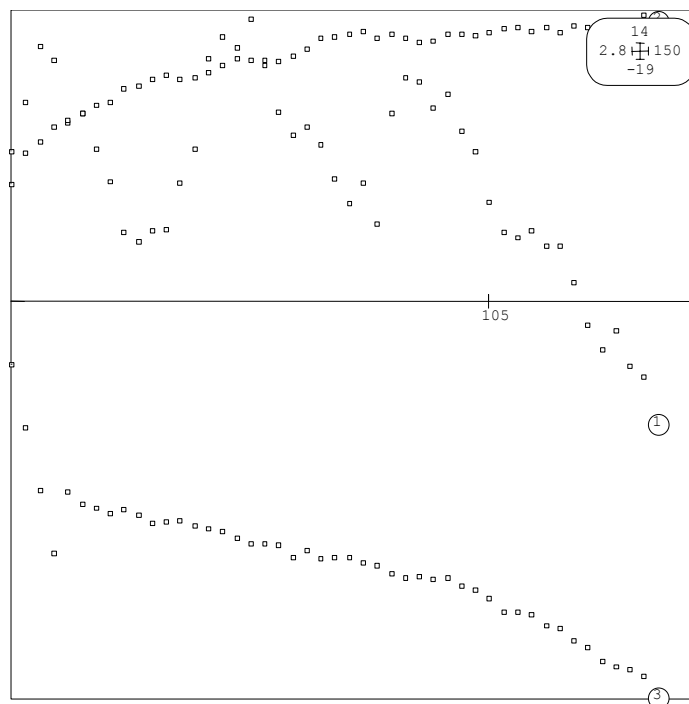


Figure 141. Test de la distribution des gazelles à front roux par la méthode de Ripley (pour une distance = 3 et un pas de 47, soit 555 mètres sur 47 intervalles).



La simulation de la distribution des gazelles en référence à un modèle aléatoire est très irrégulière en fonction de l'échelle à laquelle on se place. Elle est cependant dans l'ensemble, comprise dans l'intervalle de confiance, témoignant d'une répartition aléatoire.

La distribution de l'ensemble des espèces s'avère donc agrégée autour des principaux points d'eau, à l'exception du céphalophe de Grimm dont la répartition est liée à la présence d'un milieu boisé.

Seule la gazelle à front roux a véritablement une distribution aléatoire dans la zone concernée⁷² par les comptages en transects linéaires, ce qui prouve qu'elle n'est pas liée à la ressource hydrique ni a aucune forme de contrainte. On pourrait donc penser qu'elle n'est pas liée à un milieu spécifique, ou alors que le milieu dans lequel elle évolue est largement représenté sur l'ensemble du parcours pour ne pas introduire de phénomène d'agrégation.

Pour les autres espèces, l'analyse du point moyen peut nous indiquer si elles sont plus ou moins liées à un cours d'eau ou à un secteur du Parc.

6.4.2) Localisation des centroïdes (point moyen pondéré par le nombre d'individus) des grands mammifères du W du Niger.

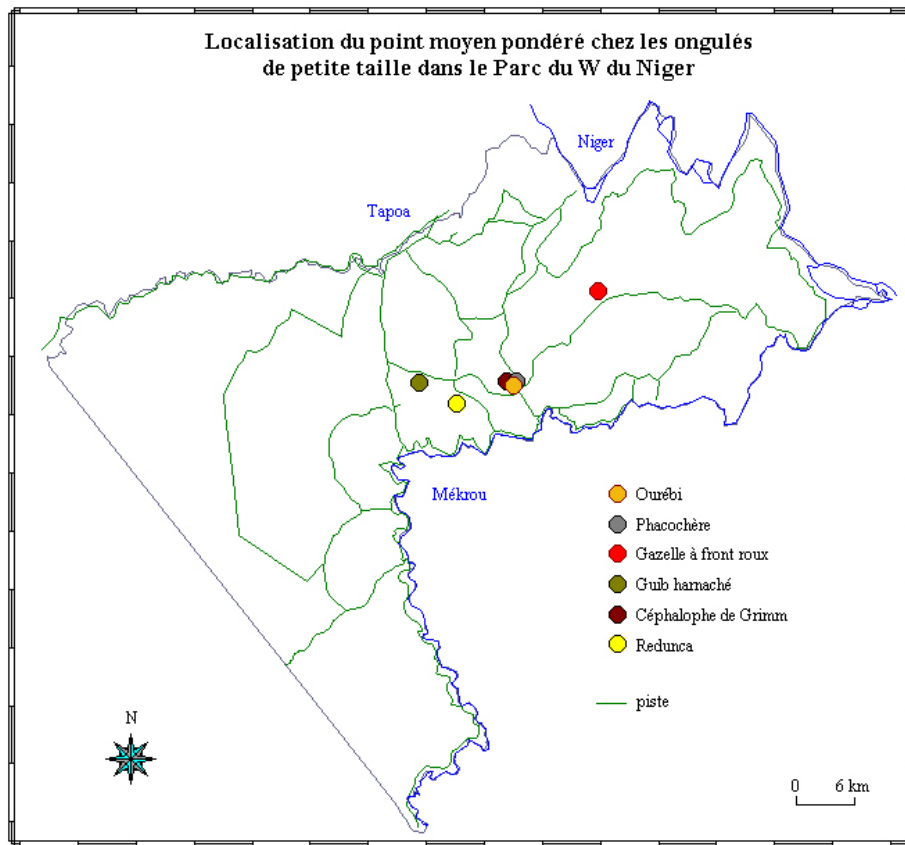
Le fait de calculer les points moyens pour chaque espèce, en considérant l'ensemble des données acquises lors des transects linéaires (de 1998 à 2002), peut nous indiquer les préférences en terme d'occupation de l'espace, surtout vis-à-vis des principaux points d'eau. D'autre part, en comparant le barycentre d'une année sur l'autre pour chaque espèce, pour un itinéraire équivalent, on peut mettre en évidence la variabilité temporelle dans la distribution.

Les espèces de mammifères ont été regroupées en trois catégories afin de faciliter l'analyse des résultats :

1. les ongulés de petites tailles ayant un comportement social solitaire ou familial (cf. figure 142),
2. les ongulés de grandes tailles ayant un comportement social plutôt grégaire (cf. figure 143),
3. les primates et les carnivores (cf. figure 144).

⁷² L'analyse de la densité autour des points d'eau permanents a montré que la distribution de la gazelle n'était pas aléatoire sur l'ensemble du Parc. étant à la limite de son aire de distribution, sa présence dans la partie sud du Parc est peu probable.

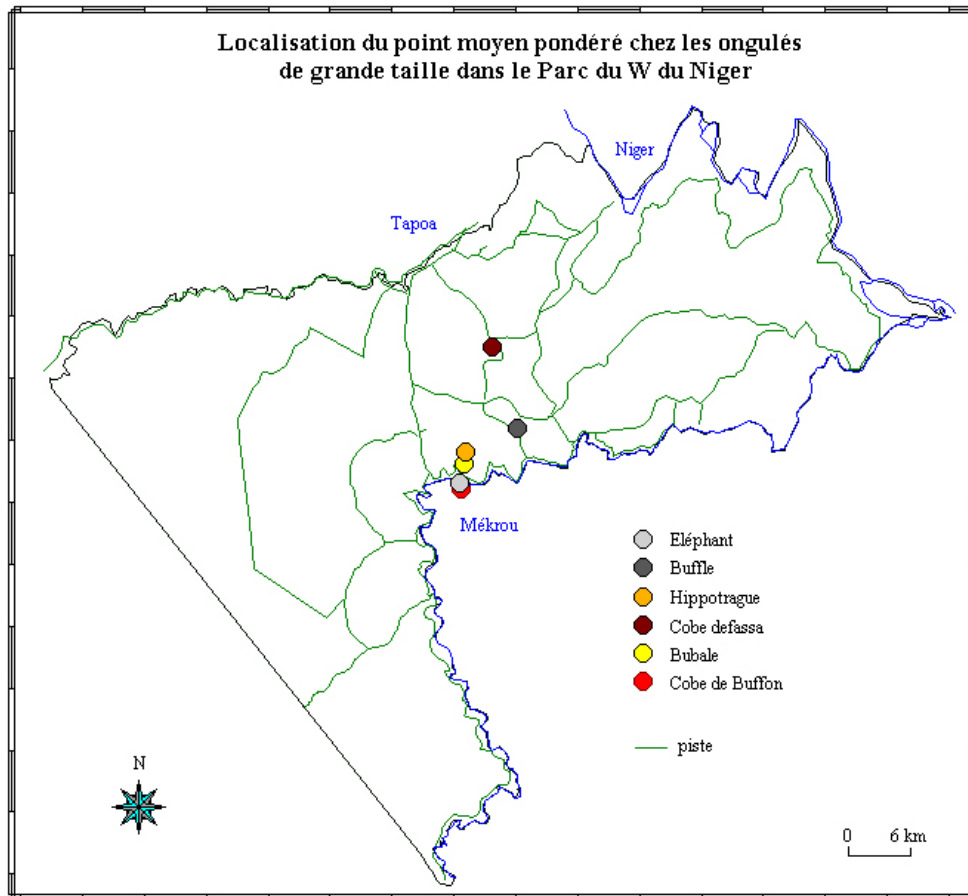
Figure 142. Localisation du point moyen pondéré chez les ongulés de petite taille dans le Parc du W du Niger.



L'analyse du centre de gravité chez les petits ongulés nous permet de distinguer trois types d'occupation spatiale distincts.

- La gazelle à front roux a un centroïde placé très au nord comparé aux autres mammifères. Ceci témoigne d'une réelle préférence pour la partie septentrionale du Parc. Sachant que cette espèce est considérée comme sahélienne, elle se trouve à la limite sud de son aire de distribution, il est donc normal de la voir évoluer en majorité dans cette partie de la zone d'étude.
- Le phacochère, le céphalophe de grimm et l'ourébi ont un centre de gravité situé quasiment au même endroit. Ces trois espèces occupent toutes un habitat différent que l'on retrouve un peu partout dans le Parc, leur biotope ne constitue donc pas un facteur réducteur quant à leur répartition. De plus, ces mammifères sont mobiles et fréquents dans le Parc, on peut alors les croiser sur l'ensemble de la zone de comptage. Leur centroïde est représentatif d'une distribution homogène au sein de la zone d'étude.
- Le guib harnaché et le redunca sont des espèces encore plus sélectives au niveau de leur habitat, et ce dernier est en étroite relation avec la présence d'eau. Le point moyen du guib harnaché est la résultante de la balance entre les individus situés près de la Tapoa et ceux près de la Mékrou, avec un léger penchant pour ces derniers. Quant à celui du redunca il est à considérer avec précaution. En effet, il est très important de préciser que ces points moyens sont le reflet des individus présents dans la zone de comptage et non sur l'ensemble du Parc. Ainsi ni les plaines d'inondation à la confluence entre le Niger et la Mékrou, ni les forêts galeries adjacentes au fleuve Niger sont incluses dans cette zone de comptage. Le cas échéant, il est fort probable que le centroïde des deux espèces témoignerait d'une influence plus importante du fleuve Niger.

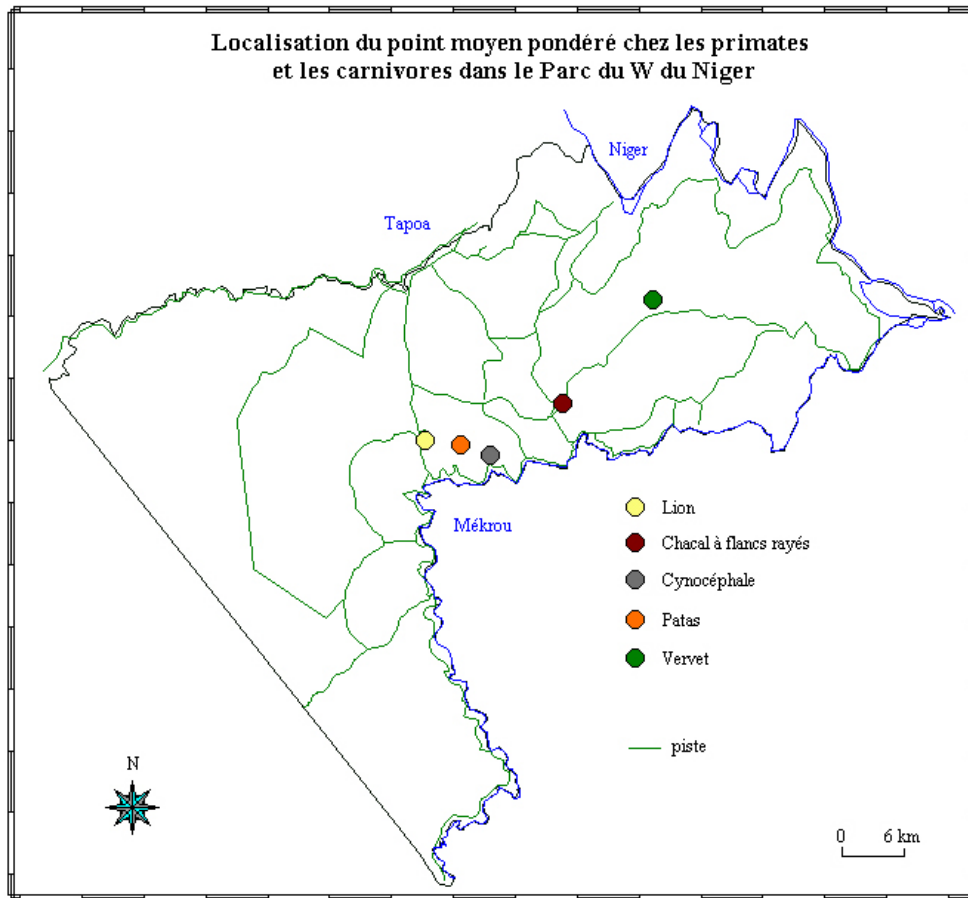
Figure 143. Localisation du point moyen pondéré chez les ongulés de grande taille dans le Parc du W du Niger.



Chez les grands ongulés vivants en troupes, la situation du point moyen pondéré met une nouvelle fois en évidence trois profils différents.

- Le cobe defassa dont le centroïde traduit une influence partagée de la Tapoa et de la Mékrou sur la distribution des individus.
- Le centre de gravité du buffle n'est pas interprétable selon nous, car il est calculé à partir des données en transect linéaire. Ces dernières, lorsqu'elles sont considérées de manière unilatérale, ne peuvent pas nous permettre de comprendre la distribution de cette espèce (cf. annexe 1).
- Les centroïdes du cobe de Buffon, de l'éléphant, du bubale et de l'hippotrague mettent en évidence la prédominance de la Mékrou dans la distribution géographique de ces espèces, surtout en terme de densité.

Figure 144. Localisation du point moyen pondéré chez les primates et les carnivores dans le Parc du W.



Chez les primates, on a cette fois deux types de centres de gravité, celui des vervets montrant une forte influence du fleuve Niger dans la distribution et celui des patas et des cynocéphales plutôt axés au niveau de la Mékrou. Pour le vervet, ce centroïde peut s'expliquer par un milieu plus favorable le long du fleuve, où les forêts galeries sont abondantes.

En revanche, les points moyens des deux autres espèces de primates sont difficilement interprétables d'un point de vue écologique. Les cynocéphales sont très tributaires de l'eau et peu mobiles, les alentours du Niger offrent d'un point de vue habitat toutes les garanties pour le développement de l'espèce, or elle n'est présente que de manière parcimonieuse.

Les patas quant à eux sont très mobiles et peu hydrodépendants, ce qui leur permet d'avoir un domaine vital très vaste, mais l'essentiel des individus se trouvent côté Mékrou. On se demande donc si ces deux espèces ne sont pas davantage sensibles aux activités anthropiques menées dans le secteur du fleuve.

Pour les carnivores, étant donné le faible nombre d'observations lors des transects linéaires, il est difficile de dire que le centre gravité reflète la tendance moyenne des populations de lion ou de chacal à flancs rayés. Néanmoins, il paraîtrait logique que la majorité des lions soient concentrée autour de la Mékrou, là où se situe l'essentiel de leur proie.

En étudiant, pour une même espèce et pour une zone de comptage identique, le point moyen pondéré par le nombre d'individus, on peut mettre en avant la contrainte hydrique d'une année sur l'autre.

Néanmoins pour que l'analyse ne soit pas biaisée par un autre facteur agissant sur la répartition de l'espèce, il est nécessaire de considérer une espèce mobile dont l'habitat est très largement répandu, et ayant besoin de s'abreuver quotidiennement ou tous les deux jours. Il faut également que le centroïde soit le reflet d'un nombre suffisant d'observations, toujours dans un souci de représentativité.

Deux espèces dans le Parc présentent ce profil : le phacochère et l'hippotrague.

L'hypothèse de départ est la suivante : lorsque la contrainte hydrique est plus forte, période de comptage plus avancée dans la saison sèche (pour une pluviométrie de l'année précédente équivalente), le point moyen est plus proche de l'eau.

Les itinéraires de comptage sont identiques pour les années 1999 / 2002, et 2000 / 2001, de même que la pluviométrie des années 1998 / 2001 et 1999 / 2000.

Pour tester cette hypothèse, nous avons comparé chez le phacochère et l'hippotrague, les centroïdes de 1999 et 2002 (cf. figure 145), et ceux de 2000 et 2001 (cf. figure 146).

Les périodes de comptages sont les suivantes :

1999 du 24/02 au 03/03 ; 2002 du 01/04 au 23/04

2000 du 12/03 au 22/03 ; 2001 15/02 au 24/02.

Figure 145. Comparaison des points moyens pondérés chez les ongulés mobiles et hydrodépendants dans le Parc du W du Niger lors des comptages en 1999 et en 2002.

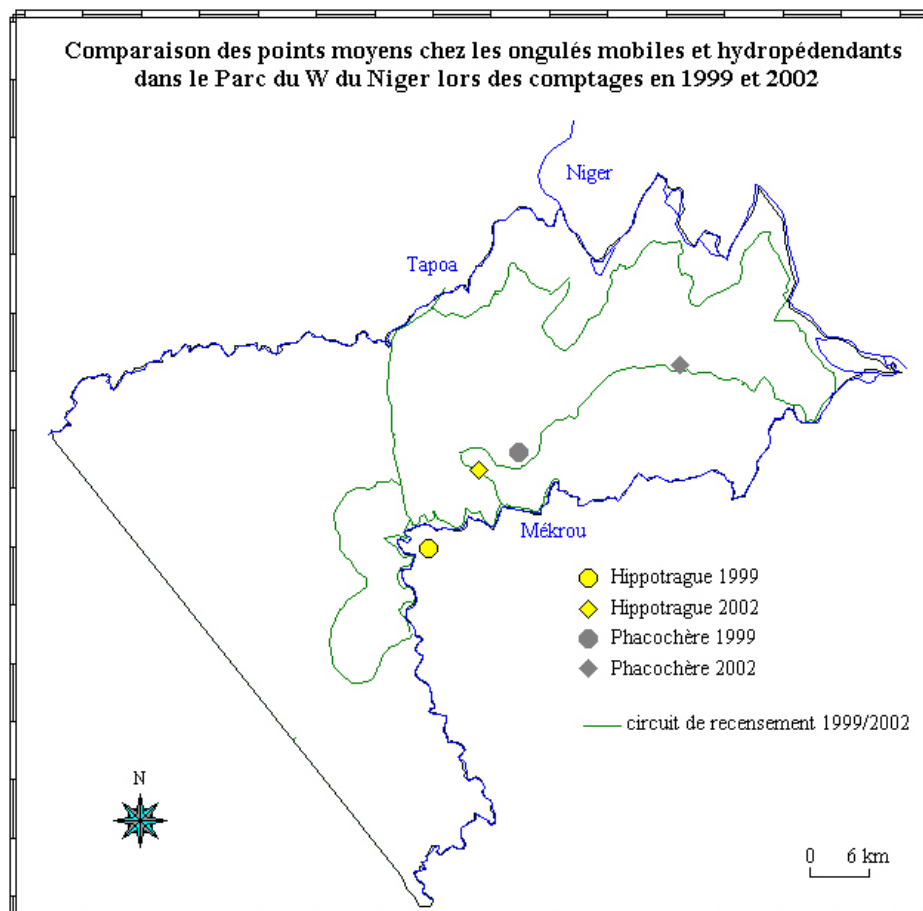
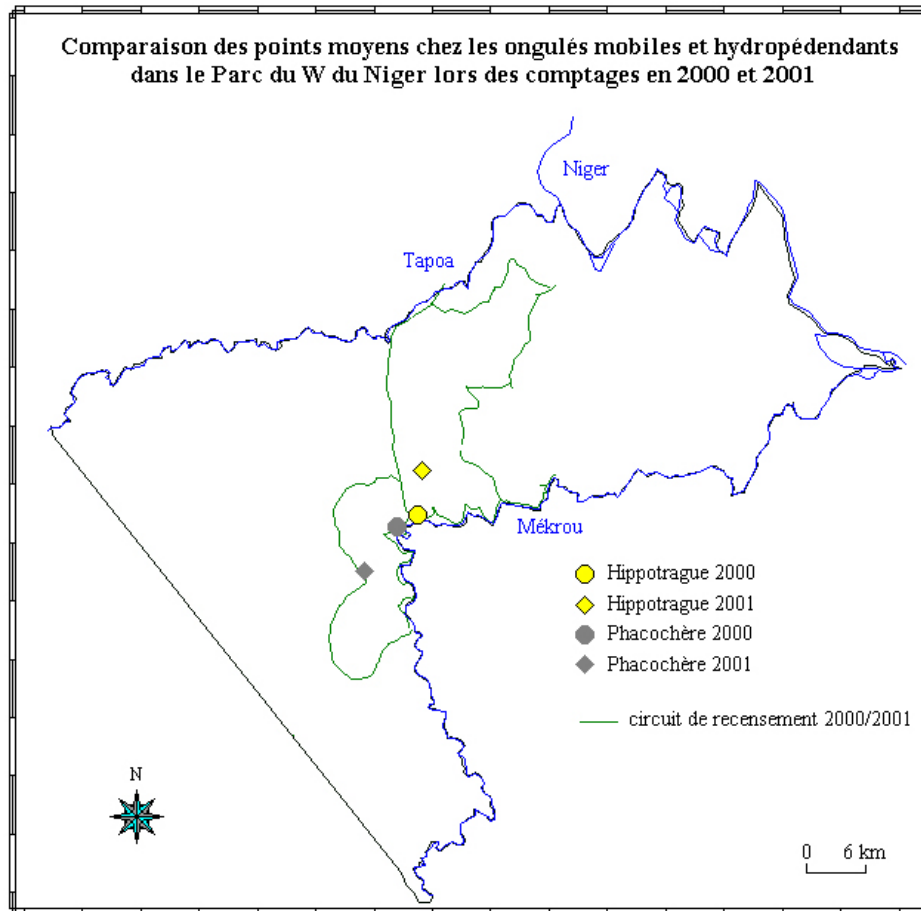


Figure 146. Comparaison des points moyens pondérés chez les ongulés mobiles et hydrodépendants dans le Parc du W du Niger lors des comptages en 2000 et en 2001.



On constate bien pour les deux espèces que les centres de gravité des années 2000 sont plus proches de la Mékrou que ceux de 2001, l'hypothèse est confirmée pour ce circuit. Pour le circuit emprunté en 1999 et en 2002, les résultats diffèrent quelque peu. Les centroïdes ne sont pas plus proches de la Mékrou lorsque la contrainte hydrique est plus forte, mais ils sont situés plus au nord et plus à l'est, donc plus proche du fleuve Niger. Il semblerait que lorsque la contrainte est trop forte autour de la Mékrou, ces deux espèces fréquentent davantage les alentours du fleuve, en dépit du dérangement occasionné par les activités anthropiques, mais qui ne manque jamais d'eau.

6.4.3) Détermination par espèce de l'unité spatiale d'analyse.

Les caractéristiques écologiques, sociales, éthologiques et la valeur cynégétique, propres à chaque espèce sont décrites dans l'annexe 1. Nous avons souhaité regrouper ces informations dans un tableau afin de fixer une échelle d'analyse pertinente quant à la répartition d'une espèce. Si la distribution d'un grand mammifère est agrégée dans le Parc du W, nous devons vérifier autour de quel facteur elle s'agrège et jusqu'où elle peut s'en éloigner.

Nous avons déjà vu dans la paragraphe précédent que l'ensemble des espèces se regroupait autour de la ressource hydrique, il nous reste à voir jusqu'à quelle distance elles peuvent s'en éloigner.

En réalité nous souhaitons connaître la mobilité d'une espèce, sachant qu'elle est étroitement liée à la taille de son domaine vital. En effet, si un domaine vital est grand, cela sous-entend que l'animal est doté d'une mobilité importante.

Pour les grands mammifères ayant une structure sociale solitaire ou familiale, trois facteurs semblent influencer la mobilité⁷³ :

- la proximité de son habitat de "prédilection" ou celui dans lequel ils passent le plus de temps ;
- son hydro-dépendance ou la nécessité de se rendre chaque jour au point d'eau ;
- sa sédentarité ou la nécessité de rester dans un habitat qui est propre à l'individu. On pourrait qualifier cet habitat de territoire sans pour autant y associer l'aspect "reproduction". On notera que cette sédentarité est parfois imposée par la compétition intraspécifique.

Il est important de souligner la nuance entre le 1^{er} et le 3^{ème} facteur, car même s'ils portent tous les deux sur la relation entre l'espèce et l'habitat, ils sont véritablement différents. Par exemple un animal peut avoir un habitat qui lui convient au niveau écologique à proximité d'un point d'eau permanent et pourtant rejoindre chaque jour un habitat identique mais situé à plusieurs kilomètres tout simplement parce qu'il le considère comme étant son territoire. Cet exemple est applicable chez le guib harnaché où on a pu mettre en évidence sa nécessité d'évoluer dans son milieu de "prédilection" même si celui-ci se trouve loin d'un point d'eau.

Pour les espèces évoluant en groupe, on retrouve les deux premiers facteurs pour définir la mobilité. En revanche le 3^{ème} facteur peut s'avérer davantage restrictif chez les mammifères de grande taille. Ainsi le fait d'être sédentaire est souvent synonyme de compétition intraspécifique comme c'est le cas chez les buffles. Ces animaux pouvant parcourir de nombreux kilomètres par jour sont restreints à un domaine, non pas par choix mais à cause de la compétition qui s'opère avec les autres troupeaux.

Dans le cas des espèces dont la distribution s'est avérée agrégée autour de la ressource hydrique, nous relèverons la distance maximale à un point d'eau obtenue dans le cadre du transect linéaire. Ces distances sont répertoriées dans le tableau 24.

Tableau 24. Distance maximale d'observation d'une espèce par rapport à un point d'eau permanent.

Espèce	Distance max. à l'eau
Guib harnaché	6 km
Cynocéphale	7 km
Cobe de Buffon	6 km
Cobe defassa	3,5 km
Phacochère	10 km
Redunca	7,5 km
Buffle	7,5 km
Patas	10 km
Vervet	6 km

Le tableau 25 va nous permettre de comprendre le choix de l'échelle d'analyse pour les différents grands mammifères du Parc du W du Niger.

⁷³ Les vervets bien qu'évoluant en groupe sont à placer dans cette catégorie, probablement du fait de l'espace restreint qu'occupe leur habitat favori et de par leur petite taille souvent synonyme de mobilité réduite.

Tableau 25. Caractéristiques socio-écologiques des grands mammifères du Parc du W.

Espèce	Hydro-dépendance	Habitat	Sédentarité	Unité d'analyse
Guib harnaché	niveau 1	Forêt galerie ou savane arborée dense	oui	7 km ⁷⁴
Redunca	niveau 1	Savane herbeuse inondable	oui	7,5 km
Cobe de Buffon	niveau 1	Savane arbustive ou arborée claire	oui	6 km
Cobe defassa	niveau 1	tout sauf les zones peu végétalisées	oui	3,5 km
Cynocéphale	niveau 1	tout sauf les zones peu végétalisées	oui	7 km
Vervet	niveau 1	forêt galerie voire savane arborée dense	oui	6 km
Patas	niveau 1	savane arbustive ou arborée	non	15 km
Buffle	niveau 1	savane arbustive ou arborée	oui	15 km ⁷⁵
Phacochère	niveau 1	savane arbustive ou arborée	non	10 km
Ourébi	niveau 2	savane arbustive et savane herbeuse	oui	15 km
Hippotrague	niveau 2	savane arbustive ou arborée	non	15 km
Bubale	niveau 3	savane arbustive ou arborée	oui	15 km

Certains grands mammifères du Parc ne figurent pas dans ce tableau. Ceci peut-être dû au manque de données démontrant un effectif très faible. C'est le cas du damalisque pour qui on dispose seulement de onze observations en transect linéaire, une lors d'un comptage pédestre et trois en point fixe. C'est également le cas du céphalophe à flancs roux pour lequel aucune donnée n'est disponible.

On peut se demander d'ailleurs si ce dernier n'a pas totalement disparu.

Le manque de données peut également traduire un comportement nocturne, ce qui est le cas chez les grands prédateurs comme le lion et les hyènes tachetées et rayées.

Une irrégularité saisonnière dans le jeu de données, comme c'est le cas pour les éléphants, traduisant un problème d'échelle au niveau de l'analyse, rend l'étude de leur distribution incompatible à l'échelle du Parc.

Le céphalophe de Grimm ne figure pas non plus dans ce tableau, du fait de son mode de distribution différent des autres espèces. On a pu voir que sa répartition était en partie aléatoire, à l'échelle du Parc, et en partie agrégée, à l'échelle du paysage.

⁷⁴ Il s'agit du rayon autour des points d'eau permanents.

⁷⁵ Son unité d'analyse est étroitement liée à la compétition intraspécifique, il est plus pertinent de déterminer l'ensemble des troupeaux évoluant dans le Parc et de leur affecter un secteur.

Il s'avère être en fait très affilié à la savane arborée dense et ne se rend que très occasionnellement au point d'eau. Son habitat, sa territorialité seront les éléments qui permettront d'évaluer sa densité et son mode de distribution en association avec les données récoltées en point fixe et en transect linéaire.

Et enfin les espèces ayant montré des distributions aléatoires comme la gazelle à front roux seront traitées de manière indépendante. On applique dans ce cas une interpolation à partir de l'ensemble des données géoréférencées (point fixe et transect linéaire).

6.5) Mise en évidence de la distribution et des densités des principales espèces de grands mammifères en saison sèche.

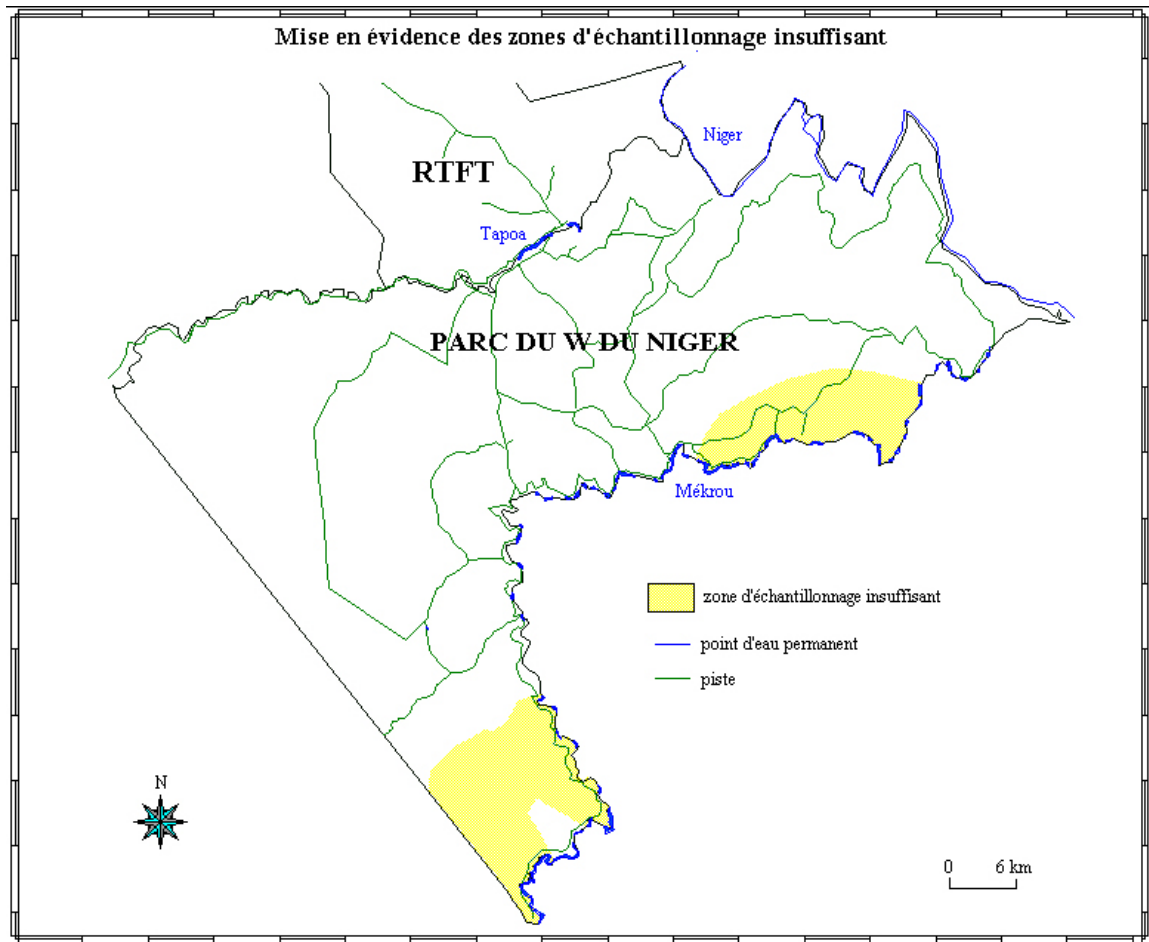
Pour obtenir une carte de la distribution des espèces de grands mammifères et une estimation de leur densité, nous utiliserons trois méthodes différentes :

- la première s'applique aux espèces dont la distribution est considérée comme aléatoire au sein d'une zone potentiellement favorable. Cette zone est déterminée à partir des caractéristiques écologiques de l'espèce et peut être par la suite assimilée comme étant un masque au delà duquel les animaux ont très peu de chance de se trouver. Pour déterminer la densité de l'espèce, nous nous appuyerons sur l'ensemble⁷⁶ des données de comptages géoréférencées, en point fixe et en transect linéaire, et on procédera à une interpolation sur la somme décroissante de ces données. Ce type de méthode sous-entend un point : la répartition des données est représentative de la distribution sur l'ensemble du Parc, ou en d'autres termes, nous considérons que l'effort d'échantillonnage, au niveau spatial et temporel, des données de comptages est suffisant pour représenter la distribution des espèces sur l'ensemble du Parc. L'idéal serait d'avoir suffisamment de données pour une année par espèce. Ceci implique une fréquence de comptage très importante sur une vaste zone, or une seule équipe ne peut pas réaliser un tel effort. Le fait de considérer plusieurs années de comptages permet de palier au manque de fréquence d'observations. En ce qui concerne la distribution spatiale des données récoltées en transect linéaire, elle est obligatoirement biaisée par le circuit de recensement. C'est pourquoi, nous avons intégré les données en points fixes, car elles nous servent soit à confirmer celles obtenues lors des recensements en véhicule, soit à réduire le biais généré par le circuit, en réalisant des comptages dans d'autres secteurs. La figure 147 met en évidence les zones où l'effort d'échantillonnage n'est pas suffisant. Les densités obtenues dans ces zones doivent être considérées avec prudence.

Les espèces concernées par cette méthode sont la gazelle à front roux, l'ourébi, le phacochère, l'hippotrague, le bubale, le patas, le cobe de Buffon, le cobe defassa et le chacal à flancs rayés.

⁷⁶ L'ensemble des données de comptage géoréférencées représente les données en transect linéaire de 1998 à 2002 et en point fixe de 2000 à 2002.

Figure 147. Mise en évidence des zones d'échantillonnage insuffisant.



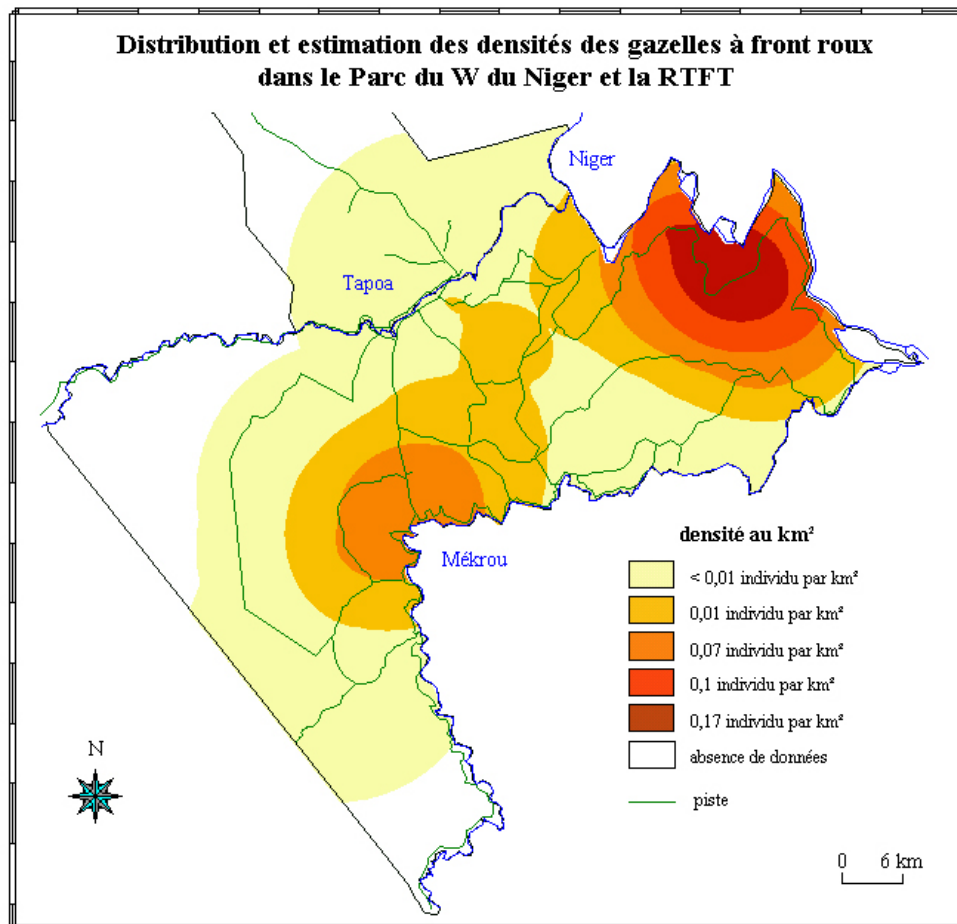
- La deuxième méthode s'applique aux espèces dont la distribution est fortement liée à un facteur autre que la ressource hydrique. La répartition est alors mise en évidence à travers une grille dont chaque maille hexagonale d'1km² est caractérisée par la qualité des conditions écologiques propres à l'espèce étudiée. Les données de comptages permettent d'établir la densité potentielle par maille susceptible d'accueillir l'espèce.

Cette méthode sera appliquée aux cynocéphales, aux vervets, aux guibs harnachés et aux céphalophes de Grimm.

- La troisième méthode s'applique uniquement aux buffles. On considère que le domaine vital d'un troupeau est fixe en saison sèche, tout comme le nombre d'individus au sein du troupeau. L'ensemble des données de comptage nous permettent d'identifier les différents troupeaux et leurs domaines vitaux.

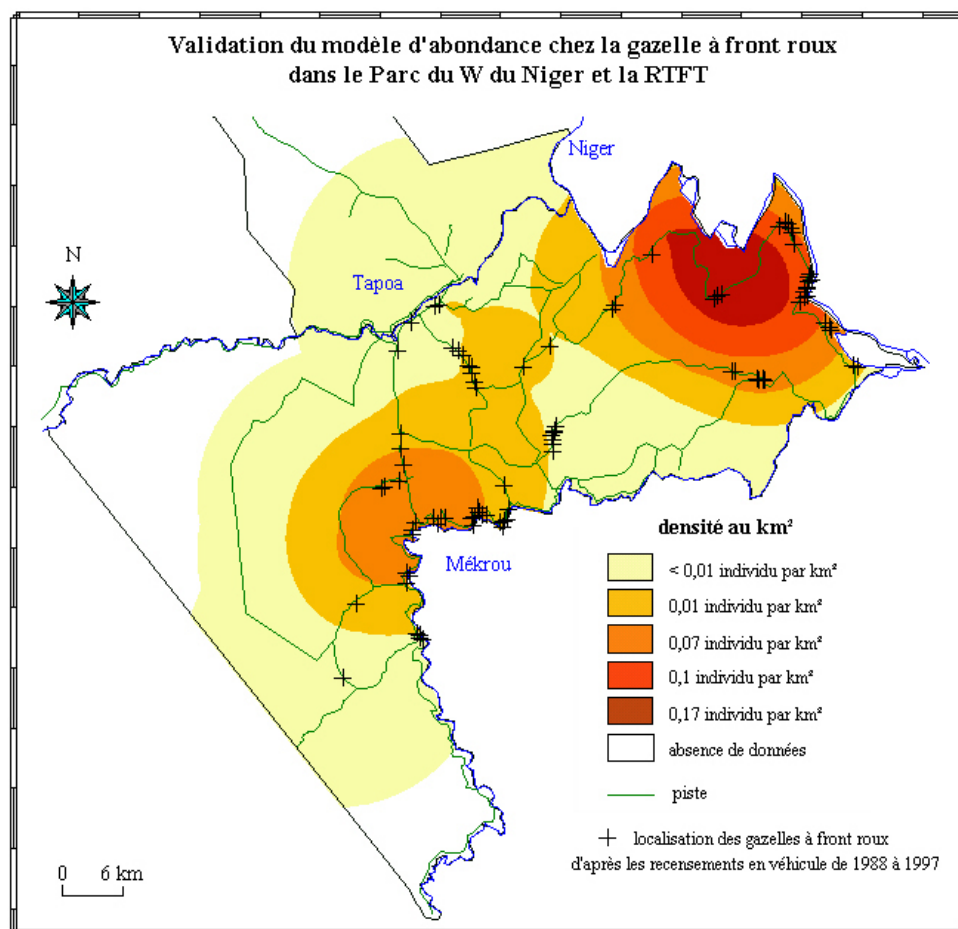
Nous avons vu précédemment que la gazelle à frontroux était la seule à réellement présenter une distribution aléatoire. C'est pourquoi nous avons pratiqué une interpolation par somme décroissante sur toute la zone d'étude, sans être restreint par la présence des points d'eau ou par un type d'habitat, bien que cette espèce semble éviter les milieux arborés denses. Une carte d'abondance et une estimation de la densité de la gazelle à front roux est présentée sur la figure 148.

Figure 148. Distribution et estimation des densités de gazelles à front roux dans le Parc du W du Niger et la RTFT.



Afin de valider ce modèle, nous avons juxtaposé à cette carte, les données issues des comptages en transect linéaire de 1988 à 1997 qui ne sont pas géoréférencées avec précision. Les informations sur le kilométrage nous ont permis de placer approximativement les observations sur la zone d'étude (cf. figure 149). Cette forme de validation est nécessaire pour les espèces dont l'ensemble des données récoltées est jugé insuffisant (moins de 50 observations).

Figure 149. Validation du modèle d'abondance chez la gazelle à front roux dans le Parc du W du Niger et la RTFT.



Il s'avère que le modèle est relativement pertinent, avec quelques imprécisions toutefois au niveau des limites des classes de densité. On constate un nombre important d'observations sur le début des pistes Barou et Moussiémo (cf. figure 35) lors des comptages de 1988 à 1997, ce qui n'a pas été le cas pour les recensements de 1998 à 2002. Il est difficile d'émettre une hypothèse, si ce n'est que les individus ont peut-être migrés vers le fleuve pour des raisons qui nous sont inconnues.

Précisons que ces changements ne sont pas imputables aux différents circuits empruntés car la piste Moussiémo a été empruntée en 1998, 1999 et 2000, et la piste Barou en 1998, 1999 et 2002.

Les caractéristiques de distribution de la gazelle à front roux ne sont pas exceptionnelles. Bien que l'ourébi n'ait pas présenté une distribution aléatoire selon le modèle de Ripley, sa répartition (cf. figure 151) est très voisine de celle de la gazelle à front roux, avec néanmoins des contraintes écologiques plus marquées.

L'ourébi évolue dans le Parc du W dans des milieux très ouverts, genre savane herbeuse ou savane arbustive dégradée sur sols pauvres et dans les savanes arborées plutôt claires (cf. tableau 19).

On notera qu'en fonction du terrain d'étude, que ce soit l'Afrique du sud, la Tanzanie ou le Nigeria, les biotopes associés à l'ourébi peuvent être différents.

Au Nigeria et en Afrique du sud, cette espèce semble préférer les milieux ouverts, comme la savane herbeuse parfois inondable ou les savanes dégradées sur sols pauvres et dans une moindre mesure la savane arborée (Simon *et al.*, 1994 ; Happold, 1977). En revanche en Tanzanie, ce sont les savanes arborées claires à *Terminalia* et les surplombs rocheux (sols pauvres) qui sont recherchés (Simon *et al.*, 1994).

L'ourébi paraît avoir un comportement assez plastique vis-à-vis de son habitat, ainsi que par rapport à la ressource hydrique. Il peut apparemment se passer de boire durant plusieurs jours si l'eau se fait rare dans son secteur, mais peut aussi s'abreuver quotidiennement si l'eau est disponible à proximité.

Il ne semble pas territorial (Happold, 1977 ; Jarman & Sinclair, 1979) et peut avoir des domaines vitaux relativement importants.

On entrevoit toute la difficulté d'établir des facteurs explicatifs quant à sa distribution tant son etho-plasticité est grande vis-à-vis des ressources.

Pour déterminer les habitats favorables sur lesquels nous allons procéder à une interpolation par somme décroissante, nous avons considéré deux facteurs essentiels :

- les milieux arborés denses semblent éviter, d'où leur exclusion ;
- une hydrodépendance assez souple. Une limite vis-à-vis des points d'eau permanents a donc été fixé à 15 km, car même si l'ourébi présente une plasticité importante par rapport à la ressource hydrique, il n'en est pas totalement affranchi.

Cette phase où les habitats considérés comme non favorables sont exclus est détaillée dans la figure 150.

Figure 150. Mise en évidence des masques pour le traitement d'interpolation chez l'ourébi.

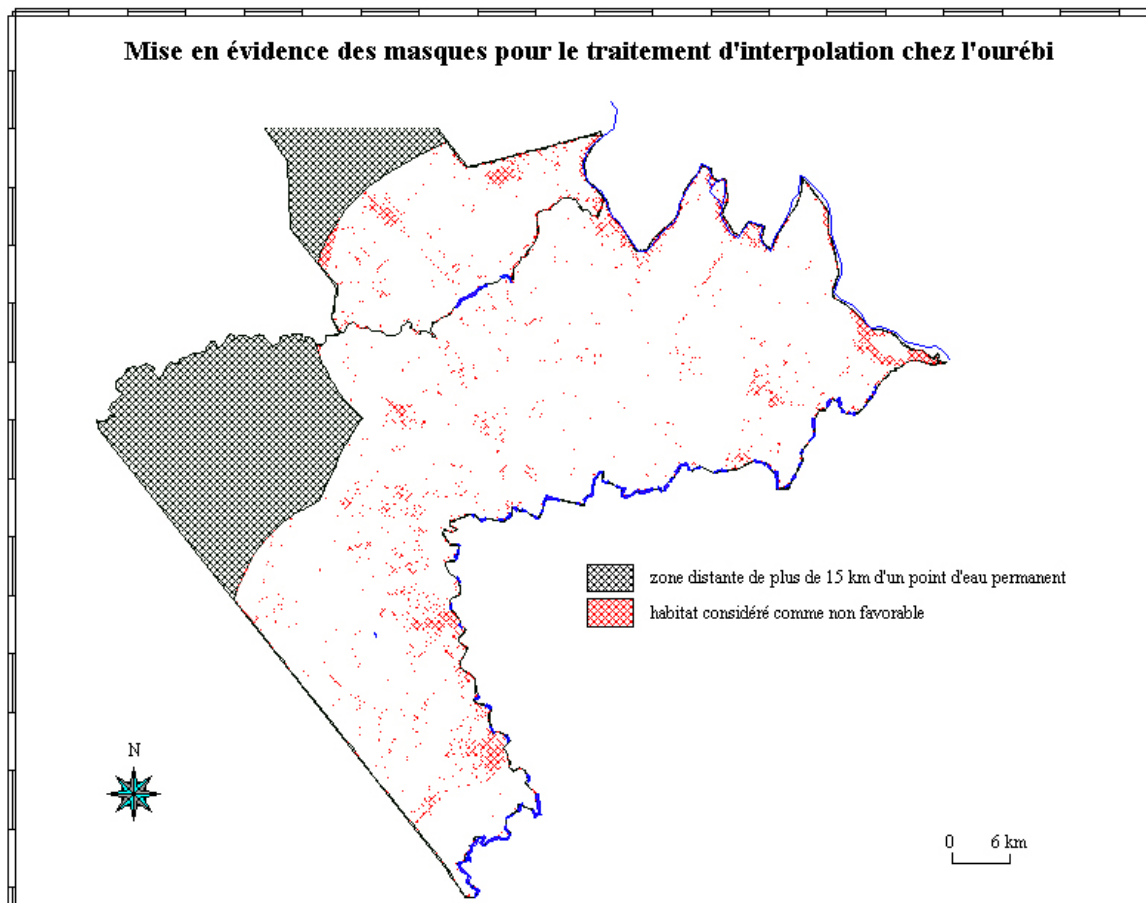
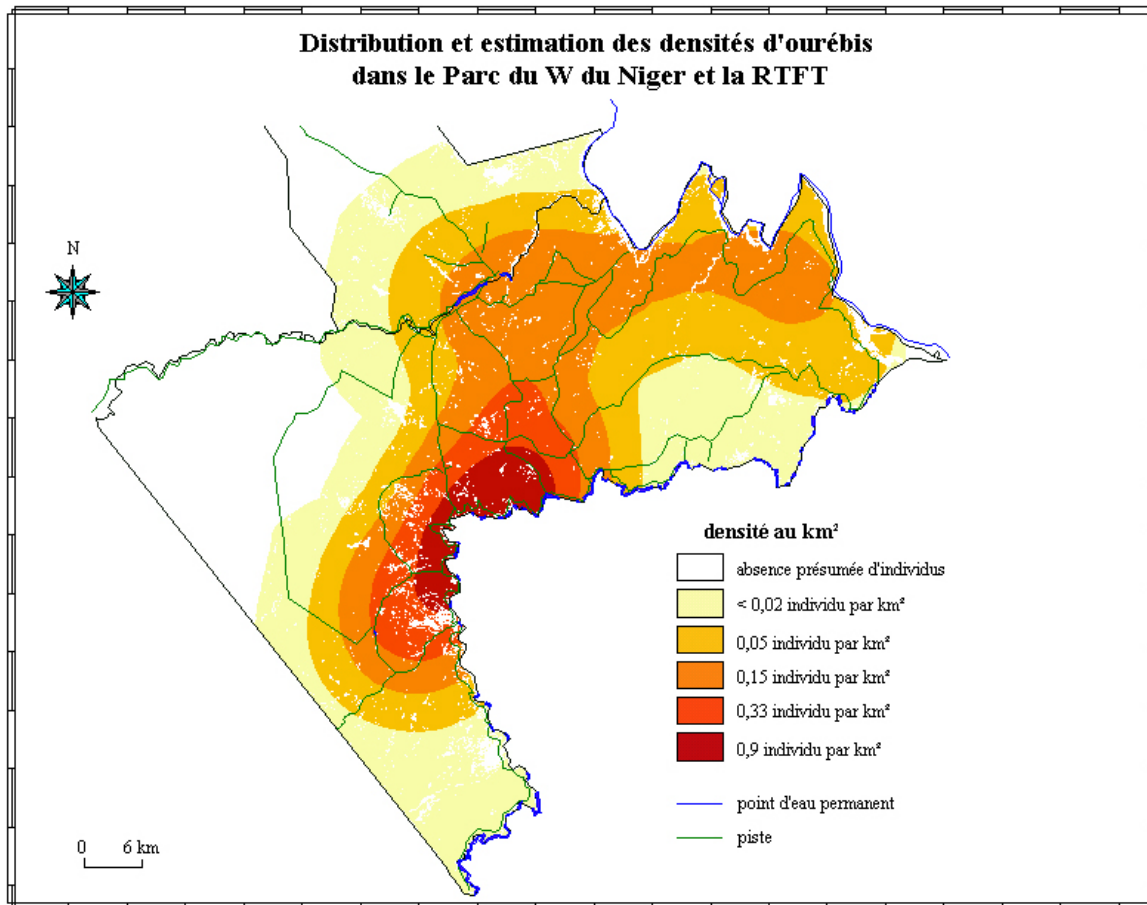


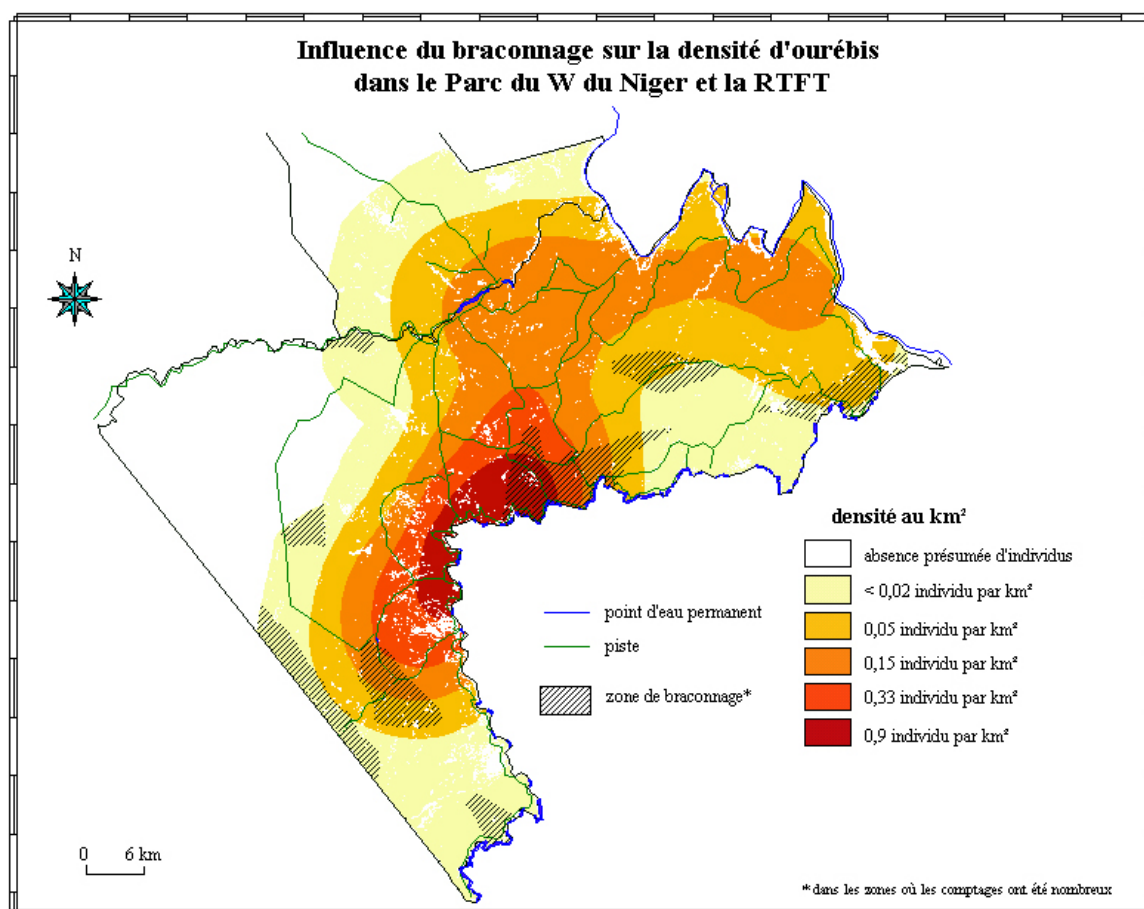
Figure 151. Distribution et estimation initiale des densités d'ourébis dans le Parc du W du Niger et la RTFT.



La distribution de l'ourébi est véritablement proche de celle de la gazelle à front roux. En revanche leurs densités sont différentes. Elles sont plus importantes chez l'ourébi, dont la population est bien plus conséquente que celle de la gazelle dans le Parc. D'autre part les zones de concentration élevée se situent à proximité du fleuve Niger pour la gazelle tandis qu'elles sont du côté de la rivière Mékrou pour l'ourébi.

Nous avons voulu savoir si cette différence était due aux activités de braconnage. En effet, l'ourébi semble faire parti des espèces couramment braconnée (Bello, 1994), ce qui n'est pas le cas de la gazelle à front roux. Nous avons alors superposé les zones de braconnage sur la carte de distribution et des densités de l'ourébi (cf. figure 152), en prenant soin de comparer les zones où l'effort de comptage fut identique. Nous avons donc exclu de la comparaison les zones où l'échantillonnage fut insuffisant.

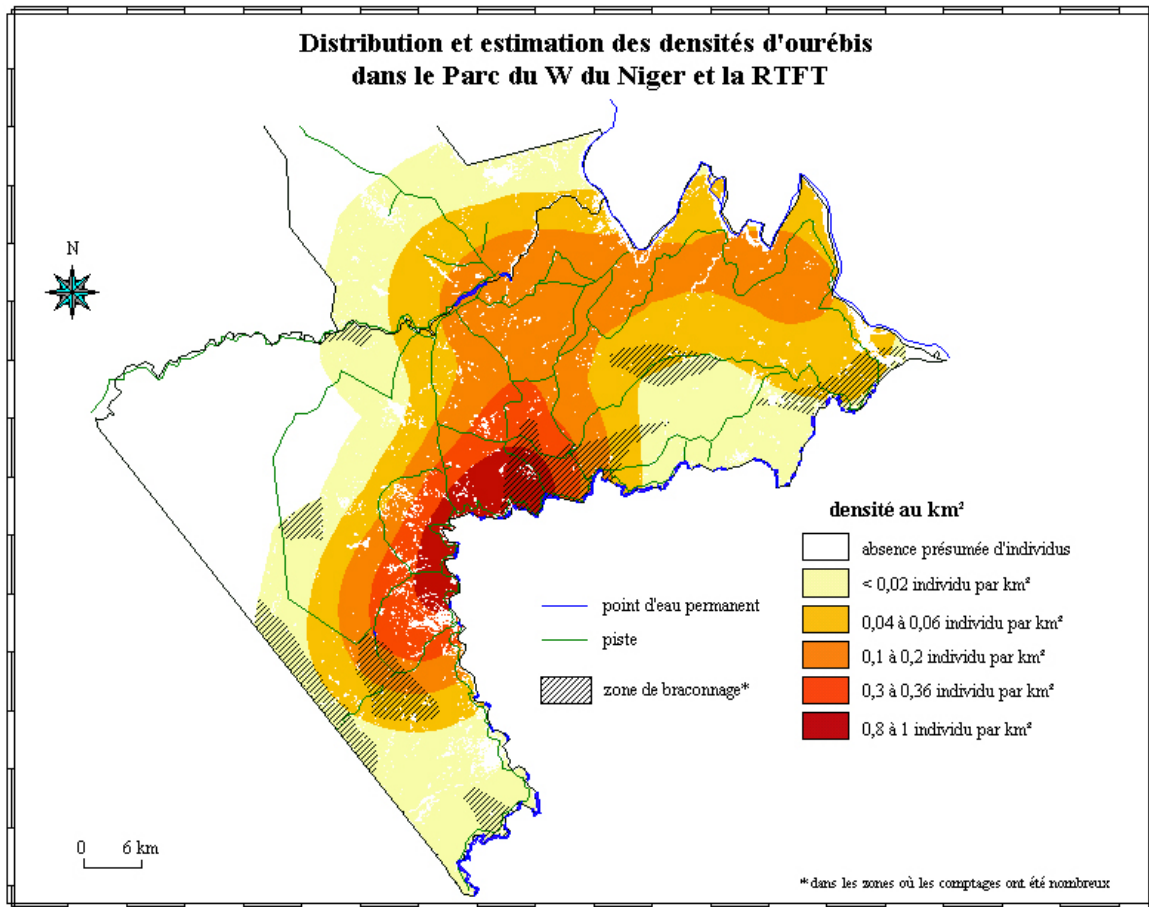
Figure 152. Influence du braconnage sur la densité d'ourébis dans le Parc du W du Niger et la RTFT.



On constate sur la figure 152 que les zones de braconnage se situent dans la plupart des cas au niveau des densités les plus faibles d'ourébis, hormis pour la partie centrale de la rivière Mékrou. On peut donc en conclure que le braconnage a un effet notable sur la densité d'ourébi calculée à partir d'informations issues des comptages en véhicule ou en point fixe. Nous devons tenir compte de cette activité dans le calcul final des densités. Or la méthode d'interpolation par somme décroissante nous fournit une fourchette de valeurs, que nous avons transformé en moyenne pour la gazelle à front roux et l'ourébi. Par conséquent dans le cas où l'effet d'une activité anthropique sur la densité d'une espèce est démontrée, nous donnerons une fourchette de densité pour chaque classe, sachant que les valeurs basses de la fourchette seront matérialisées spatialement par un figuré (cf. figure 153).

Nous avons détaillé la méthode permettant d'obtenir la carte finale de la distribution et de l'estimation des densités d'ourébis. Ce traitement sera réitéré pour les espèces suivantes sans pour autant détailler les différentes étapes.

Figure 153. Distribution et estimation des densités d'ourébis dans le Parc du W du Niger et la RTFT.



L'hippopotame présente véritablement les mêmes caractéristiques que l'ourébi au niveau de sa distribution. Celle-ci n'est pas vraiment aléatoire comme on a pu le voir précédemment, mais cette espèce peut se rencontrer à travers un large panel d'habitat. On la trouve partout hormis dans les milieux fermés comme la forêt galerie ou la savane arborée dense où elle ne s'attarde pas. Vis-à-vis de la ressource hydrique, l'hippopotame doit s'abreuver tous les 2 ou 3 jours, mais étant donnée sa mobilité importante, on peut dire qu'il n'est pas limité dans ses déplacements par la contrainte hydrique.

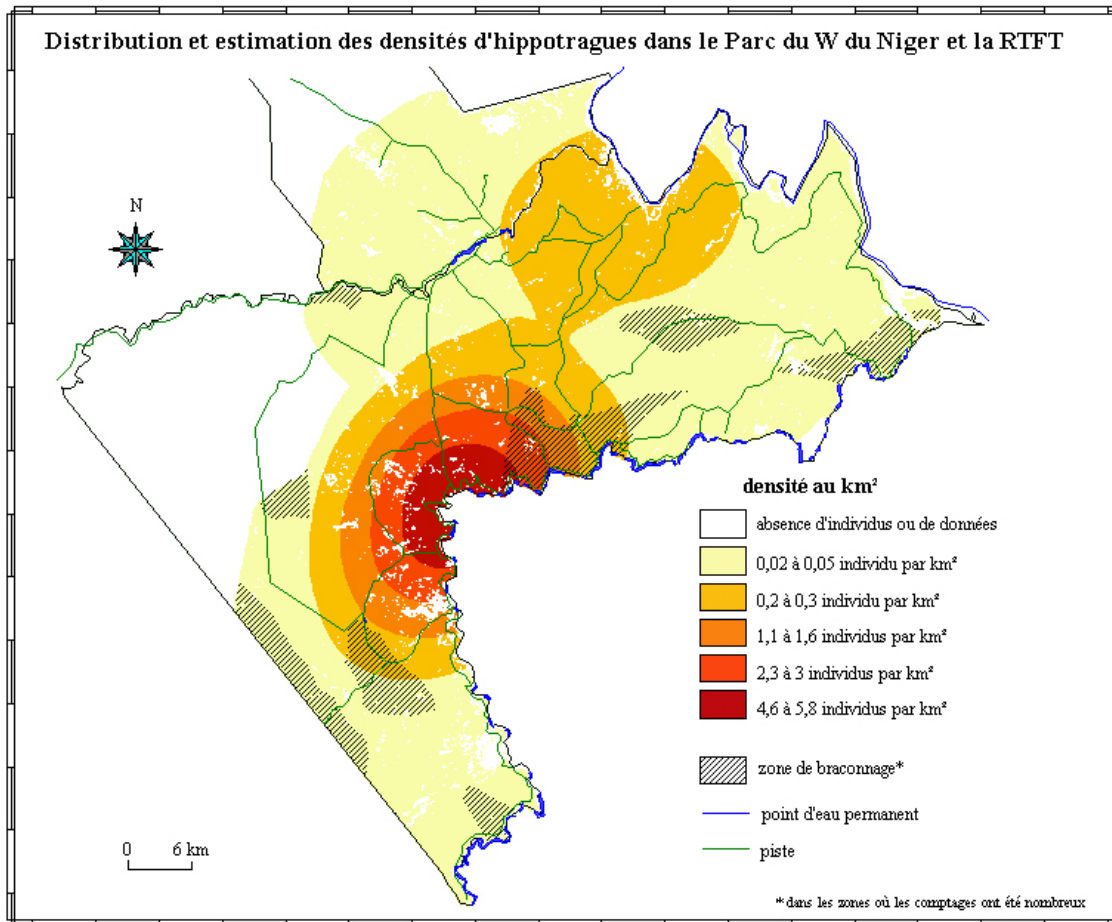
L'hippopotame a un domaine vital relativement grand, ce qui fait que les individus, à l'exception des mâles territoriaux, peuvent se regrouper en formant des hardes importantes ou au contraire se disperser selon la présence d'eau dans le Parc.

C'est pour ces différentes raisons que nous avons choisi la même méthode que pour l'ourébi afin de mettre en évidence la distribution et l'estimation des densités d'hippopotames (cf. figure 154).

Cette espèce, tout comme l'ourébi, est véritablement victime des activités de braconnage dans la zone d'étude. Nous avons donc tenu compte de ce facteur dans le calcul des estimations de densités⁷⁷. Sa plasticité quant à la ressource alimentaire, puisque l'hippopotame a un régime mixte en saison sèche (cf. annexe 1), lui confère une certaine tranquillité par rapport à la compétition interspécifique avec les animaux domestiques. Ceci n'est pas le cas du bubale, plus enclin aux préjudices causés par cette activité illégale.

⁷⁷ Les densités basses dans chaque classe sont localisables sur la figure 153 grâce au figuré.

Figure 154. Distribution et estimation des densités d'hippotragues dans le Parc du W du Niger et la RTFT.

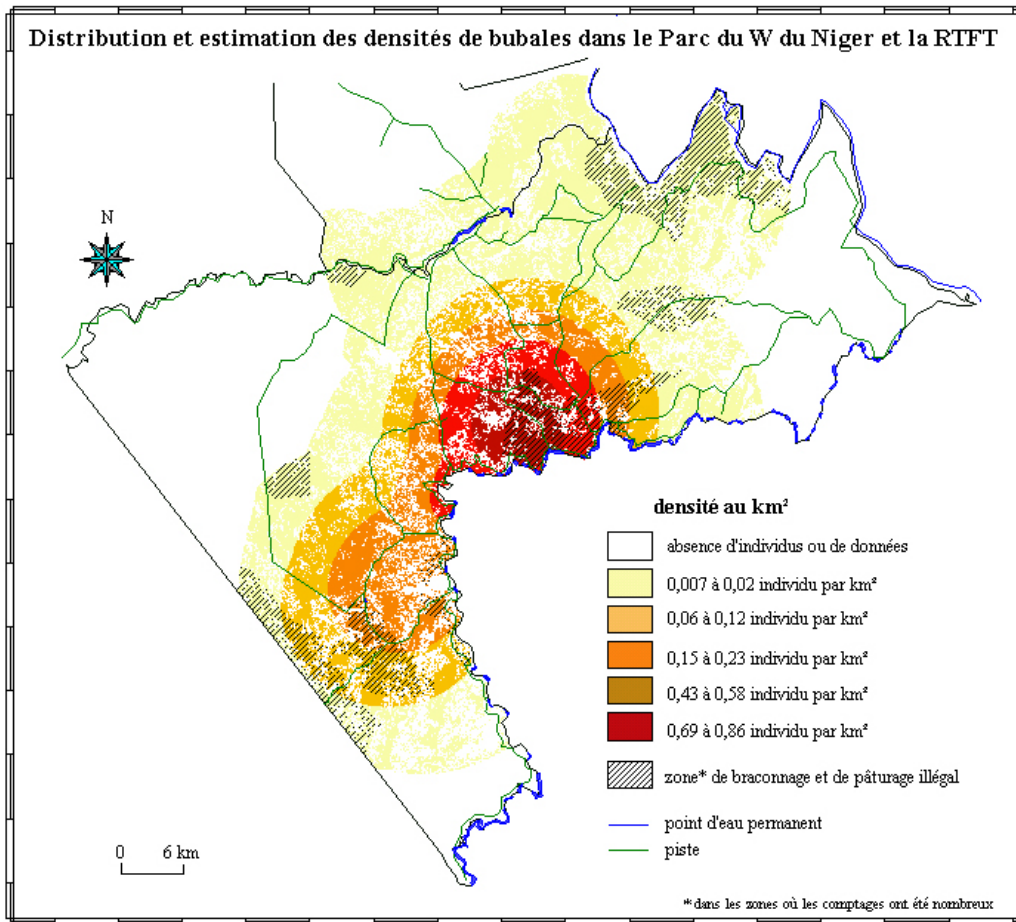


Pour les bubales, nous sommes en présence d'une espèce encore moins dépendante de l'eau que les hippotragues mais plus exigeante au niveau de son habitat. Elle affectionne particulièrement les savanes boisées claires à *Terminalia* et les savanes arbustives ouvertes qu'on pourrait qualifier de dégradées. Le bubale semble éviter les milieux denses qu'ils soient arbustifs ou arborés et recherche tout particulièrement les regains d'herbacées après le passage des feux. Il est très difficile de dresser une carte des zones offrant régulièrement des regains du tapis herbacé, tant les feux d'aménagement ou malveillants sont aléatoires.

En revanche, on peut isoler les habitats favorables aux bubales et interpoler les données récoltées en transect linéaire et en point fixes sur ces mêmes habitats en tenant compte des activités préjudiciables à cette espèce, à savoir le braconnage et le pâturage illégal. La limite d'interpolation a été fixée au nord par une ligne imaginaire de 5 km dans la zone tampon. Cette limite se justifie dans le sens où le bubale est craintif et fuit les zones humanisées. Or au-delà de 5 km dans la zone tampon, la pression générée par les activités anthropiques est très élevée.

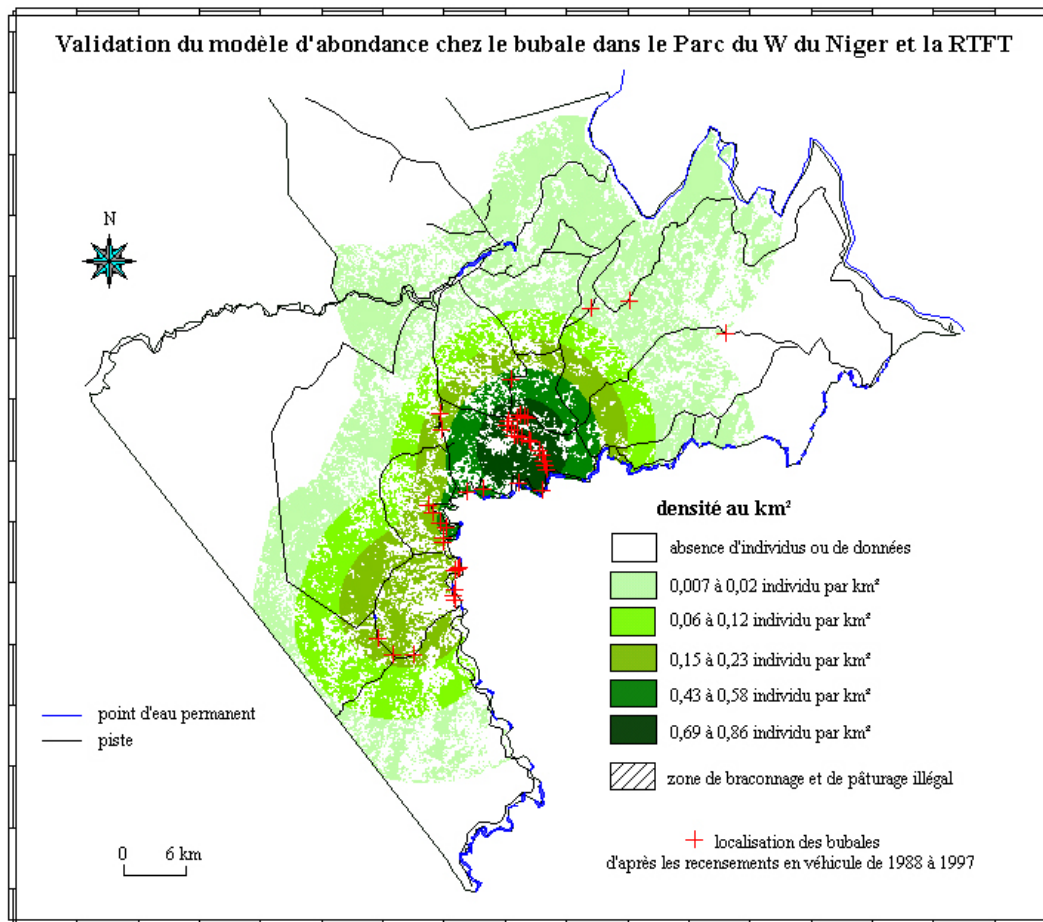
Cette espèce (Happold, 1977) vit au sein d'un grand domaine vital bien défini et emprunte régulièrement les mêmes passages en rapport à ses affinités écologiques. Ceci provoque un domaine vital relativement mosaïqué comme on peut le voir sur la figure 155.

Figure 155. Distribution et estimation des densités de bubales dans le Parc du W du Niger et la RTFT.



Afin de valider notre modèle, nous l'avons confronté (comme pour la gazelle) à des observations relevées en transect linéaire de 1988 à 1997, placées approximativement d'après leur indication kilométrique (cf. figure 156). Les couleurs des classes de densités ont été modifiées afin d'améliorer la lisibilité de la carte.

Figure 156. Validation du modèle d'abondance chez le bubale dans le Parc du W du Niger et la RTFT.



Les phacochères sont moins exigeants que les bubales vis-à-vis de leur environnement et présentent des affinités écologiques similaires aux hippotragues. Ils sont d'ailleurs observés en général aux mêmes endroits, hormis le long du Niger où la pression anthropique semble affecter la distribution de l'antilope cheval. Tout comme cette dernière, le phacochère tend à éviter les forêts galeries, mais n'hésite pas à les traverser.

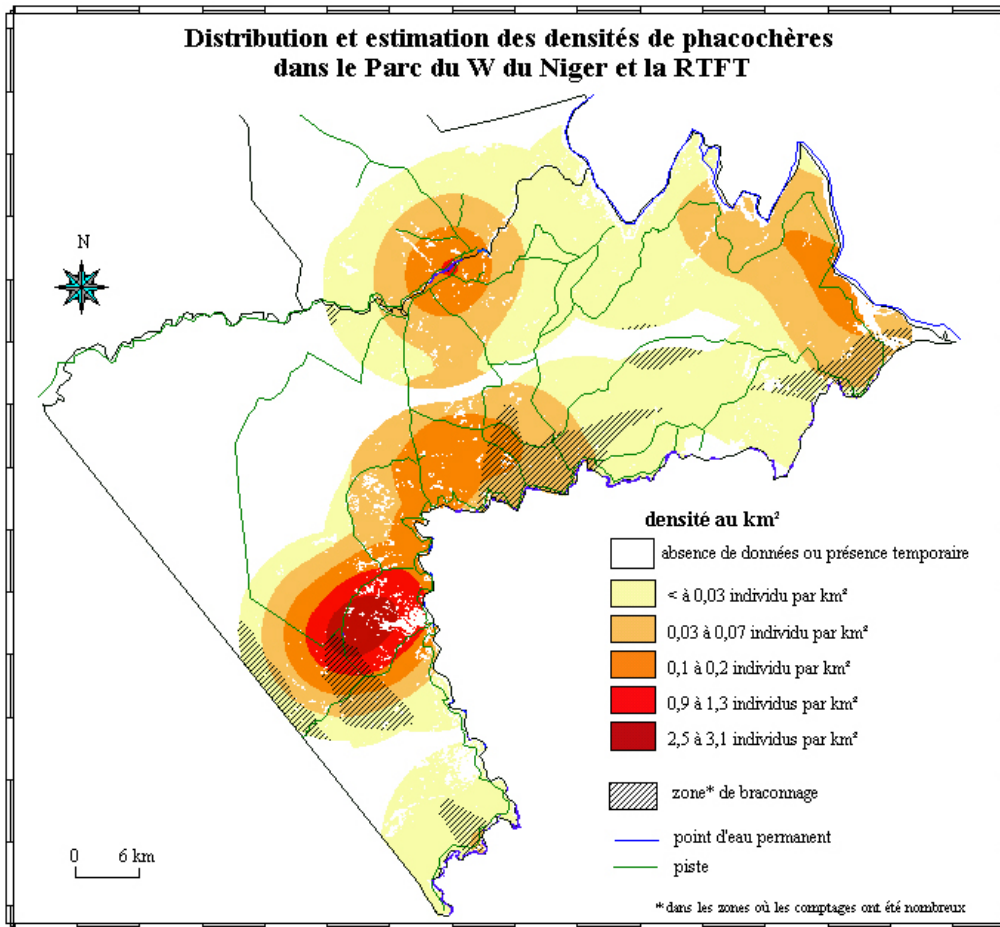
Ce suidé est également victime du braconnage, bien que d'allure porcine donc à priori impropre à la consommation chez les musulmans. Néanmoins cette viande semble appréciée, probablement davantage chez les béninois et les burkinabés, de religion plutôt catholique et/ou animiste. C'est par conséquent le long de ces frontières, soit dans la partie sud et ouest du Parc que le phacochère doit être braconné.

Cette espèce est sûrement davantage liée à la ressource hydrique que celles vues précédemment. Elle a besoin de boire quotidiennement durant la saison sèche et également de se prélasser dans la boue afin de se munir d'une couche protectrice contre les parasites. Happold (1977) note qu'au Nigeria, les phacochères suite à une consommation importante de bulbes peuvent se passer de boire, mais pour un laps de temps relativement court.

Bien que cette espèce ne présente pas une distribution aléatoire car trop dépendante de l'eau, sa relative souplesse vis-à-vis de la ressource alimentaire et sa mobilité importante font que le phacochère est largement réparti à travers le Parc.

Pour élaborer sa distribution, nous avons donc interpolé l'ensemble des données géoréférencées en considérant une distance maximale de 10 km au delà des points d'eau permanents et en excluant les forêts galeries (cf. figure 157).

Figure 157. Distribution et estimation des densités de phacochères dans le Parc du W du Niger et la RTFT.



Les cobes de Buffon sont quant à eux totalement dépendants de la ressource hydrique. Celle-ci représente le principal facteur limitant dans leur dispersion, d'où une présence régulière dans une bande de 3 km à proximité du point d'eau. On les trouve que très occasionnellement au-delà de cette distance, et il semblerait que leur présence soit quasi impossible à plus de 6 km de la rivière ou du fleuve. C'est pourquoi nous avons considéré deux zones distinctes d'interpolation, une située à moins de 3 km des points d'eau permanents, et une autre comprise entre 3 et 6 km de ces mêmes points d'eau.

D'autre part, il nous a paru incohérent⁷⁸ de nous restreindre aux limites du parc dans notre interpolation, sachant que la ressource hydrique constitue le pôle attractif de cette espèce.

Cette espèce pâture notamment les herbacées rases ripicoles et est très souvent observée dans la savane arbustive, souvent claire, bordant les rives de la Mékrou et de la Tapoa. Le cobe de Buffon préfère les savanes ouvertes, où il peut s'alimenter d'herbes plutôt rases et où le mâle dominant possède une visibilité importante pour contrôler son lek.

Bien que présent le long du fleuve Niger, les densités semblent nettement moins importantes qu'au bord de la Mékrou ou de la Tapoa (cf. figure 158). Le cobe de Buffon semble assez sensible aux activités anthropiques illégales, telles que le pâturage ou le braconnage.

⁷⁸ Se restreindre aux limites du Parc du W du Niger peut paraître tout aussi incohérent pour les espèces analysées précédemment. Cependant, même si notre étude est centrée sur le Niger, on peut considérer que les animaux situés à moins de 5 km de la frontière ont une influence directe sur la densité au Niger.

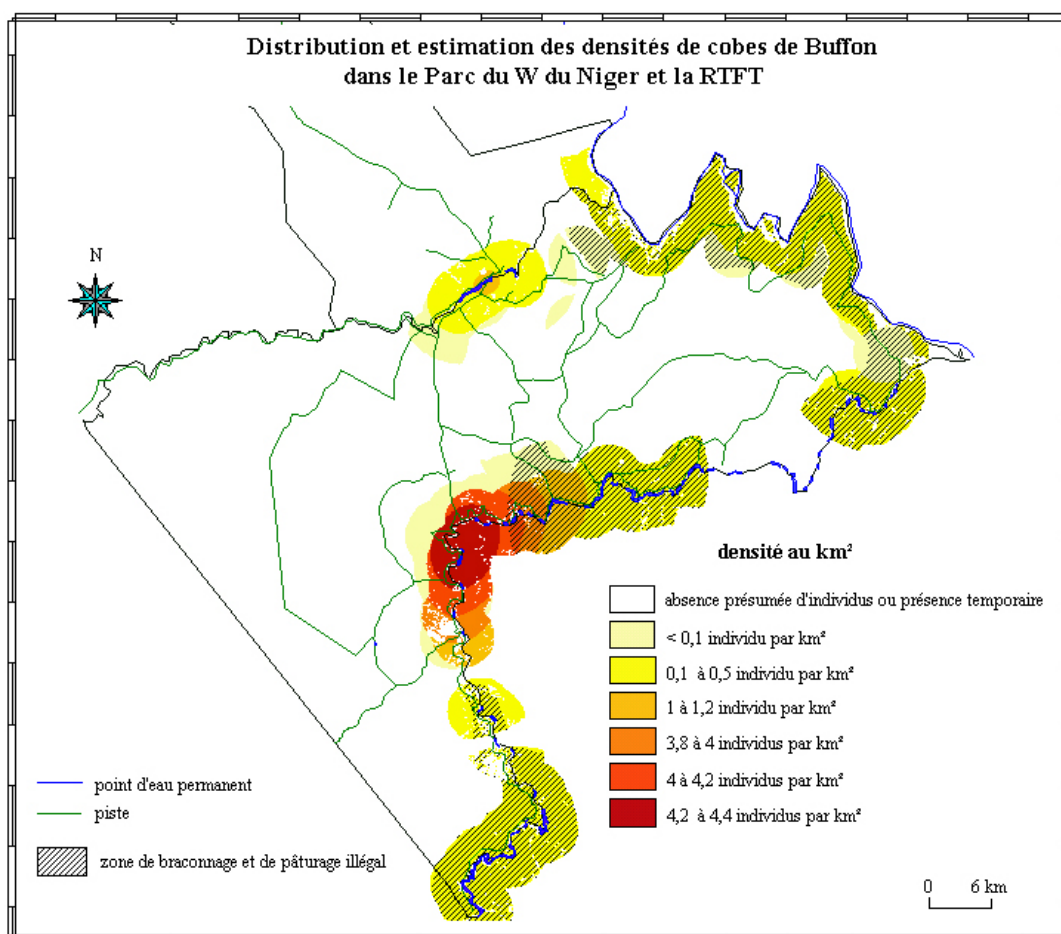
C'est en effet dans les parties les plus surveillées de la Mékrou et dans la Tapoa que les rencontres sont les plus fréquentes.

Cet animal est par nature peu craintif et se révèle donc une espèce facile à appréhender pour les braconniers.

Les cobes de Buffon ne fréquentent pas les collines gréseuses trop accidentées au bord du Niger. Nous avons pris le soin de ne pas les considérer dans l'interpolation des données existantes. Cette antilope a besoin d'un accès à l'eau relativement plat et dégagé pour pouvoir évoluer normalement.

L'autre espèce de cobe, le cobe defassa présente les mêmes caractéristiques au niveau de la ressource hydrique. En revanche, sa structure sociale et ses besoins alimentaires sont sensiblement différents.

Figure 158. Distribution et estimation des densités de cobes de Buffon dans le Parc du W du Niger et la RTFT.



Le cobe defassa a des besoins nutritifs très importants en protéines, qu'il peut satisfaire notamment à partir de plantes aquatiques ou en bordure de mares ou rivières. Il est la plupart du temps inféodé à la savane herbeuse située dans les bas-fonds à proximité des points d'eau. D'après nos observations, cette espèce semble avoir un comportement assez plastique vis-à-vis de son environnement, puisqu'on la retrouve dans toutes les types de formations, et qu'essentiellement paisseur, elle peut parfois consommer des feuilles vertes en cas de besoin. Au niveau de leur structure sociale, les groupes semblent se faire et se défaire au gré des rencontres.

Dans nos différentes observations, nous avons pu identifier certains individus évoluant dans des groupes différents. Nous pensons que le cobe defassa doit posséder un domaine vital relativement bien défini de grande taille situé à proximité des points d'eau.

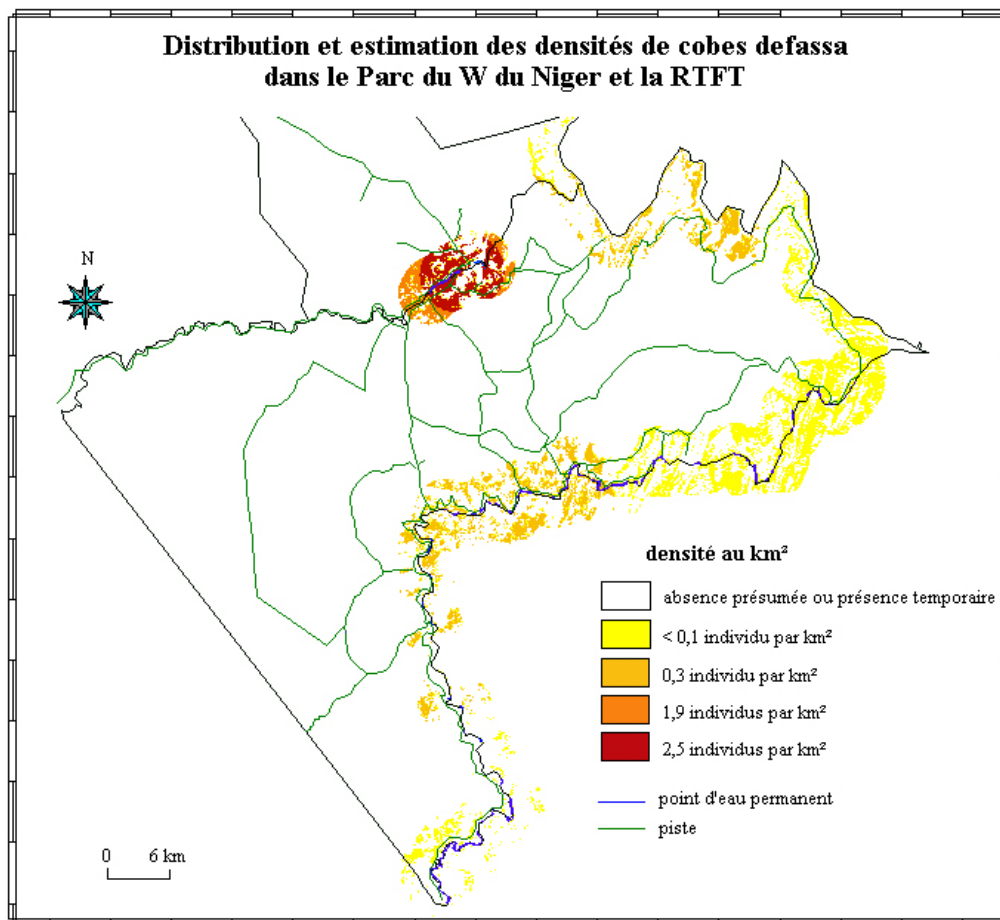
Sa taille importante, sa structure sociale et ses besoins nutritifs spécifiques font qu'il doit nécessairement être mobile et sillonner les différents points d'eau permanents en passant par les bas-fonds offrant un ombrage important et une ressource alimentaire adéquate. Tous ces paramètres ont été pris en compte afin de déterminer sa distribution au sein de la zone d'étude (cf. figure 159).

D'après les données du Parc et les impressions recueillies auprès de la population locale, le cobe defassa ne semble pas être victime du braconnage. Le goût prononcé de sa viande n'est pas apprécié par les habitants environnants, mais paraît convenir aux lions, puisque nous avons trouvé lors de nos missions, deux cobes defassa mâles, tués par les prédateurs.

Cette espèce semble en déclin si l'on se fie aux recensements précédents. Mais il est difficile de dire si les prédateurs sont responsables de son déclin ou s'il s'agit de la perte de son habitat provoquée notamment par les activités anthropiques.

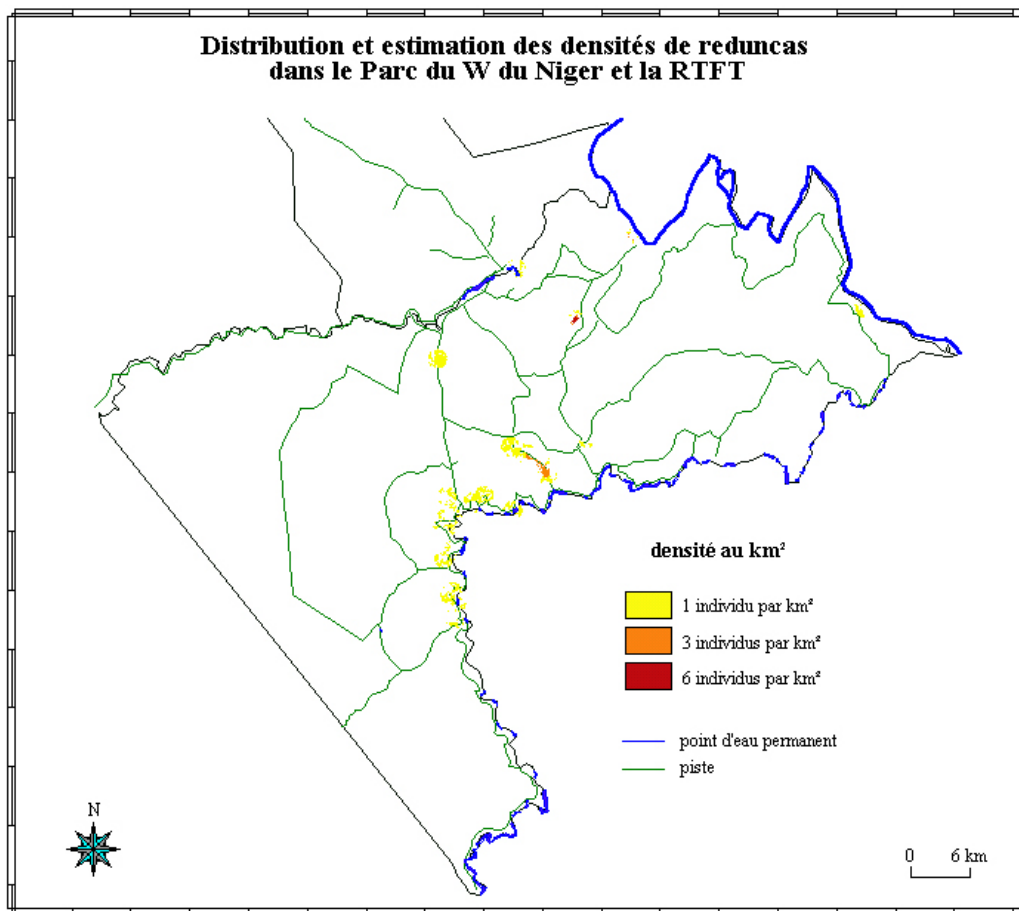
Personnellement, pour expliquer un éventuel déclin, j'opterais pour une combinaison de facteurs négatifs, comme la prédation, le pâturage illégal, les feux de brousse, la baisse de la pluviométrie et les exigences élevées des cobes defassa vis-à-vis de leur environnement. Cette antilope devrait faire l'objet d'une étude approfondie afin de mieux connaître sa population et les causes d'une éventuelle baisse des effectifs.

Figure 159. Distribution et estimation des densités de cobes defassa dans le Parc du W du Niger et la RTFT.



Le redunca, à l'instar du cobe defassa, est très exigeant vis-à-vis de son environnement. Pour s'implanter il a besoin de savanes herbeuses (à herbes hautes parfois inondables) pour se nourrir mais aussi pour se dissimuler ainsi qu'un point d'eau permanent à proximité (cf. tableau 24). Ce type de formation se retrouve très souvent au niveau des dépressions sableuses en bordure de la savane arborée claire. Si la zone est favorable, la densité de redunca peut être très élevée (cf. figure 160). Or sur l'ensemble de la zone d'étude, très peu de zones correspondent au type d'habitat recherché par cette espèce, c'est pourquoi sa présence est très localisée. On estime que la population de reduncas dans le Parc du W du Niger ne doit pas dépasser une cinquantaine d'individus.

Figure 160. Distribution et estimation des densités de reduncas dans le Parc du W du Niger et la RTFT.

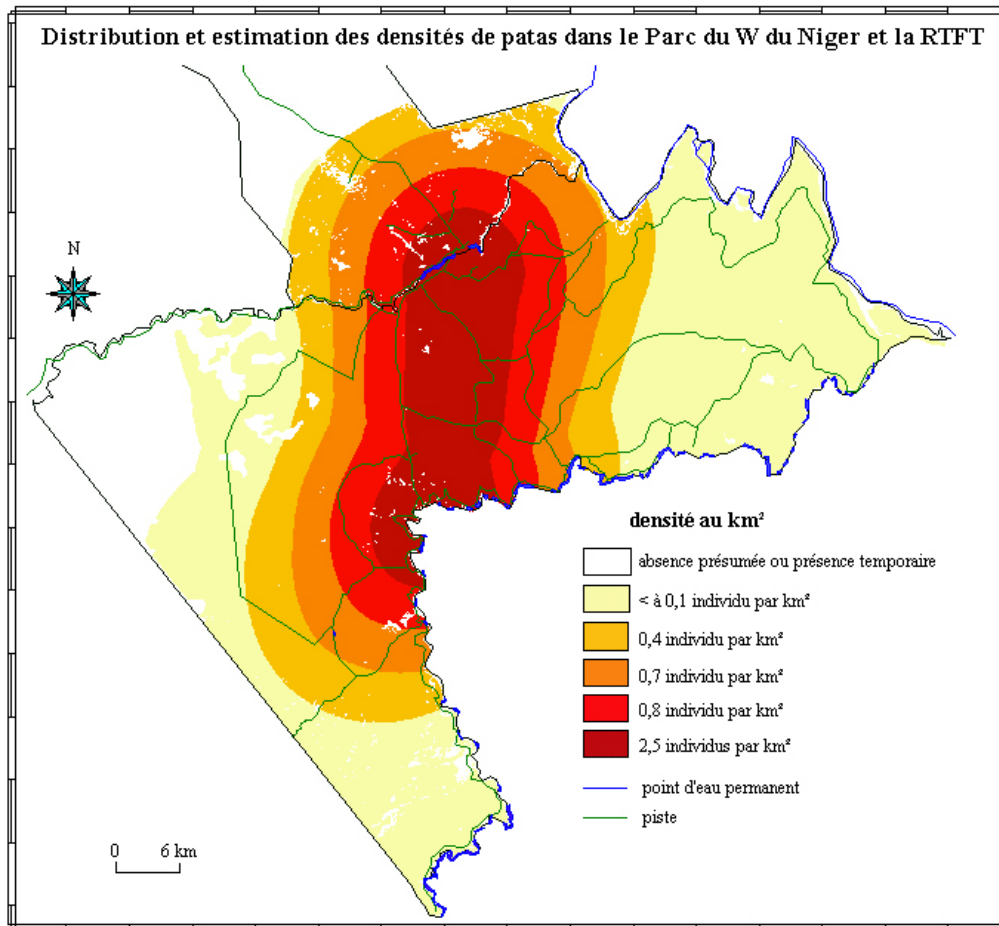


Enfin, les patas constituent une particularité chez les primates, puisqu'ils ne sont pas du tout liés aux grands arbres des milieux denses, mais plutôt aux milieux ouverts comme la savane arbustive ou la savane arborée claire. Ils sont certes dépendants de l'eau, moins que les cynocéphales, mais leur grande mobilité font qu'ils peuvent se répartir dans quasiment tous les secteurs du Parc et de la Réserve de Tamou. Les patas possèdent en effet des domaines vitaux très important pouvant aller jusqu'à 80 km² (source internet IRD, Parc du Niokolo Badiar, Guinée Bissau).

Cette espèce tend à se regrouper en saison sèche et on peut observer des groupes de 10 à plus de 45 individus, la moyenne des observations étant de 8 individus.

Pour déterminer la distribution et estimer les densités de cette espèce nous nous sommes appuyés sur l'ensemble de nos données géoréférencées et nous avons procédé à une interpolation par somme décroissante en tenant compte de la mobilité importante des patas (cf. figure 161).

Figure 161. Distribution et estimation des densités de patas dans le Parc du W du Niger et la RTFT.



Pour le guib harnaché, la méthode employée est véritablement différente⁷⁹. Cette espèce est non seulement très inféodée à un biotope particulier mais aussi à la ressource hydrique. Les habitats recherchés par cette espèce sont les milieux denses (forêt galerie, savane arborée dense voir savane arborée claire) à proximité d'un point d'eau.

⁷⁹ Les habitats favorables à la présence du guib sont par conséquent assez restreints. Dans ce cas, procéder à une interpolation sur des petites surfaces perd de son intérêt visuel. D'autre part, il est probable que les données récoltées lors des différents types de recensement ne permettent pas de restituer la distribution de l'espèce. En effet, nous avons mis en évidence les particularités des guibs harnachés vis-à-vis de la ressource hydrique. Cette espèce présente des caractéristiques de mobilité importante, puisqu'elle se rend au point d'eau quotidiennement depuis son aire de vie principale. Les comptages en point fixes peuvent par conséquent indiquer une densité élevée au point d'eau, tandis que les données du transect linéaire révéleront une densité faible, sachant qu'une grande partie des milieux arborés denses n'est pas traversée par le circuit de recensement en véhicule.

La détermination d'unité spatiale s'est donc organisée autour de ces deux facteurs. Il est important de préciser que cette antilope est sédentaire mais ne présente pas de comportement territorial au sens strict du terme lié à la reproduction. Ainsi les guibs peuvent cohabiter en bon terme durant la saison sèche autour des points d'eau restants.

Il est vrai qu'ils demeurent dans des sites propres à chaque individu, mais lorsqu'ils se rendent au point d'eau, ils ne traversent que des habitats favorables, en général occupés par des conspécifiques. On a effet jamais vu de guibs harnachés en milieux ouverts telle qu'une savane arbustive dégradée.

Trois formations végétales ont été considérées comme favorables à la présence de cette espèce, tout en tenant compte d'une graduation dans l'habitabilité. La forêt galerie et la savane arborée dense ont été considérées comme favorables et la savane arborée claire comme acceptable, les autres formations n'étant pas propices donc pas retenues.

Le guib harnaché ayant besoin de s'abreuver quotidiennement, nous avons considéré que ces habitats situés dans un rayon de 3 km autour des points d'eau permanents étaient très favorables. Les habitats retenus distants de 3 à 6 km sont perçus comme relativement favorables et ceux distants de 6 à 9 km comme acceptables.

Un traitement spécifique, en raison de sa particularité quant à l'assèchement, a été octroyé à la zone de Pérélégou, dont les biotopes convenables dans un rayon de 3 km sont estimés comme équivalents à ceux distants de 3 à 6 km autour des points d'eau permanents.

Une fois que les habitats ont été classés, il faut pouvoir déterminer une densité d'individus. L'unité spatiale utilisée pour le calcul de la densité étant 1 km², nous avons découpé l'espace de la zone d'étude en maille hexagonale d'1 km². Pour obtenir la densité il suffit ensuite de combiner les différents types d'habitats sélectionnés avec le maillage d'1 km², et de se référer aux observations récoltées en point fixe. Ces données vont nous permettre d'évaluer la densité d'individus susceptibles d'évoluer dans les différents secteurs du Parc.

Les différentes étapes de ce traitement sont détaillées sur les figures 162, 163 et 164 et le résultat final est présenté sur la figure 165.

Le guib harnaché est peu victime des activités illégales anthropiques. Elle est en effet, peu voire quasiment pas braconnée dans cette partie de l'Afrique de l'Ouest⁸⁰ et n'entre pas directement en compétition avec les animaux domestiques. La seule activité illégale qui pourrait lui être dommageable est la pratique des feux tardifs, qui peuvent être assez dévastateurs au niveau des savanes arborées. Néanmoins les résultats figurants dans le tableau 20 montrent que sur l'ensemble des données récoltées en transect linéaire, 38 % des observations se situent dans des lieux non brûlés contre 48,8 % dans des endroits brûlés. Le guib semble pouvoir s'accommoder de brûlis occasionnels. Les feux tardifs dans une savane arborée claire s'avèrent quoi qu'il en soit très destructeurs. C'est aussi pour cette raison que cette formation végétale est considérée par principe comme acceptable et non favorable, d'où une densité de guibs forcément moindre.

De la même manière que pour l'ourébi, nous avons détaillé les différentes étapes nous permettant d'aboutir à la carte de distribution et d'estimation des densités de guibs harnachés. Pour les autres espèces concernées par cette méthode, nous ferons figurer uniquement le résultat final.

⁸⁰ Le guib harnaché est en revanche régulièrement chassé en Côte d'Ivoire et dans certains pays d'Afrique centrale, tels que le Cameroun ou la République de Centrafrique (Caspary, 1999).

Figure 162. Mise en évidence des habitats favorables aux guibs harnachés vis-à-vis de la ressource hydrique.

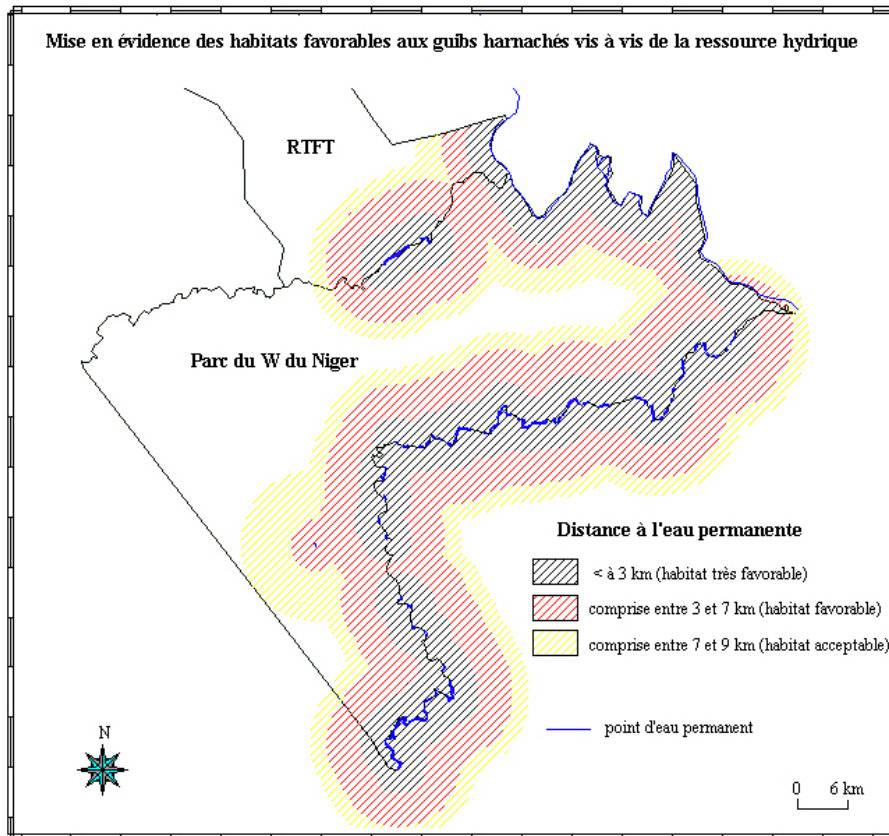


Figure 163. Mise en évidence des habitats favorables aux guibs harnachés vis-à-vis de la végétation.

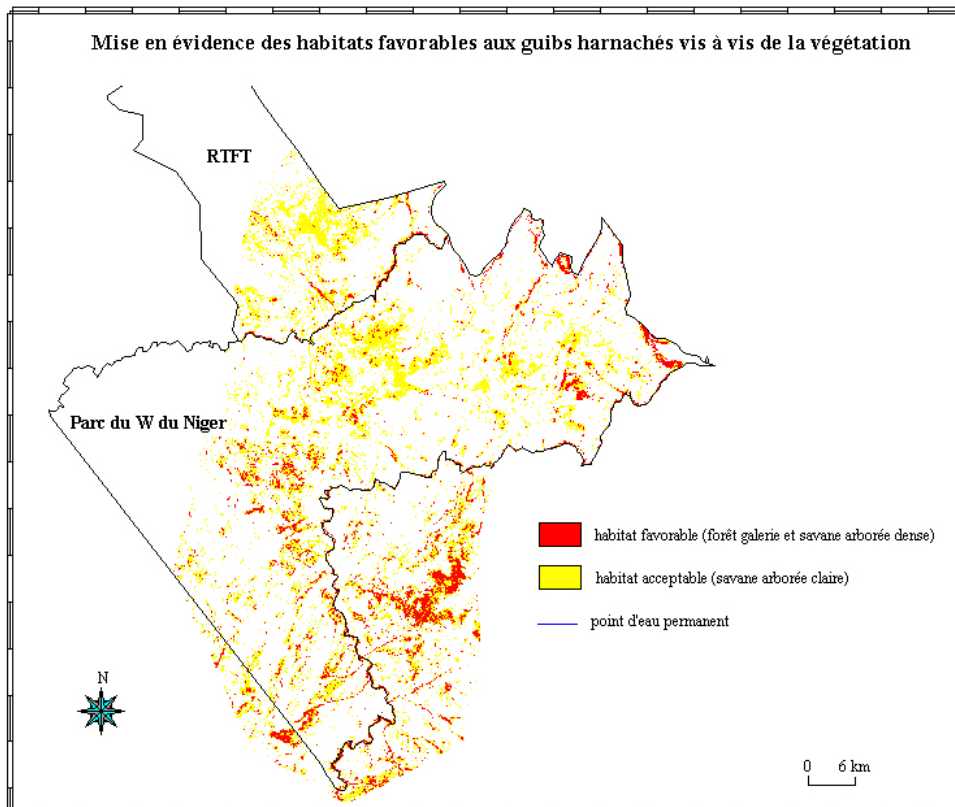


Figure 164. Découpage de la zone d'étude en unité spatiale hexagonale de 1km².

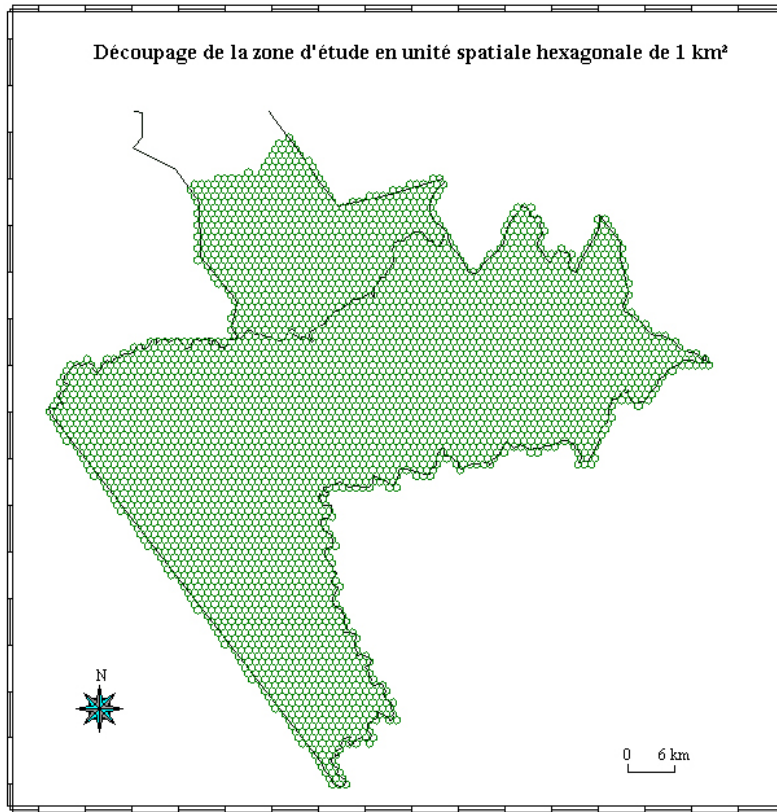
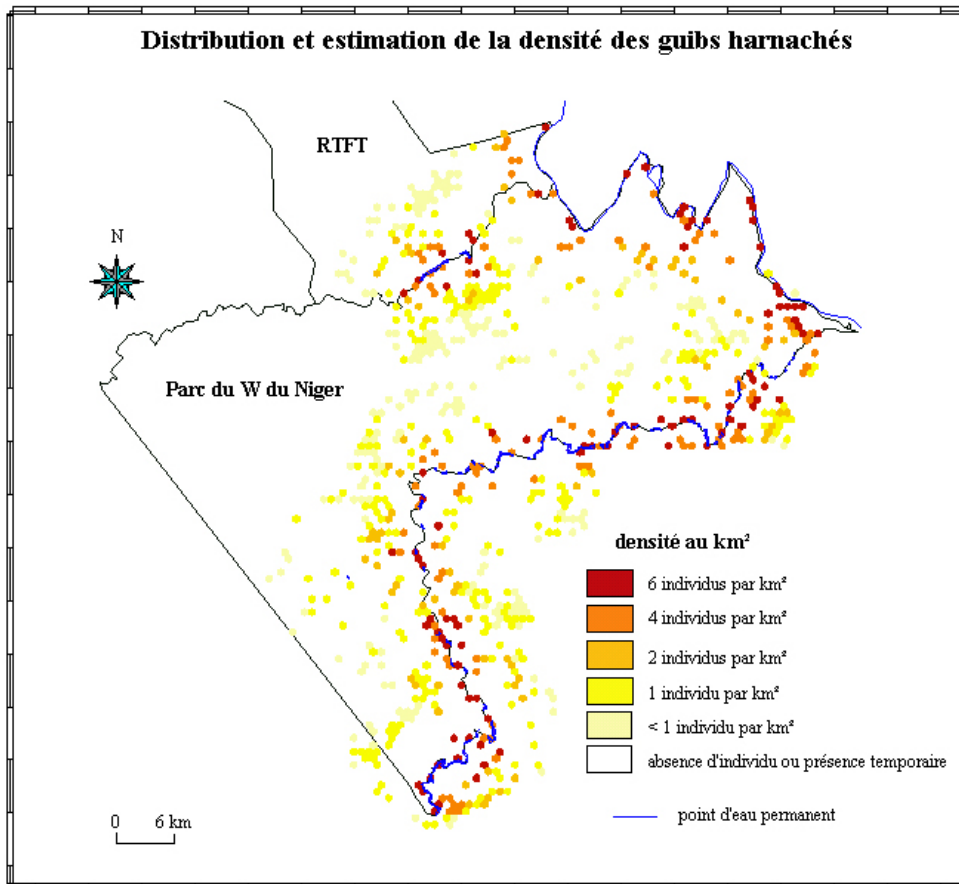


Figure 165. Distribution et estimation de la densité des guibs harnachés.



Les cynocéphales sont aussi très liés à la ressource hydrique, mais comme les guibs harnachés, ils sont sédentaires et associés à un site en particulier et en cas de manque d'eau peuvent être amenés à réaliser des déplacements importants. Chaque groupe de cynocéphales est en général associé à un point d'eau (permanent ou pas) autour duquel s'étend son domaine vital. Il semblerait que la pérennité du point d'eau joue sur la taille des groupes, plus le point d'eau dure longtemps, moins le groupe est soumis à la contrainte hydrique, plus il sera important.

Il n'y a pas d'habitat réellement dévolu à cette espèce, elle peut être en quête de nourriture aussi bien en savane arbustive, arborée ou forêt galerie, ceci en raison d'un régime nutritif très souple (omnivore). La seule condition requise est la présence de grands arbres servants de dortoirs dans le domaine vital.

Pour élaborer notre carte, nous allons donc tenir compte de 3 facteurs :

- la présence d'un point d'eau permanent ou pas ;
- la distance à un point d'eau permanent (< à 7 km) et
- la présence de grands arbres (savane arborée ou forêt galerie).

Finalement, le cynocéphale se distribue en fonction de la capacité du milieu à lui offrir des dortoirs dans un périmètre relativement proche (3 km au maximum) d'un point d'eau pas forcément permanent. On considérera en cas d'assèchement, que la ressource hydrique ne devra pas être située au delà de 7 km. La pérennité du point d'eau proche d'un dortoir va conditionner les chances de survie de l'animal donc la taille du groupe.

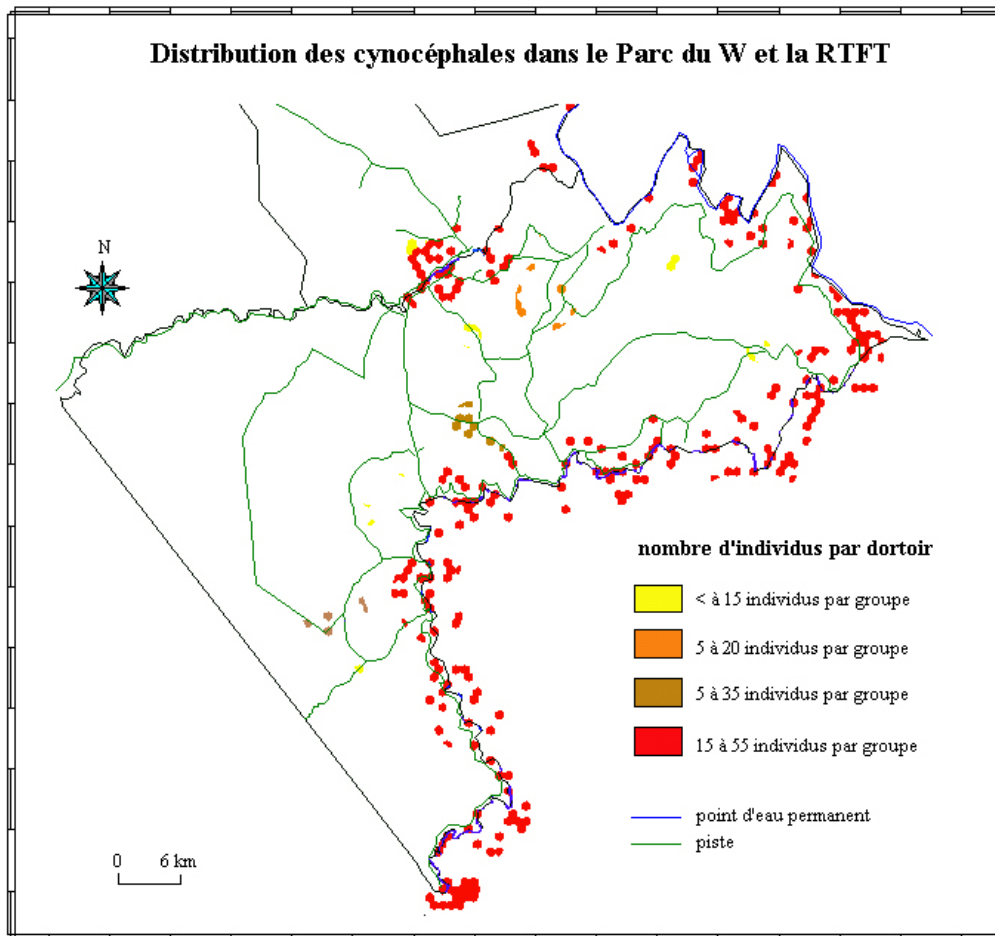
Ces données sont intégrées et permettent de réaliser une carte de distribution des dortoirs potentiels utilisables par les cynocéphales (cf. figure 166).

La taille des groupes est déterminée en fonction de l'ensemble de nos observations à proximité des points d'eau permanents ou pas (cf. tableau 26).

Tableau 26. Taille des groupes de cynocéphales autour des points d'eau.

Point d'eau	Taille du groupe (nombre d'individus)
Gorges de la Tapoa	20 (point fixe 2000)
Tapoa 1	17 (point fixe 2001)
Tapoa2	21 (point fixe 2000) et 23 (<i>transect linéaire</i> 1999)
Koro Goungou (dortoir possible → Bata)	12 (point fixe 2001)
Karé Kopto (Niger)	15-29 (point fixe 2002) et 30 (<i>transect linéaire</i> 2002)
Brigambou (Niger)	20 (point fixe 2002)
entre Brigambou et Boscia (Niger)	30 (<i>transect linéaire</i> 2002)
Boscia (Niger)	16 (<i>transect linéaire</i> 1999)
Mékrou 1	15-28 (point fixe 2001) et 38 (<i>transect linéaire</i> 1999)
Mékrou 2 (Fofou)	26-25 (point fixe 2002) et 22-30 (<i>transect linéaire</i> 2001-2002)
Mékrou fin de piste Hausa	25-40 (<i>transect linéaire</i> 1999-2002)
Mékrou 3 (Hausa)	22-55 (point fixe 2002) et 24-40 (<i>transect linéaire</i> 1999-2002)
Mékrou 4 (Paillote)	20 (point fixe 2002)
Pérélegou	25-38 (point fixe 2001) et 25-30 (<i>transect linéaire</i> 2001-2000)
Anana	5-27 (point fixe 2001) et 6-20 (<i>transect linéaire</i> 1999-2000)
Tchirobi Gangani	6-10 (<i>transect linéaire</i> 2001-2002)
Niafarou	17 (<i>transect linéaire</i> 2000-2001)

Figure 166. Distribution des cynocéphales dans le Parc du W du Niger et la RTFT.

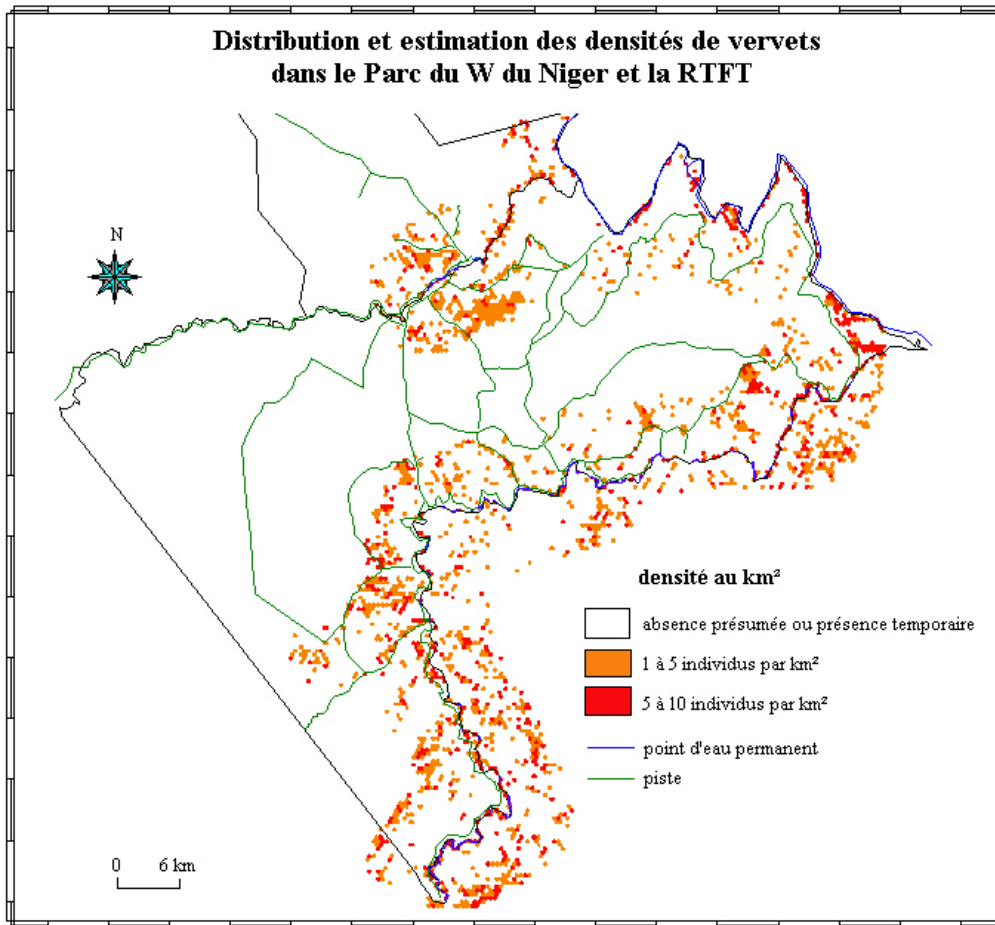


Une autre espèce de primate, le vervet, est également très dépendante des grands arbres et de la ressource hydrique. Les vervets se répartissent uniquement dans les savanes arborées et les forêts galeries à moins de 6 km d'un point d'eau permanent. On peut dire qu'ils sont faciles à localiser en se basant sur leur habitat, mais de part leur petite taille et leur mobilité, ils sont très difficiles à observer donc à comptabiliser.

Nous avons tenu compte de l'habitat en intégrant les deux types de savane arborée, claire et dense, ainsi que la forêt galerie. Pour déterminer les densités de vervets, nous avons considéré que la savane arborée claire offrait moins de ressources alimentaires et moins de refuges que les deux autres formations végétales. Le régime alimentaire est en effet essentiellement composé de fruits et de feuilles et occasionnellement d'insectes, de petits mammifères ou de racines. Nous avons par la suite confronté les habitats potentiels d'accueil avec les données géoréférencées obtenues en point fixe et en transect linéaire pour connaître la taille des groupes en fonction des différentes zones du Parc. Il s'avère que la moyenne des toutes les observations confondues (de 1998 à 2002) est de 7 individus par groupe et que le maximum est de vingt individus. Happold (1977) explique que les vervets ont tendance à former des petits groupes d'une dizaine d'individus occupant un petit domaine vital lorsque le milieu est riche, ce qui est le cas dans les forêts galeries bordant le Niger, la Mékrou voire la Tapoa.

Les résultats issus de la prise en compte des différents paramètres exposés ci-dessus sont présentés sur la figure 167.

Figure 167. Distribution et estimation des densités de vervets dans le Parc du W du Niger et la RTFT.



Le céphalophe de Grimm est la seule espèce de grands mammifères non inféodée aux points d'eau, mais particulièrement dépendante de son habitat et véritablement territoriale. Le fait qu'il ne soit pas du tout hydro-dépendant, puisqu'il peut se passer de boire pendant plusieurs semaines, fait que l'on possède très peu d'observations⁸¹ en point fixe autour d'un point d'eau.

La mise en évidence de sa répartition passe donc par la détermination de son habitat (cf. figure 168). Nous avons considéré que la savane arborée dense était un habitat favorable, tandis que la savane arborée claire et la savane arbustive dense constituaient des habitats acceptables.

Il est important également de tenir compte de l'impact du braconnage sur la densité de cette espèce. En effet, le céphalophe de Grimm à l'instar de l'ourébi est souvent victime de cette activité (Bello, 1994).

D'autre part la densité est en général assez faible de 1 à 2 individus par km² (Huffman, site internet) dans les habitats les plus favorables.

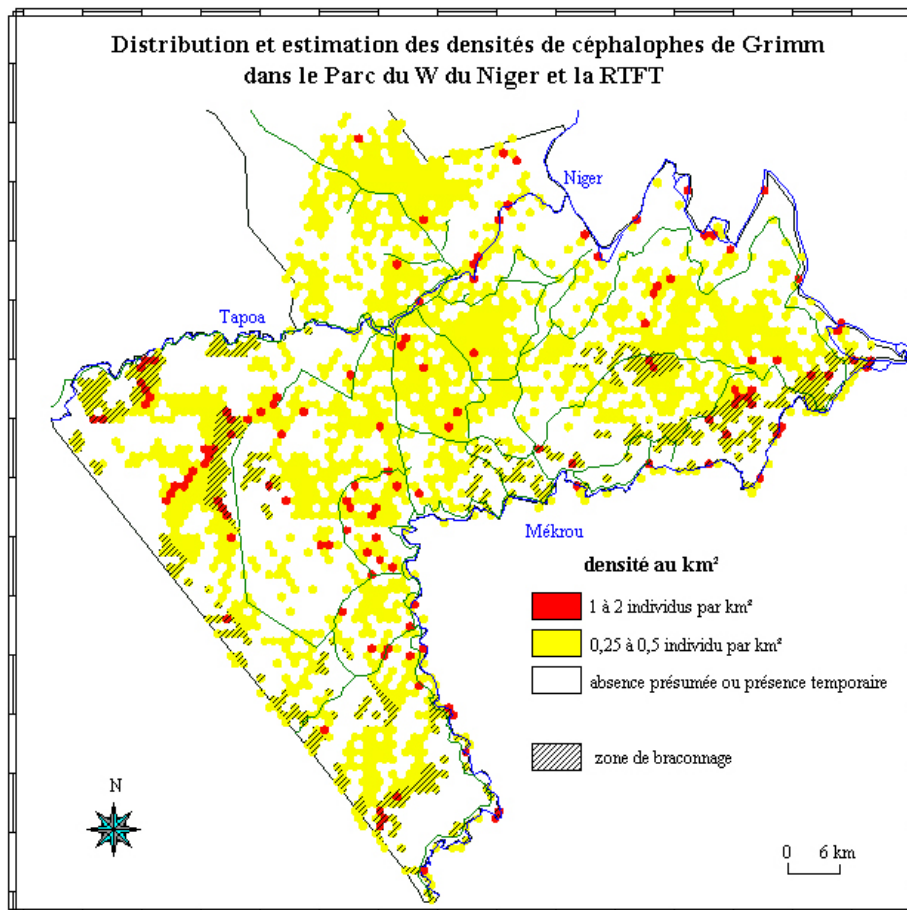
La population des effectifs de céphalophe de Grimm pourra être estimée en tenant compte de la superficie des habitats favorables et en les confrontant aux données issues de nos observations (transect linéaire et point fixe).

⁸¹ Les céphalophes de Grimm n'ont été recensés qu'à quatre reprises sur un total de 60 jours d'observations sur 15 sites différents.

Ainsi en considérant la superficie des différents types d'habitat et les activités de braconnage susceptibles d'influencer la densité de l'espèce, la population totale est estimée environ à 800 individus.

On constatera que ces chiffres sont sensiblement proches de ceux avancés avec la méthode d'estimation basée sur les données récoltées en transect linéaire à partir du logiciel *Distance*. Il existe donc une certaine cohérence entre les deux méthodes d'estimation. En réalité, il s'avère que le transect linéaire est une méthode relativement bien adaptée à l'estimation des céphalopes de Grimm à condition que l'échantillonnage généré par le circuit soit statistiquement comparable à l'ensemble des habitats pouvant accueillir l'espèce dans la zone étudiée.

Figure 168. Distribution et estimation des densités des céphalopes de Grimm dans le Parc du W du Niger et la RTFT.



La dernière méthode permettant d'obtenir la distribution et l'estimation des effectifs d'une espèce de grand mammifère résulte des recoupements au niveau des données de comptage. Cette méthode est adaptée aux caractéristiques étho-écologiques des buffles, en raison notamment de leur structure sociale, considérée comme stable et non fluctuante en saison sèche. Ainsi, l'analyse spatiale concerne uniquement les troupes et ne prend pas en compte les individus isolés. Ces derniers sont considérés comme une entité négligeable, n'ayant pas ou quasiment aucune influence sur l'effectif global de la population.

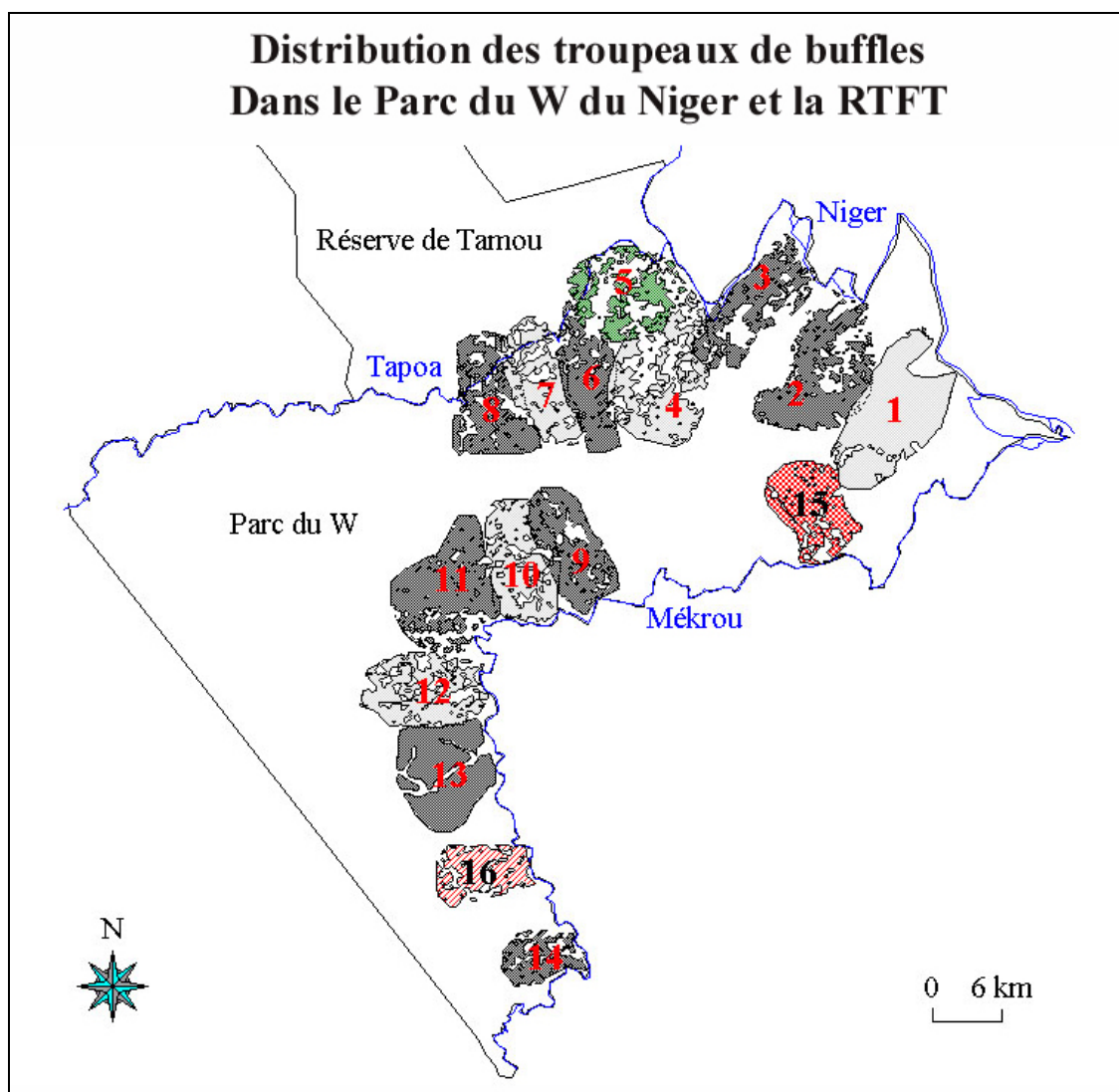
Nous avons pu identifier un certain nombre de troupeaux à partir de l'ensemble de nos observations et de données recueillies dans la bibliographie (Koster, 1981).

Pour établir la distribution de ces troupeaux dans le Parc (cf. figure 169), nous nous sommes basés sur plusieurs éléments caractéristiques de l'espèce :

- un besoin d'abreuvement quotidien ;
- des besoins alimentaires importants (domaine vital conséquent) ;
- des affinités écologiques (ressource alimentaire) en rapport avec ces besoins (savane arbustive et arborée) ;
- un non chevauchement (en général) des domaines vitaux.

Bien que les troupeaux puissent évoluer en forêt galerie, nous avons considéré que l'essentiel des individus appartiennent à la sous-espèce de savane *Syncerus caffer caffer* (cf. annexe 1). Ils se concentrent donc davantage dans les milieux ouverts.

Figure 169. Distribution des troupeaux de buffles dans le Parc du W du Niger et la RTFT.



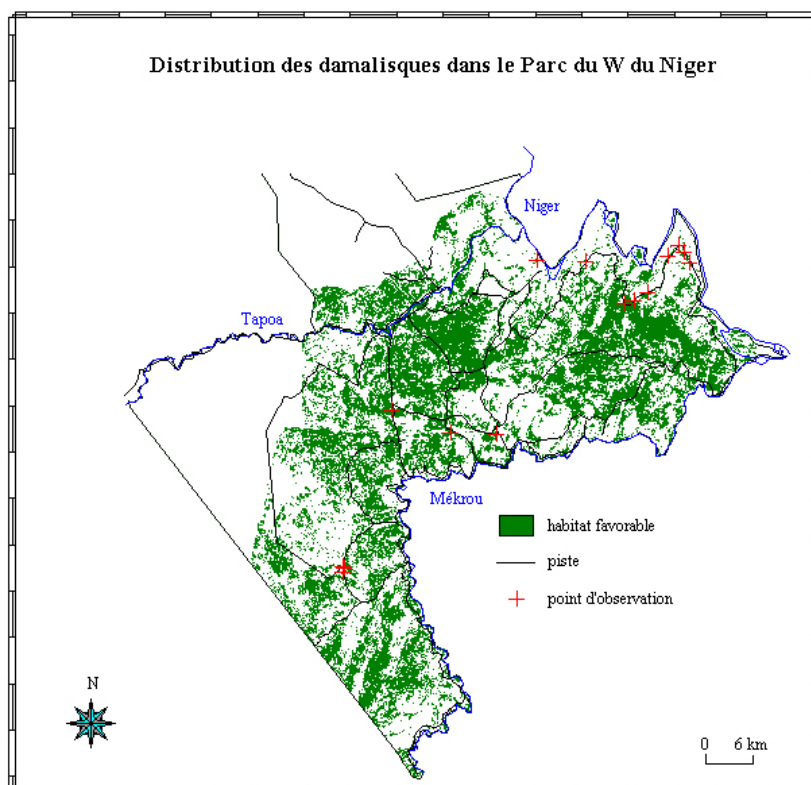
Le nombre d'individus correspondant aux différents troupeaux est précisé dans le tableau 27.

Tableau 27. Taille des troupeaux de buffles.

Numéro du groupe	Nombre d'individus
1	50-70
2	70-80
3	70-80
4	100-110
5	70-80
6	70-80
7	100-110
8	40-60
9	70-80
10	100-110
11	70-80
12	100-110
13	100-110
14	40-50
15	Traces observées et d'après Koster 20-30
16	D'après Koster 65-75

La distribution et l'estimation des densités des espèces suivantes n'ont pas pu être traitées par La méthode SAGEDOC, étant donné le faible nombre d'observations dont nous disposons. Ainsi le damalisque a été recensé qu'à quinze reprises depuis 1988, onze fois en transect linéaire, une fois lors d'un recensement pédestre et trois fois en point fixe. Nous nous contenterons de présenter son aire de répartition potentielle et une estimation approximative des effectifs de population restant à partir des informations que nous possédons et de la littérature (cf. figure 170).

Figure 170. Distribution potentielle des damalisques dans le Parc du W du Niger et la RTFT.



Pour déterminer les habitats favorables, nous nous sommes appuyés sur la littérature (cf. annexe 1), ce qui nous a permis de retenir deux formations principales :

- les savanes arborées claires souvent situées sur des sols sableux et comprenant des arbres tels que ceux du genre *Terminalia* ;
- les savanes herbeuses parfois inondables ;
- les savanes arbustives assez denses, où l'on retrouve de nombreuses espèces appréciées par le damalisque.
- Le damalisque est semble-t-il relativement dépendant de l'eau, puisqu'il doit boire tous les 2 à 3 jours. Il présente également des caractéristiques de mobilité importante, ce qui lui permet de pouvoir rechercher sa nourriture assez loin des points d'eau permanents. Nous avons donc fixé une limite de 15 km autour de la ressource hydrique permanente, en considérant que les habitats situés au-delà de cette limite ne sont plus considérés comme favorables.

Il se trouve que les deux dernières formations ont exactement la même réponse en terme de radiométrie, ce qui signifie que deux classes de "végétation" ont été retenues, la savane arborée claire et la savane arbustive dense (cf. § 5.3).

Pour déterminer une estimation des effectifs, nous pouvons nous baser sur l'ensemble des observations réalisées depuis 1988. Elles sont rassemblées dans le tableau 28.

Tableau 28. Synthèse des observations sur le damalisque par année.

Année	Localisation
1988	8 individus (4 ♂, 2 ♀ et 2 sub-adultes) en <i>transect linéaire</i> piste Mékrou directe
1988	1 individu ♂ en <i>transect linéaire</i> sur la piste Anana
1989	2 individus (1 ♂ et 1 non-identifié) en <i>transect linéaire</i> sur la piste Niger
1991	pas d'observations
1992	pas d'observations
1993	pas d'observations
1994	pas d'observations
1995	7 individus (2 jeunes et 5 adultes non identifiés) en <i>transect linéaire</i> sur la piste Niger
1995	1 individu non-identifié en <i>transect linéaire</i> sur la piste Niger
1996	1 individu ♂ en <i>transect linéaire</i> sur la piste Niger
1997	11 individus (8 adultes dont 3 ♀ et 5 non-identifiés et 3 jeunes) en <i>transect linéaire</i> sur la piste Niger
1998	pas d'observations
1999	3 individus (1 ♂, 2 ♀) en <i>transect linéaire</i> piste Niger
2000	7 individus (6 adultes non-identifiés et 1 jeune) en <i>transect linéaire</i> piste Diapaga, mare Pérélégou
2001	1 individu ♂, en point fixe Niger 1 (Koro Goungou)
2001	11 individus (10 adultes non-identifiés et 1 jeune), en point fixe mare Pérélégou
2001	3 individus (1 ♂, 1 ♀ et 1 jeune), en point fixe mare Pérélégou
2002	6 individus (2 ♂, 2 ♀ et 2 sub-adultes) en <i>transect linéaire</i> piste Niger
2002	6 individus (3 ♂ et 3 ♀), en transect pédestre zone Mékrou / piste des éléphants

Etant donné la mobilité importante de cette sous-espèce, considérée comme migratrice (Happold, 1977), il est difficile d'identifier les groupes évoluant dans le Parc à partir des observations ci-dessus. Ce dont on est sûr, c'est qu'il y a véritablement deux secteurs arpentés régulièrement en saison sèche par cette espèce. Il s'agit de la zone sud-est du Parc à proximité de la mare Pérélégo et de la zone bordant le fleuve Niger entre Brigambou et Karé Kopto. D'après les différentes observations, il semblerait qu'une vingtaine d'individus évolue autour de la mare Pérélégo et une trentaine dans le secteur du fleuve, soit en tout une cinquantaine d'individus.

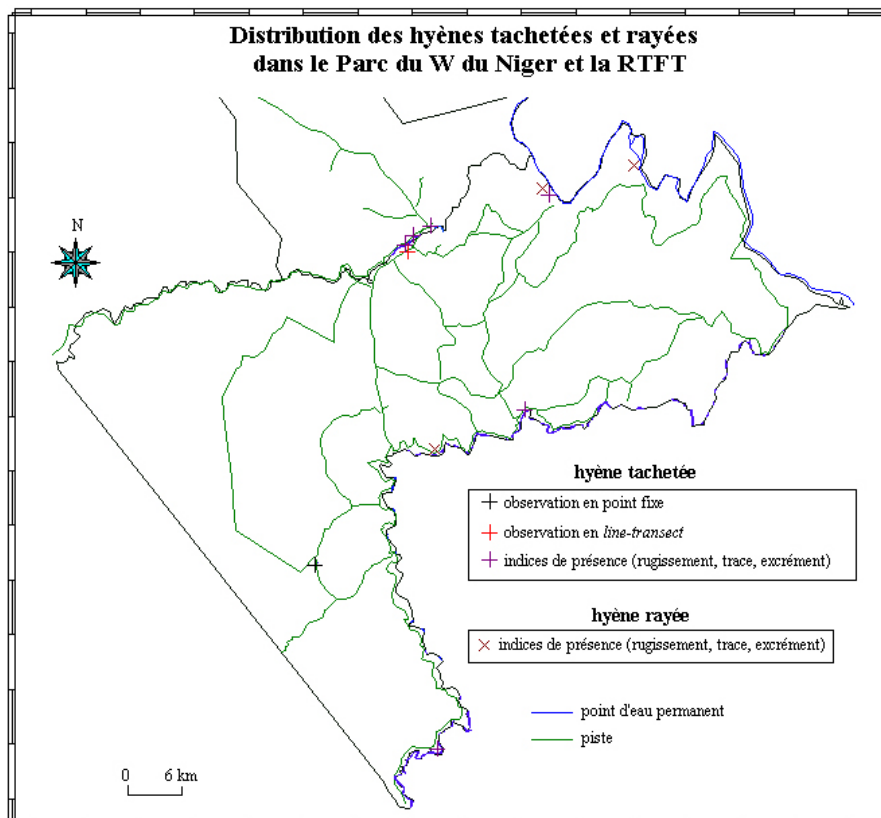
La population semble ne pas avoir évolué depuis vingt ans puisque Grettenberger (1983) estimait la population à cinquante individus.

En considérant les zones non prospectées comme favorables à cette espèce, on peut estimer la population à un peu moins d'une centaine d'individus (70 à 80) sur l'ensemble du Parc W du Niger et la zone tampon au sud de la RTFT. Il est quasiment improbable que nous ayons manqué des observations au nord de la zone d'étude, tant la zone est régulièrement sillonnée et l'animal facile à apercevoir. En revanche dans la partie sud du Parc, dans le secteur de Paillote, il est fort possible qu'une sous-population composée de 20 à 30 individus soit présente.

Les espèces suivantes sont des prédateurs nocturnes, hormis le chacal, dont le peu d'informations récoltées ne nous permet pas d'envisager leur distribution et encore moins d'estimer leur densité.

Pour la hyène tachetée, nous n'avons que deux données d'observations visuelles : une sur la mare Pérélégo en point fixe (2001) et l'autre lors d'un transect linéaire en 1992 à proximité du pont de la Tapoa sur la piste Mékrou directe (cf. figure 171). Il semblerait que la hyène tachetée soit mieux représentée sur l'ensemble du Parc que la hyène rayée. Cette dernière serait davantage confinée dans la partie nord du Parc, en conformité avec ses affinités sahéliennes.

Figure 171. Distribution des hyènes tachetées et rayées dans le Parc du W et la RTFT.



Nous sommes dans l'incapacité d'évaluer les effectifs de hyènes dans le Parc du W, tout comme ceux des lions, qui bien que relativement souvent observés restent très difficiles à estimer.

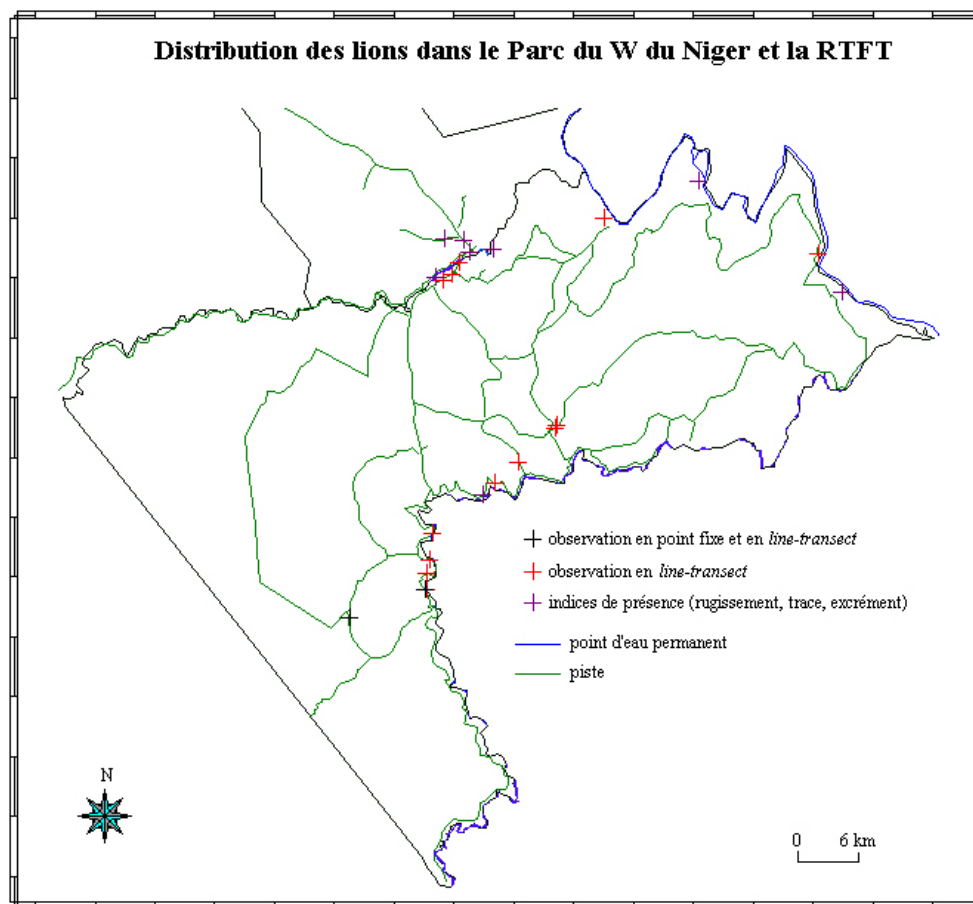
Pour connaître les effectifs de ces animaux nocturnes, il faudrait pouvoir réaliser des comptages de nuit en véhicule et en point fixe. Même si l'on peut évaluer la capacité de charge de ces espèces à travers un modèle tenant compte de la disponibilité des proies et de la compétition interspécifique entre prédateurs et intraspécifique (territorialité, mœurs), la taille d'une population dépend d'une multitude d'autres facteurs.

L'ensemble de ces facteurs est quasiment impossible à modéliser, et seule, une estimation basée sur un comptage visuel peut nous informer sur la taille des effectifs.

Néanmoins, on possède certaines informations sur la distribution des lions (cf. figure 172) grâce aux observations visuelles et aux indices de présence.

On a pu identifier au moins 7 familles différentes de lions, mais le nombre d'individus par famille demeure inconnu. Il existe également des groupes de jeunes mâles, n'ayant pas de territoires établis. On peut alors évaluer la population de lions entre 40 et 60 individus uniquement pour le Parc du W du Niger et la zone tampon de la RTFT (Réserve Totale de Faune de Tamou).

Figure 172. Distribution des lions dans le Parc du W et la RTFT.

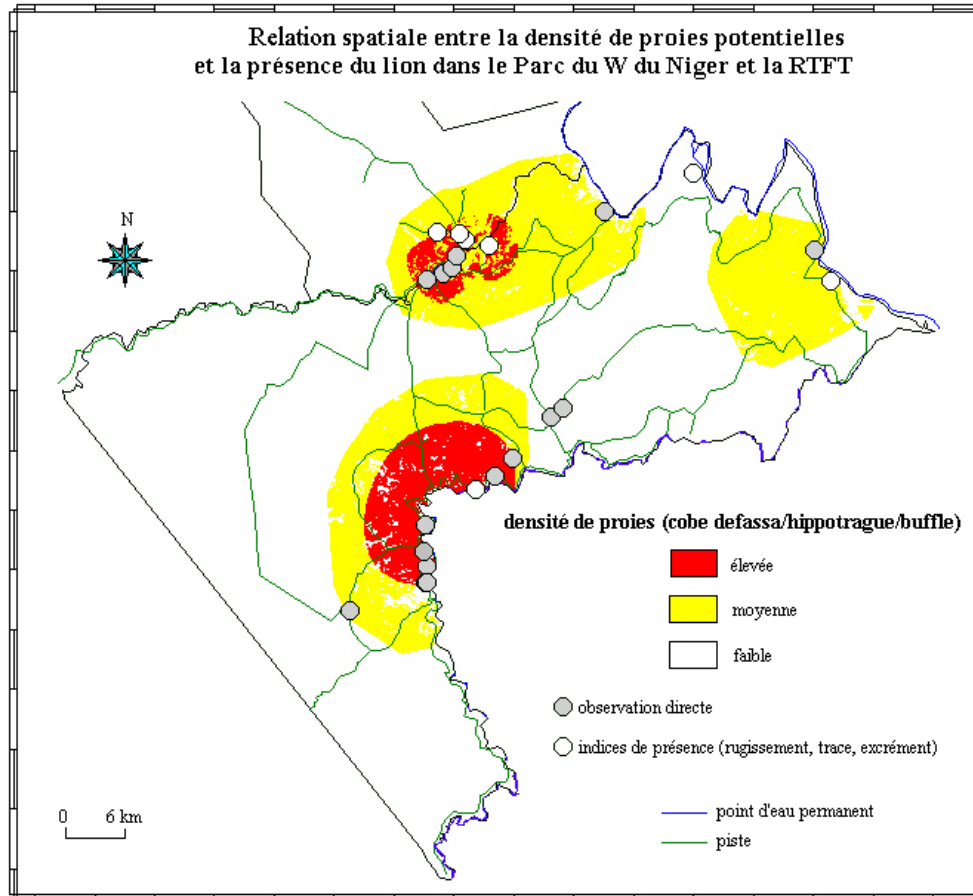


Nous avons pu lors de nos différentes missions de terrain observer des dépouilles d'animaux tués par des lions. Il s'agissait d'un cobe defassa, d'un buffle et d'un hippotrague. Les trois animaux étaient tous des mâles adultes tués le jour même ou la veille de notre arrivée.

Ainsi, dans un cadre plus théorique, nous avons voulu savoir si la présence du lion pouvait être corrélée avec la présence de ces proies potentielles.

Nous avons donc combiné la densité et la distribution de ces trois espèces d'ongulés et les avons comparées avec les observations recueillies sur le prédateur (cf. figure 173).

Figure 173. Corrélation spatiale entre la densité de proies potentielles et la présence du lion dans le Parc du W du Niger et la RTF.



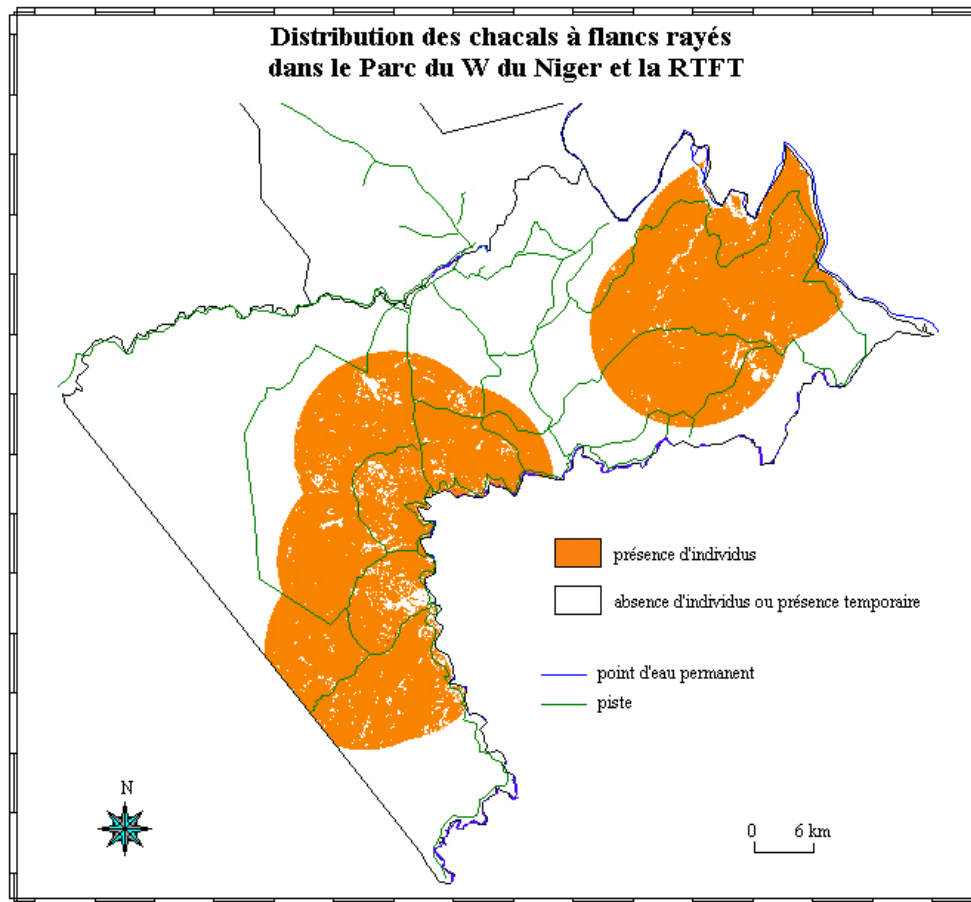
La figure 173 met en évidence la forte corrélation spatiale entre la présence du lion et la densité de proies potentielles.

Un autre prédateur, de taille plus modeste que les trois précédents, n'a pas été souvent observé. Bien que plus souvent recensé, puisqu'il a un comportement diurne, nous ne possédons pas suffisamment de données pour estimer les effectifs de populations des chacals à flancs rayés. Néanmoins, les données récoltées depuis 1998 permettent d'établir approximativement sa distribution en procédant à une interpolation (cf. figure 174).

En revanche les données des transects linéaire antérieurs à 1998 ne précisent pas s'il s'agit de chacal commun ou à flancs rayés, elles s'avèrent par conséquent difficilement exploitables.

Contrairement à son qualificatif, le chacal commun semble nettement moins fréquent que son "cousin", le chacal à flancs rayés, dans le Parc du W, puisque ne nous ne possédons qu'une seule observation depuis 1998, réalisée lors d'un transect linéaire en 2002 sur la piste Barou dans le nord du Parc.

Figure 174. Distribution des chacals à flancs rayés dans le Parc du W du Niger et la RTFT.

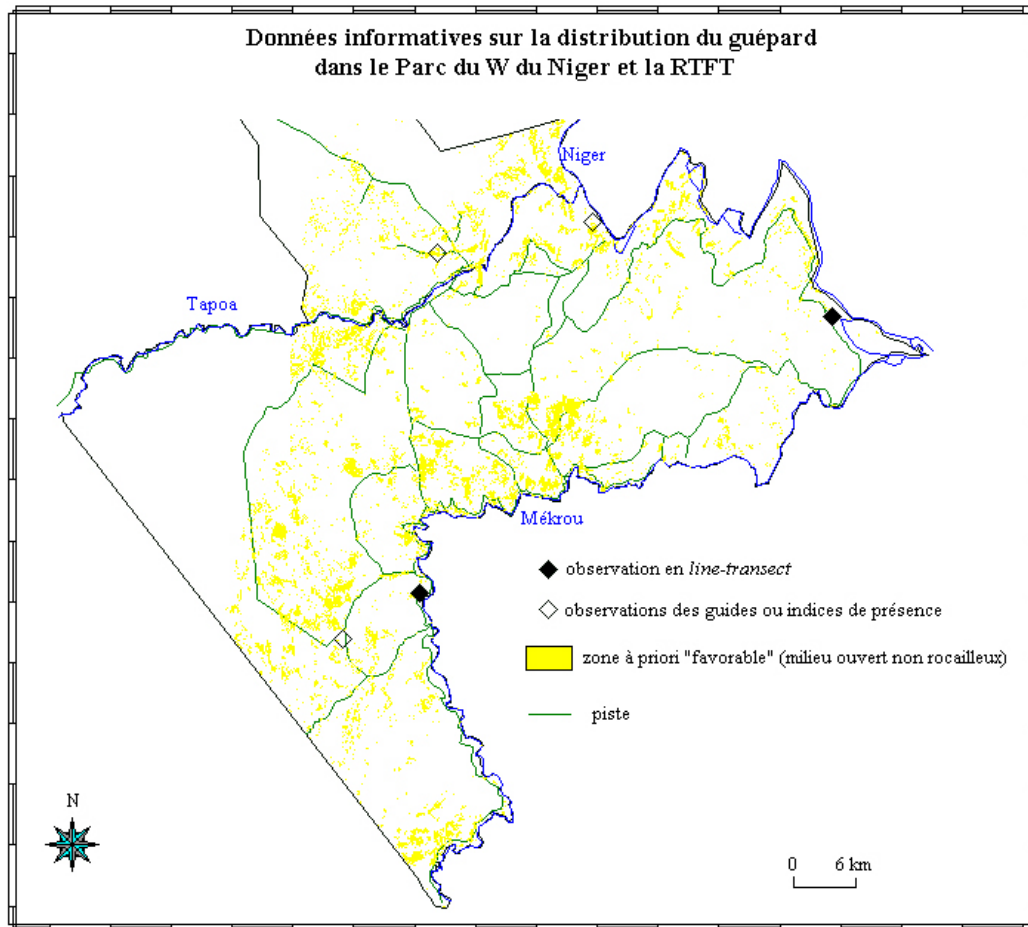


De tous les prédateurs présents dans le Parc du W, le guépard est sans aucun doute le plus discret, si l'on convient de la disparition du léopard au début des années 1990 (d'après les gardes du Parc) et du lycaon 20 ans auparavant (Poche, 1973).

Déjà peu fréquent au début des années 1970 (Poche, 1973), le guépard semble se maintenir sous la forme d'une petite population comprise entre 10 et 20 individus. Les indications concernant cette espèce remontent aux années 1950 (Roure, 1954), ce qui signifie que cette petite population subsiste depuis plus de 50 ans, alors que son effectif est très restreint. Ce constat déjoue tous les modèles d'extinction connus à ce jour. La consanguinité, déjà très élevée en temps normal chez les guépards, doit atteindre son paroxysme dans cette région d'Afrique, à moins que le capital génétique soit régulièrement enrichi par des individus venus du sud (Bénin, Burkina Faso, Togo voire Cameroun), ou du nord (population saharienne).

Nous avons regroupé l'ensemble des informations dont nous disposons afin de mettre en évidence les zones favorables à la présence du prédateur sprinter (cf. figure 175). Ces zones favorables sont décrites comme étant des zones ouvertes susceptibles d'être propices à la technique de chasse du guépard, en considérant que celui-ci présente les mêmes caractéristiques étho-écologiques que ces conspécifiques de l'Afrique du nord, de Namibie ou de l'Afrique de l'est. Nous estimons d'ailleurs cette hypothèse peu probable, étant donné la fermeture du milieu dans le Parc du W. Nous pensons que si le guépard a pu se maintenir dans un tel environnement, c'est qu'il peut faire preuve d'une grande plasticité étho-écologique. Par conséquent cette donnée doit être considérée non pas comme une information explicative de sa présence mais plutôt comparative par rapport à ses affinités généralement admises.

Figure 175. Données informatives sur la distribution du guépard dans le Parc du W du Niger et la RTFT.



Nous avons souhaité mettre en évidence les habitats susceptibles de convenir à ce prédateur. Pour cela, nous avons combiné la distribution des proies chassées par le guépard dans le W (cf. figure 176) et les zones favorables à la chasse d'un prédateur sprinter. D'après les gardes des Eaux et Forêts, le guépard a déjà été observé en train de chasser un ourébi et une gazelle à front roux dans le Parc du W du Niger.

Les résultats de ce traitement sont présentés sur la figure 177.

Figure 176. Distribution et estimation des proies potentielles du guépard dans le Parc du W du Niger et la RTFT.

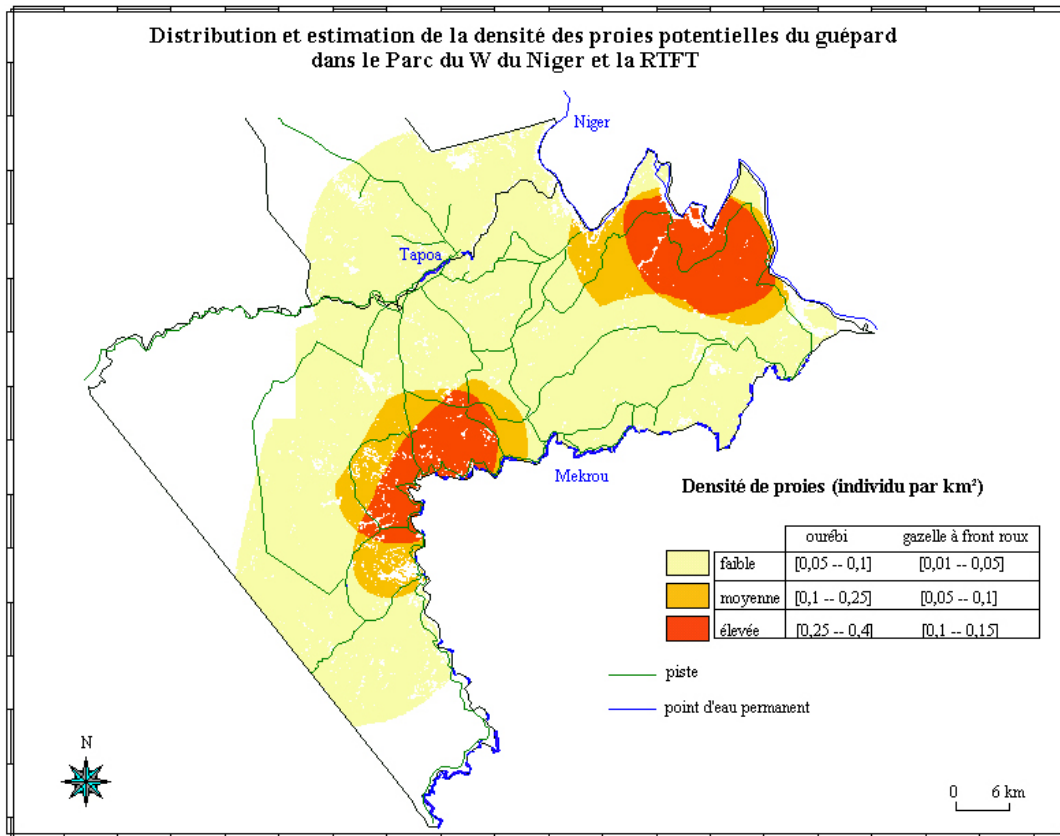
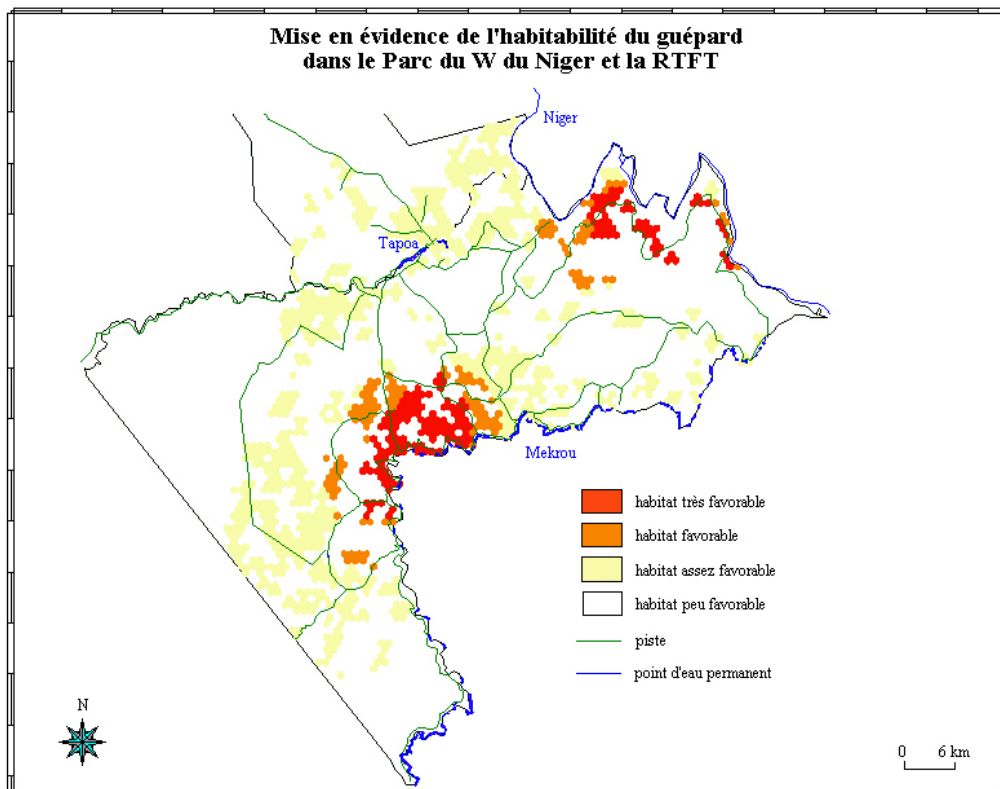


Figure 177. Mise en évidence de l'habitabilité du guépard dans le Parc du W du Niger et la RTFT.



Nous avons présenté la distribution et estimé les densités de population pour un certain nombre de grands mammifères diurnes. Ces résultats sont valables, bien que quelque peu modulables, à un moment précis de l'année, lors de la saison sèche (de février à mai). Il serait intéressant de voir si la méthode employée peut s'extrapoler à d'autres espèces de mammifères, à d'autres périodes de l'année et en d'autres lieux. En résumé, nous allons voir quelles sont les perspectives et les limites de la méthode SAGEDOC.

6.6) Perspectives et limites de la méthode SAGEDOC.

6.6.1) Les autres espèces de grands mammifères.

Afin d'évaluer la distribution d'un grand nombre d'espèces de mammifères, ceux dont la distribution n'est pas aléatoire, nous avons dû tenir compte d'un certain nombre de paramètres qui ont été identifiés, localisés, pondérés et croisés entre eux.

En ce qui concerne les mammifères, nocturnes notamment, dont les données récoltées ne nous ont pas permis d'obtenir des résultats intéressants, la méthode SAGEDOC peut parfaitement s'adapter à ce genre de cas. Il suffit de modifier les modes de recensements, en les rendant nocturnes par exemple, ou de considérer davantage les indices de présences laissés par les individus, nous pensons entre autres aux oryctéropes.

Chaque espèce est étudiée en fonction de ses caractéristiques alimentaires, de ces affinités écologiques et de sa structure sociale.

On peut penser que la méthode SAGEDOC appliquée aux lions sera comparable à celle des buffles au niveau socio-éthologique, où les familles devront clairement être identifiées et localisées, ceci grâce à un recoupement de l'ensemble des données géoréférencées.

Pour les hyènes rayées et tachetées, on peut présumer que la méthode sera davantage similaire à celle employée pour les hippotragues par exemple, avec un habitat défini et une interpolation sur l'ensemble des données récoltées. Il faudra tenir compte dans l'estimation de la densité des autres prédateurs présents sur le site.

Deux espèces de grands ongulés, à la fois diurnes et nocturnes, n'ont pas été étudiées dans ce document. La distribution des éléphants et des hippopotames n'a pas pu être analysée en raison d'un problème d'échelle. Le domaine d'analyse que nous avons appelé la zone d'étude, s'avère mal adapté, car trop petit, à l'étude de la distribution de ces espèces.

Les éléphants semblent se répartir, même en saison sèche, sur une superficie bien plus importante que le Parc du W du Niger et la zone tampon de la Réserve de Tamou. Il faudrait dans un premier temps savoir jusqu'où les éléphants se déplacent en allant vers le sud et le sud-ouest. En revanche, on peut affirmer que notre zone d'étude constitue les limites orientales et septentrionales de son aire de répartition, probablement en raison d'une densité de population humaine très importante au niveau du dallol Dosso et également de part une forte dégradation de la végétation dans le nord de la RTFT. Pour avoir cette information, seule une étude spécifique sur quelques individus (mâles et femelles), avec pose d'un collier émetteur-récepteur (cf. annexe 2), peut le permettre.

La répartition et les mœurs des hippopotames restent encore aujourd'hui assez méconnus sur le fleuve Niger dans la zone du W. Certes, plusieurs groupes (avec un nombre d'individus fluctuant) ont été identifiés (trois au total) le long des berges du Parc par les gardes du Parc et également par les membres du Laboratoire de Socio-écologie et de Conservation de Lyon I (Noirard et Rabeil). On connaît aussi les lieux où ils peuvent s'alimenter et où ils œuvrent la majorité du temps en saison sèche quasiment à l'étiage du Niger.

Néanmoins ces groupes ne se limitent pas aux berges du W et leur mode de distribution dépasse les limites du Parc, puisqu'ils peuvent remonter apparemment jusqu'à Ayourou (l'autre lieu connu pour sa population au Niger) ou descendre vers le Bénin et le Nigéria.

Un point reste énigmatique, il s'agit des individus isolés dans la Mékrou. Comment sont-ils venus là ? Demeurent-ils-y de manière temporaire ? Appartiennent-ils à un groupe déjà recensé ? Font-ils partis de la sous espèce *tchadensis* ? Soit toute une série de questions qui mériteraient d'être élucidées à travers une série d'études spécifiques sur cette espèce.

Pour ces deux espèces de grands ongulés, la méthode SAGEDOC peut s'avérer efficace, si des moyens sont mis en œuvre pour solutionner le manque de données (géoréférencées) quant aux limites de leur aire de distribution et pour accroître les connaissances au niveau de leurs mœurs. Alors dans ce cas, on peut parfaitement imaginer une base de données dimensionnée aux caractéristiques de répartition propres à l'espèce, et appliquer la méthode non seulement en saison sèche mais pourquoi pas sur l'ensemble de l'année.

6.6.2) Les autres périodes de l'année.

La question qui se pose est en fait simple : peut-on transposer les résultats obtenus en saison sèche sur la saison des pluies ?

Pour la majorité des espèces dont la distribution est étroitement liée à leur niveau d'hydrodépendance et à leur mobilité, il ne suffit pas de penser que les facteurs de la distribution sont identiques d'une saison à l'autre, en considérant uniquement que la ressource hydrique n'intervient plus dans le schéma. En effet, même si en saison des pluies les individus sont affranchis de la contrainte hydrique et que l'on enlève ce facteur de la chaîne de traitement, les résultats obtenus en saison sèche ne sont pas transposables car les affinités écologiques portant sur le mode alimentaire peuvent être totalement différentes.

Par conséquent ce ne sont pas les mêmes facteurs qui jouent sur la distribution des mammifères d'une saison à l'autre. La stratégie alimentaire, pour emmagasiner un maximum de réserves, est semble-t-il privilégiée par l'ensemble des espèces. C'est donc une étude spécifique sur le mode alimentaire de chacun des grands mammifères du Parc qui peut nous permettre de connaître leur distribution en saison des pluies. La compétition inter et intraspécifique joue également un rôle qui a déjà été entrevu (cf. § 5.3). On peut présumer que le schéma est quasiment identique.

La méthode SAGEDOC aperçoit ses limites ici, puisqu'elle est essentiellement basée sur le géoréférencement des individus et des facteurs explicatifs quant à leur distribution. En saison des pluies, non seulement la détection d'individus est beaucoup plus difficile, en raison de la biomasse végétale importante au sol, mais aussi les affinités écologiques ne sont pas forcément associées à un paysage, mais plutôt à des choix d'espèces végétales appréciées voire à des items alimentaires. Dans ces deux derniers cas, on entrevoit les limites de la télédétection à moyenne résolution (satellites SPOT ou LANDSAT), d'où la difficulté d'identifier avec précision les sites exploitables par certaines espèces, comme les guibs harnachés par exemple.

On peut imaginer en schématisant au maximum, qu'en saison sèche l'ensemble des grands mammifères va venir se concentrer autour des points d'eau permanents et qu'au fur et à mesure de l'accroissement spatial de la ressource hydrique, la distribution des animaux sauvages va s'étaler jusqu'aux confins des limites imposées par l'homme.

En partant de cette hypothèse, il nous reste à comprendre l'essentiel, à savoir comment va s'opérer cet éclatement dans la distribution. Va-t-il être conditionné par un seul facteur, tel que la ressource alimentaire, ou par plusieurs tels que la compétition intraspécifique, la prédation, le braconnage, le pâturage illégal ?

Cet éclatement sera-t-il continu, en fonction des précipitations, ou discontinu selon les espèces ou les individus ?

Ainsi, à titre d'exemple, le groupe d'éléphants mâles qui évolue au niveau de la rivière Tapoa en saison sèche semble partir chaque année juste après le début des premières pluies (pluies de mangues excepté). En est-il de même pour d'autres espèces fréquentant un site précis en saison sèche ?

Nous ne sommes pas en mesure d'apporter des éléments de réponses concrets en utilisant la méthode SAGEDOC, qui s'avère ici peu appropriée.

Seules des recherches faites au cas par cas selon les espèces et les sites d'études peuvent élucider le mode de distribution en saison des pluies.

La méthode SAGEDOC d'analyse de la distribution des grands mammifères a montré ses limites au niveau de la variabilité temporelle du milieu. Cela est-il le cas en ce qui concerne la variabilité spatiale du milieu ? En d'autre terme, cette méthode est-elle transposable sur d'autres sites ?

6.6.3) Les autres sites de recherche.

Il me semble que cette méthode d'analyse de la répartition est parfaitement exploitable sur d'autres sites à condition d'avoir suffisamment de données géoréférencées sur les espèces à étudier et les facteurs explicatifs de leur distribution.

Selon nous, la chaîne de traitements aboutissant aux cartes de distribution et estimations de la densités des espèces peut rigoureusement être utilisée sur l'ensemble des aires protégées de l'Afrique de l'ouest et sur une partie de l'Afrique centrale (sud Tchad et nord Cameroun). En effet, ces aires protégées sont comparables à celle du W du Niger au niveau des composantes biotiques et abiotiques, mais dans des proportions différentes. Par exemple, on retrouvera quasiment les mêmes formations géomorphologiques et végétales associées dans le Parc de la Comoé en Côte d'Ivoire ou dans celui de la Pendjari au Bénin, mais avec plus de forêts galeries et de savanes arborées denses.

Pour une optimisation des résultats, il suffit d'adapter les techniques de recensements aux caractéristiques du milieu. Ainsi plus le milieu est ouvert, plus les comptages motorisés, en véhicule et aérien, sont efficaces. Inversement, plus le milieu est fermé, plus les comptages en points fixes ou pedestres sont susceptibles de palier le manque d'observations dû à la densité de la végétation.

Par conséquent pour chaque espèce étudiée dans ce document, on présentera dans l'annexe 1, ses caractéristiques retenues par la méthode SAGEDOC, comme son hydro-dépendance, sa mobilité, ses affinités écologiques en saison sèche, sa structure sociale, ses causes de mortalité telles que celles dues à la prédation, aux activités illégales ou aux épizooties.

N'importe quel utilisateur pourra se munir de ces informations en les modulant si nécessaire à son terrain d'étude, comme par exemple la distance maximale d'une espèce à un point d'eau permanent, et appliquer la méthode SAGEDOC à condition qu'il ait suffisamment de données géoréférencées. Nous estimons qu'une cinquantaine d'observations par espèce, toutes techniques de recensements confondues, est nécessaire pour valider la méthode.

Pour notre étude nous avons utilisé deux types de recensements des grands mammifères, mais nous souhaiterions développer une méthode qui viendrait en complément des deux autres. En effet, cette méthode devrait permettre de mieux cerner la distribution des mammifères de grandes tailles évoluant en troupeau.

6.6.4) Perspective sur une nouvelle méthode : le recensement par télédétection⁸².

Cette technique a déjà été expérimentée en Suisse pour le suivi des ongulés (Jäggi & Baumann, 2000) à partir d'un véhicule ou d'un hélicoptère.

Aujourd'hui, les progrès réalisés dans le secteur des caméras infrarouge (portée et résolution optique) et l'utilisation conjointe d'un dirigeable, d'un ULM ou d'un drone devraient permettre de recenser les troupeaux d'ongulés sur l'ensemble de la zone d'étude.

L'utilisation de cette méthode doit se faire lors de la période froide décembre/janvier et plutôt durant la nuit pour qu'il n'y ait pas d'interférences entre les sources de chaleur animale et celles émises par le sol.

Des missions expérimentales devront être réalisées avant de balayer l'ensemble de la zone ; le pilote de l'ULM devra annoncer par radio à une équipe au sol lorsqu'il a survolé un troupeau d'une espèce de grande taille (éléphant, buffle, hippotrague) de se rendre au contact du troupeau afin de pouvoir l'estimer de visu. Ceci permettra de mettre en relation le nombre d'individu d'une des trois espèces en fonction des pixels ayant une forte valeur dans l'infrarouge. Ainsi en fonction de la résolution spatiale, on pourra dire par exemple, que 4 pixels équivalent à une certaine masse corporelle, correspondant à la présence de 4 à 5 éléphants, ou de 6 à 7 buffles ou de 8 à 9 hippotragues. Dans le cas de missions nocturnes de récolte des données, l'image devra alors être traitée rapidement (dans les 2 à 3 jours suivants), pour qu'une mission de reconnaissance puisse être effectuée pour inférer la présence de telle ou telle espèce, en fonction des indices de présence, traces, fèces, etc..

Cette méthode à l'originalité de combiner les atouts de la télédétection et des indices de présence pour recenser des espèces difficilement estimables par les méthodes diurnes aériennes et par véhicule, en raison de leur mobilité et du couvert arboré.

Dans ce chapitre, nous avons présenté consécutivement les résultats issus des transects linéaires, et de comptages en points fixes qui nous ont permis par la suite de développer une méthode SAGEDOC pour mettre en évidence la distribution potentielle des grands mammifères et estimer leurs densités.

En détaillant les deux types de recensements, on peut constater que les traitements réalisés avec le logiciel *Distance* à partir des données récoltées en transect linéaire, nous permettent d'aboutir à une estimation des effectifs de population des espèces animales, ainsi qu'à une densité par espèce sur l'ensemble du Parc du W.

Les comptages en points fixes ont quant à eux surtout fait ressortir le mode d'exploitation de la ressource hydrique par les différents grands mammifères et les variations spatiales et temporelles de fréquentation des points d'eau qui peuvent exister pour une même espèce. Cette méthode nous a permis notamment de connaître l'intensité de fréquentation des différents points d'eau et leur richesse faunistique.

⁸² Le recensement peut être nocturne ou diurne et non uniquement diurne comme pour l'aérien.

7) Conclusion.

Nous avons tout au long de cette étude cherché à caractériser la distribution potentielle des grands mammifères du Parc du W du Niger et à estimer leurs densités. Or pour arriver à ce résultat, nous avons dû tenir compte d'une multitude de facteurs susceptibles de jouer un rôle dans cette distribution. Finalement, l'un des objectifs de cette recherche fut de cerner les facteurs, qu'ils soient abiotiques, biotiques ou anthropiques, ayant le plus d'influence sur la répartition de ces espèces animales. En conséquence, c'est en saison sèche que la distribution des grands mammifères est la plus facile à analyser et ceci pour deux raisons essentielles :

- Le stade phénologique de la végétation permet d'améliorer la visibilité, donc la récolte des observations visuelles qui constituent la matière première de notre analyse.
- Le niveau de sécheresse est tel, que la ressource hydrique conditionne en grande partie la distribution d'une majorité d'espèces de grands mammifères et limite donc l'influence des autres facteurs.

L'habitat joue néanmoins un rôle primordial dans la répartition de la faune en cette saison. Il nous a donc fallu déterminer et localiser les habitats recherchés par chacune des espèces de grands mammifères du Parc du W.

Un autre élément décisif dans l'analyse de la distribution, porte cette fois sur une caractéristique propre à chaque espèce. Il s'agit de leur faculté de mobilité ou en d'autres termes leur capacité à évoluer dans un domaine vital plus ou moins important. Cette caractéristique est intimement liée à la ressource hydrique ou végétale. En effet, les exigences d'une espèce vis-à-vis de son environnement vont déterminer son degré de mobilité. Celui-ci sera évalué par rapport à la principale contrainte environnementale en cette saison, à savoir la ressource hydrique.

En résumé, la distribution des grands mammifères s'organisera, dans un grand nombre de cas, au niveau des habitats favorables à une distance plus ou moins importante d'un point d'eau permanent. Cette distance à la ressource hydrique est directement conditionnée par le degré de mobilité de l'espèce.

Notons que cette mobilité est également influencée par la socio-écologie d'une espèce et plus précisément par le degré de cohabitation intraspécifique autour des points d'eau.

Pour finir, le dernier facteur jouant un rôle conséquent dans la distribution de ces espèces animales concerne les activités anthropiques illégales. Le braconnage de la même manière que le pâturage illégal vont générer une baisse de la densité animale voire dans certaines zones la disparition. On a effectivement observé que l'absence de certains grands mammifères dans des zones précises étaient due à ces actes de malveillance et pas à des conditions écologiques inadéquates.

Or pour comprendre ces activités anthropiques, il nous a fallu détailler l'ensemble du géosystème du Parc du W du Niger et de sa périphérie ainsi que les enjeux actuels et passés autour de la ressource animale et végétale. Le statut d'aire protégée a évidemment une incidence sur la distribution et la densité de la faune, puisqu'elle implique une protection. Cette dernière, largement dépendante des moyens d'action des gardes des Eaux et Forêts, est spatialement plus ou moins hétérogène. La distribution de la faune est donc indirectement influencée par les aléas budgétaires de ce corps d'état, rendant la gestion de cette faune encore plus problématique qu'elle peut l'être naturellement. En effet, la gestion de la faune sauvage passe obligatoirement par la compréhension du fonctionnement des écosystèmes dans lesquels elle évolue. Or ces écosystèmes sont aujourd'hui modelés, de manière plus ou moins importante, par la présence de l'homme et ses activités.

C'est peut-être à ce niveau que le travail du gestionnaire va se compliquer, car il devra être à la fois écologue, sociologue et géographe pour synthétiser et analyser l'ensemble des facteurs susceptibles d'interférer sur la dynamique des populations animales.

Selon nous, l'avenir de la faune sauvage passe obligatoirement par la mise en place d'indicateurs fiables permettant d'obtenir rapidement des informations sur la structure des peuplements de grands mammifères. La difficulté de la tâche est de trouver des indicateurs fiables et peu coûteux en moyens, sachant que la gestion et la conservation de la faune ne constitue pas toujours une priorité dans un grand nombre de pays de l'Afrique de l'Ouest et d'ailleurs.

Or l'utilisation d'une méthode telle que SAGEDOC peut facilement donner des résultats intéressants. En effet, le principe est de récolter un maximum d'informations spatialisées sur la faune. Dans le cas du Parc du W, il suffirait que lors de chaque sortie des membres des Eaux et Forêts, un individu (formé préalablement) muni d'un GPS soit dévolu à cet exercice.

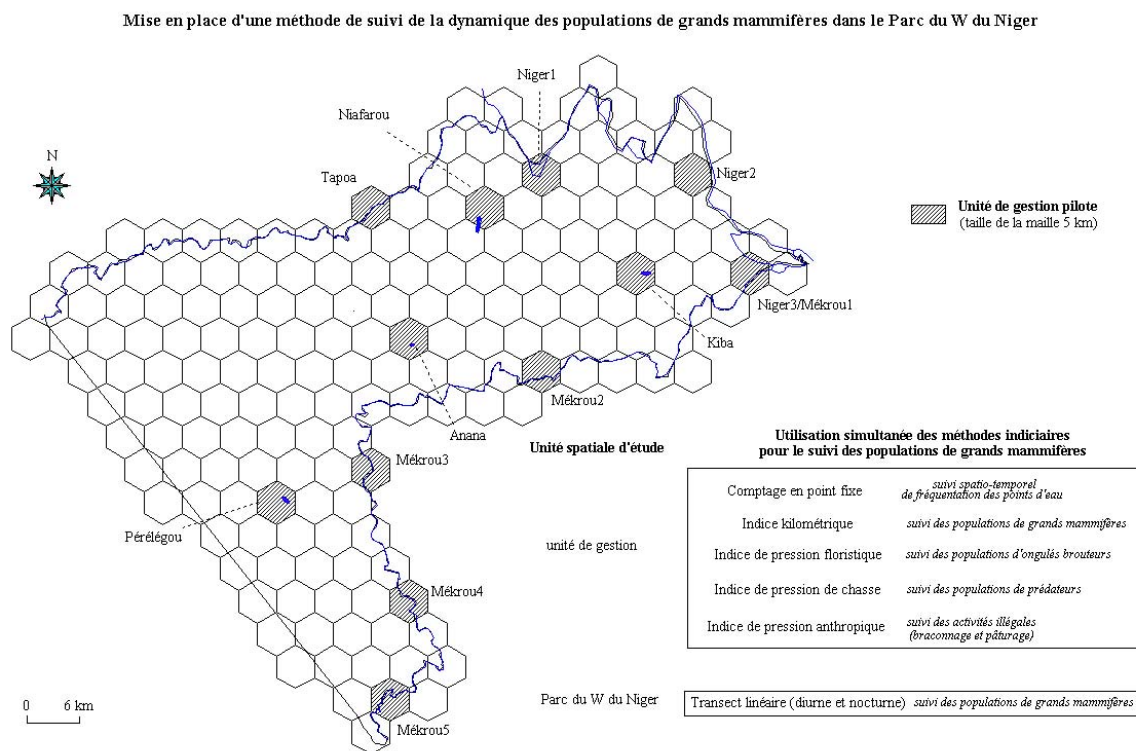
Un ingénieur s'occupant de la cellule SIG serait chargé d'intégrer les informations récoltées dans la base de données et de procéder aux traitements relatifs à la méthode SAGEDOC.

En effet, l'utilisation du SIG, pourvu d'une base de données abiotiques, biotiques et anthropiques importantes, constitue un formidable outil pour la gestion d'une aire protégée. Néanmoins, nous avons vu que la méthode SAGEDOC avait des limites, notamment au niveau de l'analyse de la distribution en saison des pluies. D'autre part elle n'a pas été développée pour assurer le suivi des populations, bien qu'elle serait en mesure de le faire, à condition d'orienter certains points. Mais le fait de reproduire chaque année des recensements sur un grand nombre de points fixes peut paraître coûteux. C'est pourquoi d'autres méthodes devraient être utilisées conjointement pour renforcer l'outil de gestion, directement utilisable par les gestionnaires du Parc du W. Nous pensons particulièrement à celles basées sur les indicateurs, tels que l'indice kilométrique, l'indice de pression floristique (IPF, cf. Guibert, 1997) pour les ongulés et un indice de pression de chasse⁸³ pour les prédateurs. Ces indices ainsi que les résultats du transect linéaire, réalisé chaque année par l'administration du parc, devraient permettre de dégager des tendances sur la dynamique des populations, à condition qu'ils soient analysés conjointement et comparativement et que les protocoles proposés soient respectés avec la plus grande rigueur possible.

Nous proposons aux gestionnaires de s'appuyer sur des unités de gestion développées à partir des informations récoltées par la méthode SAGEDOC. En effet, celle-ci permet d'appréhender la distribution spatiale et d'estimer la densité potentielle de la faune à un temps τ . Or pour assurer un suivi des effectifs, il serait intéressant de déterminer des unités spatiales de gestion, caractéristiques d'un état de densité (faible, moyenne, importante). Les données issues des indicateurs de la relation population-habitat (IK, pression de chasse, IPF) ainsi que des informations relatives à la pression anthropique seraient prises en compte pour chaque unité de gestion (cf. figure 178).

⁸³ Le nombre de proies devrait être comptabilisé par unité de gestion, afin de mettre en évidence la pression de chasse par secteur.

Figure 178. Mise en place d'une méthode de suivi de la dynamique des populations de grands mammifères dans le Parc du W du Niger.



Nous pouvons voir que la méthode SAGEDOC peut servir de base de référence aux gestionnaires dans la gestion des grands mammifères et des ressources potentiellement exploitables au sein d'une aire protégée. Néanmoins, en mettant spatialement en exergue la distribution de la faune sauvage, la disponibilité des ressources et les modes d'exploitation de ces ressources par les sociétés locales, cette méthode doit pouvoir être utilisée, en amont de la recherche classique, pour déterminer ou redessiner les limites d'une aire protégée, telle qu'une Réserve de Biosphère.

C'est probablement à ce niveau que la méthode SAGEDOC se démarque des analyses utilisées précédemment (cf. Ben-Shahar & Skinner, 1988 ; Erickson *et al.*, 1998) qui utilisent les potentialités des SIG et des statistiques pour mettre en évidence l'utilisation des ressources par la faune sauvage.

Pour conclure, nous pensons avoir répondu à la principale question que nous nous sommes posée en introduction, à savoir caractériser la distribution potentielle des grands mammifères dans le Parc du W du Niger et estimer leurs effectifs. Néanmoins, il faut reconnaître que les réponses apportées ne sont que partielles. En effet, les informations récoltées sur les grands mammifères nocturnes n'ont pas été suffisantes pour caractériser leur distribution. Toutefois, la méthode SAGEDOC paraît parfaitement utilisable pour ces mammifères, à condition d'effectuer également des recensements nocturnes en transect linéaire et en point fixe.

D'autre part, la distribution potentielle des mammifères diurnes ainsi que leur densité n'est valable qu'en saison sèche. Leur répartition en saison des pluies n'a pas été analysée à ce jour. C'est d'ailleurs à ce niveau que les investigations futures devraient s'orienter, car selon nous, les mécanismes d'exploitation de la ressource végétale par les grands ongulés en saison des pluies demeurent encore méconnus en Afrique de l'Ouest.

ANNEXES

Table des annexes

ANNEXE 1	258
(fiches descriptives de certaines espèces de grands mammifères)	258
BUFFLE	258
<i>Syncerus caffer caffer</i>	258
BUBALE	264
<i>Alcelaphus buselaphus major</i>	264
DAMALISQUE	268
<i>Damaliscus lunatus korrigum</i>	268
CEPHALOPHE DE GRIMM	272
<i>Sylvicapra grimmia</i>	272
COBE DE BUFFON	275
<i>Kobus kob kob</i>	275
COBE DEFASSA	279
<i>Kobus ellipsirygnus defassa</i>	279
GAZELLE A FRONT ROUX	282
<i>Gazella rufifrons</i>	282
GUIB HARNACHE	284
<i>Tragelaphus scriptus scriptus</i>	284
HIPPOTRAGUE	287
<i>Hippotragus equinus koba</i>	287
REDUNCA	290
<i>Redunca redunca redunca</i>	290
OUREBI	293
<i>Ourebia ourebi</i>	293
PHACOCHERE	296
<i>Phacochoerus aethiopicus</i>	296
PATAS	299
<i>Erythrocebus patas patas</i>	299
VERVET	302
<i>Cercopithecus aethiops tantalus</i>	302
CYNOCEPHALE	304
<i>Papio cynocephalus anubis</i>	304
ANNEXE 2	306
Autres techniques de recensement	306
Recensement aérien	306
Recensement pédestre	307
Nouvelles méthodes de suivi des animaux (<i>monitoring</i>)	309
Le <i>Cybertracker</i>	310
Recensement et dynamique des populations par des données de type bio-indicateur	311
ANNEXE 3	313
<i>Line-transect</i> avec le logiciel <i>Distance</i>	313
ANNEXE 4	319
Comptages en point fixe	319
Anana	319

Pérélagou.....	328
Mékrou1	336
Mékrou2	343
Mékrou3	351
Mékrou4	359
Niger1 ou Koro Goungou.....	365
Niger2 ou Karé Kopto	374
Niger3 ou Brigambou.....	379
Les gorges de la Tapoa.....	386
Tapoa1	393
Tapoa2	400
Tapoa3	408
ANNEXE 5	414
Fiches statistiques.....	414
L'utilisation des tests statistiques en recherche.....	414
ANNEXE 6	420
Méthode utilisée lors des relevés botaniques	420
ANNEXE 7	422
Les données de la télédétection.....	422
Introduction	422
Le spectre électromagnétique.....	422
Notion de signatures spectrales.....	424
La visualisation des comportements spectraux des objets	425
Les différents capteurs utilisés en télédétection.....	426
La caractérisation des capteurs.....	426
Les capteurs optiques	427
Principe de la composition colorée	431
Méthodes de classifications dirigées et non dirigées	431
ANNEXE 8	434
Analyse spatiale d'un semis de points.....	434

Tables des figures des annexes

Figure 1. Buffle d’Afrique.	259
Figure 2. Aire de distribution du Buffle.	260
Figure 3. Bubale.	264
Figure 4. Fréquentation des bubales au point d’eau.	265
Figure 5. Aire de distribution du Bubale.	267
Figure 6. Damalisque.	268
Figure 7. Répartition du Damalisque dans le Parc du W.	270
Figure 8. Aire de distribution du Damalisque.	271
Figure 9. Céphalophe de Grimm.	272
Figure 10. Evolution des effectifs estimés de population de céphalophe de Grimm dans le Parc du W.	274
Figure 11. Aire de distribution du Céphalophe de Grimm.	274
Figure 12. Cobe de Buffon.	275
Figure 13. Evolution des effectifs estimés de population de cobe de Buffon dans le Parc du W.	277
Figure 14. Aire de distribution du Cobe de Buffon.	278
Figure 15. Cobe defassa.	279
Figure 16. Aire de distribution du Cobe defassa.	281
Figure 17. Gazelle à front roux.	282
Figure 18. Aire de distribution de la Gazelle à front roux.	283
Figure 19. Guib harnaché.	284
Figure 20. Evolution des effectifs estimés de guib harnaché dans le Parc du W.	286
Figure 21. Aire de distribution du Guib harnaché.	286
Figure 22. Hippotrague.	287
Figure 23. Evolution des effectifs estimés de population d’hippotrague dans le Parc du W.	289
Figure 24. Aire de distribution de l’Hippotrague.	289
Figure 25. Redunca.	290
Figure 26. Aire de distribution du Redunca.	292
Figure 27. Ourébi.	293
Figure 28. Evolution des effectifs estimés de population d’ourébi dans le Parc du W du Niger.	295
Figure 29. Aire de distribution de l’Ourébi.	295
Figure 30. Phacochère.	296
Figure 31. Evolution des effectifs estimés de population de phacochère dans le Parc du W du Niger.	298
Figure 32. Aire de distribution du Phacochère.	298
Figure 33. Patas.	299
Figure 34. Evolution des effectifs estimés de population de patas dans le Parc du W du Niger.	300
Figure 35. Aire de distribution du Patas.	301
Figure 36. Vervet.	302
Figure 37. Aire de distribution du Singe vert.	303
Figure 38. Cynocéphale.	304
Figure 39. Evolution des effectifs estimés de population de cynocéphales dans le Parc du W.	305
Figure 40. Transects pédestres dans le Parc du W du Niger.	308
Figure 41. Composition colorée du site de comptage Anana.	320
Figure 42. Formations végétales du site Anana.	320

Figure 43. Formations végétales du site Anana (à partir de la classification non dirigée). ...	321
Figure 44. Fréquentation des phacochères au niveau du site Anana.....	323
Figure 45. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Anana.....	324
Figure 46. Fréquentation des ourébis au niveau du site Anana.....	325
Figure 47. Fréquentation des hippotragues au niveau du site Anana.....	325
Figure 48. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Anana.....	326
Figure 49. Fréquentation des patas au niveau du site Anana.....	327
Figure 50. Composition colorée du site de comptage Pérélégo.	329
Figure 51. Formations végétales du site Pérélégo.....	329
Figure 52. Fréquentation des phacochères au niveau du site Pérélégo.....	331
Figure 53. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Pérélégo.....	331
Figure 54. Fréquentation des bubales au niveau du site Pérélégo.....	332
Figure 55. Fréquentation des damlisques au niveau du site Pérélégo.....	333
Figure 56. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Pérélégo.....	333
Figure 57. Fréquentation des patas au niveau du site Pérélégo.....	334
Figure 58. Fréquentation des vervets au niveau du site Pérélégo.....	334
Figure 59. Fréquentation des autres mammifères au niveau du site Pérélégo.....	335
Figure 60. Composition colorée du site de comptage Mékrou1.....	337
Figure 61. Formations végétales du site Mékrou1.....	337
Figure 62. Fréquentation des cobes de Buffon au niveau du site Mékrou1.....	339
Figure 63. Fréquentation des phacochères au niveau du site Mékrou1.....	339
Figure 64. Fréquentation des hippotragues au niveau du site Mékrou1.....	340
Figure 65. Fréquentation des bubales au niveau du site Mékrou1.....	340
Figure 66. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Mékrou1.....	341
Figure 67. Fréquentation des patas au niveau du site Mékrou1.....	341
Figure 68. Fréquentation des vervets au niveau du site Mékrou1.....	342
Figure 69. Fréquentation des autres mammifères au niveau du site Mékrou1.....	342
Figure 70. Composition colorée du site de comptage Mékrou2.....	344
Figure 71. Formations végétales du site Mékrou2.....	344
Figure 72. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Mékrou2.....	346
Figure 73. Fréquentation des cobes de Buffon au niveau du site Mékrou2.....	347
Figure 74. Fréquentation des reduncas au niveau du site Mékrou2.....	347
Figure 75. Fréquentation des grands ongulés au niveau du site Mékrou2.....	348
Figure 76. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Mékrou2.....	349
Figure 77. Fréquentation des patas au niveau du site Mékrou2.....	349
Figure 78. Fréquentation des vervets au niveau du site Mékrou2.....	350
Figure 79. Composition colorée du site de comptage Mékrou3.....	352
Figure 80. Formations végétales du site Mékrou3.....	352
Figure 81. Fréquentation des phacochères au niveau du site Mékrou3.....	354
Figure 82. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Mékrou3.....	354
Figure 83. Fréquentation des cobes de Buffon au niveau du site Mékrou3.....	355
Figure 84. Fréquentation des buffles au niveau du site Mékrou3.....	356
Figure 85. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Mékrou3.....	356
Figure 86. Fréquentation des patas au niveau du site Mékrou3.....	357
Figure 87. Fréquentation des vervets au niveau du site Mékrou3.....	357
Figure 88. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Mékrou3.....	358
Figure 89. Composition colorée du site de comptage Mékrou4.....	360
Figure 90. Formations végétales du site Mékrou4.....	360
Figure 91. Fréquentation des phacochères au niveau du site Mékrou4.....	362
Figure 92. Fréquentation des hippotragues au niveau du site Mékrou4.....	363

Figure 93. Fréquentation des grands ongulés au niveau du site Mékrou4.	363
Figure 94. Fréquentation des primates au niveau du site Mékrou4.	364
Figure 95. Composition colorée du site de comptage Koro Goungou.	366
Figure 96. Formations végétales du site Koror Goungou.	366
Figure 97. Fréquentation des phacochères au niveau du site Koro Goungou.	368
Figure 98. Fréquentation des hippotragues au niveau du site Koro Goungou.	368
Figure 99. Fréquentation des cobes de Buffon au niveau du site Koro Goungou.....	369
Figure 100. Fréquentation des reduncas au niveau du site Koro Goungou.....	369
Figure 101. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Koro Goungou.	370
Figure 102. Fréquentation des ourébis au niveau du site Koro Goungou.	370
Figure 103. Fréquentation des buffles au niveau du site Koro Goungou.....	371
Figure 104. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Koro Goungou.	371
Figure 105. Fréquentation des patas au niveau du site Koro Goungou.....	372
Figure 106. Fréquentation des vervets au niveau du site Koro Goungou.	372
Figure 107. Fréquentation des autres mammifères au niveau du site Koro Goungou.	373
Figure 108. Composition colorée du site de comptage Karé Kopto.	375
Figure 109. Formations végétales du site de Karé Kopto.	375
Figure 110. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Karé Kopto.	377
Figure 111. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Karé Kopto.....	377
Figure 112. Fréquentation des vervets au niveau du site Karé Kopto.....	378
Figure 113. Fréquentation des autres mammifères au niveau du site Karé Kopto.....	378
Figure 114. Composition colorée du site de comptage de Brigambou.	380
Figure 115. Formations végétales du site de Brigambou.	380
Figure 116. Fréquentation des phacochères au niveau du site Brigambou.	382
Figure 117. Fréquentation des cobes de Buffon au niveau du site Brigambou.....	382
Figure 118. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Brigambou.....	383
Figure 119. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Brigambou.....	383
Figure 120. Fréquentation des patas au niveau du site Brigambou.....	384
Figure 121. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Brigambou.	384
Figure 122. Composition colorée du site de comptage les gorges de la Tapoa.	387
Figure 123. Formations végétales du site des gorges de la Tapoa.	387
Figure 124. Fréquentation des cobes defassa au niveau du site Tapoa gorges.	389
Figure 125. Fréquentation des cobes de Buffon au niveau du site Tapoa gorges.....	389
Figure 126. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Tapoa gorges.....	390
Figure 127. Fréquentation des ourébis au niveau du site Tapoa gorges.	390
Figure 128. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Tapoa gorges.....	391
Figure 129. Fréquentation des patas au niveau du site Tapoa gorges.....	392
Figure 130. Fréquentation des vervets au niveau du site Tapoa gorges.....	392
Figure 131. Composition colorée du site de comptages Tapoa 1.....	394
Figure 132. Formations végétales du site Tapoa1.....	394
Figure 133. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Tapoa1.	395
Figure 134. Fréquentation des ourébis au niveau du site Tapoa1.	395
Figure 135. Fréquentation des cobes de Buffon au niveau du site Tapoa1.....	396
Figure 136. Fréquentation des cobes defassa au niveau du site Tapoa1.....	397
Figure 137. Fréquentation des hippotragues au niveau du site Tapoa1.	397
Figure 138. Fréquentation des éléphants au niveau du site Tapoa1.....	398
Figure 139. Fréquentation des phacochères au niveau du site Tapoa1.	399
Figure 140. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Tapoa1.	399
Figure 141. Fréquentation des patas au niveau du site Tapoa1.....	400
Figure 142. Composition colorée du site de comptage Tapoa2.	402

Figure 143. Formations végétales du site Tapoa2.....	402
Figure 144. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Tapoa2.....	404
Figure 145. Fréquentation des cobes de Buffon au niveau du site Tapoa2.....	404
Figure 146. Fréquentation des cobes defassa au niveau du site Tapoa2.....	405
Figure 147. Fréquentation des hippotragues au niveau du site Tapoa2.....	405
Figure 148. Fréquentation des phacochères au niveau du site Tapoa2.....	406
Figure 149. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Tapoa2.....	406
Figure 150. Fréquentation des vervets au niveau du site Tapoa2.....	407
Figure 151. Composition colorée du site de comptage Tapoa3.....	409
Figure 152. Formations végétales du site Tapoa3.....	409
Figure 153. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Tapoa3.....	411
Figure 154. Fréquentation des ourébis au niveau du site Tapoa3.....	411
Figure 155. Fréquentation des patas au niveau du site Tapoa3.....	412
Figure 156. Fréquentation des vervets au niveau du site Tapoa3.....	412
Figure 157. Diagramme de représentation du spectre électromagnétique (source : <i>Canadian Center for Remote Sensing</i>).....	423
Figure 158. Illustration de l'affection des pixels à une classe selon la distance Euclidienne et la distance de Mahalanobis.....	432
Figure 159. Exemples (a) d'un semis hétérogène (deux zones de densités différentes), (b) d'un semis anisotrope (une direction privilégiée) et (c) d'un semis homogène isotrope (semis de Poisson).....	434
Figure 160. <i>Estimations de la fonction $K(r)$ pour un semis agrégé, un semis de Poisson, et un semis régulier.</i>	436
Figure 161. Un exemple d'estimation de la fonction $L(r)$ pour un semis agrégé, de Poisson et régulier.....	437
Figure 162. Distribution des grands mammifères lors des recensements en véhicule de l'année 1998.....	439
Figure 163. Test de la distribution des données de recensement de 1998 par la méthode de Ripley pour une distance = 1 et un pas de 140, soit 185 m sur 140 intervalles.....	440
Figure 164. Test de la distribution des données de recensement de 1998 par la méthode de Ripley pour une distance = 2 et un pas de 66, soit 370 m sur 66 intervalles.....	440
Figure 165. Test de la distribution des données de recensement de 1998 par la méthode de Ripley pour une distance = 3 et un pas de 54, soit 555 m sur 54 intervalles.....	441
Figure 166. Distribution des valeurs de la densité locale de voisinage du 2 nd ordre pour l'année 1998.....	442
Figure 167. Distribution des grands mammifères lors des recensements en véhicule de l'année 1999.....	442
Figure 168. Test de la distribution des données de recensement de 1999 par la méthode de Ripley pour une distance = 3 et un pas de 54, soit 555 m sur 54 intervalles.....	443
Figure 169. Distribution des valeurs de la densité locale de voisinage du 2 nd ordre pour l'année 1999.....	444
Figure 170. Distribution des grands mammifères lors des recensements en véhicule de l'année 2002.....	445
Figure 171. Test de la distribution des données de recensement de 1999 par la méthode de Ripley pour une distance = 3 et un pas de 47, soit 555 m sur 47 intervalles.....	445
Figure 172. Distribution des valeurs de la densité locale de voisinage du 2 nd ordre pour l'année 2002.....	446
Figure 173. Distribution des grands mammifères lors des recensements en véhicule de l'année 2000.....	447

Figure 174. Test de la distribution des données de recensement de 1999 par la méthode de Ripley pour une distance = 3 et un pas de 22, soit 555 mètres sur 22 intervalles.....	448
Figure 175. Distribution des valeurs de la densité locale de voisinage du 2 nd ordre pour l'année 2000.....	448
Figure 176. Figure 177. Distribution des grands mammifères lors des recensements en véhicule de l'année 2001.....	449
Figure 177. Test de la distribution des données de recensement de 1999 par la méthode de Ripley pour une distance = 3 et un pas de 22, soit 555 mètres sur 22 intervalles.....	450

Tables des tableaux des annexes

Tableau 1. Taille des troupeaux de buffles.....	263
Tableau 2. Evolution annuelle des effectifs de population du Bubale.....	266
Tableau 3. Evolution annuelle des observations sur les damalisques.....	270
Tableau 4. Sélection d'un modèle pour le phacochère.....	314
Tableau 5. Sélection d'un modèle pour le patas.....	314
Tableau 6. Sélection d'un modèle pour l'ourébi.....	315
Tableau 7. Sélection d'un modèle pour l'hippotrague.....	315
Tableau 8. Sélection d'un modèle pour le guib harnaché.....	316
Tableau 9. Sélection d'un modèle pour le céphalophe de Grimm.....	316
Tableau 10. Sélection d'un modèle pour le cynocéphale.....	317
Tableau 11. Sélection d'un modèle pour le cobe de Buffon.....	317
Tableau 12. Mise en évidence du biais dans l'estimation de la taille des groupes.....	318
Tableau 13. Relevés botaniques autour de la mare Anana.....	322
Tableau 14. Indices de présence au niveau du site Anana.....	327
Tableau 15. Relevés botaniques autour de la mare Pérélégou.....	330
Tableau 16. Indices de présence au niveau du site Pérélégou.....	335
Tableau 17. Relevés botaniques autour du point d'eau Mékrou1.....	338
Tableau 18. Indices de présence au niveau du site Mékrou1.....	343
Tableau 19. Relevés botaniques autour du point d'eau Mékrou2.....	345
Tableau 20. Indices de présence au niveau du site Mékrou2.....	350
Tableau 21. Relevés botaniques autour du point d'eau Mékrou3.....	353
Tableau 22. Indices de présence au niveau du sites Mékrou3.....	358
Tableau 23. Relevés botaniques autour du point d'eau Mékrou4.....	361
Tableau 24. Indices de présence au niveau du site Mékrou4.....	364
Tableau 25. Relevés botaniques autour du site Koro Goungou.....	367
Tableau 26. Indices de présence au niveau du site Koro Goungou.....	373
Tableau 27. Relevés botaniques autour du site Karé Kopto.....	376
Tableau 28. Indices de présence au niveau du site de Karé Kopto.....	379
Tableau 29. Relevés botaniques autour du site Brigambou.....	381
Tableau 30. Indices de présence au niveau du site Brigambou.....	385
Tableau 31. Relevés botaniques autour du point d'eau des gorges de la Tapoa et du site Tapoa 1.....	388
Tableau 32. Indices de présence au niveau du site Tapoa gorges.....	393
Tableau 33. Indices de présence au niveau du site Tapoa1.....	400
Tableau 34. Relevés botaniques autour du site Tapoa2.....	403
Tableau 35. Indices de présence au niveau du site Tapoa2.....	407
Tableau 36. Relevés botaniques autour du site Tapoa3.....	410
Tableau 37. Indices de présence au niveau du site Tapoa3.....	413
Tableau 38. Caractéristiques des principaux satellites.....	430

ANNEXE 1

(fiches descriptives de certaines espèces de grands mammifères)

BUFFLE

Syncerus caffer caffer

Anglais : *Buffalo* ; Zarma : *Aoubi* ; Haoussa : *Baouna*; Allemand : *Afrikanischer Büffe*.

Ordre : *Artiodactyla*.

Famille : *Bovidae*.

Sous-famille : *Bovinae*.

Tribu : *Bovini*.

Poids moyen chez l'adulte : ♂ 680 kg ; ♀ 480 kg.

Hauteur au garrot chez l'adulte : 100 à 170 cm.

Longueur : 240 à 340 cm ; **longueur de la queue** : 75 à 100 cm ; **longueur des cornes** : 50 à 150 cm.

Gestation : 195 à 215 jours (maturité sexuelle à 12 mois chez le ♂ et de 8 à 10 mois chez la ♀), (Chardonnet, 1995).

Description : pelage noir, brunâtre, plus rougeâtre jeune (cf. figure 1). Certains adultes ont même une robe plus rouge et des cornes plus petites, caractéristiques attribuées généralement au buffle de forêt (*Syncerus caffer nanus*). Sachant que les deux sous-espèces peuvent s'hybrider, on peut émettre deux hypothèses pour expliquer la présence de ces deux sous-espèces dans une aire relativement restreinte :

- Il est possible qu'une population de buffle nain, en provenance probablement du Nigeria voire du Cameroun, ait pu se mélanger à une population déjà présente de buffle de savane. On remarquera que le buffle possède une vaste niche écologique si l'on se situe au niveau de l'espèce, mais que son habitat est par endroit morcelé notamment en Afrique de l'ouest, probablement en raison d'une pression anthropique trop élevée en dehors des sites protégés (cf. figure 2).
- Il se peut également que la population de buffle de forêt soit une population relictuelle, lorsque le milieu était apparenté à une forêt dense. Seule une analyse génétique pourrait nous confirmer ou infirmer cette hypothèse.



Figure 1 Buffle d'Afrique.

Certains éléments comportementaux du buffle sembleraient conforter la 2^{ème} hypothèse. Celui-ci contrairement aux gnous ne réalise pas de très grandes migrations saisonnières à des fins nutritives. De plus le Parc du W constitue, d'une certaine manière, un écotone entre la forêt dense et la prairie sahélienne. Les deux sous-espèces ont donc parfaitement pu coexister dans cet environnement.

Une étude spécifique portant sur le ratio buffle noir / buffle rouge pourrait mettre en évidence la résistance de la sous espèce à l'épidémie de peste bovine des années 70 (1967, 1971 et 1983, Boubacar (1991). Les buffles de forêt constituent parfois plus de la moitié du troupeau, comme c'est le cas pour celui de Paillotte (n° 14).

Aire de distribution du Buffle d'Afrique (*Syncerus caffer*) :

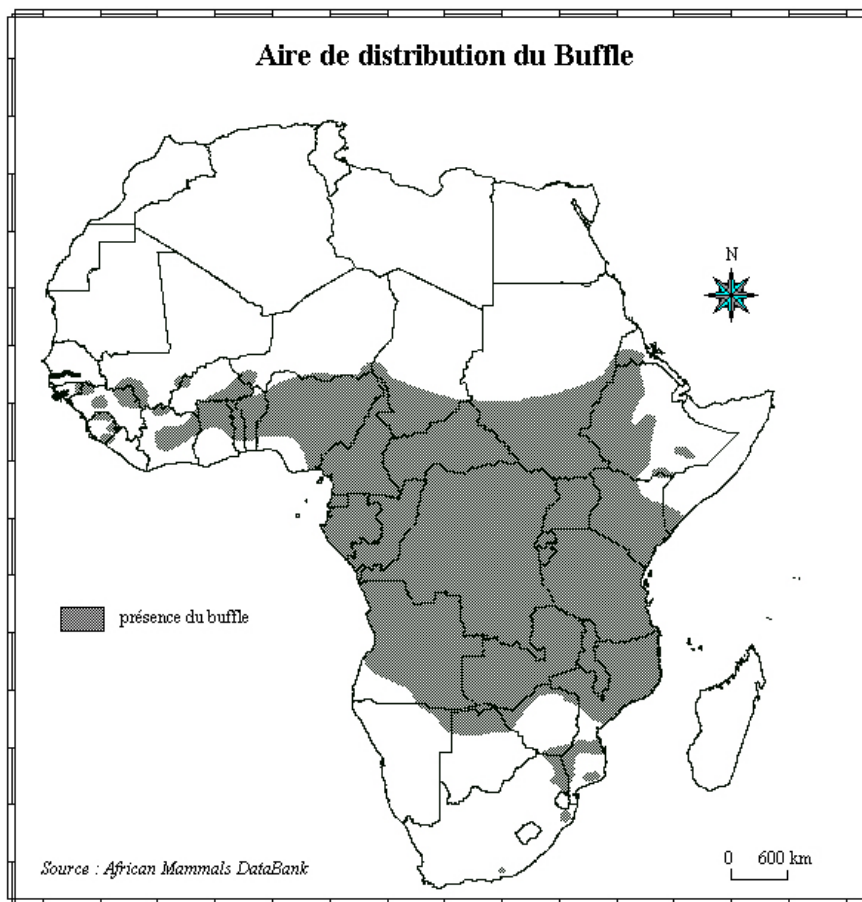


Figure 2 Aire de distribution du Buffle.

Sociabilité : les buffles présentent deux types bien distincts de comportement social, soit-ils forment des troupes de 20 à une centaine d'individus, soit-ils présentent un comportement solitaire ce qui est fréquent surtout pour les vieux mâles. Notons que de nombreux articles (Koster, 1981 ; Boubacar, 1991) sur le buffle font référence à des petits groupes de mâles sub-adultes ou adultes évoluant de manière autonome en saison sèche. Nous n'avons pas remarqué ce genre de cas lors de nos observations, il est certes arrivé de croiser des mâles, mais le plus souvent ils étaient seuls ou formaient des mini-groupes ne dépassant pas 5 individus.

Notons que ces observations eurent toutes lieu durant la saison sèche, or il est probable qu'en saison des pluies la structure sociale évolue, et que les troupes soient davantage éclatées en petits groupes. Les buffles n'opèrent pas de réelles migrations comme peuvent le faire les éléphants entre l'hivernage et la saison sèche, cependant leur grande mobilité et leur besoin quotidien en eau font qu'ils peuvent, si nécessaire, parcourir des distances importantes. L'agencement du troupeau est souvent le même, à savoir un groupe de mâles qui ouvrent la voie, les femelles et les jeunes au centre et enfin des mâles souvent plus âgés ferment la marche, parfois à plusieurs centaines de mètres des individus situés au centre du troupeau.

Affinités écologiques, habitat : savane arbustive voire herbeuse et savane arborée claire constituent les types de biotopes recherchés. Les buffles ne sont pas extrêmement sélectifs dans le choix de leur alimentation, les contraintes alimentaires portent davantage sur la quantité du fourrage et sur la présence d'eau. Etant donné que la savane arbustive représente la majorité des formations végétales, c'est dans celle-ci qu'on les retrouve le plus souvent. Ils semblent peu adeptes des zones densément boisées où le tapis végétal est moindre et très souvent piétiné par les éléphants.

De même on ne les retrouve quasiment jamais sur les collines de grès, car peu adaptés, de par leur corpulence imposante, à évoluer dans des milieux accidentés. Ils empruntent donc les lignes de drainages pour se rendre aux bords de la rivière Mékrou ou du fleuve Niger.

Hydro-dépendance : les buffles ont besoin de s'abreuver chaque jour, mais vu qu'il sont très mobiles puisqu'ils doivent couvrir des surfaces importantes pour subvenir à leur besoins alimentaires, leur hydro-dépendance est de niveau 2 (cf. § 5.2.1).

Le mode de fréquentation des points d'eau est plutôt bimodale, soit-ils viennent s'abreuver le matin entre 6h et 9h, soit-ils viennent le soir entre 17h et 19h. Le buffle est un animal très craintif, probablement car beaucoup chassé, ce qui peut l'amener parfois à modifier ses habitudes de fréquentation. Le troupeau s'enfuit de la mare s'il sent une menace, même si certains individus n'ont pas eu le temps de boire. Il n'est donc pas rare de voir des petits groupes de 2 à 20 individus se détacher du troupeau dans la journée pour venir s'abreuver.

De même, bien que diurne, le troupeau entier peut venir s'abreuver la nuit si les activités autour des points d'eau sont trop importantes durant la journée. Les groupes évoluant près du fleuve ont ainsi tous une fréquentation nocturne, sachant que le bruit de l'autre côté de la rive et les multiples incursions des villageois dans le Parc sont ressentis comme une menace.

Régime alimentaire : le buffle fait partie de la classe E selon le principe élaboré par Jarman (1974). Il est donc essentiellement pisseur mais peut à l'occasion brouter certains feuillages (jusqu'à 25% du régime total), comme l'a constaté Koster (1981) pour le Parc du W, Poilecot (1989) pour le Parc de la Comoé (Côte d'Ivoire), ainsi qu'un Adie *et al.* (Site Internet) sur la faune du Niokolo Badiar (Guinée). Les buffles d'Afrique de l'Ouest auraient la particularité de brouter les bourgeons des arbustes, ce qui n'est pas le cas de ceux des grandes plaines de l'Afrique de l'Est, comme l'ont montré Sinclair & Jarman (1979) dans le Serengeti. Cette différence doit pouvoir être imputée à une évolution comportementale spécifique au milieu. En Afrique de l'Ouest, les savanes sont moins ouvertes qu'au Kenya et en Tanzanie, la quantité de fourrage est donc moindre, ce qui les obligent à compléter leur alimentation par une activité de broutage.

Ils exploitent le revêtement herbacé du sol en n'opérant qu'une sélection grossière, mais d'après Sinclair & Jarman (1979), ils semblent délaisser les tapis herbacés ras et préfèrent pâturer les herbes hautes et moyennes, telles les espèces *Andropogon gayanus*, *Pennisetum pedicellatum*, *Diheteropogon hagerupi* et *Hyparrhenia involucrata*.

Compétition inter-spécifique : sur le mode alimentaire, les buffles ne semblent pas être en compétition avec les autres antilopes du Parc. Les éléphants peuvent éventuellement représenter une gêne, dans le sens où à la fin de la saison sèche, avec la diminution des points d'eau, ils piétinent considérablement la végétation riveraine, et celle se trouvant dans la savane arborée à proximité des rivières de la Tapoa et de la Mékrou. C'est pour cette raison qu'on retrouve de mars à mai, une séparation entre les éléphants situés davantage en zone boisée et les troupeaux de buffles plutôt en savane arbustive à combretacées.

La tendance évolutive chez les buffles depuis la peste bovine des années 1980 est à la hausse. Si cette tendance se confirme et si le pâturage illégal se maintient dans le Parc, une compétition quant à l'accès aux ressources fourragères peut s'établir entre le cheptel domestique et les troupeaux de buffles. Sachant que le cheptel domestique bénéficie d'une conduite raisonnée, la compétition risque alors de devenir intra-spécifique par la suite.

Mortalité et menaces : le buffle reste une proie privilégiée du lion. On peut constater chaque année des carcasses imputées à ce prédateur. Les observations de lions sont généralement réalisées au niveau des voies empruntées par les buffles pour se rendre au point d'eau, que ce soit au bord du Niger, de la Tapoa ou de la Mékrou. Néanmoins la balance proie/prédateur penche inexorablement du côté des buffles, les lions ne présentent pas une menace pour la survie des troupeaux dans le Parc.

L'activité anthropique dans son ensemble constitue un péril pour l'espèce, en témoigne l'adaptation des troupeaux directement en contact avec l'homme le long du Niger, quant aux heures de fréquentation des points d'eau.

Le braconnage est certes une source de danger pour l'espèce, mais reste insignifiant par rapport à la densité de buffles, car il demeure appliqué sous sa forme traditionnelle. Ces derniers sont d'une part difficiles à chasser, très craints notamment chez les *Gourmantchés*, et sont d'autre part problématiques à transporter (1 individu représente plusieurs sacs de viande boucanée).

Selon nous, la plus grande menace qui pèse sur les buffles réside dans l'activité du pâturage illégal. Ce dernier représente non seulement un manque à gagner au niveau des ressources fourragères, mais aussi un réel risque d'épizootie, comme ce fut le cas lors de la peste bovine.

Estimation des effectifs : les méthodes utilisées telles que le transect linéaire ou le transect en bande, ne sont pas adaptées à l'estimation des populations de buffles. Ces techniques reposant sur le mode d'échantillonnage et sur la probabilité de détecter un individu dans un espace précis ne conviennent pas à une espèce grégaire organisée en groupe important (plus de 50 individus en moyenne).

En effet, si lors des circuits les observations portent uniquement sur des individus isolés, l'estimation sera très faible. Inversement si vous détectez ne serait-ce qu'un troupeau d'une centaine d'individus, l'estimation sera de l'ordre de plusieurs milliers.

Seule une analyse croisée de type SAGEDOC (*Spatial Analysis GEoreferenced for Data Of Counts*) peut permettre de cibler les troupeaux et leur aire de répartition. En géoréférençant l'ensemble des données disponibles obtenues par transect linéaire, par recensement pédestre, en point fixe et éventuellement aérien, on peut avoir une idée assez précise du nombre de troupeaux. Si ces données couvrent l'ensemble du Parc et si on leur associe des facteurs écologiques jouant un rôle dans la distribution des buffles, tels que l'eau, la végétation, la topographie et les sites d'accès à l'eau, etc., alors on peut évaluer les domaines vitaux des principaux groupes recensés.

Pour le Parc du W côté Niger, 14 groupes ont pu être identifiés. Les aires de répartition des troupeaux le long de la Mékrou ont volontairement été arrêtées au niveau de la rivière Mékrou, sachant qu'aucune donnée existe côté Bénin.

Cette répartition prévaut à une certaine époque de l'année de janvier à fin mars, mais elle n'est plus conforme lorsque les points d'eau d'Anana, de Moussiémou, de Bata sont asséchés et que la Mékrou et la Tapoa sont à leur plus bas niveau, soit en avril ou en mai selon la répartition des pluies de l'année précédente. On peut alors observer des regroupements entre deux troupeaux comme ce fut le cas lors des recensements pédestres en mai 2002, où un troupeau de 200 individus (groupe 9 et 10) et un autre de 150 individus (groupe 4 et 6) fut recensé au niveau des aires de chevauchement des troupeaux concernés.

D'après nos observations, nous pensons que le Parc du W du Niger compte entre 1200 et 1500 buffles, sachant que cette estimation est plutôt sous-évaluée. Les dénombrements réalisés, qu'ils proviennent du transect linéaire ou des comptages en points fixes, sont représentatifs des individus comptabilisés, en prenant soin d'éviter tout recoupement. Or certains individus ont parfaitement pu ne pas être comptabilisés, en conséquence la moyenne des groupes observés correspond à la valeur plausible la plus basse.

Tableau 1 Taille des troupeaux de buffles.

Numéro du groupe	Nombre d'individus
1	50-70
2	70-80
3	70-80
4	100-110
5	70-80
6	70-80
7	100-110
8	40-60
9	70-80
10	100-110
11	70-80
12	100-110
13	100-110
14	40-50
15	Traces observées et d'après Koster 20-30
16	D'après Koster 65-75

D'autre part, il reste des sites, ayant le potentiel écologique (eau accessible et ressources fourragères), qui n'ont pas encore été prospectés par notre équipe depuis 1998. Nous pensons que 2 troupeaux situés entre les groupes 9 et 15, ainsi que 2 autres évoluant au sud de la Mékrou peuvent ou pourraient occuper le milieu sans pour autant empiéter sur les domaines vitaux des groupes déjà recensés. En d'autres termes, la capacité de charge du milieu est encore loin d'être atteinte et tout nous laisse supposer que la population de buffles va continuer à croître tant qu'aucune épizootie n'intégrera l'écosystème.

BUBALE

Alcelaphus buselaphus major

Anglais : *Bubal Hartbeest* ; Zarma : *Fondey Kouro* ; Allemand : *Kuhantilope*.

Ordre : *Artiodactyla*.

Famille : *Bovidae*.

Sous-famille : *Hippotraginae*.

Tribu : *Alcelaphinae*.

Poids chez l'adulte : 142 à 183 kg chez le ♂ ; 126 à 167 kg chez la ♀.

Longueur : 195 à 200 cm.

Longueur de la queue : 30cm ; **longueur des cornes** 45 à 70 cm.

Hauteur au garrot : 112 à 130 cm.

Gestation : 240 jours (1 jeune par portée, intervalles entre mises bas : 11 mois, maturité sexuelle 24 mois chez le ♂, et 18 mois chez la ♀), (Chardonnet, 1995).

Description : le corps est couleur sable, parfois avec des marques noires sur les pattes. Le front allongé se prolonge d'un pédoncule osseux. Les cornes épaisses, en forme de U, sont crénelées (cf. figure 3).



Figure 3 Bubale.

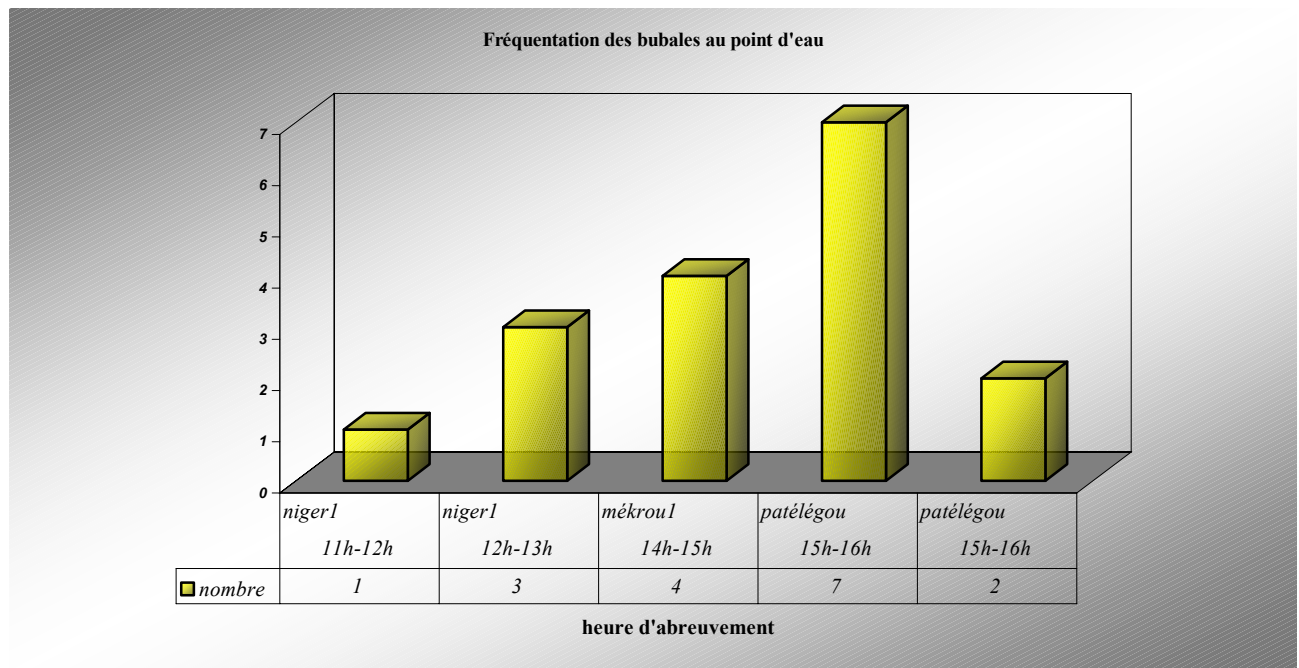
Organisation sociale : le bubale vit en petits groupes (4,1 individus par groupe sur l'ensemble des observations en saison sèche depuis 1998, quant à Koster (1981), il remarqua que la taille moyenne des groupes se situait entre 4 et 6 individus (moyenne à 5,1 individus), en fonction de la saison (pic en fin de saison sèche)). Koster (1981) constata également que des individus solitaires ou des groupes de deux individus étaient le plus fréquemment rencontrés. Ce genre de rencontre constitue à partir de 1998, 42 % des observations, ce qui correspond à un pourcentage élevé, sachant que l'essentiel de ces observations eurent lieu en saison sèche, où la tendance est plutôt au regroupement.

Affinités écologiques, habitat : les bubales sont observés dans les milieux plutôt ouverts, tels que la savane herbeuse sur plateau cuirassé ou bowé, la savane arbustive et la savane arborée claire à *Terminalia*, situées dans les cuvettes entre collines gréseuses.

Le bubale affectionne particulièrement les jeunes pousses (suite aux feux de brousse), et a souvent été recensé (90 % de nos recensements) près des zones brûlées.

Hydro-dépendance : d'après les différentes observations aux points d'eau du Parc, le bubale ne semble pas avoir besoin de s'abreuver chaque jour, sa dépendance est de l'ordre du niveau 3 (faible dépendance). Sa fréquentation des points d'eau s'effectue lors des heures chaudes de la journée (cf. figure 4), le pâturage étant réservé aux heures les plus fraîches. Sa faible hydro-dépendance corrélée à sa quête des jeunes pousses laissent présager une assez grande mobilité.

Figure 4 Fréquentation des bubales au point d'eau.



Régime alimentaire : le bubale est considéré comme un strict paisseur, antilope grégaire (petit groupe) de grande taille avec un régime peu sélectif, soit appartenant à la classe D selon Jarman (1974). Son régime se compose essentiellement de graminées type *Cymbopogon schoenanthus*, *Pennisetum pedicellatum* et *Hyparrhenia involucrata*, dont les deux dernières sont représentatives des savanes arborées claires à *Terminalia*.

Compétition interspécifique : les bubales se situent dans la même catégorie que les damalisques et que les hippotragues dans une moindre mesure, au niveau des affinités écologiques. Etant donné le faible nombre de damalisques, et l'hydro-dépendance plus importante chez ces derniers, on ne peut en aucun cas parler de compétition. Les hippotragues possèdent quant à eux une densité non négligeable, mais de part leur régime alimentaire mixte (passeur/brouteur), ils n'entrent pas directement en compétition avec les bubales sur l'accès aux ressources fourragères.

Mortalité et menaces : le bubale est une proie régulière des lions du Parc, puisque toutes les zones où l'antilope a été recensée coïncident avec la présence du félin (Anana-Mékrou, Pérélégou et Niger 1). D'autre part Koster (1981) précise qu'entre 1974 et 1978, on a authentifié la mort de deux bubales incombant aux lions.

L'autre grande menace qui pèse sur cette espèce est le braconnage. Le bubale est en effet très recherché par les braconniers, car il est facile à transporter et sa viande est appréciée. Les zones de la Mékrou-Anana et Pérélégou sont reconnues pour leurs activités de braconnage intenses. L'absence de bubales dans certaines zones à priori favorables le long du Niger, peut être expliquée par les actes conjugués de braconnage et de pastoralisme illégal.

Notons également que le pâturage illégal peut représenter une forme de compétition interspécifique pour l'accès aux graminées de bonnes qualités, telles que *Pennisetum pedicellatum* ou *Hyparrhenia involucrata*.

Estimation des effectifs :

Les recensements aériens de 1977 (Koster, 1981) ont estimé la population à environ 400 individus, et les estimations issues du transect en bande faites par les Corps de la Paix E.U.A sont dans le tableau 2.

Nous estimons quant à nous que le nombre d'observations récoltées lors des recensements de 1998 à 2002 n'est pas suffisant pour estimer les effectifs au moyen du logiciel *Distance*.

Tableau 2 Evolution annuelle des effectifs de population du Bubale.

Année	Nombre d'individus
1983	~ 300-350
1991	~ 300
1992	~ 285
1993	~ 295
1994	~ 175
2000	~ 440

Aire de distribution du Bubale (*Alcelaphus buselaphus*) :

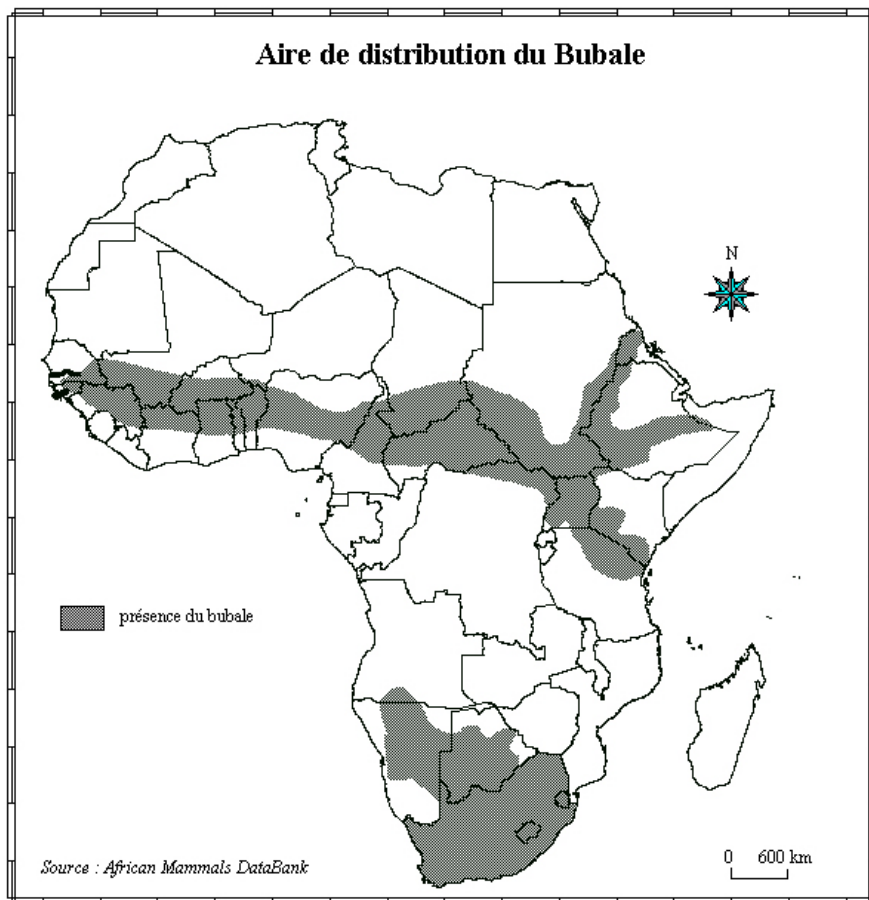


Figure 5. Aire de distribution du Bubale.

Cette carte concerne la répartition de l'espèce *Alcelaphus buselaphus*, zone de présence et d'introduction et réintroduction.

DAMALISQUE

Damaliscus lunatus korrigum

Anglais : Topi ; Zarma : *Fondey-Bi* ; Haoussa : *Dari (G'agui)*.

Ordre : *Artiodactyla*.

Famille : *Bovidae*.

Sous-famille : *Hippotraginae*.

Tribu : *Alcelaphini*.

Poids : ♂ jusqu'à 170 kg ; ♀ ~130 kg.

Longueur : 170 cm.

Longueur de la queue : ~ 43 cm ; **longueur des cornes** : 35 à 60 cm.

Hauteur au garrot : ~124 cm.

Gestation : 235 à 245 jours (1 jeune par portée, maturité sexuelle : 30 mois chez le ♂, et 18 mois chez la ♀), (Chardonnet, 1995).

Description : présence de motifs de taches noires (surtout sur la face et les membres inférieurs) sur un fond roux acajou luisant, fauve sur la partie inférieure des pattes au niveau du pelage (cf. figure 6).



Figure 6. Damalisque.

Sociabilité : sur les 7 observations réalisées depuis 1998, on a une moyenne de 5,2 individus par groupe, avec un maximum de 11 individus (Pérélékou), et une observation singulière le long du Niger, où un damalisque fut recensé en compagnie d'un bubale.

D'après East (1986, citant Sayer, 1982), la moyenne des groupes de *D. l. korrigum* se situe entre 5 et 6 individus.

Concernant cette sous espèce, on dispose de très peu d'informations, on peut néanmoins supputer que son organisation sociale est proche de celle du bubale, à savoir des petits groupes d'individus organisés sous forme de harem, avec également la présence d'individus mâles solitaires.

Il est intéressant de noter que sur 7 observations, 2 en point fixe au niveau de points d'eau mettent en évidence la présence de damalisques avec des bubales.

Affinités écologiques, habitat : étant donné le peu d'observations depuis 1998 (7 au total dont 4 au niveau d'un point d'eau), il est difficile de déterminer ces affinités écologiques. Néanmoins, les 3 observations hors point d'eau, étaient situées en savane arborée claire récemment brûlée. Le damalisque semble avoir ce point commun avec le bubale. Il est habituellement inféodé aux savanes arborées claires à *Terminalia*, et aux plaines d'inondation, le long du fleuve Niger ou la zone de Niafarou voire Anana.

Hydro-dépendance : le damalisque semble boire assez souvent. L'ensemble des observations depuis 1998 se situent d'ailleurs à proximité d'un point d'eau. Néanmoins il peut se passer de boire durant plusieurs jours, ce qui lui assure une certaine souplesse vis-à-vis de la contrainte hydrique, mais moindre comparée à celle du bubale. Sa mobilité lui permet d'avoir une hydro-dépendance de niveau 3 (cf. § 5.2.1), sachant que la distance maximale à l'eau lors des différentes observations est de 7 km.

Régime alimentaire : le damalisque est un strict paisseur, appartenant à la classe D de Jarman (1974). Il affectionne les regains de graminées (*Cymbopogon schoenanthus*, *Pennisetum pedicellatum*), après les passages de feux de brousse.

D'après les recherches de Duncan (1975), les topis (*Damaliscus lunatus lunatus*) du parc du Serengeti évitent en saison des pluies les plantes trop grandes ou trop petites, en pleine maturation et en inflorescence, au profit de plantes de tailles moyennes (entre 5 et 15 cm). La sélection semble s'effectuer plutôt sur la structure des plantes que sur la composition floristique.

Compétition inter-spécifique : étant donné le faible nombre de damalisques, on est en mesure de se demander si cette espèce n'est pas sujette à une compétition intense avec les autres ongulés du Parc pour l'accès aux ressources. Aucune étude spécifique n'a été menée dans cette optique, il est par conséquent très difficile de formuler quoique ce soit. Si l'on se réfère aux affinités écologiques, il est possible qu'une compétition s'instaure avec le bubale. Or ce dernier n'évolue pas tout à fait dans le même biotope et est nettement moins dépendant de l'eau. Si l'on prend l'exemple de Parcs abritant les deux espèces, que ce soit en Afrique de l'Est ou australe, le topi a vu ses effectifs augmentés depuis 3 décades.

Mortalité et menaces : tout comme le bubale, le damalisque est une proie commune du lion., Un individu tué par ce dernier, a d'ailleurs été retrouvé sur le site Niger 1 (Koro gougou).

D'après les villageois de Moli, la pression exercée par les lions dans la zone tampon, durant l'hivernage, qui voit sa population de buffles se disperser, serait une des raisons pour lesquelles les damalisques aient disparu de cette zone, du moins depuis 5 ans.

Le braconnage a aussi sa part de responsabilité dans le déclin de la population, notamment car la chair du damalisque est très appréciée de la tradition gourmantché. D'autre part, d'après les témoignages de chasseurs du village de Moli Haoussa, cet ongulé paraît particulièrement difficile à atteindre par fléchage, mais il suffit d'abattre un seul individu dans un troupeau, pour déstabiliser les autres membres du groupe, qui semblent s'attarder sur la victime, comme par solidarité, les rendant encore plus vulnérables.

Quant au pâturage illégal, comme l'avait remarqué East (1986), il affecte de toute évidence la survie de l'espèce, notamment au niveau des plaines d'inondation le long du Niger. En saison froide, lorsque les pistes demeurent inaccessibles, car pas encore réaménagées et rendant les patrouilles quasi inexistantes, de nombreux troupeaux de zébus occupent les plaines d'inondation, qui constituent des zones privilégiées pour les damalisques.

Estimation des effectifs : d'après Grettenberger (1983), la population était de 50 individus en 1983. Nous estimons que le faible nombre d'observations en transect linéaire, ne permet pas de réaliser des estimations de population avec le logiciel *Distance*. En revanche, l'ensemble des observations (transect linéaire, comptage en point fixes et recensements pédestres), nous indique sa répartition spatiale (cf. figure 7) et son effectif. Il semblerait que la population n'ait pas tellement évoluée depuis 20 ans, étant donné qu'aujourd'hui on estime le nombre d'individus compris entre 40 et 60.

Tableau 3. Evolution annuelle des observations sur les damalisques.

1998	pas d'observations
1999	3 individus (1♂, 2♀) en transect linéaire piste niger
2000	7 individus (1 jeune) en transect linéaire piste diapaga, mare Pérélégou
2001	1 individu ♂, en point fixe Niger 1 (Koro Goungou)
2001	11 individus, en point fixe mare Pérélégou
2001	3 individus (1♂, 1♀ et 1 jeune), en point fixe mare Pérélégou
2002	6 individus (2 jeunes) en transect linéaire piste niger
2002	6 individus, en transect pédestre zone Mékrou/piste des éléphants

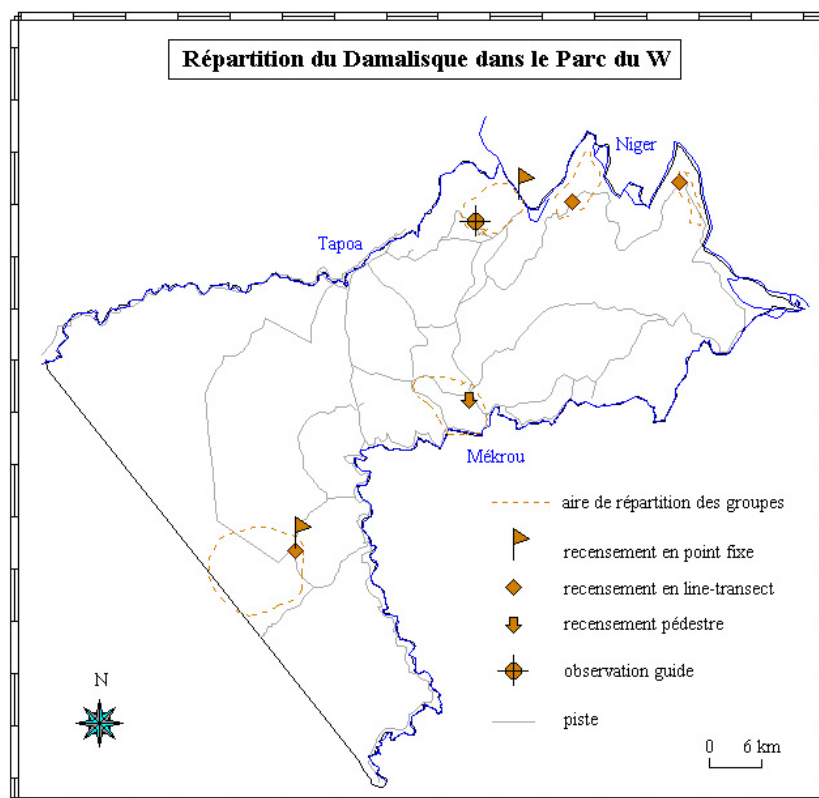


Figure 7. Répartition du Damalisque dans le Parc du W.

Aire de distribution du Damalisque (*Damaliscus lunatus*) :

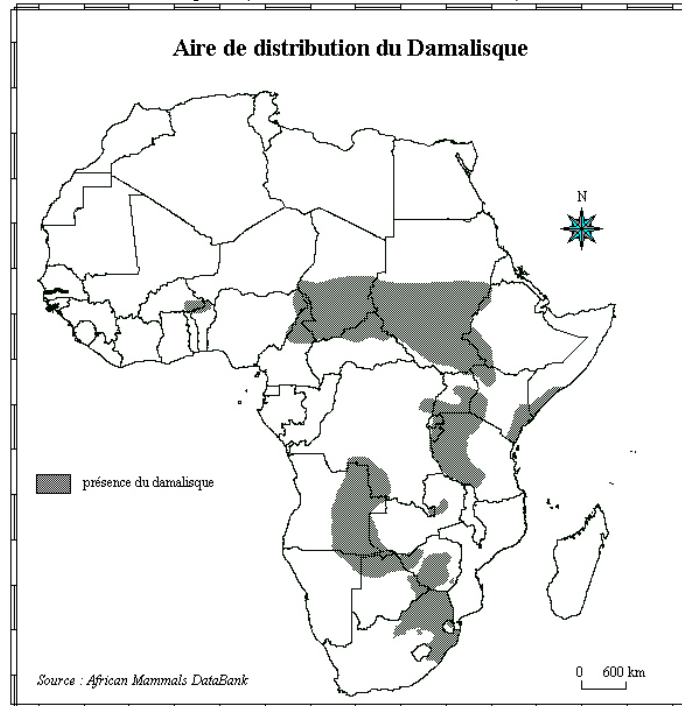


Figure 8. Aire de distribution du Damalisque.

On pourrait qualifier d'anthropique l'aire de distribution du damalisque, puisqu'on retrouve cette espèce uniquement dans et autour des grands parcs nationaux africains. Cet animal est présent en Afrique de l'ouest dans cette large zone protégée à cheval sur le Niger, le Bénin et le Burkina-Faso, où l'on a pas moins de trois parcs (le W, l'Arli et la Pendjari) et une dizaine de réserves de faune.

Au niveau du Cameroun, du Tchad, de la République Centrafricaine et du Soudan, la zone de présence du damalisque incorpore de nombreux parcs nationaux (Bouba Ndjida, Benoué, Waza, Zakouma, Manda, Bamingui-Bangoran, Southern National Park) et une dizaine de réserves de faune.

Même chose pour les Parcs de l'est africain (Tanzanie, Kenya) et de l'Afrique du sud Zimbabwe (Kruger et Gonarezhow), où il a été en partie introduit ou réintroduit.

Néanmoins, la dynamique de population est inégale entre les différentes aires de répartition. Alors que les sous espèces *D. l. jimela*, *D. l. lunatus* et *D. l. topi*, bien que dépendantes d'aires protégées, sont en pleine expansion en Afrique orientale et australe, la sous espèce *D. l. tiang* commence à être menacée en Afrique centrale, malgré une aire de répartition importante. Quant à la sous-espèce *D. l. korrigum*, elle est véritablement en danger. Un faible nombre d'individus est cantonné essentiellement dans la zone W, Arli et Pendjari. Ainsi, cette sous espèce ne possède peut-être pas le patrimoine génétique lui permettant l'adaptation nécessaire aux bouleversements de son milieu d'origine, si l'on considère qu'elle évolue au même titre que les autres damalisques dans des zones protégées de même nature. Cette sous espèce serait donc moins bien préparée à la compétition inter-spécifique (au niveau de l'accès aux ressources et dans le cadre proie/prédateur) dans un habitat plus restreint. Ou alors les conditions du milieu sont différentes en Afrique centrale et surtout de l'Ouest, où la sous-espèce ne peut s'épanouir car trop enclin à la pression anthropique (braconnage et pâturage illégal), malgré des mesures de protection.

Il se peut qu'il y ait un peu des deux raisons, une sous-espèce moins bien préparée à la diminution de son habitat, et une protection moins efficace même au sein des aires protégées.

CEPHALOPHE DE GRIMM

Sylvicapra grimmia

Anglais : *Common Duiker* ; Zarma : *Bouka* ; Haoussa : *Gada* ; Allemand : *Kronenducker*.

Ordre : *Artiodactyla*.

Famille : *Bovidae*.

Sous-famille : *Cephalophinae*.

Poids chez l'adulte : 10 à 20 kg.

Longueur : 80 à 115 cm.

Taille au garrot : 45 à 60 cm.

Longueur de la queue : 10 à 22 cm ; **longueur des cornes** chez le ♂ 10 à 18 cm.

Gestation : 200 à 210 jours (1 jeune par portée ; intervalles entre mises bas 8 à 10 mois ; maturité sexuelle atteinte à 12 mois chez le ♂ et à 8 ou 10 mois chez la ♀), (Chardonnet, 1995).

Description : il a un pelage allant du havane clair au gris. Ses oreilles sont séparées par une crête de poils. Sa silhouette rappelle celle d'une chèvre et le distingue des autres céphalophes qui ont une silhouette plus trapue en forme de "poire" caractéristique. La femelle est légèrement plus grande mais n'a pas de cornes (cf. figure 9).



Figure 9. Céphalophe de Grimm.

Organisation sociale : il est habituellement observé seul et à l'occasion en couple (la valeur moyenne de l'ensemble des observations de 1988 à 2002 est de 1,1). Le céphalophe de Grimm ou sylvicapre est territorial et monogame. Les domaines vitaux des deux sexes ont la même taille et ceux d'un même sexe se recouvrent légèrement. Dans les zones favorables, il peut y avoir jusqu'à deux individus par km². Les mâles montrent des comportements territoriaux, souvent plus marqués que les femelles. Ils marquent leur territoire en frottant la glande située près des yeux sur des troncs ou des branches proéminents. Il avertit les intrus en sifflant et en renâclant. Si l'intrus n'est pas découragé, le mâle territorial le traque, le chasse et le charge, en tentant de l'encorner jusqu'à ce que l'intrus prenne la fuite ou se soumette, tapi à terre.

Affinités écologiques, habitat : le céphalophe de Grimm a besoin d'un habitat suffisamment dense pour se dissimuler des prédateurs. Après la mise-bas, les nouveau-nés sont généralement cachés dans des fourrés ou sous de grandes herbes et nourris par leur mère pendant plusieurs semaines. Ils peuvent donc évoluer en savane arbustive dense.

Hydrodépendance : les céphalophes de Grimm ont la particularité d'être très peu hydrodépendants, ils peuvent dans certains cas survivre sans eau pendant plusieurs semaines s'ils trouvent assez de végétaux. On ne possède d'ailleurs que très peu d'observations de sylvicapres au niveau des points d'eau. Ils n'ont été recensés qu'à quatre reprises sur un total de 60 jours d'observations sur 15 sites différents. On peut donc les trouver dans des zones relativement éloignées des points d'eau permanents.

Régime alimentaire : les céphalophes sont essentiellement brouteurs de feuilles et sont assez sélectifs au niveau de la partie de la plante consommée. On peut les placer dans la catégorie A du principe de Jarman (1974). Ils consomment également des fruits et des graines et à l'occasion des insectes voire des petits vertébrés tels que des oiseaux ou des rongeurs, fait rarissime chez les antilopes.

Compétition inter et intra-spécifique : le céphalophe de Grimm ne semble pas souffrir d'une compétition inter-spécifique quelconque. On notera juste que les zones du Parc, où il est habituellement observé (bas-fond Medyaga ou Anana), coïncident avec les zones de prédilection des éléphants en saison sèche. Néanmoins, la faible densité d'éléphants dans le Parc ne risque pas d'endommager les habitats des sylvicapres.

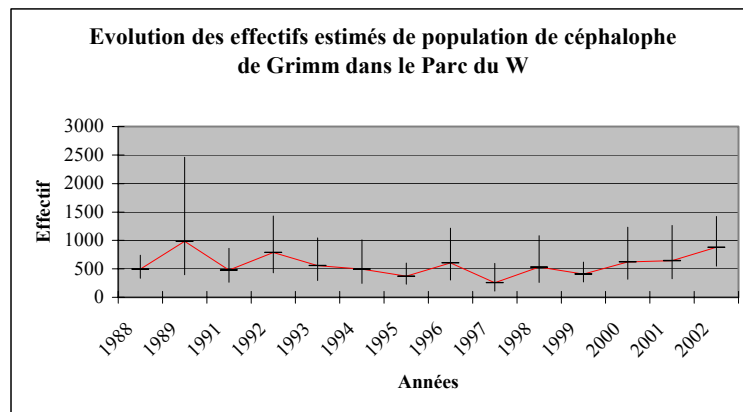
C'est davantage entre conspécifiques que la compétition a lieu. En effet, les habitats favorables ne sont pas très nombreux dans le Parc du W et il est fort possible que les tensions entre individus soient fréquentes.

Mortalité et menaces : la principale menace qui pèse sur les céphalophes de Grimm est le braconnage (Bello, 1994). Les feux de brousse tardifs allumés par les braconniers ou les bergers peuvent s'avérer également très néfastes, puisqu'ils endommagent l'habitat de l'espèce qui lui procure nourriture et refuge. La pratique répétée de feux tardifs dans une même zone génère une ouverture du milieu qui est synonyme d'incompatibilité avec la présence du céphalophe de Grimm.

Ces prédateurs sont multiples et peuvent aller du python de Seba au lion en passant par le cynocéphale, l'aigle, la hyène (tachetée et rayée), le crocodile voire même le serval ou le caracal.

Estimation des effectifs : on peut estimer la population de céphalophe de Grimm comprise entre 400 et 800 individus (cf. figure 10). La population semble stable voire même en croissance depuis une dizaine d'années si l'on se réfère aux estimations issues des transects linéaires. La politique appliquée par les gestionnaires du Parc en terme de feux d'aménagement tend vers la fermeture du milieu, ce qui leur est favorable.

Figure 10. Evolution des effectifs estimés de population de céphalophe de Grimm dans le Parc du W.



Aire de distribution du Céphalophe de Grimm (*Sylvicapra grimmia*) :

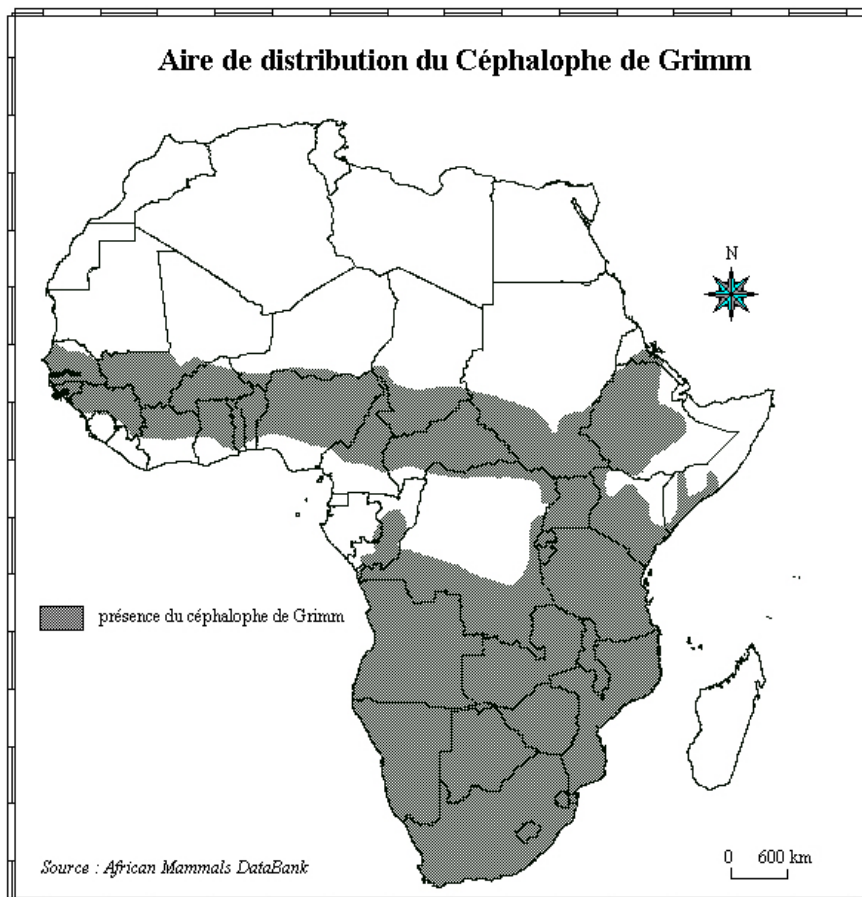


Figure 11. Aire de distribution du Céphalophe de Grimm.

COBE DE BUFFON

Kobus kob kob

Anglais : *Kob* ; Zarma : *Bessa* ; Haoussa : *Maraya* ; Allemand : *Schwarzfuss*.

Ordre : *Artiodactyla*.

Famille : *Bovidae*.

Sous-famille : *Hippotraginae*.

Tribu : *Reduncini*.

Poids chez l'adulte : 65 à 120 kg chez le ♂, 50 à 70 kg chez la ♀.

Longueur : 160 à 180 cm.

Longueur de la queue : 10 à 15 cm ; **longueur des cornes** chez le ♂ : 40 à 69 cm.

Hauteur au garrot : ♂ 90 à 100 cm ; ♀ 82 à 92 cm.

Gestation : 260 à 270 jours (1 jeune par portée, intervalles entre mises bas, maturité sexuelle 14 mois chez le ♂ et 13 mois chez la ♀), (Chardonnet, 1995).

Description : sa robe est fauve roussâtre avec le dessous et le chevron de la gorge blanche ainsi que des pattes avec des marques noires. Chez le mâle, les cornes sont épaisses avec des anneaux bien visibles (cf. figure 12).

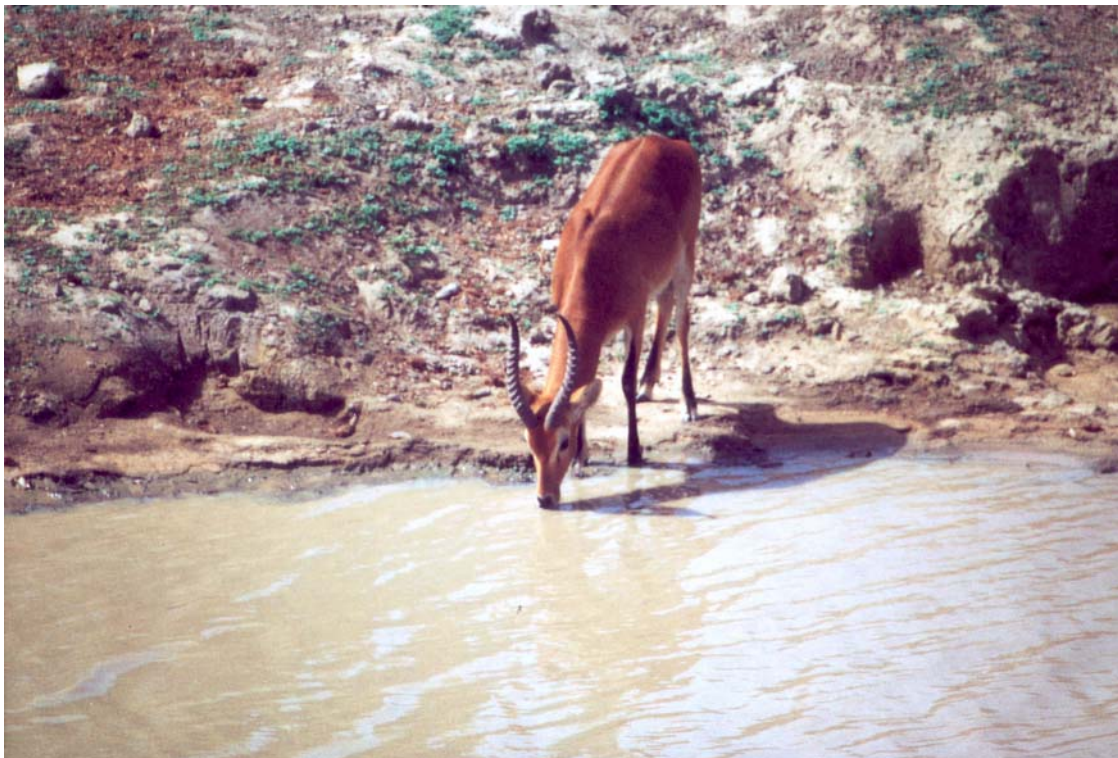


Figure 12. Cobe de Buffon.

Organisation sociale : les mâles sont territoriaux, ils défendent un espace d'une centaine de mètres de diamètre, souvent situé en bordure d'un point d'eau. Les hardes de femelles accompagnées de leurs jeunes sont peu structurées. Elles évoluent dans et entre les territoires des mâles à la recherche des meilleurs pâturages. Ces hardes ne semblent pas comprendre un nombre fixe d'individus. La moyenne des observations des hardes de femelles, lors des transects linéaires de 1988 à 2002, est de 2,6, mais la taille des hardes évolue en générale entre 4 et 15 individus.

Des groupes de 2 ou 3 jeunes mâles n'ayant pas encore de territoire à défendre peuvent se former. Il est d'ailleurs fréquent de voir ces mâles juvéniles s'exercer aux combats en présentant leurs cornes et en s'assénant de brefs coups de tête. Ce comportement est également fréquent chez les cobes defassa.

Affinités écologiques, habitat : les cobes de Buffon doivent boire quotidiennement. Ils ne s'éloignent jamais bien loin des points d'eau permanents surtout lorsque la saison sèche est bien avancée, de février à mai. Ils évoluent généralement dans les savanes arbustives ou arborées claires situées à proximité des mares permanentes et passent le plus clair de leur temps à paître en plein soleil. Les hardes de femelles accompagnées de jeunes se reposent parfois lors des heures chaudes de la journée mais elles ne semblent pas rechercher l'ombre frêle des combretacées. Il est fréquent de les voir paître, durant de longs moments, les herbes rases encore chlorophylliennes situées sur les berges ou au niveau du lit des rivières asséchées.

Hydrodépendance : les cobes de Buffon sont très hydrodépendants et sont véritablement liés à la ressource hydrique, c'est pourquoi il est quasiment impossible de les rencontrer dans les zones situées à plus de 6 km d'un point d'eau permanent.

Régime alimentaire : les cobes de Buffon sont essentiellement pousseurs et affectionnent particulièrement les jeunes herbes situées à proximité des mares, car elles constituent, avec les regains suite au passage du feu, les rares herbages chlorophylliens en saison sèche. Ils consomment des espèces d'herbacées, telles que *Pennisetum pedicellatum*, *Hyparrhenia involucrata*, *Andropogon gayanus*, *Paspalum orbiculare*.

Compétition inter-spécifique : cette espèce évolue à proximité des points d'eau permanents et recherche les bons pâturages, tout comme le cobe defassa. Il est donc probable que s'il y a compétition, ce sera entre ces deux espèces de cobe. On remarquera cependant que ces espèces semblent se partager temporellement les ressources hydriques et alimentaires. En effet, les cobes defassa et les cobes de Buffon ne sont quasiment jamais présents au même moment au niveau d'un point d'eau. Les cobes defassa fréquentent les mares plutôt en milieu d'après-midi, tandis que les cobes de Buffon viennent s'abreuver et pâturer davantage en fin de matinée. Si l'on se base au niveau des estimations des effectifs de population de ces deux espèces, cette compétition paraît plus préjudiciable aux cobes defassa.

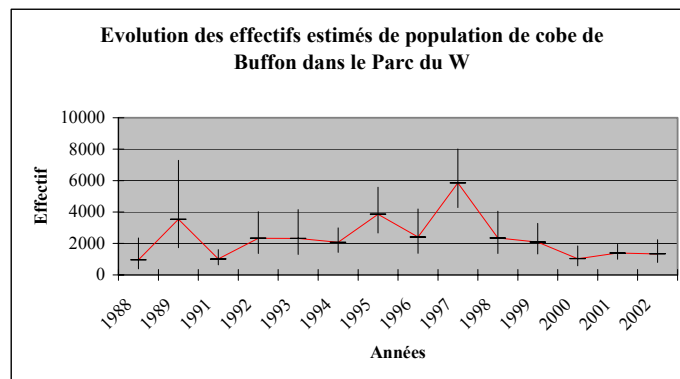
L'éléphant peut représenter également une forme de compétition lorsque sa densité à proximité des points d'eau est trop importante. Non seulement ils prélèvent une quantité d'eau importante, mais aussi ils dégradent les ressources en piétinant les pâturages consommés par les cobes.

Mortalité et menaces : les cobes de Buffon semblent d'après la littérature (Huffman, source Internet) être la proie des lions, des hyènes et des crocodiles pour les jeunes notamment. Etant donné qu'ils vivent en harde, les prédateurs sont souvent vite repérés. Alarmé, le Cobe de Buffon émet un sifflement caractéristique répété et grave, qui est aussi utilisé dans un contexte territorial.

Ils sont également victimes du braconnage et le pâturage illégal leur est très préjudiciable (Bello, 1994). C'est pour cette raison que les densités de cobe de Buffon sont très faibles dans les zones à fortes activités illégales, telles que le long du fleuve Niger. Néanmoins, au niveau des rivières de la Tapoa et de la Mékrou, cette espèce est bien représentée et les effectifs de population estimés paraissent relativement stables, malgré une légère baisse ces dernières années, probablement due à la baisse des précipitations, donc à la baisse de la production végétale primaire.

Estimation des effectifs : lors des recensements aériens, la population a été estimée à 500 individus en 1977 (Koster, 1981) et à 400-450 individus en 1983 (East, 1986). En utilisant les données récoltées en transect linéaire et analysées avec le logiciel *Distance*, la population a été estimée pour les années 2001 et 2002 à environ 1350 individus (cf. figure 13). Avec la méthode SAGEDOC, les effectifs de population sont estimés à environ 500 individus. Les divergences entre méthodes peuvent être importantes, mais il est probable que la population soit comprise entre 500 et 800 individus

Figure 13. Evolution des effectifs estimés de population de cobe de Buffon dans le Parc du W.



Aire de Distribution du Cobe de Buffon (*Kobus kob*) :

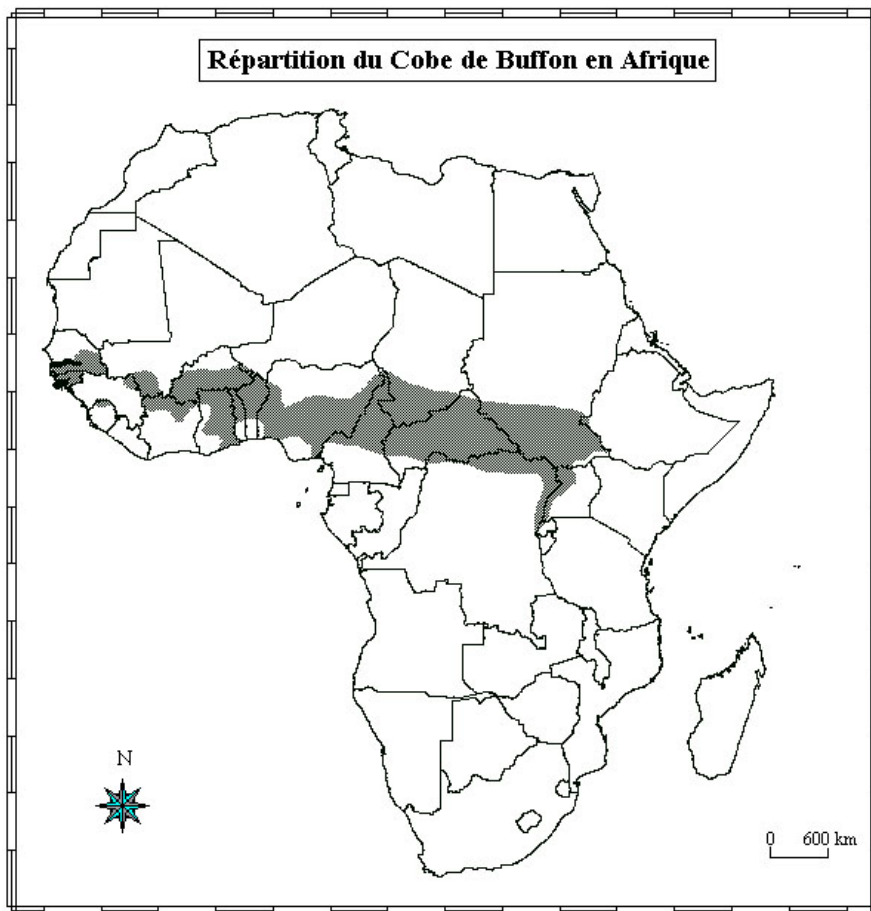


Figure 14. Aire de distribution du Cobe de Buffon.

Cette carte correspond à la distribution des trois sous-espèces de cobe de Buffon, *Kobus Kob Kob* évoluant en Afrique de l'Ouest et notamment au Niger, *Kobus kob thomasi* et *Kobus kob leucotis* situés en Afrique orientale et centrale.

COBE DEFASSA

Kobus ellipsirygnus defassa

Anglais : *Defassa Waterbuck* ; Zarma : *Gandji Farkey*, Haoussa : *Douaga* ; Allemand : *Defassa Waterbok*.

Ordre : *Artiodactyla*.

Famille : *Bovidae*.

Sous-famille : *Hippotraginae*.

Tribu : *Reduncini*.

Poids moyen d'un adulte: 160 chez la ♀ et 260 kg chez le ♂; **longueur** : 177 à 235 cm.

Longueur de la queue : 33 à 40 cm ; **longueur des cornes** chez le ♂ : 55 à 99 cm.

Hauteur moyenne au garrot chez l'adulte : 125 cm.

Gestation : 240 à 280 jours (1 à 2 jeunes par portée ; intervalles entre mises bas : 15 à 24 mois), (Chardonnet, 1995).

Description : le pelage est roussâtre et le bas des pattes est noir. Le Cobe defassa présente un anneau blanc caractéristique au-dessus du sabot et une tache blanche et ronde sur la croupe. Les cornes sont longues, larges et crénelées en une courbe concave vers l'arrière (cf. figure 15). La femelle est plus petite, plus pâle et sans cornes.



Figure 15. Cobe defassa.

Organisation sociale : On trouve le Cobe defassa en troupes d'âges et de sexes différents. Les femelles ont des domaines vitaux qui se chevauchent et qui incluent les territoires de plusieurs mâles. Sur ces territoires, elles peuvent former des groupes peu structurés de 3,11 individus en moyenne (d'après les données en transect linéaire de 1988 à 2002), et pouvant atteindre 12 individus.

Les grands mâles dominants défendent leur territoire contre les autres mâles adultes, mais peuvent souvent tolérer les jeunes célibataires en dehors de la saison de reproduction.

Les autres célibataires forment de grandes hardes peu structurées qui ont des hiérarchies de dominance en fonction de l'âge.

Un mâle territorial peut être reconnu à sa plus grande taille, ses cornes plus longues et sa posture vigilante à l'écart des femelles qu'il surveille attentivement. Les combats sont rares chez les adultes, car les parades territoriales des mâles dominants sont suffisamment dissuasives pour décourager les intrus. Les combats ont lieu plutôt entre mâles célibataires et leurs longues cornes tranchantes peuvent infliger de sérieuses blessures.

Affinités écologiques, habitat : on a pu voir lors des comptages en point fixe liés à l'habitat, à proximité de la rivière Tapoa, que les cobes defassa faisaient preuve d'une certaine plasticité. Ces observations contrastent avec ce que l'on peut lire dans la littérature (Happold, 1977) où cette espèce est essentiellement inféodée à la savane herbeuse inondable. Il semblerait que le cobe defassa soit surtout associé à une nourriture riche en protéines et un fourrage nutritif plutôt chlorophyllien. Ce genre de nourriture est effectivement abondant en savane herbeuse inondable. Mais lorsque ce type d'habitat est restreint le cobe defassa semble se nourrir dans plusieurs types d'habitats, à condition que ceux-ci possèdent une nourriture protéique riche. En saison sèche, on trouve ce genre de nourriture à proximité des points d'eau permanents.

Hydrodépendance : les cobes defassa doivent boire quotidiennement. Etant donné que les fourrages recherchés par cette espèce sont essentiellement situés à proximité des mares et des rivières du fait de l'humidité des sols, les cobes defassa sont très inféodés à la ressource hydrique.

Régime alimentaire : le cobe defassa est essentiellement pousseur, mais il peut à l'occasion brouter des feuillages si le fourrage herbacé n'est pas assez riche en protéines. Il semble particulièrement apprécier les plantes aquatiques, mais se nourrit en grande majorité de poacées situées à proximité des points d'eau permanents, telles que *Andropogon gayanus*, *Rottboellia exaltata*, *Hyparrhenia involucreata*, *Hyparrhenia cyanescens*, *Sporobolus pyramidalis*, *Acroceras amplexans* et *Jardinia congoensis*, (East, 1986).

Compétition inter-spécifique : le cobe defassa se trouve être en compétition avec le cobe de Buffon pour l'accès aux bons pâturages (cf. fiche sur le cobe de Buffon). Mais ce sont surtout les troupeaux domestiques venant pâturer dans les zones encore riches en saison sèche qui provoquent une compétition inter-spécifique déséquilibrée en faveur du bétail domestique conduit par les bergers.

Mortalité et menaces : le lion est leur principal prédateur, nous avons d'ailleurs eu l'occasion de retrouver deux dépouilles de cobes defassa mâles à proximité de mares dans le parc. L'autre menace qui pèse sur cette espèce réside dans l'activité illégale du pâturage, menée notamment par les bergers Peuls lors de la transhumance mais surtout par les riverains situés le long du fleuve Niger. Les cobes defassa sont probablement enclins au braconnage, bien que leur viande ne soit pas particulièrement appréciée par les populations locales.

D'autre part, la baisse des précipitations des dernières années peut avoir des conséquences terribles sur les effectifs de population de cobes defassa. Cette espèce est en effet très exigeante au niveau des ressources qu'elle prélève, elle doit par conséquent être très sensible aux variations de la production végétale primaire.

Le géosystème tel que nous l'avons décrit dans le § 3.2.2 paraît peu favorable au maintien de la population de cobe defassa à moyen terme.

Estimation des effectifs : la population a été estimée à 450 individus en 1977 et entre 300 et 350 individus en 1983 lors des recensements aériens. Nous estimons qu'aujourd'hui, la population est d'environ 150 à 200 individus, d'après la méthode SAGEDOC. On a donc une baisse constante des effectifs estimés, qui risque de continuer si aucune mesure d'urgence n'est appliquée.

Aire de distribution du Cobe defassa (*Kobus ellipsirymnus*) :

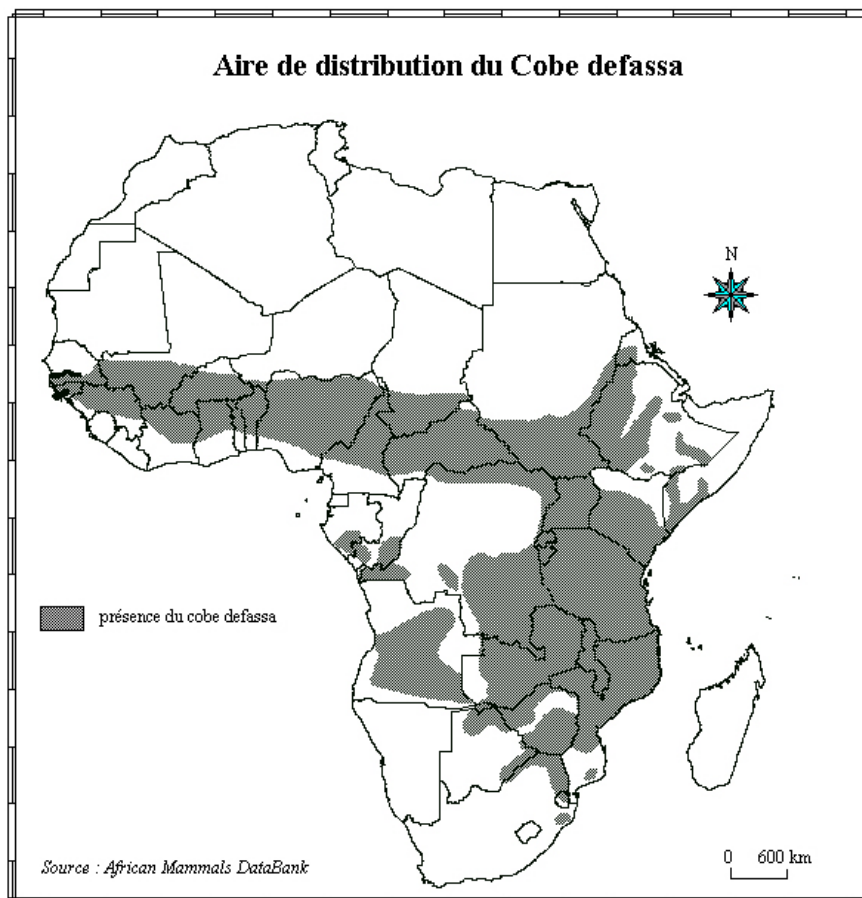


Figure 16. Aire de distribution du Cobe defassa.

GAZELLE A FRONT ROUX

Gazella rufifrons

Anglais : *Red Front Gazella* ; Zarma : *Djeri* ; Haoussa : *Barewa* ; Allemand : *Rotstirn-Gazelle*.

Ordre : *Artiodactyla*.

Famille : *Bovidae*.

Sous-famille : *Antilopinae*.

Tribu : *Antilopini*.

Poids chez l'adulte : 25 à 30 kg ; **Longueur** : 105 à 120 cm.

Hauteur moyenne au garrot chez l'adulte : 68 cm.

Longueur des cornes chez l'adulte : 15 à 25 cm chez la ♀, 22 à 35 chez le ♂.

Gestation : 184 à 189 jours (1 jeune par portée), (Huffman, source Internet).

Description : pelage fauve à roussâtre sur le dessus, et présence d'une bande noire étroite sur le côté avec une bande ombrée de roux en dessous, cela contrastant avec le blanc du ventre. Cornes courtes robustes légèrement incurvées(cf. figure 17).



Figure 17. Gazelle à front roux.

Organisation sociale : la gazelle à front roux est généralement observée seule ou en couple. La moyenne des observations en transect linéaire de 1988 à 2002 est de 1,6 individus. Elle peut cependant former des petits groupes familiaux allant jusqu'à 6 individus.

Cette espèce ne semble pas territoriale ni sédentaire.

Affinités écologiques, habitat : les gazelles à front roux semblent préférer les habitats ouverts, tels que les savanes herbeuses ou savanes arbustives et arborées claires. Elles tendent à éviter les milieux denses, comme la forêt galerie, cependant il n'est pas rare de les observer à proximité des fourrés denses épineux à *Acacia macrostachya*.

Hydrodépendance : Bien que les gazelles à front roux puissent obtenir la majorité de leur besoin en eau à travers l'humidité des plantes consommées, elles sont plus hydrodépendantes que les autres gazelles vivant sous les mêmes latitudes. C'est pourquoi, il est possible que certains individus effectuent des migrations, allant du nord lors de la saison des pluies au sud en saison sèche. De tous les ongulés présents dans le parc du W, c'est l'espèce dont les affinités écologiques sont les plus sahéliennes (cf. figure 18).

Régime alimentaire : la gazelle à front roux a un régime mixte, composé d'herbacées et de feuillages. Parmi les arbustes broutés on notera plusieurs espèces d'*Acacia*, mais aussi *Calotropis*, *Balanites*, *Zisiphus* et *Guiera*. On remarquera que ces espèces végétales sont généralement associées à la savane arbustive claire.

Compétition inter-spécifique : cette espèce ne semble pas être sujette à une compétition inter-spécifique en particulier, sachant qu'elle est peu hydrodépendante et plutôt inféodée à des habitats ouverts et arides.

Mortalité et menaces : la gazelle à front roux est notamment chassée par le guépard et probablement par les hyènes, ou les crocodiles et les pythons de Seba lors de l'abreuvement. Cette espèce ne paraît pas particulièrement braconnée.

Estimation des effectifs : d'après la méthode SAGEDOC, la population du Parc du W est estimée à une centaine d'individus.

Aire de distribution de la Gazelle à front roux (*Gazella rufifrons*) :

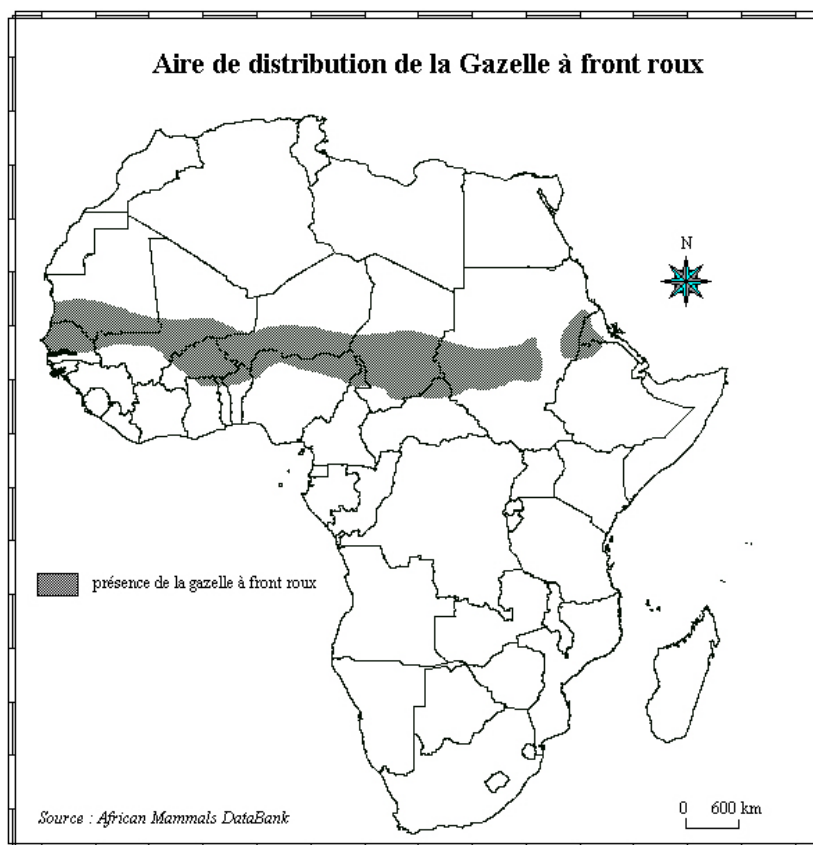


Figure 18. Aire de distribution de la Gazelle à front roux.

GUIB HARNACHE

Tragelaphus scriptus scriptus

Anglais : *Bushbuck* ; Zarma : *Tuntungari*; Haoussa : *Madji* ; Allemand : *Schirrantilope*.

Orde : *Artiodactyla*.

Famille : *Bovidae*.

Sous-famille : *Bovinae*.

Tribu : *Strepsicerotini*.

Poids chez l'adulte: ♂ 30 à 75 kg ; ♀ 24 à 42 kg.

Longueur : ♂ 115 à 145 cm ; ♀ 110 à 130 cm .

Longueur de la queue : 20 à 24 cm ; **longueur des cornes** : ♂ 25 à 57 cm.

Gestation : 180 à 230 jours (1 jeune par portée ; intervalles entre mises bas 8 à 9 mois) (Chardonnet, 1995).

Description : il a un pelage ras, variant du marron vif à brun foncé, avec des raies blanches, transversales et verticales sur le corps qui sont soit nettement visibles, soit brisées ou réduites à quelques taches sur la hanche ; une bande noire partant entre les yeux rejoint le museau ; des points blancs sur la joue et deux taches blanches sur la gorge. les mâles adultes sont plus foncés que les femelles et les jeunes, notamment au poitrail et la crête érectile est plus saillante et ils possèdent des cornes en simple torsion (cf. figure 19).



Figure 19. Guib harnaché.

Organisation sociale : le guib harnaché vit seul, ou en avec sa progéniture pour la femelle. Les jeunes mâles restent avec leur mère jusqu'à ce que leurs cornes soient formées, tandis que les jeunes femelles peuvent rester jusqu'à la mise bas suivante. Les domaines vitaux voisins se chevauchent. Les mâles les plus grands sont dominants et empêchent les autres d'accéder aux femelles. Le guib ne semble pas territorial mais est très attaché à un site en particulier où il passe la majorité de son temps. En saison sèche, la concentration de guibs harnachés mâles autour d'un point d'eau peut être importante temporairement sans que les individus ne manifestent de comportements agressifs comme pour la défense d'un territoire. C'est pourquoi, nous pensons que cette espèce est sédentaire mais pas territoriale.

Affinités écologiques, habitat : le guib harnaché évolue essentiellement dans les habitats à végétation dense, tels que la forêt galerie, la savane arborée dense, voire la savane arbustive dense qui peut être incluse dans son domaine vital.

Hydrodépendance : les guibs doivent s'abreuver quotidiennement voire plusieurs fois par jour lorsque la saison sèche est avancée. Néanmoins, ils ne sont pas si dépendants de l'eau et des habitats environnants qu'on le pense. En effet, on a pu montrer que les guibs étaient relativement mobiles et pouvaient alors exploiter des sites situés à plus de 7 km d'un point d'eau permanent.

Régime alimentaire : les guibs harnachés sont principalement des brouteurs cependant ils peuvent se nourrir également de fruits que font tomber les primates ou paître des herbes rases, souvent situées en bordure des mares.

En conséquence, le régime des guibs n'est pas si sélectif qu'il n'y paraît et on peut même penser qu'il doit être capable de passer d'un régime de strict brouteur à un régime mixte (ou inversement) en fonction des disponibilités du milieu.

Compétition inter et intra-spécifique : le guib harnaché ne semble pas souffrir d'une quelconque compétition avec les autres espèces d'ongulés présents dans le Parc du W. Le céphalophe à flancs roux est l'espèce dont le comportement et les affinités écologiques sont les plus proches. Etant donné que ce dernier a disparu ou est en voie de disparaître dans le Parc du W du Niger, s'il y eu une compétition, elle a tourné en faveur du guib harnaché. Le céphalophe de Grimm est quant à lui moins hydrodépendant que le guib et ne semble pas exploiter les milieux sempervirents. C'est pourquoi la cohabitation entre les deux espèces paraît possible.

En revanche, nous pensons qu'il existe une compétition entre conspécifiques. Les habitats denses sempervirents situés à proximité des points d'eau permanents constituent les habitats les plus favorables, du fait de la sécheresse importante qui perdure durant 6 à 7 mois. Or ce type d'habitat est assez restreint dans le Parc du W du Niger. Etant donné le nombre relativement important de guibs harnachés, on peut présumer que la compétition intraspécifique l'est également, même si les domaines vitaux se chevauchent.

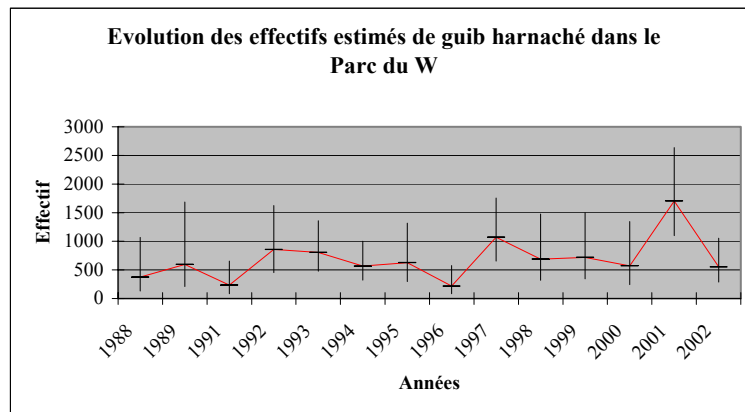
Mortalité et menaces : Le guib harnaché émet un aboiement fort et rauque lorsqu'il est surpris et qui sert de signal d'alarme. Les principaux prédateurs de cette antilope sont le lion et le crocodile (Huffman, source Internet), mais les guibs du Parc du W ne semblent pas particulièrement craintifs à l'égard de ceux-ci, ni à l'égard de l'homme d'ailleurs. Cette espèce n'est en effet quasiment pas braconnée dans le Parc, alors qu'elle l'est de manière importante en Côte d'Ivoire par exemple (Caspary, 1999).

En revanche, une détérioration de son habitat, par les feux de brousse tardifs notamment, peut s'avérer catastrophique pour la survie de cette espèce. En effet, toute sa stratégie anti-prédateurs repose sur le camouflage, rendu possible par la densité de la végétation.

En réponse à un prédateur, le guib se fige et compte sur sa silhouette cryptique dont les dessins du pelage miment des tâches de lumière dans le sous-bois, pour se dissimuler dans la végétation. Une politique de feux d'aménagement visant à ouvrir le milieu pourrait lui être très préjudiciable.

Estimation des effectifs : la population de guib harnaché a été estimée à 750 individus en 1983 lors d'un recensement terrestre. Que ce soit avec la méthode SAGEDOC ou avec le logiciel *Distance*, nous estimons que la population est aujourd'hui d'environ 500 à 600 individus.

Figure 20. Evolution des effectifs estimés de guib harnaché dans le Parc du W.



Aire de distribution du Guib harnaché (*Tragelaphus scriptus*) :

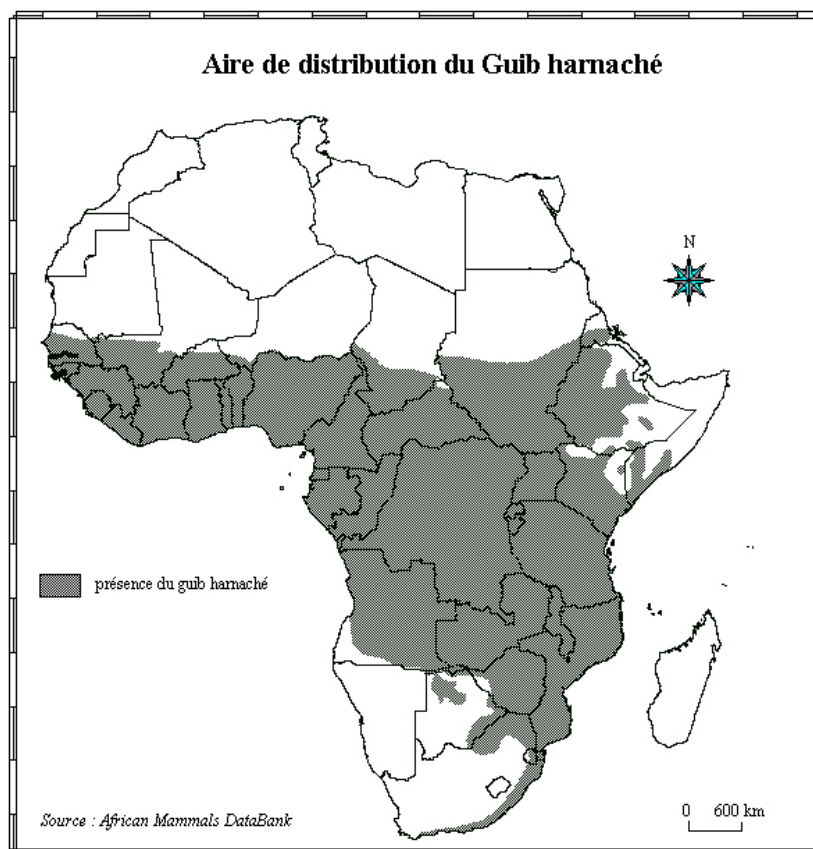


Figure 21. Aire de distribution du Guib harnaché.

HIPPOTRAGUE

Hippotragus equinus koba

Anglais : *Roan Antelope* ; Zarma : *Mekouarey* ; Haoussa : *Gomki*; Allemand : *Pferdeantilope*.

Ordre : *Artiodactyla*.

Famille : *Bovidae*.

Sous-famille : *Hippotraginae*.

Tribu : *Hippotragini*.

Poids moyen chez l'adulte : 280 kg chez le ♂ et 260 kg chez la ♀.

Longueur chez l'adulte : 190 à 240 cm.

Longueur de la queue : 37 à 48 cm ; **longueur des cornes chez l'adulte** : 55 à 99 cm.

Hauteur au garrot chez l'adulte : 126 à 145 cm.

Gestation : 268 à 287 jours (1 jeune par portée ; intervalles entre mises bas : 10 à 11 mois), (Chardonnet, 1995).

Description : l'hippotrague a une pelage fauve sable à roussâtre foncé, avec le dessous blanc et la face avec des marques contrastées noires et blanches. Les oreilles sont longues avec des touffes à l'apex et ses cornes massives et annelées, dessinent une courbe dirigée vers l'arrière. Le mâle est semblable à la femelle, mais légèrement plus grand avec une face plus noire (cf. figure 22).



Figure 22. Hippotrague.

Organisation sociale : les hippotragues vivent en petit groupe de 5 à 30 individus, sachant que la moyenne des groupes observés (plus de 2 individus) lors des recensements en véhicule de 1988 à 2002 est de 8,1 individus. En saison sèche, les hardes peuvent parfois se regrouper, on a pu ainsi dénombrer un groupe d'une cinquantaine d'individus. La harde est composée de plusieurs femelles et de leurs progénitures (jeunes et subadultes) ainsi que d'un mâle dominant. En général, dès deux ans, les mâles forment des hardes de célibataires jusqu'à leur maturité sexuelle, à l'âge de six ans. Ils deviennent ensuite solitaires, puis forment des couples avec des femelles (Adie *et al.*, source Internet).

Les hippotragues semblent évoluer au sein de domaines vitaux importants qui peuvent se chevaucher à l'occasion.

Affinités écologiques, habitat : l'hippotrague est une antilope typique des milieux mosaïqués, tels qu'on peut en voir dans la zone soudano-sahélienne. Elle peut évoluer aussi bien en savane arbustive qu'en savane arborée ou en savane herbeuse, ou autrement dit au niveau des habitats plutôt ouverts. Il est en effet fréquent de la voir même dans des biotopes dégradés, en revanche elle semble éviter les milieux denses sempervirents.

Hydrodépendance : l'hippotrague doit s'abreuver au moins tous les 2 à 3 jours, mais sa mobilité importante lui permet de circuler dans les endroits les plus arides du parc, situés à plusieurs kilomètres des points d'eau permanents.

Régime alimentaire : l'hippotrague est en principe un paisseur sélectif d'herbacées des sols pauvres (sols lithiques sur bowés par exemple), telles que *Andropogon gayanus* ou *Loudetia togoensis*. Il affectionne particulièrement les regains d'herbacées suite au passage des feux.

Cette antilope semble également brouter les feuilles des arbustes, notamment en saison sèche lorsque la qualité nutritive des herbacées consommées est trop faible.

Compétition inter-spécifique : il existe une compétition avec le bubale notamment, qui semble tourner à l'avantage de l'hippotrague si l'on se réfère aux estimations des effectifs des deux espèces d'ongulés. Cette compétition peut également exister avec les buffles qui, à l'instar des hippotragues, semblent apprécier les savanes arborées claires sur sol sableux à *Terminalia*. Pourtant les deux espèces sont très rarement observées au même moment dans les mêmes sites, c'est pourquoi nous pensons qu'il y a un partage de la ressource d'un point de vue temporel et plus précisément saisonnier.

En revanche une compétition avec le bétail domestique paraît peu probable, du moins lors de la transhumance en début de saison des pluies, étant donné la préférence des hippotragues pour les herbacées sur sol pauvre.

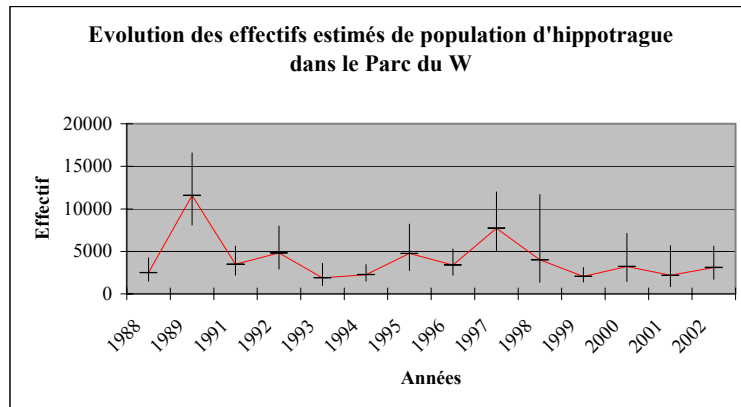
Mortalité et menaces : l'hippotrague est sans aucun doute une des proies favorites des lions, nous avons d'ailleurs pu le constater suite à la découverte de dépouilles et lors de l'observation d'un lion en train de déplacer un hippotrague mâle tué quelques minutes plus tôt.

Les hyènes tachetées peuvent également s'attaquer aux jeunes hippotragues, ainsi que les guépards, bien que cette antilope présente un comportement de défense offensif, notamment grâce à ses cornes impressionnantes.

Mais la principale menace qui pèse sur cette espèce est générée par les activités de braconnage. La viande d'hippotrague est particulièrement appréciée par les communautés riveraines qui n'hésitent pas à le braconner à des fins pécuniaires ou nutritionnelles.

Estimation des effectifs : lors du recensement aérien de 1977, la population a été estimée à 450 individus (East, 1986). Les résultats obtenus avec le logiciel *Distance* à partir des données des transects linéaires ont tendance, selon nous, à surestimer la population effective, puisqu'elle serait d'environ 2000 à 3000 individus (cf. figure 23). La méthode SAGEDOC quant à elle propose une estimation d'environ 1500 individus, ce qui nous paraît plus raisonnable.

Figure 23. Evolution des effectifs estimés de population d'hippotrague dans le Parc du W.



Aire de distribution de l'Hippotrague (*Hippotragus equinus*) :

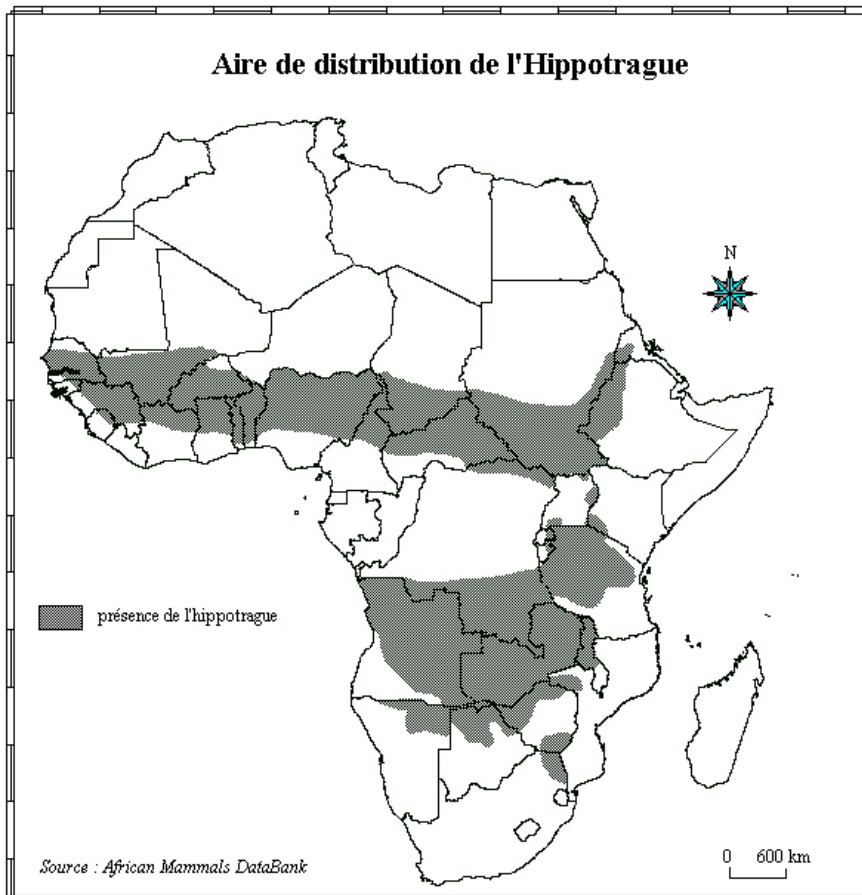


Figure 24. Aire de distribution de l'Hippotrague.

REDUNCA

Redunca redunca redunca

Anglais : *Bohor Reedbuck*, Djerma : *Forofedji* ; Haoussa : *Kadji* ; Allemand : *Riedbock*.

Ordre : *Artiodactyla*.

Famille : *Bovidae*.

Sous-famille : *Hippotraginae*.

Tribu : *Reduncini*.

Poids chez l'adulte : 50 à 80 kg.

Longueur chez l'adulte : 134 à 167 cm.

longueur de la queue : 26 à 27 cm.

Longueur des cornes : 30 à 45 cm chez le ♂.

Hauteur au garrot chez l'adulte : 80 à 96 cm.

Gestation : 225 à 240 jours (Happold, 1977).

Description : le redunca est une antilope plus petite que le cobe de Buffon. Sa robe est fauve à brune avec le dessous du corps, le contour des yeux, les lèvres et le menton blancs. Sous l'oreille, le redunca a une tache de peau glabre caractéristique. Ses cornes sont courtes et annelées. Épaisses à la base, elles divergent en courbe vers l'arrière et se terminent en crochets dirigés vers l'avant (cf. figure 25). La femelle est sans cornes et plus petite que le mâle (Adie *et al.*, source Internet).



Figure 25. Redunca.

Organisation sociale : la structure sociale des reduncas est le plus souvent basée sur la famille. Les femelles sont accompagnées de leurs progénitures, tandis que les mâles défendent un territoire assez important dans lequel plusieurs femelles peuvent évoluer. Le mâle ne marque pas son territoire de manière olfactive, les limites sont donc indistinctes et les intrus qui enfreignent le territoire de 100 à 200 mètres sont fréquents. La taille du territoire est fonction du niveau d'agressivité du mâle et de la disponibilité des ressources. On peut occasionnellement rencontrer des petits groupes, formant une harde de 15 individus au maximum, à l'intérieur duquel on retrouve une structure basée sur les femelles et leurs progénitures et parfois un mâle. Les jeunes mâles sont généralement chassés par leur père dès que leurs cornes apparaissent. Ils forment alors des groupes de 2 ou 3 célibataires circulant entre les territoires.

Affinités écologiques, habitat : les reduncas vivent dans les plaines inondables où la végétation est suffisamment haute pour les dissimuler. C'est surtout dans les savanes herbeuses hautes à proximité des mares qu'on les rencontre, car leur régime alimentaire est essentiellement basé sur les herbacées. Néanmoins, il n'est pas rare de les voir dans des milieux plus arborés, dans lesquels ils peuvent également se camoufler.

Hydrodépendance : les reduncas sont très hydrodépendants, d'une part parce qu'ils doivent boire tous les jours et d'autre part car leur régime alimentaire est composé d'herbacées nécessitant une humidité importante. D'après par Happold (1977), du fait de leur forte hydrodépendance, leur population peut décliner lors de la saison sèche.

Régime alimentaire : les reduncas sont avant tout des pousseurs et affectionnent particulièrement les regains qui poussent après les feux précoces. Habituellement nocturnes, ils s'alimentent également durant le jour en saison sèche, car ils doivent passer plus de temps à paître pour emmagasiner assez de nutriments (Adie *et al.*, source Internet).

Compétition inter et intraspécifique : il est très difficile de savoir s'il existe réellement une compétition entre le redunca et d'autres ongulés dans le Parc du W, étant donné le peu d'observations récoltées sur cette antilope. Néanmoins, il possède certains points communs au niveau du choix de l'habitat et du régime alimentaire avec l'ourébi. Il est donc possible qu'une compétition existe entre ces deux espèces. Le redunca est aussi probablement en compétition avec les troupeaux d'animaux domestiques en saison des pluies, notamment dans les plaines inondables situées le long du fleuve Niger.

La compétition intraspécifique est en revanche plus perceptible. En effet, les habitats favorables sont peu nombreux dans le parc. L'accès à la ressource alimentaire peut donc s'avérer problématique. Cependant, dans les zones favorables, la densité d'individus peut être élevée en saison sèche. On peut alors présumer qu'il y a une certaine tolérance dans ces zones autour des points d'eau notamment.

Mortalité et menaces : le redunca semble être la proie des lions, des hyènes, des crocodiles mais aussi des guépards (Huffman, source Internet). En réponse à un prédateur, le redunca court vers le couvert le plus proche en sautant, certains bonds plus hauts que d'autres. S'il est déjà à couvert et qu'il n'a pas été vu, il se tapit furtivement à terre, mais fuit d'un bond s'il est approché de trop près.

Selon nous, la véritable menace qui pèse sur cette espèce réside dans la diminution de ses habitats, du fait de la sécheresse et du pâturage illégal intensif à proximité du fleuve Niger.

Estimation des effectifs : la population de reduncas a été estimée à 450 en 1977 et entre 350 et 450 en 1983, à l'occasion des recensements en véhicule (East, 1986). Nous pensons qu'aujourd'hui il ne reste qu'une cinquantaine d'individus dans le Parc du W du Niger (d'après la méthode SAGEDOC).

Aire de distribution du Redunca (*Redunca redunca redunca*) :

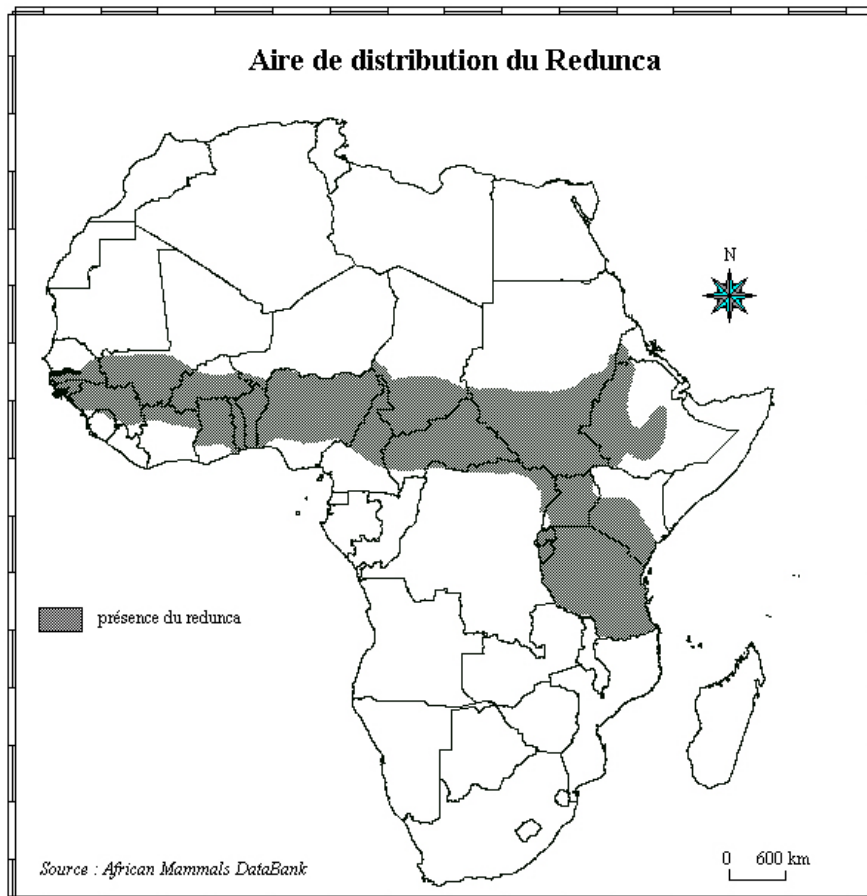


Figure 26. Aire de distribution du Redunca.

OUREBI

Ourebia ourebi

Anglais : *oribi* ; Zarma : *Nim bouka ouin*; Haoussa : *Bakia* ; Allemand : *bleichböckchen*.

Ordre : *Artiodactyla*.

Famille : *Bovidae*.

Sous-famille : *Antilopinae*.

Tribu : *Neotragini*.

Poids chez l'adulte : 14 à 21 kg.

Longueur : 92 à 140 cm.

Longueur de la queue : 6 à 15 cm ; **longueur des cornes** chez le ♂ 8 à 19 cm.

Hauteur au garrot : 54 à 67 cm.

Gestation : 195 à 210 jours (1 jeune par portée, intervalles entre mises bas : 7 à 8 mois, maturité sexuelle 14 mois chez le ♂, et 12 mois chez la ♀), (Chardonnet, 1995).

Description : blond à fauve roussâtre sur le dos et les flancs, ce qui contraste vivement avec le dessous blanc ; front et couronne brun roussâtre. L'ourébi possède de longues et grandes oreilles et ses cornes sont petites et droites ; une tache glandulaire noire sous l'oreille (cf. figure 27). Une zone de peau glabre formant une tache noire située sous la base de l'oreille est caractéristique. La femelle ne porte pas de cornes et peut être plus grande que le mâle.



Figure 27. Ourébi.

Organisation sociale : l'animal vit essentiellement en couple ou par petits groupes familiaux. Sur l'ensemble des observations d'ourébis en transect linéaire depuis 1988, on a une moyenne de 1,7 individus. Généralement, le mâle et la femelle défendent le territoire, bien qu'occasionnellement, il puisse y avoir deux ou plusieurs femelles résidentes. Les jeunes mâles sont chassés hors du territoire dès l'adolescence. Les mâles marquent leur territoire grâce à des glandes odoriférantes situées près des yeux. Certains auteurs (Jarman, 1974 ; Happold, 1977) présentent une incertitude quant à la territorialité de l'animal, mais tous s'accordent sur la taille importante du domaine vital (Jarman, 1974 ; Happold, 1977 ; Huffman, source Internet).

Affinités écologiques, habitat : l'ourébi évolue essentiellement en savane herbeuse ou arbustive. Il évite les habitats densément boisés tels que la forêt galerie. D'après nos observations, c'est en savane arbustive plutôt dégradée que l'ourébi est le plus fréquemment rencontré et notamment au niveau des zones brûlées. On pourrait croire qu'il préfère les milieux ouverts avec une visibilité importante, si l'on tenait pas compte du biais lié justement aux conditions de visibilité. Or on sait (Simon *et al.*, 1994) que l'ourébi utilise également les herbes hautes pour se dissimuler d'éventuels prédateurs.

Hydro-dépendance : l'ourébi possède une grande plasticité vis-à-vis de la ressource hydrique. Il peut s'abreuver tous les jours si l'eau est présente dans un périmètre proche de son territoire. Dans le cas contraire, il peut se passer de boire pendant plusieurs jours (2 à 3 jours). Il a donc une hydro-dépendance de niveau 2.

Cette particularité fait qu'il peut avoir un domaine vital relativement important pour sa taille s'il possède une certaine mobilité, or on le retrouve parfois assez loin d'un point d'eau permanent en saison sèche. Ces caractéristiques lui permettent de n'être quasiment pas limité dans sa distribution au sein du Parc du W.

Régime alimentaire : encore une fois l'ourébi possède une importante plasticité vis à vis de la ressource. En effet, cet ongulé est essentiellement pisseur, mais quand l'herbe devient rare pendant la saison sèche, il en consomme moins et broute alors des feuillages. Il est difficile de savoir si le régime alimentaire de cet ongulé est associé aux herbes courtes, comme on pourrait s'y attendre, ou aux herbes hautes, étant donné qu'elles lui procurent une protection face aux prédateurs. Il est probable que l'ourébi se nourrisse des deux types d'herbes si les items consommés sont suffisamment nutritifs. Il est en effet considéré par Jarman (1974) comme ayant un régime alimentaire sélectif (catégorie B).

Ils affectionnent également les jeunes regains d'herbacées, encore trop courts pour être consommés par les antilopes de plus grandes tailles telles que le bubale ou l'hippopotame.

Compétition inter-spécifique : l'ourébi ne semble pas être soumis à un type de compétition inter-spécifique, du moins dans le Parc du W. Une étude (Simon *et al.*, 1994) a montré que cette espèce utilise la présence d'autres grands ongulés, tels que le bubale ou le topi, comme stratégie anti-prédateur. Ces antilopes susceptibles d'entrer en compétition avec l'ourébi, car occupant le même type d'habitat, s'avèrent en réalité des "alliés".

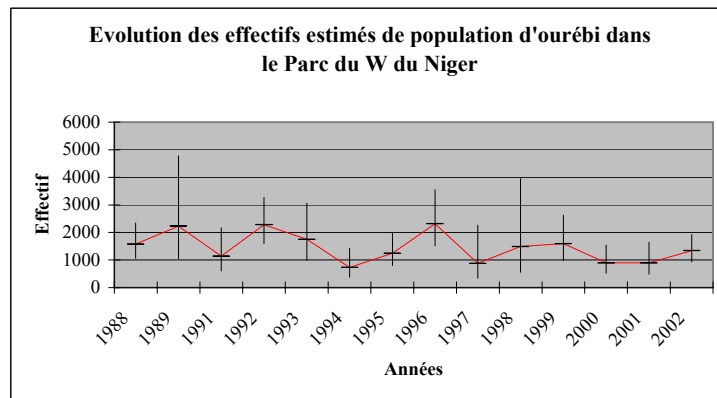
La plasticité importante de l'ourébi vis-à-vis des ressources lui permet d'avoir une certaine complémentarité avec d'autres ongulés de taille et de sociologie différentes.

Mortalité et menaces : les menaces qui pèsent sur cette espèce sont surtout celles des prédateurs, tels que le lion, la hyène, le guépard voire le crocodile et le python de Seba. L'ourébi est semble-t-il braconné assez régulièrement dans cette région (Bello, 1994). Il est certes difficile à chasser avec un fusil, en raison de sa vivacité, mais peut être victime de pièges à lacet ou à mâchoires.

Néanmoins le braconnage n'est apparemment pas de grande ampleur si l'on se réfère aux effectifs de population qui ont plutôt tendance à rester stable.

Estimation des effectifs :

Figure 28. Evolution des effectifs estimés de population d'ourébi dans le Parc du W du Niger.



D'après la méthode du transect linéaire, les effectifs de population évoluent entre 1000 et 2000 individus dans le Parc du W. On constate une certaine constance dans les effectifs, puisqu'on retrouve quasiment le même nombre d'individus en 1991, 1995 et 2002.

Ce nombre est d'ailleurs proche de la moyenne (1454 individus) des estimations des effectifs de population d'ourébi de 1998 à 2002.

La population a été estimée à 630 individus en 1977 et entre 500 et 600 individus en 1983, lors des recensements aériens. Si on estime que les deux méthodes sont comparables, les effectifs de population seraient croissants, ce qui est tout à fait probable.

Aire de distribution de l'Ourébi (*Ourebia ourebi*) :

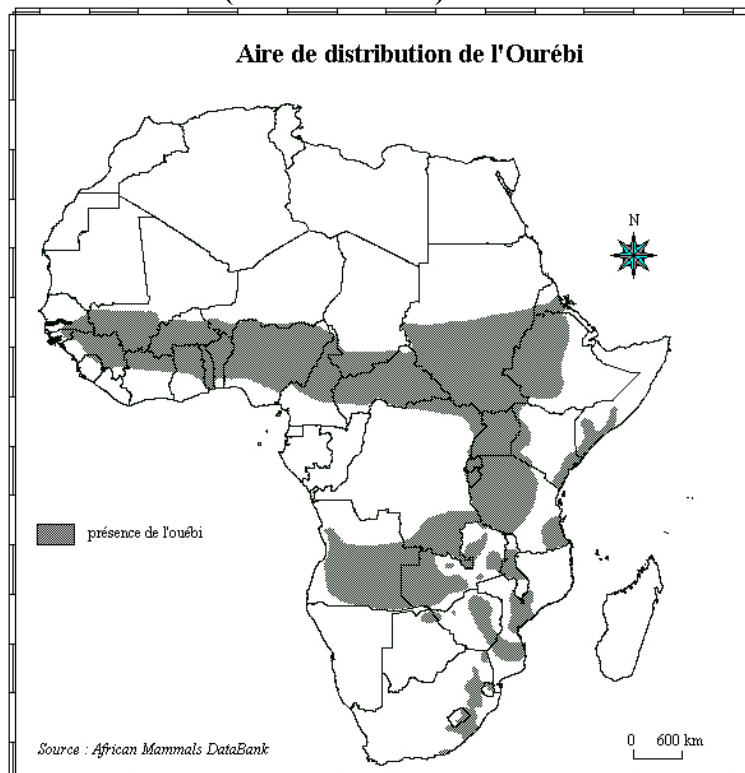


Figure 29. Aire de distribution de l'Ourébi.

PHACOCHERE

Phacochoerus aethiopicus

Anglais : *Warthog* ; Zarma : *Gandji Brignan*; Haoussa : *Giado*. Allemand : *Warzenschwein*.

Ordre : *Artiodactyla*.

Famille : *Suidae*.

Poids chez l'adulte : 50 à 110 kg.

Longueur chez l'adulte : 110 à 135 cm

Longueur de la queue chez l'adulte : ~ 40 cm.

Gestation : 150 à 175 jours (entre 2 et 6 jeunes par portée).

Description : le phacochère est gris, presque glabre avec des poils hérissés autour de la gueule et une crinière longue et raide sur la nuque et les épaules (cf. figure 30). Le mâle a deux paires d'impressionnantes verrues et de larges défenses pouvant atteindre 60 cm de long qui se courbent vers l'extérieur puis au-dessus vers l'intérieur. La femelle est plus petite que le mâle.



Figure 30. Phacochère.

Organisation sociale : le phacochère a une structure familiale. Les groupes observés sont le plus souvent composés de la femelle et de ses petits, mais le mâle peut être également présent ainsi que certains subadultes ou *yearling* (jeunes de l'année précédente). Il est fréquent aussi d'observer des mâles solitaires.

Ils ne sont pas territoriaux et semblent avoir un domaine vital assez important de l'ordre de plusieurs dizaines d'hectares voir une petite centaine.

La structure sociale du phacochère est donc basée sur la famille mais n'est pas toujours uniforme. La moyenne des observations réalisées lors des recensements en véhicule de 1988 à 2002 est de 3,7 individus.

Affinités écologiques, habitat : les phacochères peuvent évoluer dans une large gamme d'habitats. C'est toutefois en savane arbustive qu'on les rencontre le plus fréquemment, et plus généralement dans les milieux plutôt ouverts, bien qu'ils ne semblent pas particulièrement éviter les milieux denses. En effet, l'essentiel de leur ressource nutritionnelle se trouve en savane arbustive ou arborée claire et en savane herbeuse.

Les phacochères passent la nuit dans des cavités connues par les individus évoluant au sein du même domaine vital. Ces cavités ne sont pas spécifiquement attribuées à un ou plusieurs individus.

Hydrodépendance : les phacochères sont très hydrodépendants pour deux raisons principales :

- ils doivent boire quotidiennement, une voire deux fois par jour en fin de saison sèche ;
- ils prennent des bains de boue, entre autres pour se munir d'une couche protectrice aux parasites.

Régime alimentaire : les phacochères, à l'instar de nombreux suidés, possèdent un régime très opportuniste. Bien qu'au départ pousseur, ils peuvent également se nourrir de tubercules, de bulbes ou de racines dans une position de nutrition caractéristique : "à genoux" (en réalité sur les "poignets") et le groin fouissant le sol.

Cette espèce consomme néanmoins, notamment en saison des pluies, une large variété d'herbacées et contrairement à plusieurs ongulés ne paraît pas rechercher les regains suite au passage des feux.

Compétition inter et intra-spécifique : hormis le fait que le phacochère soit très lié à la ressource hydrique, il fait preuve d'une grande souplesse dans son régime alimentaire et dans ses relations avec ses conspécifiques. C'est pourquoi il ne représente pas, selon nous, une espèce susceptible d'entrer en compétition avec les autres ongulés du Parc.

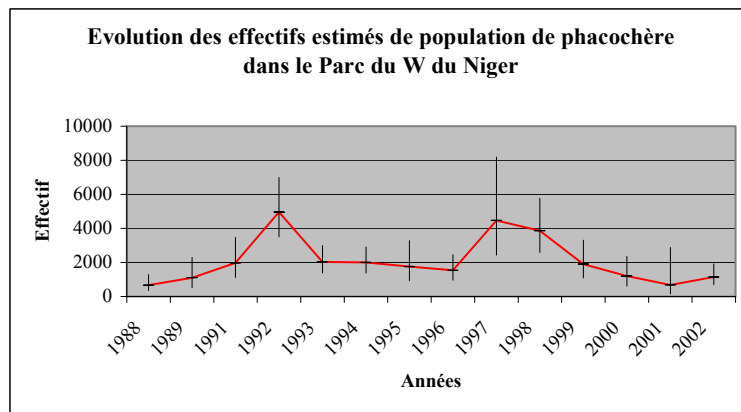
Mortalité et menaces : le phacochère est essentiellement la proie du lion. En dépit de sa petite taille, il offre une résistance peu commune à ceux qui osent l'attaquer et peut infliger des blessures mortelles avec ses défenses.

Le braconnage peut en revanche lui nuire de façon dramatique. Cependant, le fait d'être dans un pays musulman permet de diminuer la pression de braconnage sur cette espèce, normalement interdite à la consommation en raison de sa parenté avec le porc. Sa population, est d'ailleurs importante dans le Parc du W, bien qu'elle semble en baisse si l'on se réfère aux résultats obtenus en transect linéaire.

La sécheresse constitue selon nous une menace réelle quant à la conservation de cette espèce. En effet, le phacochère est véritablement très lié à la ressource hydrique et une baisse de la pluviométrie peut se ressentir sur les effectifs de population.

Estimation des effectifs : d'après les résultats obtenus avec le logiciel *Distance* à partir des données récoltées en transect linéaire, nous estimons que la population est comprise entre 1000 et 1500 individus dans le Parc du W du Niger (cf. figure 31). La population est certes importante, comparée à d'autres ongulés, mais la densité de phacochères n'est pas vraiment élevée, comparée à d'autres parcs africains.

Figure 31. Evolution des effectifs estimés de population de phacochère dans le Parc du W du Niger.



Aire de distribution du Phacochère (*Phacochoerus aethiopicus*) :

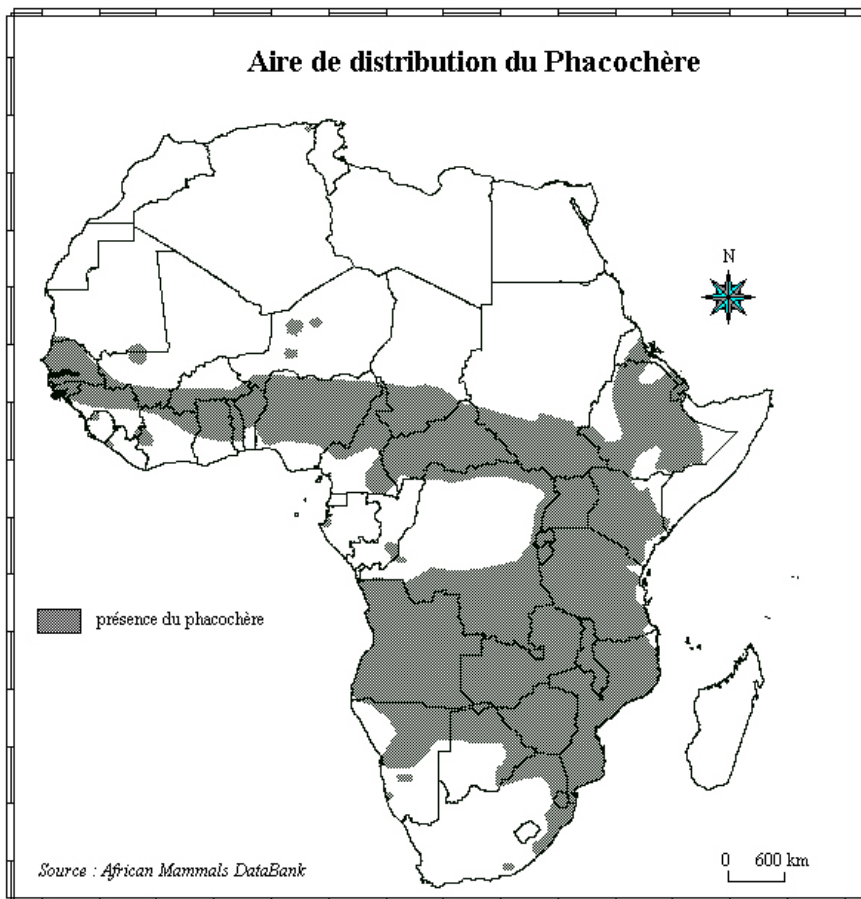


Figure 32. Aire de distribution du Phacochère.

PATAS

Erythrocebus patas patas

Anglais : *Patas* ou *Red Monkey* ; Zarma : *Foono-Kirey* ; Haoussa : *Jan-Biri* ; Allemand : *Husarenaffe*.

Ordre : Primates.

Famille : *Cercopithecidae*.

Taille chez l'adulte mâle: 60 à 65 cm.

Longueur de la queue chez l'adulte mâle: 43 à 72 cm.

Poids chez l'adulte mâle : 7 à 10 kg, (Happold, 1977).

Description : Le pelage est roux sur le dessus du corps, gris argenté dessous et sur les parties inférieures des membres (cf. figure 33). Le mâle a le scrotum bleu vif et est deux fois plus grand que la femelle. Le patas est souvent comparé à un lévrier, du fait de sa façon de courir et de son corps svelte et de ses longues pattes.

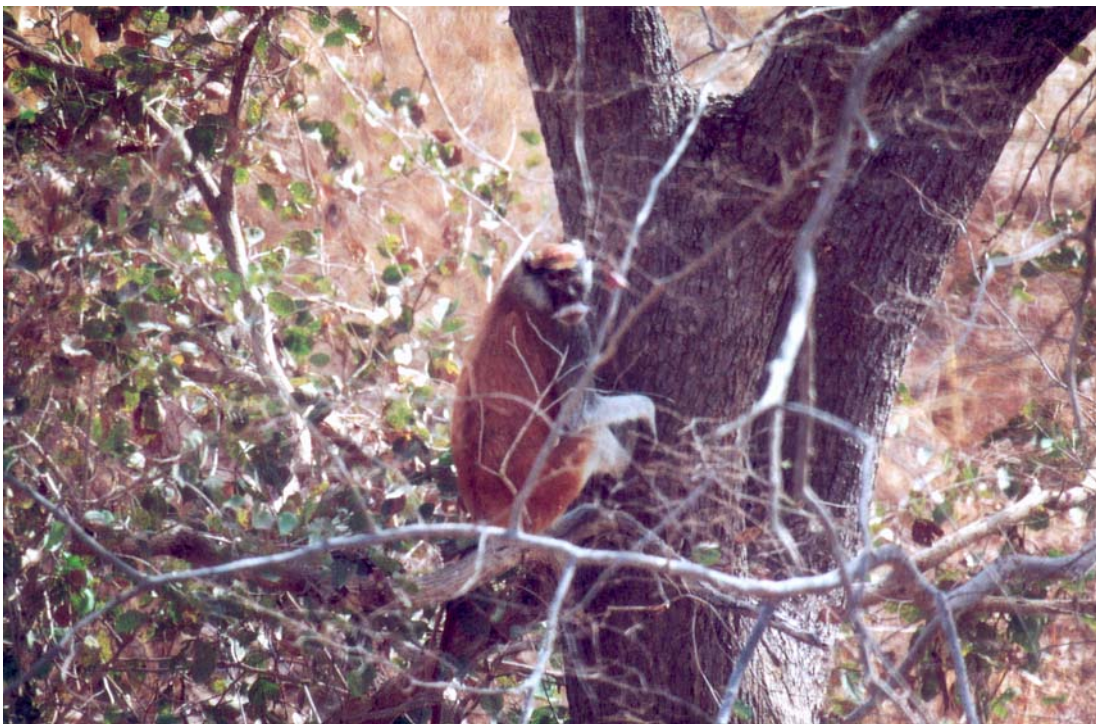


Figure 33. Patas.

Organisation sociale : les patas vivent en bande pouvant compter jusqu'à 30 individus. L'organisation sociale est de type harémique : un seul mâle adulte contrôle jusqu'à plus de vingt femelles adultes accompagnées de leur progéniture. Les mâles quittent la bande à l'approche de la maturité sexuelle et vivent soit en solitaires, soit rejoignent des bandes de mâles célibataires (Adie *et al.*, source Internet). Les patas ne semblent pas territoriaux ni sédentaires. Ils évoluent au sein d'un domaine vital pouvant atteindre plusieurs dizaines de km².

Affinités écologiques, habitat : les patas ont une nette préférence pour les habitats ouverts, tels que la savane arbustive claire, à condition qu'il y ait un minimum d'arbustes pour s'y retrancher en cas d'attaque d'un prédateur, bien que ces primates puissent attendre des vitesses de plus de 50 km/h. Les patas évoluent davantage au sol que dans les arbres sauf durant la nuit où ils dorment en haut des arbres ou des arbustes.

Hydrodépendance : les patas ne sont pas réellement hydrodépendants si l'on se base sur la distance maximale d'observation aux points d'eau permanents. En effet, on peut les trouver dans les secteurs les plus arides du Parc du W et de la Réserve de Tamou, ce qui prouve qu'ils ne sont pas obligés de s'abreuver quotidiennement. Leur régime alimentaire ainsi que leur importante capacité de déplacement leur permettent de s'aventurer à plusieurs dizaines de kilomètres des points d'eau.

Régime alimentaire : ils ont un régime de type omnivore, puisqu'ils mangent aussi bien des fruits, des graines, des herbacées que des insectes voire des petits vertébrés. La diversité de leur régime alimentaire combinée à leur faible hydrodépendance et à leur grande mobilité font qu'ils possèdent un domaine vital important composé de plusieurs formations végétales.

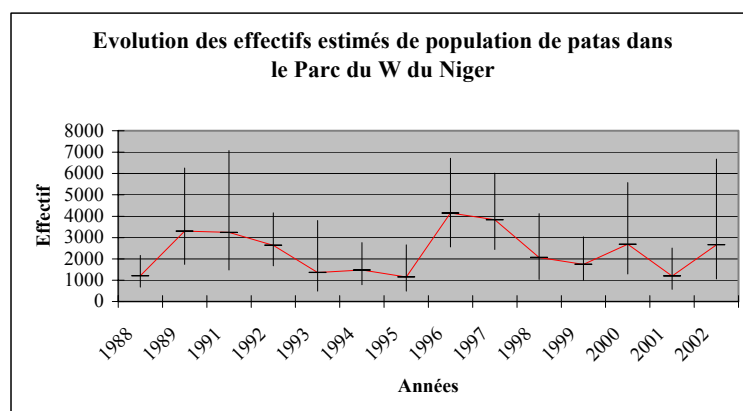
Compétition interspécifique : les patas ont des habitats bien différenciés des autres primates du Parc, les cynocéphales et les vervets qui évoluent davantage en milieu arboré. De plus leur faible hydrodépendance leur permet de circuler dans les zones les plus sèches, synonymes pour les autres primates de milieux très défavorables. C'est pour ces raisons, entre autres, qu'il n'existe pas de compétition entre les patas et les autres grands mammifères du Parc.

Mortalité et menaces : il ne semble pas exister de causes précises quant à la mortalité des patas. Ils n'ont pas de réels prédateurs, même si des chasses réalisées par le guépard ont été observées. En revanche, il existe deux menaces bien réelles qui pèsent sur les patas :

- l'avancée de la sécheresse générant une diminution des ressources nutritives dans la partie nord de son aire de distribution ;
- et la capture de patas, à des fins d'expérimentations animales ou en tant qu'animal de compagnie.

Estimation des effectifs : d'après les résultats obtenus avec le logiciel *Distance* à partir des données récoltées en transect linéaire, on peut estimer la population de patas comprise entre 2000 et 2500 individus. En revanche en utilisant la méthode SAGEDOC, la population estimée est nettement inférieure puisqu'il y aurait entre 1000 et 1500 individus.

Figure 34. Evolution des effectifs estimés de population de patas dans le Parc du W du Niger.



Aire de distribution du Patas (*Erythrocebus patas*) :

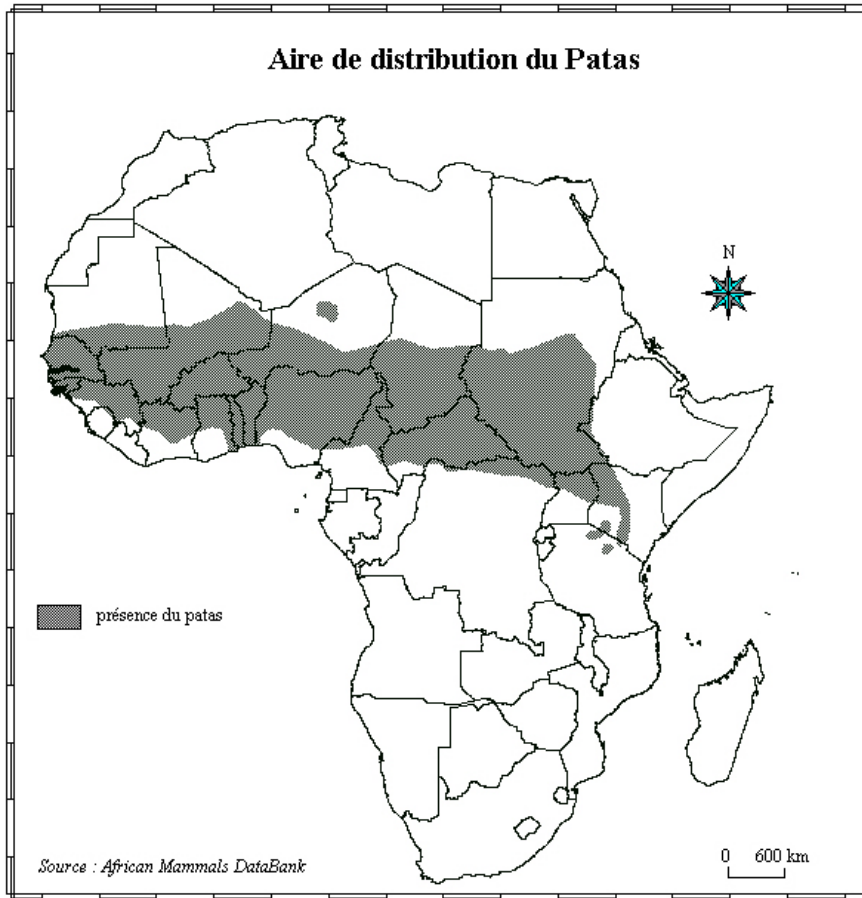


Figure 35. Aire de distribution du Patas.

On remarquera que l'aire de distribution du patas s'étend de la zone nord-sahélienne à la zone guinéenne, soit une amplitude assez vaste par rapport au régime pluviométrique donc aux types de paysages rencontrés.

VERVET

Cercopithecus aethiops tantalus

Anglais : *Green monkey, vervet*; Zarma : *Wankalga* ; Haoussa : *Toawan-Biri* ; Allemand : *Grünmeerkatze*.

Ordre : Primates.

Famille : *Cercopithecidae*.

Taille chez l'adulte : 49 à 65 cm chez le ♂ et 45 cm chez la ♀.

Longueur moyenne de la queue chez l'adulte : 56 cm chez le ♂ et 51 cm chez la ♀.

Poids moyen chez l'adulte : 6 kg chez le ♂ et 4 kg chez la ♀.

Description : le pelage est gris vert olive, au-dessous du corps blanchâtre. La face est noire avec des favoris blancs et la queue longue avec l'extrémité blanche (cf. figure 36). Le mâle possède un scrotum bleu turquoise.

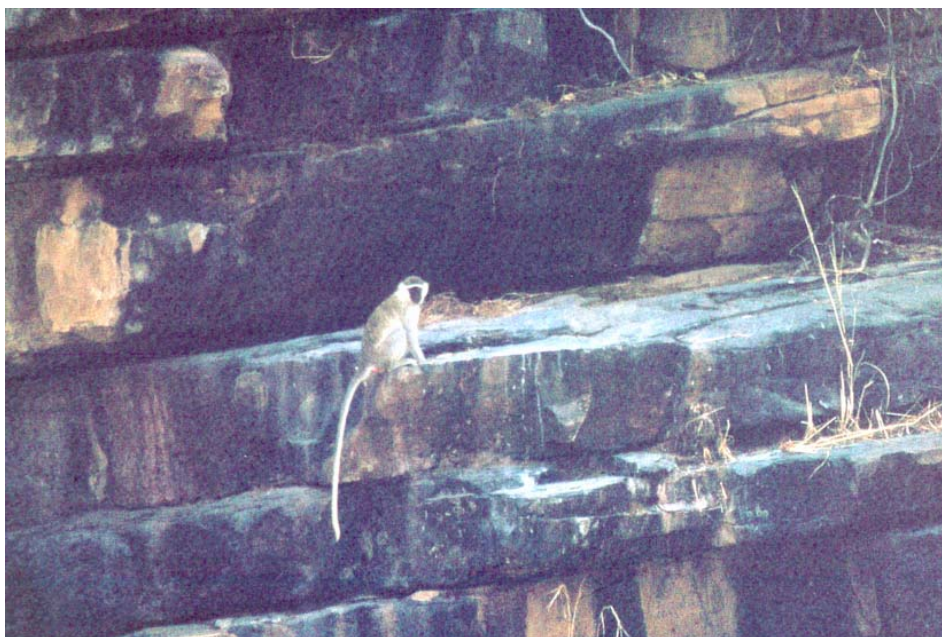


Figure 36. Vervet.

Organisation sociale : les vervets vivent en petits groupes composés d'un dizaine d'individus (mâles et femelles) en moyenne mais pouvant aller jusqu'à 25. Ils évoluent au sein de petits domaines vitaux plus ou moins défendus par un mâle dominant aidé parfois le reste du groupe.

Affinités écologiques, habitat : les vervets évoluent essentiellement dans les milieux arborés de préférence denses, tels que la savane arborée ou la forêt galerie. Ils ne s'éloignent généralement pas des arbres qui leur fournissent l'essentiel de leur nourriture et un dortoir sécurisé.

Ils s'aventurent au sol pour se rendre au point d'eau ou pour s'alimenter de certaines herbacées et des graines notamment. Bien que très lié au milieu boisé, on peut le considérer comme la sous-espèce de *Cercopithecus* la plus caractéristique de la savane.

Hydrodépendance : les vervets sont apparemment très liés à la ressource hydrique puisqu'ils sont toujours observés à proximité des points d'eau. Néanmoins les observations récoltées sur certains sites en fin de saison sèche, nous font penser qu'il est capable de se contenter de l'eau contenue dans ses aliments en cas d'assèchement du point d'eau le plus proche, mais pour une durée qui reste à déterminer.

Régime alimentaire : le vervet est un omnivore opportuniste, il consomme fruits, graines, fleurs, feuilles, graminées, pousses, épines, écorce, gomme d'*Acacia* et aussi invertébrés et petits vertébrés : oeufs d'oiseaux, oisillons, moineaux, tourterelles, lézards et petits rongeurs.

Compétition interspécifique : s'il existe une compétition, c'est éventuellement avec les cynocéphales qui peuvent occuper les mêmes dortoirs et par conséquent s'alimenter dans les domaines vitaux des vervets. Mais étant donné la variété importante des aliments consommés par les vervets et les cynocéphales, une cohabitation est tout à fait envisageable sans que cela soit au détriment d'une espèce ou d'une autre.

Mortalité et menaces : de toute évidence la menace la plus sérieuse réside dans la diminution de son habitat favorable, notamment du fait de la sécheresse et de l'exploitation de la ressource végétale par l'homme, pour le défrichage, le bois de chauffage ou la pharmacopée.

Estimation des effectifs : d'après la méthode SAGEDOC, la population de vervet est estimée à un millier d'individus dans le Parc du W.

Aire de distribution du Singe vert (*Cercopithecus aethiops*) :

Aire de distribution du Singe vert



Source : site Internet, Mammifères du Niokolo Badiar

Figure 37. Aire de distribution du Singe vert.

Cette distribution comprend les sous-espèces *C. a. tantalus* et *C. a. sabeus* notamment.

CYNOCEPHALE

Papio cynocephalus anubis

Anglais : *Olive Baboon* ; Zarma : *Foono-Bi* ; Haoussa : *Bakin-Biri*; Allemand : *Sphinx-Pavian*.

Ordre : Primates.

Famille : *Cercopithecidae*.

Taille chez l'adulte : 73 à 78 cm chez le ♂ et 52 à 60 cm chez la ♀.

Longueur de la queue chez l'adulte : 52 à 60 cm chez le ♂ et 41 à 53 cm chez la ♀.

Poids chez l'adulte : 20 à 30 kg chez le ♂ et 1 à 15 kg chez la ♀ (Happold, 1977).

Gestation : entre 180 et 210 jours (1 jeune par portée).

Description : le pelage est dense de couleur vert-foncé avec des bandes plus ou moins claires formées par la longueur et la densité des poils. Les mâles ont une fourrure plus longue et plus épaisse sur le haut du crâne, le coup, les épaules et une partie du dos (cf. figure 38). Le cynocéphale est puissant et possède une dentition impressionnante.



Figure 38. Cynocéphale.

Organisation sociale : les cynocéphales évoluent en groupe composé de plusieurs mâles et femelles accompagnées de leurs progénitures, pouvant atteindre jusqu'à 60 individus.

Il existe une hiérarchie au sein des mâles et des femelles sans que l'on puisse pour autant parler d'un individu dominant. Les différentes places occupées dans les grands arbres servant de dortoir, constituent, d'une certaine façon, un moyen d'évaluer la hiérarchie au sein du groupe.

Bien que leurs domaines vitaux soient bien définis, les cynocéphales ne semblent pas territoriaux. Les domaines vitaux de plusieurs groupes peuvent se chevaucher, mais ils ont tendance à éviter les rencontres entre groupes, qui peuvent occasionner des tensions assez vives.

Affinités écologiques, habitat : les cynocéphales évoluent dans une large gamme de formations végétales, allant de la savane arbustive dégradée à la forêt galerie. Ils se nourrissent d'une multitude d'aliments répartis dans différents biotopes. Néanmoins, il existe une composante primordiale dans le choix de leur habitat nocturne, car celui-ci doit obligatoirement posséder des grands arbres servant de dortoirs sécurisés. Malgré leur masse importante, ces primates grimpent de manière très habile et passent toutes leurs nuits dans les grands arbres présents en forêt galerie ou en savane arborée dense.

Hydrodépendance : les cynocéphales sont très liés à la ressource hydrique puisqu'ils doivent boire quotidiennement. Ils passent d'ailleurs de longues heures autour des points d'eau en saison sèche notamment en fin de matinée entre 10h et 12h.

La sécheresse peut avoir des conséquences dramatiques sur la population de ces primates et lors des années particulièrement arides la mortalité peut être élevée.

Régime alimentaire : les cynocéphales, à l'instar des autres primates du Parc, ont un régime omnivore très opportuniste. Ils se nourrissent essentiellement de végétaux, tels que des fruits, des herbes, des feuillages, des racines, des bubles, mais également d'insectes, de petits vertébrés, de poissons, de coquillages et même parfois de vervets ou de petites antilopes.

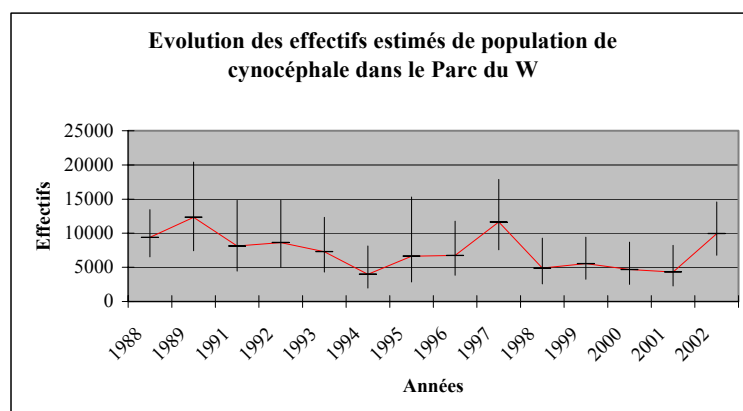
Compétition inter et intraspécifique : cf. fiche descriptive des vervets pour la compétition interspécifique. Il peut exister une compétition intraspécifique entre groupes rivaux et au sein d'un même groupe notamment lors des années de sécheresse provoquant une pénurie d'eau et de la ressource alimentaire.

Mortalité et menaces : les cynocéphales peuvent être la proie des lions, bien qu'ils ne présentent pas de comportements très craintifs à leurs égards. En cas de présence des grands félins, ils émettent des cris d'avertissements, mais ne quittent pas immédiatement la mare pour autant.

Les cynocéphales semblent être parfois la cible des braconniers, mais c'est le manque d'eau, certaines années, qui constitue la principale cause de mortalité. Il est donc impératif pour les gestionnaires du Parc, d'aménager certains points d'eau de forages, en cas de pénurie d'eau lors des années arides.

Estimation des effectifs : la population de cynocéphales a été estimée d'après les résultats du logiciel *Distance* à partir des données récoltées en transect linéaire à environ 5000 individus. D'après la méthode SAGEDOC, la population serait comprise entre 4500 et 6000 individus.

Figure 39. Evolution des effectifs estimés de population de cynocéphales dans le Parc du W.



ANNEXE 2

Autres techniques de recensement.

Recensement aérien⁸⁴.

Les premiers programmes de reconnaissance aérienne ont été mis au point par Gwynne et Croze (1975-1976), Cobb (1975-1976), Western (1976) et Croze (1978), (Poilecot *et al.*, (1991), en Afrique orientale pour la reconnaissance écologique d'écosystèmes de savane particuliers tels que les savanes du Parc du Serengeti (Tanzanie), d'Amboseli ou de Tsavo (Kenya).

Le principe est de parvenir à une reconnaissance aérienne systématique, en parcourant les mêmes trajets régulièrement. Pour cela, un découpage de l'espace observé doit être réalisé sous forme de transects distants de quelques kilomètres (4 à 6 km, en général).

L'altitude de vol est en général fixée à 100 mètres, ce qui permet de conserver une largeur de bande d'observation constante. Conformément aux résultats obtenus en Afrique de l'Est, la largeur de la bande d'observation (à l'intérieur de laquelle sont comptés les animaux) est fixée entre 250 et 400 mètres (entre 125 et 200 m de part et d'autre de l'avion). Pennycuick et Western (1972), cité par Poilecot *et al.*, (1991), ont démontré que ce sont les bandes d'observation situées entre 250 et 400 m qui fournissent les résultats les plus précis car les observateurs peuvent dans ce cas apercevoir la largeur totale de la bande sans être obligés à des mouvements oculaires constants et se fatiguent donc moins rapidement.

La largeur de la bande d'observation, connue, est déterminée par la pose de cannes (métalliques ou en bois) sur les haubans de l'avion et parallèles au fuselage.

En général, l'ensemble de la zone de prospection est couvert d'un quadrillage d'une surface préalablement déterminée, afin que chaque carré constitue une unité d'interprétation, dans laquelle les données sont reportées. Une série de photographies aériennes couvre la zone survolée.

Le survol est réalisé à l'aide d'un avion de type CESSNA 172 ou 182, à une vitesse moyenne de 170 km/h, de 6h à 10h du matin. La collecte des données nécessite la participation de quatre personnes :

- un pilote dont la tâche principale consiste à respecter aussi fidèlement que possible l'altitude (contrôle par altimètre-radar type Collins), la vitesse et la direction prescrites. Une carte géographique au 1/200 000^{ème}, sur laquelle sont portés les transects et les numéros des carrés, est utilisée pour la navigation. Le pilote annonce l'heure du début et de la fin de chaque transect ainsi que le changement de carré.
- Deux compteurs d'animaux (un à droite et un à gauche de l'appareil) qui enregistrent sur bande magnétique ou papier les informations données par le pilote (heure, n° des transects, n° des carrés) et les observations concernant la faune : espèce, nombre calculé ou estimé des animaux, habitat, numéros des photographies pour les troupeaux importants.
- Un observateur écologique occupant la place du copilote qui contrôle durant le vol tout le terrain visible et qui enregistre sur bande magnétique les paramètres d'habitat pour chaque demi-carré.

⁸⁴ Ce protocole de recensement aérien est décrit par Poilecot *et al.*, 1991.

Les observations obtenues lors des recensements aériens dans le Parc du W s'avèrent peu exploitables pour la majorité des espèces, étant donné la configuration du milieu. Elles sont véritablement utiles pour l'estimation des mammifères de grande taille et grégaires, tels que les éléphants, les buffles, les hippotragues, les bubales et les cobes (Buffon et defassa). Pour ces espèces, elles offrent un bon complément des données récoltées en point fixe ou le long des pistes.

Une autre méthode de recensement basée sur les mêmes principes d'échantillonnage et d'estimation est le comptage pédestre, également appelée *block-counting*.

Recensement pédestre.

Une stratégie d'échantillonnage doit être réalisée, afin de tenir compte de l'ensemble des habitats de la zone prospectée et de respecter leur proportion pour une représentativité optimale.

Les transects présentés (cf. figure 40) ont été déterminés dans le Parc du W et la zone de diffusion à partir de 3 facteurs :

- la facilité de dépose et de reprise des observateurs,
- la nécessité de présence d'un point d'eau sur le transect,
- la couverture d'au moins 1/3 de l'ensemble de l'aire protégée.

Le découpage de la zone se fait par secteurs, où plusieurs équipes d'observateurs (à évaluer en fonction du secteur), séparées de 2 km les unes des autres, suivent un transect dont le départ s'effectue simultanément. Cette méthode permet de minimiser les recouvrements d'observations pour un même secteur. Nous conseillons d'opérer par secteur pour ce type de comptage, car si l'ensemble des transects étaient réalisés le même jour, la mise en place de la logistique provoquerait d'importants dérangements pour la faune.

Pour la direction des transects, nous avons déterminé un principe : ils doivent tous aboutir à un point d'eau pérenne, qu'il s'agisse de la rivière Mékrou, de la rivière Tapoa ou du fleuve Niger.

On peut alors émettre l'hypothèse que la probabilité de détection augmente au fur et à mesure que l'on s'approche de la fin du transect, pour les espèces hydrodépendantes. Les traitements statistiques aboutissants à l'établissement de densité peuvent tenir compte de cette variable, et calibrer les estimateurs en fonction du degré d'hydro-dépendance des espèces.

Les équipes sont constituées de cinq personnes :

- un pilote, muni d'une boussole ou d'un GPS, chargé de maintenir le cap de l'azimut préétabli,
- 2 observateurs situés au centre, balayant les côtés d'observations et notant les informations,
- 1 observateur écologique, notant le type de paysage de manière systématique tous les 100 m,
- 1 garde assurant la protection du groupe.

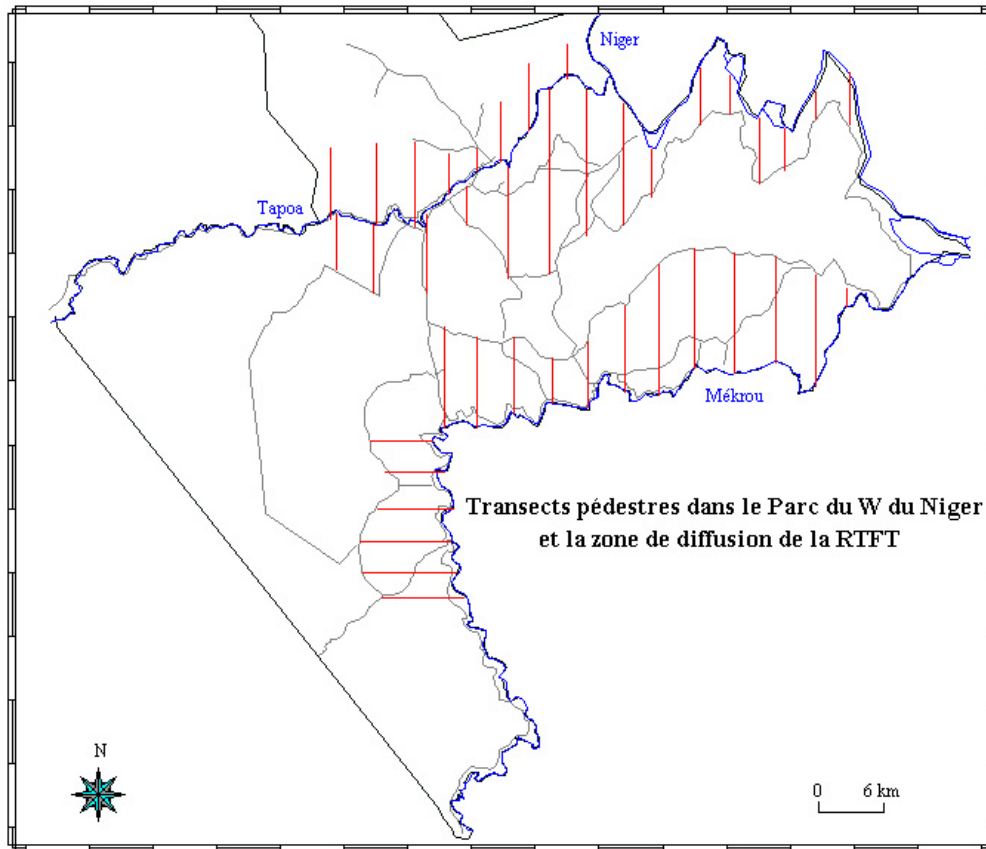


Figure 40. Transects pédestres dans le Parc du W du Niger.

Il est évident que dans notre conception de l'analyse de la distribution des mammifères, le fait de se munir d'un GPS pour ce genre de travaux est doublement préférable à la boussole. Tout d'abord parce qu'il est plus fiable que la boussole pour se diriger et surtout parce qu'il permet le prélèvement des coordonnées géographiques des observations, qui sont donc incorporables par la suite dans la base de données géographiques.

Pour ce type de recensement, nous optons pour la méthode de calcul reposant sur les mêmes principes que le transect linéaire. On ne détermine donc pas une bande d'observation fixe de part et d'autre du transect, mais on note la distance d'observation et l'angle radial. Ce choix s'effectue pour des raisons identiques à celles du recensement en véhicule et aussi dans un souci d'harmonisation des techniques de comptages.

De nouvelles méthodes plus sophistiquées ont vu le jour ces dernières années, notamment grâce aux progrès techniques réalisés dans le domaine de la micro-informatique. Dans le paragraphe suivant, nous allons passer en revue ces méthodes élaborées pour assurer le suivi des animaux et voir dans quelle mesure elles peuvent s'avérer utiles dans le cadre de notre étude.

Nouvelles méthodes de suivi des animaux (*monitoring*).

Il existe plusieurs façons d'observer de près ou de loin les mouvements migratoires des différents animaux. Tous les exemples (hormis le *Cybertracker*) que nous allons évoquer sont basés sur le principe de capture (physique) - recapture (physique ou visuelle).

Observations à courte distance.

- Le **transpondeur**, d'une taille de 2 cm environ est inséré en général dans la patte de l'animal. Cette technique permet, à l'aide de capteurs situés dans le sol à un endroit où l'animal a toutes les chances de passer, de localiser celui-ci. Ces capteurs sont souvent associés à un lieu d'alimentation possible. Mais cette technique est très incertaine car l'animal ne doit pas passer trop loin des capteurs au risque de passer inaperçu.

Le transpondeur est également utilisé pour étudier la dispersion chez les jeunes (Giboulet, 2001). Dans ce contexte il est implanté sur le dos de l'animal et nécessite une recapture physique (sans anesthésie) pour identifier de l'individu.

Cette application "pourrait" être utilisée dans la zone d'étude pour analyser les mouvements des prédateurs nocturnes comme le lion ou la hyène.

- Les **radiotélémetres** sont composés d'un émetteur, d'une antenne et d'une pile rattachés au sujets par divers moyens. Dans le cas des gros animaux, on utilise surtout un harnais ou un collier tandis que les adhésifs, les broches sous-cutanées et les implants chirurgicaux sont employés lorsque les harnais sont trop encombrants, dans le cas notamment des oiseaux plongeurs. Bien que les gros appareils durent plus longtemps et ont une plus grande portée, on ne met jamais aux petits animaux des émetteurs qui dépassent 6 % de leur poids (3 % pour les oiseaux) afin de ne pas leur nuire.

Grâce à la radiotélémesure, on peut obtenir d'importants renseignements sur les limites territoriales, l'interaction entre les populations, les aires et le taux de reproduction, la consommation de nourriture et les autres comportements, car l'on peut situer et observer chaque animal.

Les radiotélémetres pourraient être appliqués aux ongulés dont les domaines vitaux sont de petites tailles et vivant en milieu fermé donc difficilement observables, comme le guib harnaché ou le céphalophe de Grimm, voire le céphalophe à flancs roux s'il en existe encore dans le Parc.

Observations à longue distance.

il y a deux principaux moyens qui permettent de localiser les animaux sur une longue distance : le GPS et la balise ARGOS.

- Le **GPS** offre une combinaison d'avantages non négligeables. Un point peut être fait de manière systématique (par seconde, par minute, etc..) avec une précision relativement importante. En effet, 95 % de ces relevés auront une erreur inférieure à + ou - 50 mètres et 99 % une erreur inférieure à + ou - 150 mètres, et il n'y a aucune limite de portée.

Un enregistreur de vol miniature, basé sur le GPS, a été récemment mis au point. Cet appareil est assez léger pour être placé sur des oiseaux dont le poids dépasse les 0,5 kg. Il enregistre les informations, temporellement indexées, de latitude, de longitude et vitesse par rapport au sol. L'enregistreur GPS a une capacité de stockage de données d'environ 90 000 points, il est composé d'un récepteur, d'un équipement d'exploitation, une antenne, une alimentation électrique, un convertisseur CC/CC réunis en un seul appareil. Le poids actuel de l'ensemble est de 33 grammes. Les données sont récupérées au retour de l'animal.

Ce système, à condition que l'autonomie de fonctionnement devienne importante, pourrait s'avérer très utile pour connaître les déplacements en saison sèche des grands ongulés paisseurs comme le bubale, le buffle ou l'hippopotame. Les données récoltées nous permettraient d'analyser les modes d'occupation de l'espace et d'organisation (compétition inter-spécifique) autour des points d'eau fréquentés.

- Une **balise ARGOS** est un émetteur puissant capable d'envoyer des signaux à un satellite. La fréquence d'émission est commune à tous les émetteurs (401,650 MHz). L'intervalle entre 2 émissions doit être inférieur à 100 secondes. Le système ARGOS calcule la localisation des émetteurs en mesurant l'effet Doppler : la fréquence du signal reçu est plus élevée que celle du signal émis lorsque le satellite s'approche de l'émetteur, elle est plus basse lorsqu'il s'en éloigne. Une position précise ne peut être obtenue que si le satellite reçoit au moins 4 fois le signal de l'émetteur lors de son passage. Il est donc possible de localiser la balise par rapport à la position du satellite.

Une utilisation conjointe du GPS et de la balise ARGOS a été expérimentée lors du programme ECOFAC, afin de suivre les déplacements d'un jeune éléphant (25 ans) en milieu forestier. A ce dispositif était ajouté un émetteur VHF permettant également un suivi au sol ou par avion à l'aide d'un récepteur VHF directionnel. Cette expérience avait pour objectif de répondre aux contraintes de suivi imposées par le milieu forestier.

Nous estimons que ce genre de méthodes revêt un intérêt particulier pour le suivi des éléphants dans notre zone d'étude, afin de comprendre notamment les changements inter-saisonniers dans leur distribution. En effet, l'étude de la répartition des pachydermes ne peut se faire qu'à l'échelle de ce grand ensemble que constituent les aires protégées du Bénin, du Burkina Faso, du Niger et du Togo, à savoir : la Pendjari, l'Arli, le W et l'Oti-Mondouri ainsi que les réserves de faune adjacentes, soit le complexe WAPO.

Les dénombrements (aériens, en points fixes et sur itinéraire) d'éléphants effectués ces dernières années (1992-2001) dans le Parc du W au Niger ont révélé une très grande variabilité au niveau des résultats obtenus.

Cette variabilité est probablement due à un problème d'échelle (trop grande) au niveau des comptages et à une répartition inter-saisonnière très changeante.

On pourrait donc en utilisant un système multiple géoréférencé de suivi des effectifs d'éléphants exploitable au sein d'un SIG, analyser et comprendre les différents facteurs et mécanismes qui agissent sur la répartition des pachydermes.

Il serait également intéressant de parvenir à instaurer un suivi dans chaque Parc et réserve du complexe, sur le modèle du programme MIKE, à l'aide du *Cybertracker*.

Le Cybertracker.

Les récents développements de la technologie informatique et des GPS ont permis une évolution plus conviviale des modes de collecte et des transferts de l'information. En particulier, un scientifique sud-africain, Louis Liebenberg, qui était originellement intéressé par l'utilisation de l'extraordinaire capacité de pistage des *Bushmen* du Kalahari pour le suivi des populations animales, a inventé ce qu'il a dénommé le *Cybertracker*. Associant un ordinateur de poche (du type Palm Pilote ou Visor) lié à un GPS, Liebenberg a développé un programme permettant aux utilisateurs de collecter des observations relativement complexe et géoréférencées grâce à la sélection de séquences d'icônes sur l'écran de l'ordinateur de poche.

Ces données étant simultanément transférées dans un SIG, la saisie manuelle des informations est annulée, tout comme le risque d'erreur, et le processus de l'information considérablement raccourci et sécurisé.

Le système étant hautement adaptable, les bases de données peuvent être ajustées à des contextes particuliers et à des objectifs précis de suivi.

Les gardes enregistrent les observations au cours de leurs patrouille, qui devient, en fait, l'équivalent d'une longue reconnaissance (Froment, 2000).

On peut parfaitement imaginer cette technique de suivi dans le Parc du W, que ce soit pour récolter des informations sur des espèces (par exemple l'éléphant) difficilement estimables par les méthodes classiques comme le *road strip counts*, ou que ce soit pour évaluer l'impact du pâturage illégal sur la faune sauvage.

Toutes les méthodes de recensement que nous avons passé en revue sont basées sur des comptages à vue, mais on peut également intégrer via le *Cybertracker* des données de type indices de présence, comme les empreintes, les traces au sol (grattage) ou sur la végétation (bris de branches ou ingestion de feuilles), fèces, poils, etc.. Ces indices de présence peuvent s'avérer forts utiles pour analyser la répartition des espèces nocturnes notamment.

Néanmoins, toutes ces méthodes (hormis le comptage en point fixe dans certains cas) mettent en évidence la difficulté d'obtenir des informations viables dans ce milieu sur le sexe ou sur la classe d'âge, surtout chez les espèces grégaires. Il est donc très difficile d'établir avec précision la dynamique des populations chez la plupart des espèces grégaires, comme les buffles, les éléphants, les hippotragues, les bubales, les vervets et les patas. Les cynocéphales sont beaucoup plus faciles à observer lors des recensements à véhicule, pédestre ou en point fixe. Nous allons donc énumérer quelques méthodes connues dans ce domaine et voir si elles sont applicables dans notre zone d'étude.

Recensement et dynamique des populations par des données de type bio-indicateur.

Ces méthodes basées sur des bio-indicateurs⁸⁵ ont notamment été expérimentées sur des populations d'ongulés sauvages (cerfs, chamois, mouflons) en Europe occidentale et en Amérique du Nord. Le principe est de déterminer une tendance de la population, qui ne serait pas basée sur des recensements à vue, mais sur des données de biométrie ou de reproduction sur quelques individus (Maillard *et al.*, 1989 ; Gaillard *et al.*, 1996) ont ainsi pu mettre en évidence la dynamique des populations de chevreuils en mesurant le nombre de faons par chevette, ou la masse corporelle des faons en hiver, ou la longueur des mâchoires chez l'adulte, ou la taille du groupe en hiver.

Pour réaliser ceci, il faut impérativement capturer l'animal, or les techniques de captures ne sont pas du tout maîtrisées par les agents des eaux et forêts nigériens, et il n'existe pas de prélèvement par la chasse. Par conséquent, ces méthodes ne sont pas du tout incluses dans les politiques de gestion de la faune sauvage en Afrique de l'ouest, qui misent davantage sur des méthodes non invasives, ne perturbant pas directement l'animal.

Une méthode développée par l'ONC (groupe chevreuil) et reprise en Afrique australe par Fritz (1995) repose sur le mode alimentaire des ongulés ayant un régime mixte pisseur/broueur. Il s'agit d'évaluer l'indice de pression sur la flore exercée par les populations d'ongulés.

⁸⁵ Un indicateur biologique est un paramètre déterminé sur un animal ou un végétal, simple et aisé à mesurer, dont l'évolution est dépendante de celle du système « individu-population-environnement » (ONC, 1996).

On peut, en effet, considérer que des espèces comme le buffle ayant un régime mixte, mais à plus de 80 % paisseur, ont une préférence notoire pour les herbacées et que l'activité de broutage est perçue comme un complément durant la période de soudure.

On peut alors émettre l'hypothèse que plus la proportion de broutage est importante plus la population de buffle est nombreuse, sachant qu'un point de rupture sera atteint au bout d'un certain pourcentage.

Ces méthodes doivent évidemment tenir compte de la sélectivité au niveau du régime alimentaire chez les espèces étudiées, ce qui demande au préalable une analyse précise qui n'a pas encore été faite en Afrique de l'Ouest. On peut très bien envisager l'application de cette méthode, une fois qu'une analyse étho-écologique, telle celle réalisée par Fritz (1995) sur l'impala, aura porté ces fruits.

Une autre méthode que nous souhaiterions développer est basée sur la fréquence de prédation sur les ongulés de la zone d'étude. En partant du postulat qu'un prédateur comme le lion par exemple, prélève de manière indépendante un certain nombre d'espèces différentes d'ongulés, on pourrait en étudiant une famille, déterminer la tendance des effectifs de population en fonction de l'abondance des prélèvements. On obtiendrait donc une dynamique des effectifs de population d'animaux chassés dans le domaine vital de la famille étudiée, au bout de quelques années de suivi. Les informations récoltées par ce genre d'étude pourraient être corrélées avec les données de recensements classiques à vue, afin d'obtenir un modèle d'estimation des populations prélevées. Evidemment l'hypothèse de départ indiquant que le prédateur⁸⁶, prélève de manière indépendante ses proies est erronée, car les prélèvements dépendent de 3 facteurs :

- la disponibilité des proies,
- la compétition inter-spécifique entre prédateurs,
- les chances de réussite durant la chasse (taille de l'animal, comportement social, stratégie défensive, agressivité, etc..),
- les préférences alimentaires.

Les trois derniers facteurs étant terriblement difficiles à quantifier, on peut délibérément choisir de les ignorer et ne tenir compte ainsi que de la disponibilité des proies, ce qui aboutit logiquement à la taille des effectifs de proies par unité de territoire de chasse et par type de prédateur. Cette méthode pourra s'appuyer sur les travaux réalisés par Hilborn & Sinclair (1979) dans le Serengeti portant sur les relations proies/prédateurs. Ces dernières seront traitées ultérieurement dans le chapitre consacré aux prédateurs.

⁸⁶ Il peut chasser en groupe comme le lion ou la hyène ou seul comme le guépard.

ANNEXE 3

Line-transect avec le logiciel Distance

Le logiciel Distance offre un certain nombre de modèles pour la mise en place de la fonction de détection $g(x)$, qui sont d'ailleurs plutôt des fonctions clés accompagnées de fonction d'ajustement déterminant le type de modèle.

Nous avons sélectionné selon les conseils de Buckland *et al.* (1993) 3 fonctions clés (uniforme, semi-normal et taux aléatoire) et 3 fonctions d'ajustement (cosinus (séries de Fourier, Crain *et al.*, 1979 in Buckland *et al.*, 1993), polynôme simple et polynôme de l'Hermite) pour avoir au final 4 modèles différents : uniforme / cosinus, uniforme / polynôme simple, semi-normal/ polynôme de l'Hermite et taux aléatoire / cosinus.

Les formules correspondant à ces modèles sont présentées dans le guide de l'utilisateur du logiciel (www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance.index.html).

Parfois aucun terme d'ajustement n'est nécessaire lorsque les données se comportent bien, c'est à dire lorsque la distribution du nombre d'observations présente une décroissance régulière en fonction de la distance, soit un épaulement visible. La modélisation est alors assez simple et le choix du modèle n'a pas beaucoup de conséquences sur l'estimation finale. Dans le cas contraire le choix non seulement de la fonction clé mais aussi du type d'ajustement revêt une importance primordiale.

Pour sélectionner le meilleur estimateur de densité, nous n'avons pas cherché à confronter les modèles entre eux, mais plutôt à évaluer selon des critères précis la capacité intrinsèque d'estimation de chaque modèle en fonction des données traitées.

Les critères de sélection des modèles reposent sur 3 paramètres (en ce qui nous concerne) :

- l'AIC, où le Critère d'Information d'Akaike, qui quantifie de façon objective la capacité naturelle d'un modèle en éprouvant la vraisemblance entre $g(\cdot)$, la distribution observée, et $f(\cdot)$, la vraie distribution (Fuvel, 1998). L'AIC est défini par la formule suivante :

$$AIC = -2 \times \log_e(L) + 2 \times q$$

L : fonction de vraisemblance ; q : nombre de paramètres du modèle

- Le chi-p ou test du χ^2 , appelé en fait gof « goodness of fit », qui permet de contrôler la pertinence des différents regroupements en intervalle de distance. Le test compare les fréquences des observations dans les intervalles de distances avec les estimations des espérances de ces fréquences dans les mêmes intervalles.
- Le coefficient de variation de la densité, noté coef-N.

La probabilité de détection p d'un objet dans l'aire d'analyse est parfois utilisée comme critère de sélection, mais pour notre étude, les modèles sélectionnés présentent les probabilités les plus faibles dans une majorité des cas. Ce critère va donc à l'encontre des trois autres, c'est pourquoi ne nous l'avons pas retenu.

Un modèle ayant à la fois un AIC et un coefficient de variation faible, ainsi qu'un chi-p élevé (> 0,25) sera choisi et préférentiellement pour un découpage des intervalles de distances perpendiculaires important.

Pour déterminer la meilleure fonction de densités de probabilités de détection, nous avons procédé à un regroupement des données, conformément au conseils de Buckland *et al* (1993) qui suggèrent un minimum de 60 à 80 observations pour évaluer la pertinence d'un modèle.

Cinq intervalles de distances (3, 5, 7, 10 et 12) et les quatre modèles ont été testés sur l'ensemble des observations des 13 années de comptages (1988 à 2002). Les modèles sélectionnés sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 4. Sélection d'un modèle pour le phacochère.

modèles	intervalles	3	5	7	10	12
half/hermite	AIC	643.78	954.15	1250.6	1441.6	1616.2
	chi-p	0.27061	0.49530	0.18917E-01	0.11006	0.46134E-04
	p	0.50223	0.45928	0.51006	0.45289	0.48873
	coef-N	8,67	8.49	8.54	8.44	8.49
uni/poly	AIC	648.19	955.90	1250.8	1439.7	1614.7
	chi-p	-1	0.90155	0.21491E-01	0.25707	0.16034E-04
	p	0.53817	0.44894	0.53929	0.42639	0.45447
	coef-N	9,58	9,36	8.39	8.84	8.72
uni/cosi	AIC	644,55	954.00	1250.2	1441.5	1616.7
	chi-p	-1	0.94044	0.24151E-01	0.13106	0.16510E-04
	p	0.47761	0.44186	0.53678	0.43451	0.46620
	coef-N	9,68	8.81	7.84	8.64	8.93
haz/cos	AIC	644.56	954.85	1244.6	1441.1	1610.3
	chi-p	-1	0.61194	0.28149	0.17588	0.16218E-03
	p	0.52526	0.47504	0.55624	0.43102	0.52417
	coef-N	9,9	9.55	9.02	10.39	9.00

Tableau 5. Sélection d'un modèle pour le patas.

modèles	intervalles	3	5	7	10	12
half/hermite	AIC	494.67	734.18	949.05	1100.6	1224.2
	chi-p	0.11258	0.86549E-01	0.65776E-02	0.60081E-04	0.59605E-05
	p	0.53198	0.49487	0.54959	0.49492	0.53157
	coef-N	10.70	10.51	10.58	10.46	10.53
uni/poly	AIC	497.92	733.25	948.74	1094.2	1218.5
	chi-p	-1.0000	0.26049	0.10603E-01	0.46912E-02	0.31233E-04
	p	0.55984	0.45920	0.51771	0.45674	0.48037
	coef-N	11.83	11.48	11.55	10.76	10.95
uni/cosi	AIC	494.10	731.03	947.39	1091.3	1215.8
	chi-p	-1.0000	0.59190	0.18272E-01	0.13738E-01	0.91732E-04
	p	0.48554	0.45286	0.50890	0.44433	0.46821
	coef-N	11.81	10.93	11.42	10.73	10.96
haz/cos	AIC	494.10	731.57	949.63	1082.2	1210.4
	chi-p	-1.0000	0.44400	0.75169E-02	0.47003	0.12025E-02
	p	0.51749	0.45834	0.52073	0.10553	0.19369
	coef-N	14.29	12.58	14.32	135.52	72.44

Tableau 6. Sélection d'un modèle pour l'ourébi.

modèles	intervalles	3	5	7	10	12
half/hermite	AIC	688.55	1022.8	1346.3	1560.9	1756.3
	chi-p	0.70533	0.81534	0.10349E-02	0.17791E-01	0.10908E-04
	p	0.47730	0.43246	0.54047	0.42472	0.45666
	coef-N	8.27	8.11	10.86	8.06	8.10
uni/poly	AIC	693.26	1026.2	1348.5	1577.7	1758.1
	chi-p	-1.0000	0.52158	0.45121E-03	0.79811E-04	0.20266E-05
	p	0.52058	0.43333	0.51774	0.50769	0.45084
	coef-N	9.06	8.91	7.89	7.68	8.29
uni/cosi	AIC	690.41	1024.4	1348.9	1560.7	1756.8
	chi-p	-1.0000	0.75262	0.42039E-03	0.21848E-01	0.39935E-05
	p	0.47092	0.43093	0.51590	0.41639	0.44629
	coef-N	9.23	8.34	7.38	8.11	8.37
haz/cos	AIC	690.41	1025.2	1337.3	1560.2	1749.1
	chi-p	-1.0000	0.51537	0.96044E-01	0.27142E-01	0.13053E-04
	p	0.52453	0.47987	0.55604	0.42448	0.48650
	coef-N	8.73	8.79	8.16	9.90	10.74

Tableau 7. Sélection d'un modèle pour l'hippotrague.

modèles	intervalles	3	5	7	10	12
half/hermite	AIC	1005.7	1466.2	1854.4	2157.3	2378.4
	chi-p	0.50609	0.27375	0.78070E-03	0.86308E-04	0.0000
	p	0.61395	0.56382	0.62259	0.56244	0.60216
	coef-N	7.91	7.73	7.80	7.69	7.75
uni/poly	AIC	1007.5	1466.8	1853.7	2152.3	2375.7
	chi-p	-1.0000	0.28378	0.10746E-02	0.51326E-03	0.0000
	p	0.61316	0.57539	0.61159	0.52098	0.56182
	coef-N	8.89	7.88	7.94	8.26	8.51
uni/cosi	AIC	1005.4	1465.2	1852.7	2151.3	2374.7
	chi-p	0.72873	0.42038	0.15902E-02	0.78213E-03	0.0000
	p	0.60770	0.57107	0.60820	0.51267	0.59806
	coef-N	7.53	7.27	7.45	8.28	7.38
haz/cos	AIC	1007.2	1464.9	1848.7	2152.4	2371.8
	chi-p	-1.0000	0.73902	0.13720E-01	0.51761E-03	0.0000
	p	0.63166	0.58670	0.66833	0.57260	0.62108
	coef-N	9.41	9.00	8.52	8.88	8.77

Tableau 8. Sélection d'un modèle pour le guib harnaché.

modèles	intervalles	3	5	7	10	12
half/hermite	AIC	245.73	384.82	482.11	582.09	630.13
	chi-p	0.81464	0.35521E-01	0.11680E-01	0.97581E-02	0.95963E-05
	p	0.47358	0.46771	0.47173	0.46763	0.45918
	coef-N	11.94	11.72	11.68	11.65	11.61
uni/poly	AIC	248.08	381.80	481.71	583.18	631.79
	chi-p	-1.0000	0.10448	0.26685E-01	0.58069E-02	0.54836E-05
	p	0.51515	0.41063	0.44162	0.40323	0.45214
	coef-N	13.38	12.65	12.23	12.98	12.00
uni/cosi	AIC	245.96	383.01	478.97	581.03	628.90
	chi-p	0.59588	-1.0000	0.77773E-01	0.11508E-01	0.19193E-04
	p	0.50896	0.41748	0.43418	0.43555	0.43207
	coef-N	10.41	17.78	12.04	12.00	11.92
haz/cos	AIC	247.68	382.10	477.09	582.06	622.50
	chi-p	-1.0000	0.79069E-01	0.17618	0.77498E-02	0.77784E-04
	p	0.53414	0.43728	0.38294	0.42815	0.23530
	coef-N	12.34	14.34	13.29	14.87	32.88

Tableau 9. Sélection d'un modèle pour le céphalophe de Grimm.

modèles	intervalles	3	5	7	10	12
half/hermite	AIC	305.65	466.08	536.19	686.45	745.86
	chi-p	0.32216	0.16917E-01	0.18830	0.55969E-03	0.90599E-05
	p	0.53992	0.53485	0.45501	0.52559	0.52600
	coef-N	10.62	10.39	10.10	10.28	10.28
uni/poly	AIC	304.85	466.67	539.60	688.52	746.61
	chi-p	0.68103	0.13134E-01	0.78720E-01	0.33051E-03	0.75102E-05
	p	0.60470	0.54715	0.45096	0.54866	0.54640
	coef-N	9.26	10.48	10.88	9.95	9.88
uni/cosi	AIC	305.27	465.27	537.64	686.47	745.26
	chi-p	0.43811	0.25934E-01	0.14262	0.69100E-03	0.14305E-04
	p	0.54435	0.54345	0.44508	0.54402	0.54370
	coef-N	9.29	9.06	10.67	9.01	8.99
haz/cos	AIC	306.84	464.70	538.79	688.22	745.70
	chi-p	-1.0000	0.41277E-01	0.11362	0.37390E-03	0.53644E-05
	p	0.60631	0.63697	0.45326	0.53022	0.54427
	coef-N	11.09	10.10	14.30	14.45	14.49

Tableau 10. Sélection d'un modèle pour le cynocéphale.

modèles	intervalles	3	5	7	10	12
half/hermite	AIC	746.96	1094.1	1412.2	1633.1	1814.5
	chi-p	0.91189	0.38903	0.16559E-01	0.34846E-02	0.65565E-05
	p	0.55329	0.50533	0.56455	0.50358	0.54094
	coef-N	8.73	8.55	8.62	8.50	8.56
uni/poly	AIC	748.98	1096.2	1412.2	1633.9	1816.0
	chi-p	-1.0000	0.26947	0.16559E-01	0.24188E-02	0.71526E-06
	p	0.56565	0.49873	0.56455	0.47697	0.51129
	coef-N	9.67	9.73	8.62	8.90	9.13
uni/cosi	AIC	746.95	1094.9	1410.9	1632.8	1814.8
	chi-p	0.97158	0.39055	0.28539E-01	0.34934E-0	0.79870E-05
	p	0.55987	0.49208	0.56642	0.47984	0.55685
	coef-N	8.14	9.22	8.07	9.01	8.00
haz/cos	AIC	748.95	1096.4	1409.5	1632.7	1813.7
	chi-p	-1	0.23626	0.71789E-01	0.43068E-02	0.32187E-05
	p	0.60033	0.49646	0.62621	0.48027	0.53126
	coef-N	9.23	11.10	8.90	10.52	11.45

Tableau 11. Sélection d'un modèle pour le cobe de Buffon.

modèles	intervalles	3	5	7	10	12
half/hermite	AIC	754.50	1130.0	1504.3	1735.1	1950.9
	chi-p	0.15110E-01	0.50421E-01	0.61393E-05	0.29253E-02	0.0000
	p	0.48231	0.44378	0.50320	0.44744	0.48559
	coef-N	9.61	9.49	9.53	9.46	9.50
uni/poly	AIC	763.29	1126.5	1501.0	1728.2	1942.5
	chi-p	-1.0000	0.88721	0.66161E-05	0.58243E-01	0.0000
	p	0.53154	0.40892	0.52561	0.42355	0.44283
	coef-N	10.29	9.92	12.70	9.53	9.62
uni/cosi	AIC	750.52	1126.1	1497.7	1728.2	1944.8
	chi-p	-1.0000	0.44106	0.32127E-04	0.36394E-01	0.0000
	p	0.44077	0.42059	0.53909	0.41971	0.44300
	coef-N	10.11	9.58	14.27	9.51	9.67
haz/cos	AIC	750.50	1124.8	1491.9	1722.9	1934.6
	chi-p	-1.0000	0.86634	0.17166E-02	0.25729	0.0000
	p	0.47179	0.43242	0.53680	0.43345	0.48181
	coef-N	12.05	10.40	9.91	10.29	10.22

Le modèle uniforme / cosinus est celui qui de toute évidence présente la plus grande fiabilité vis-à-vis d'un grand nombre de données, puisqu'il a été choisi pour le patas, le phacochère, l'hippopotame, le céphalopode de Grimm et le cobe de Buffon. Pour le cynocéphale, l'ourébi et le guib harnaché c'est le modèle semi-normal / polynôme de l'Hermite qui a été sélectionné. Lorsque les données présentent une décroissance régulière des observations selon la distance perpendiculaire, les deux modèles sont très proches l'un de l'autre, et le semi-normal semble être le mieux approprié à ce type de configuration. Le modèle uniforme / cosinus présente un peu plus de souplesse et s'ajuste mieux à un jeu de données décroissant de manière plus aléatoire.

Le découpage retenu se fait pour l'ensemble des espèces en 5 intervalles, excepté pour le guib harnaché dont les talents de camouflage dans un milieu très dense ne permettent pas une visibilité supérieure à 30 mètres.

Ainsi seuls 3 intervalles ont pu être retenus pour le guib, dont le nombre d'observations parmi les 8 espèces est le plus faible, et dont les mesures de distances sont les plus approximatives, du fait de ses affinités écologiques pour les milieux denses.

Le logiciel *Distance* permet d'évaluer la pertinence de la fonction de détection $g(x)$ vis-à-vis de la taille des groupes. La densité du groupe dépend de 3 variables, l'effort de l'échantillonnage, les probabilités de détection et la taille du groupe.

Dans le cas où la taille observée du groupe est indépendante de la distance, la densité est estimée à partir de la taille moyenne observée et non plus à partir de l'estimation de la taille attendue. La moyenne observée est considérée comme un estimateur non biaisé de la taille moyenne d'un groupe.

Le programme compare l'estimation et l'évolution potentielle de la taille des groupes effectuée ou l'estimation de la taille attendue à partir d'une régression de $\log(s_i)$ sur $g(x_i)$; s_i taille moyenne observée (*size-bias regression method*). Cette approche tente de réduire le biais en cas de mauvaise détection des petits groupes par rapport aux groupes importants au niveau des distances éloignées de la piste.

Si la taille moyenne des groupes est significativement éloignée de la valeur estimée par régression des logarithmes ($\alpha=0,05$), le calcul se fait à partir de la valeur estimée, dans le cas contraire c'est la taille moyenne du groupe qui est utilisée.

Ceci a pour effet de provoquer une perte de précision de l'estimation, car la détection est maximale en E (s).

Le coefficient r de corrélation et la probabilité $r-p$ associée à ce coefficient sont les indicateurs de ce biais. Il s'avère qu'il y a deux espèces (l'hippopotame et le patas) pour lesquelles les probabilités $Pr(T < t)$ associées aux coefficients de corrélations sont significatives sur certaines années. Mais sur l'ensemble des observations (13 années), seul le patas (cf. tableau 12) présente un résultat significatif. Ce résultat met en évidence l'existence d'un biais indiquant que la détection dépend de la taille des groupes. Ceci peut paraître logique, étant donné que le patas est le plus petit des quatre mammifères et que sa robe se prête parfaitement au camouflage durant cette saison en milieu de savane.

Tableau 12. Mise en évidence du biais dans l'estimation de la taille des groupes.

Espèce	Coefficient de corrélation r	$Pr(T < t)$	E(s)	Taille du groupe attendue ou estimée
Hippopotame	-0.0416	0.175916	4.7778	4.5028
Cobe de Buffon	0.0573	0.884380	2.6370	2.6733
Patas	-0.1038	0.452742E-01	4.5693	4.0497
Cynocéphale	0.0930	0.967382	9.6980	11.738

ANNEXE 4

Comptages en point fixe

Parmi les sites de comptage, seule la mare Anana n'est pas un point d'eau permanent, puisqu'il devient à sec début ou fin mars selon les années. Ce point d'eau revêt un intérêt particulier, en raison des formations végétales environnantes. On trouve une savane arborée dense, type forêt galerie à feuillage caduc, tout le long du bas-fond Anana et sur les renflements, ainsi que de nombreuses tâches de savane herbeuse.

Anana

Localisation géographique de la mare : longitude : 2°25'55.3" ; latitude : 12°18'52.2", situation hydrologique du point d'eau entre le 21/01 et le 25/01 :

il s'agit d'une mare longue d'environ 30 mètres et large d'environ 10 mètres, de profondeur inférieure à 1 mètre, avec une légère pente aux bords de la mare d'environ 3% et un assèchement prévu vers début mars.

La mare est située au niveau d'une dépression possédant un sol sablo-argileux profond, les alentours présentent des sols plutôt sableux également profonds parfois hydromorphes dès la surface, parfois bien drainés.

Les relevés de végétations réalisés autour du point d'eau nous ont permis de décrire les caractéristiques végétales du milieu et ont servi de support à l'élaboration d'une carte des formations végétales à partir d'une classification dirigée sur une image Spot multispectral.

Nous avons procédé au préalable à une extraction à partir de l'image originale d'une zone périphérique au point d'eau d'un rayon de 1 km. Cette zone périphérique est mise en évidence à travers la figure 41. Nous avons répété cette opération pour chaque point fixe.

Composition colorée du site de comptage Anana

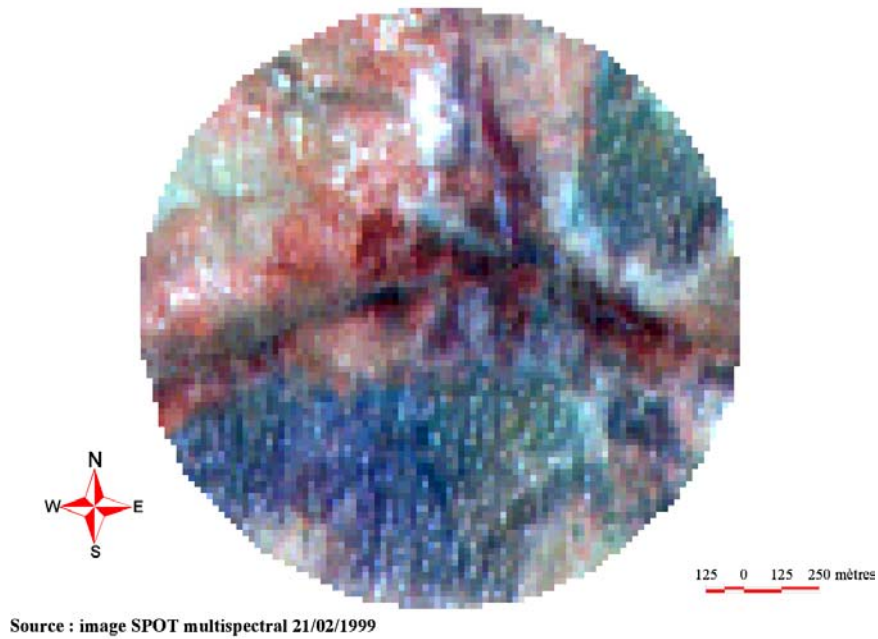


Figure 41. Composition colorée du site de comptage Anana.

Formations végétales du site Anana

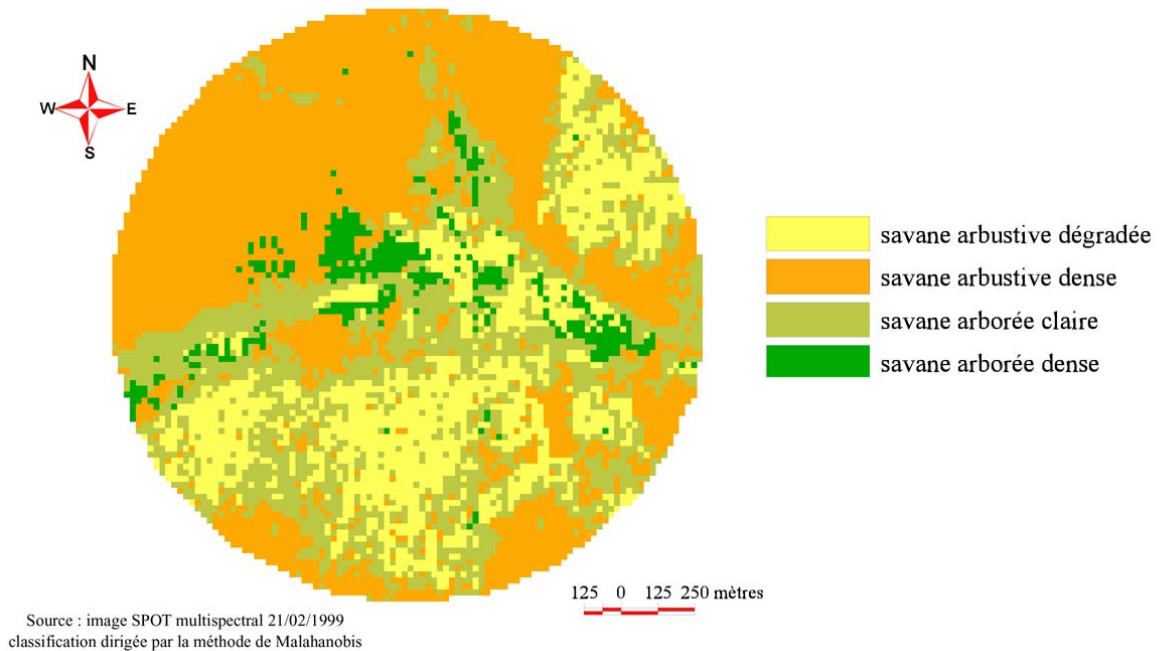


Figure 42. Formations végétales du site Anana (à partir de la classification dirigée).

La carte des formations végétales obtenues par classification dirigée s'est avérée non représentative du milieu tel qu'on a pu le parcourir. Bien que les zones d'entraînement ayant servi de support à l'élaboration de cette carte aient été déterminées à partir des relevés de végétation, on atteint ici les limites de l'utilisation conjointe de la télédétection et des relevés phytosociologiques. Ainsi deux zones peuvent être identiques au niveau de leur structure et composition floristique et avoir pourtant des radiométries différentes pour plusieurs raisons (substrat, part de minéral dans le pixel, etc.), ce qui peut les positionner dans deux classes distinctes.

Ce constat est représenté à plusieurs reprises, ce qui nous a incité à nous baser non pas sur les classifications dirigées (dont certaines zones peuvent être très conformes aux relevés botaniques réalisés et d'autres pas du tout), mais sur les classifications non dirigées possédant une linéarité au niveau de la radiométrie et une légère souplesse quant à l'interprétation des classes. Les relevés botaniques s'avèrent très complémentaires des classifications non dirigées en s'adaptant notamment au profil de ces dernières (cf. figure 43).

Formations végétales du site Anana

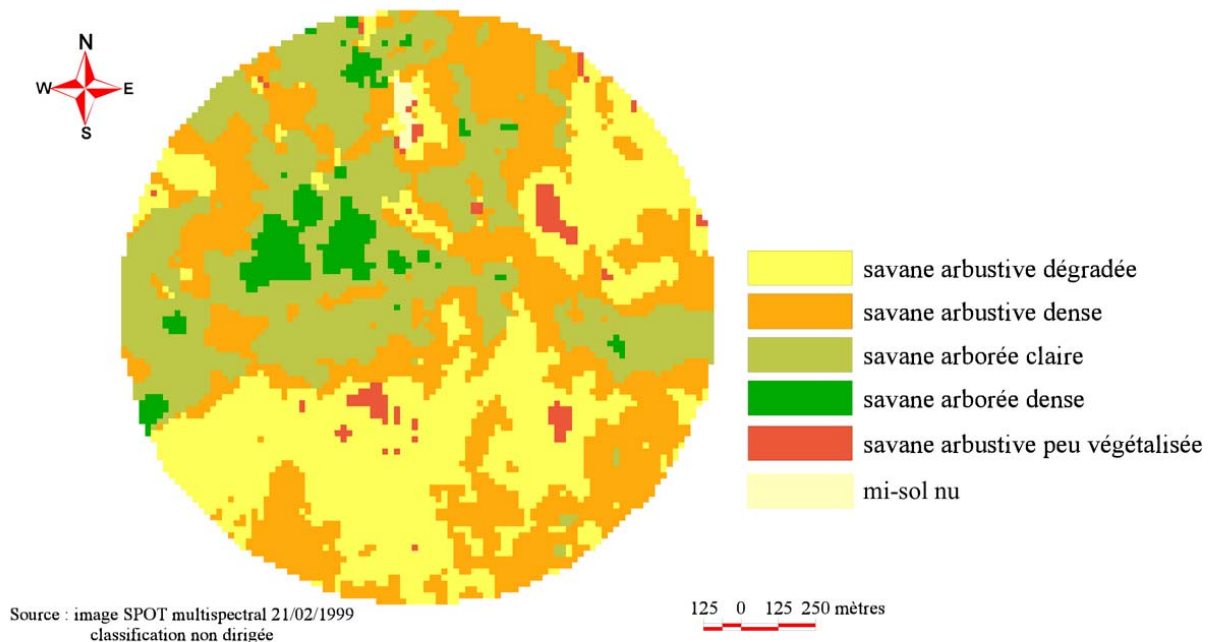


Figure 43. Formations végétales du site Anana (à partir de la classification non dirigée).

Tableau 13. Relevés botaniques autour de la mare Anana.

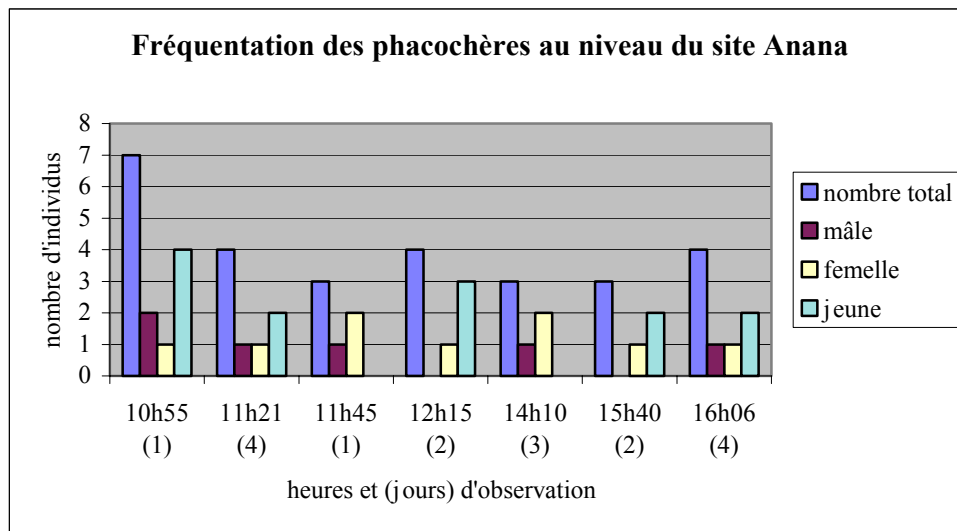
Formation végétale	Espèces ligneuses	Espèces herbacées	Observations
Savane arborée (2°25'53'', 12°18'51'')	<i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Mitragyna inermis</i> <i>Tamarindus indica</i> <i>Acacia erythrocalyx</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Combretum micranthum</i> <i>Securinega virosa</i>	<i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Andropogon pseudapricus</i> <i>Pennisetum pedicellatum</i>	Couvert arboré important, on peut donc estimer qu'il s'agit d'une savane arborée dense voire une forêt galerie à feuillage caduc
Savane arbustive dense (2°25'56'', 12°18'45'')	<i>Combretum micranthum</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Tamarindus reticulatum</i> , <i>Combretum collinum</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Combretum nigricans</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Securinega virosa</i> <i>Diospyros mespiliformis</i> <i>Crossopteryx febrifuga</i> <i>Feretia apodanthera</i> <i>Dichrostachys cinerea</i> <i>Piliostigma reticulatum</i>	<i>Andropogon gayanus</i> <i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Borreria radiata</i>	Quelques tâches de sol nu
Savane arbustive (2°25'58'', 12°19'2'')	<i>Combretum nigricans</i> <i>Feretia apodanthera</i> <i>Crossopteryx febrifuga</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Lannea microcarpa</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Terminalia avicennioides</i> <i>Pteleopsis suberosa</i> <i>Piliostigma thonningii</i> <i>Combretum collinum</i>	<i>Andropogon gayanus</i> <i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Diheteropogon amplexans</i> <i>Tinnea barberi</i>	
Savane arbustive claire (2°26'3'', 12°18'48'')	<i>Combretum collinum</i> <i>Combretum nigricans</i> <i>Crossopteryx febrifuga</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Lannea acida</i> <i>Guiera senegalensis</i>	<i>Andropogon gayanus</i> <i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Loudetia togoensis</i> <i>Lepidagathis anobrya</i>	Beaucoup de sol nu
Savane herbeuse (2°25'52'', 12°18'48'')	<i>Andropogon gayanus</i> <i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Pennisetum pedicellatum</i>		Savane herbeuse disposée en bande fine entourée d'une savane arborée identique à celle décrite ci-dessus

On notera également la présence de paysages témoignant de la présence humaine, au niveau de l'ancien village Anana (2°25'52 ; 12°18'51''). Ces paysages possèdent aujourd'hui la marque distinctive d'une recolonisation récente par des jeunes arbustes et notamment par le *Boscia senegalensis*.

Synthèse des observations par espèce

Phacochère

Figure 44. Fréquentation des phacochères au niveau du site Anana.



Les phacochères viennent tous de la zone sud de la mare (sud, sud-est et sud-ouest) et repartent également vers le sud sauf pour une observation vers le nord. Ils boivent durant 1 à 3 minutes sans montrer de signes de vigilances particuliers. Sur ce point d'eau, 21 individus différents ont été recensés.

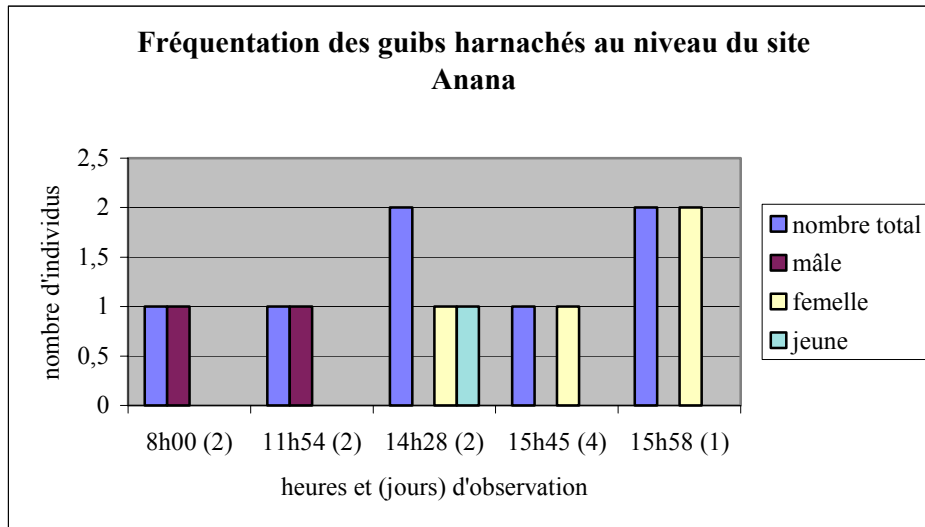
Selon les affinités écologiques de cette espèce (préférence pour les zones de savane arbustive et nécessité de boire régulièrement), on peut penser que les individus observés évoluent en majorité entre la mare Anana et la Mékrou. D'ailleurs sur les 7 observations, tous les phacochères sont venus du sud (sud-est ou sud-ouest), seul un est reparti vers le nord. Il est possible qu'occasionnellement ils se nourrissent dans la partie nord de la zone, avec la possibilité de s'abreuver au niveau de la mare de Moussiémou (cf. figure 40 § 5.1.1)

D'après les observations, il semblerait que 6 groupes distincts aient été localisés (les observations du 4ème jour comprenant 1 mâle, 1 femelle et 2 petits à 11h21 et à 16h06 portent sur le même groupe, étant donné les directions identiques de départ et d'arrivée notées).

Ces groupes occupent les habitats à proximité de la mare dans la zone sud dominée par la savane arbustive. Il est fort probable que ces individus, une fois la mare asséchée, doivent continuer à évoluer dans la même zone, en se rendant à la Mékrou pour s'abreuver.

Guib harnaché

Figure 45. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Anana.



Les guibs harnachés ont une préférence pour les habitats denses proches de l'eau et si l'on se réfère aux directions d'arrivée et de départ des individus, les antilopes doivent évoluer essentiellement au sud-ouest de la mare.

Les guibs ont un comportement plutôt sédentaire, on peut se demander quel type de stratégie ils adoptent vis-à-vis de la ressource hydrique une fois la mare à sec. Soit-ils se rendent à la Mékrou pour satisfaire leurs besoins en eau, soit-ils se privent de cette ressource jusqu'à la tombée des pluies, soit durant 3 ou 4 mois. Cette dernière option n'est pas du tout envisageable, lorsqu'on se fie à la littérature et à nos observations quant aux besoins hydriques quotidiens de cette espèce. Si le guib se rend à la Mékrou, deux scénarios sont possibles :

- il effectue le déplacement quotidiennement pour assouvir ses besoins, et présentent donc une mobilité importante,
- ou il s'établit à proximité de la Mékrou et cohabitent avec ces conspécifiques, générant une densité très forte en fin de saison sèche.

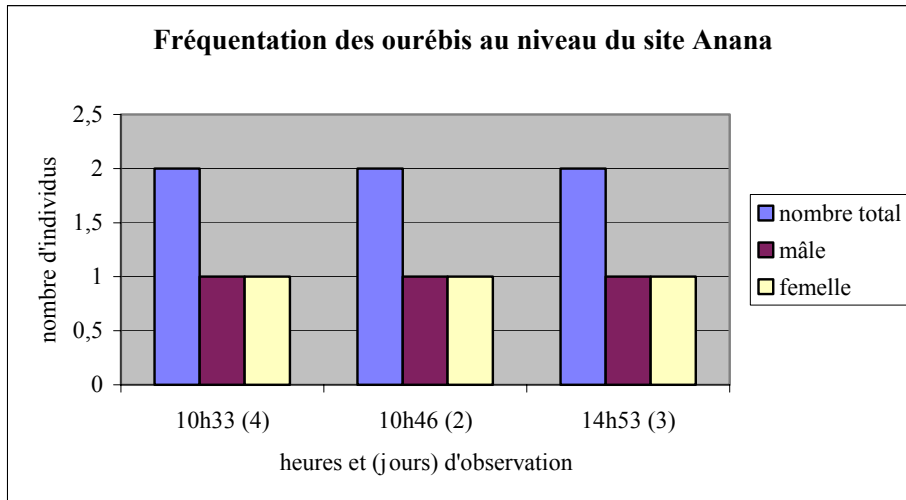
Un moyen de vérification simple et efficace est de savoir si des guibs ont été recensés dans cette zone au cours du transect linéaire 2002, ayant eu lieu en avril alors que la mare était à sec.

Il se trouve qu'un guib femelle a été observé exactement au niveau de la mare. Ceci nous apporte deux informations primordiales quant à la compréhension de la répartition de cette espèce vis à vis des contraintes du milieu. Le guib harnaché présente une réelle mobilité aussi bien chez le mâle que chez la femelle.

On aurait pu croire que cette contrainte de déplacement ne pouvait être attribuée qu'aux mâles territoriaux, mais la présence d'une femelle à cette saison vient infirmer cette hypothèse.

On remarquera également la disjonction dans le mode de fréquentation entre mâle et femelle. Les mâles sont venus s'abreuver le matin, tandis que les femelles se sont rendues à la mare l'après-midi. Ceci met notamment en évidence le comportement solitaire de cette espèce, contrairement aux ourébis qui se rendent au point d'eau en couple.

Figure 46. Fréquentation des ourébis au niveau du site Anana.



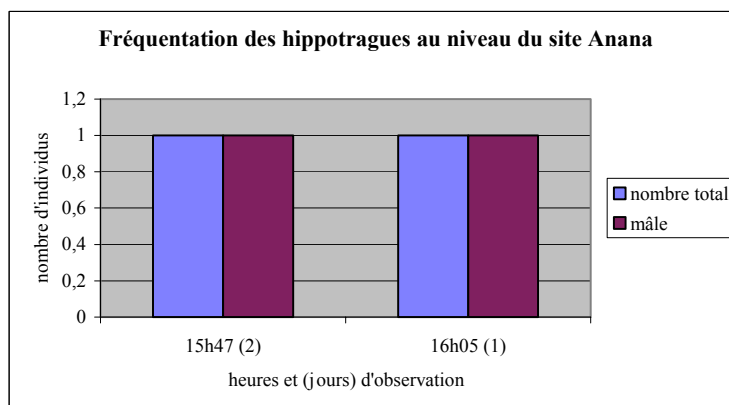
L'ourébi étant un animal monogame et territorial, il est probable que les observations réalisées le 2ème, 3ème et 4ème jour porte sur les mêmes individus d'autant plus que le couple est arrivé et reparti à chaque fois vers le sud ou le sud-ouest. Le comportement dans le mode d'abreuvement (temps d'abreuvement et vigilance) fut quasi identique lors des 3 observations. Ceci nous pousse à considérer qu'il s'agit des mêmes individus, mais cela signifierait qu'ils ont des besoins hydriques quasi quotidiens, ce qui ne correspond pas forcément aux données de la littérature (Happold, 1977). L'ourébi apparaît lié à l'eau mais pas forcément hydro-dépendant, ce qui amène à penser que cette espèce fait preuve d'une certaine plasticité vis à vis de la ressource hydrique, s'abreuvant quotidiennement lorsqu'elle est à proximité et moins souvent lorsqu'elle est distante.

Une savane herbeuse installée au sud-ouest à 200 mètres de la mare au niveau d'un petit bas-fond, présente les conditions écologiques adéquates pour l'installation des ourébis.

Précisons que cette savane herbeuse à *Andropogon gayanus* représente une bande assez étroite de 100 mètres de long entourée d'une savane arborée à *Anogeissus leiocarpus*, elle a la même réponse radiométrique que la savane arbustive dense probablement car il s'agit de mixels entre des parties de savane arborée et de savane herbeuse. Cette bande étroite est parfaitement visible sur la classification au sud-ouest de la mare.

Hippotrague

Figure 47. Fréquentation des hippotragues au niveau du site Anana.

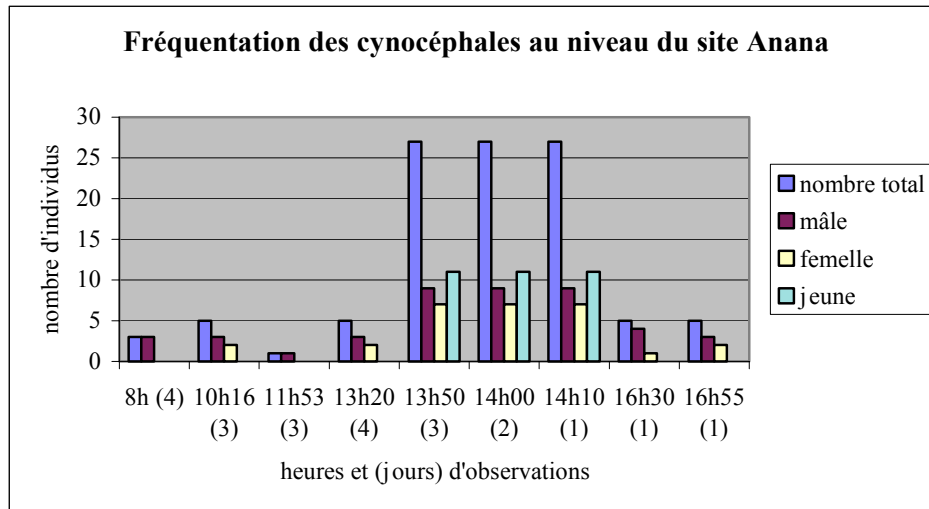


Le site de la mare Anana ne semble pas convenir aux hippotragues, étant donné le faible nombre d'observations recensé.

Il est même possible qu'il s'agisse du même individu venu à peu près aux mêmes heures et occupant plutôt la zone est de la mare où domine la savane arbustive. Cette grande antilope est très mobile et évolue davantage en troupeau de plusieurs individus. Il est difficile d'émettre des hypothèses sur la répartition de ce ou ces jeunes mâles solitaires, probablement chassés de leur harde, et naviguant comme leurs conspécifiques dans un périmètre très étendu.

Cynocéphale

Figure 48. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Anana.

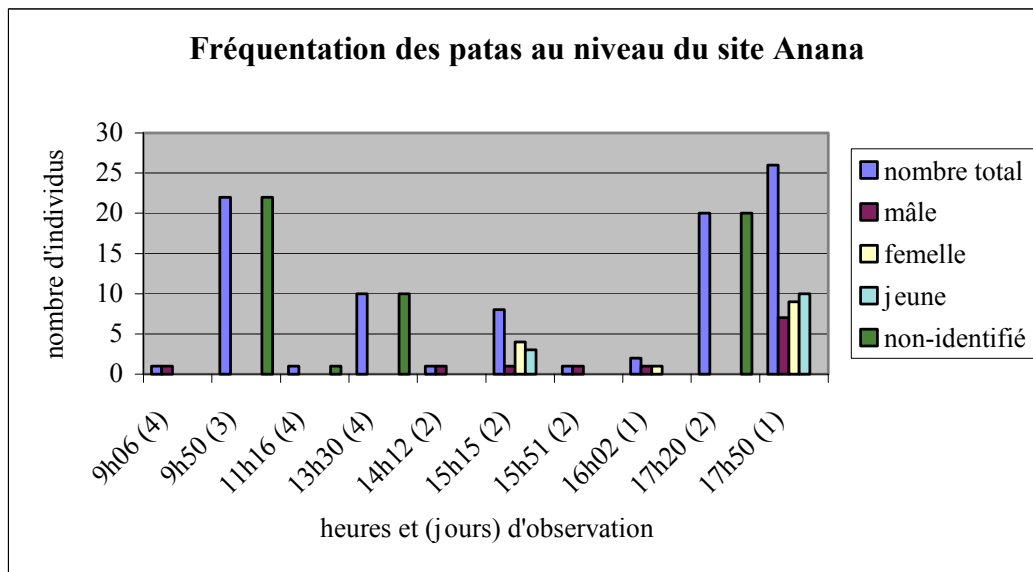


On a pu observer distinctement 2 groupes venant s'abreuver à la mare Anana, l'un comprenant 27 individus, observé toujours vers 14 heures et en provenance du sud-est, et l'autre de 5 individus occupant plutôt la partie ouest du site.

Les autres observations concernent des mâles isolés ou pouvant appartenir à un des deux groupes, tout en sachant que le noyau dur est constitué de femelles.

Les cynocéphales sont très attachés à des domaines vitaux et peuvent évoluer aussi bien en savane arborée qu'en savane arbustive. Il est fort probable que les groupes soient répartis à l'ouest pour l'un et au sud-est pour l'autre, avec en cas d'assèchement la possibilité de se replier vers la Mékrou située à moins de 5 km. La contrainte imposée par l'assèchement est forte, puisqu'ils doivent non seulement se déplacer plus que les groupes à proximité d'un point d'eau permanent, mais aussi affronter les groupes territoriaux de la Mékrou. Ceci représente une perte d'énergie consacrée au déplacement et non à la nutrition, ce qui explique peut-être la petite taille des groupes observés.

Figure 49. Fréquentation des patas au niveau du site Anana.



Les patas observés viennent d'un peu tous les azimuts avec toutefois un pourcentage plus important en provenance du sud et du sud-ouest.

Le domaine vital d'un groupe de patas peut atteindre jusqu'à 80 km², il est par conséquent impossible d'associer un des groupes à ce point d'eau. On peut juste savoir que ce site est très fréquenté par ces primates et peut constituer un des éléments essentiels dans leur domaine vital, sachant que tout autour il y a de la savane arbustive, soit un environnement idéal pour les patas.

Autres mammifères

Un troupeau de 70 buffles (environ), dont une dizaine de petits, a été observé le premier jour à 11h, et a passé la 1ère nuit et la 3ème à proximité de la mare. On peut émettre l'hypothèse que la zone autour de la mare Anana constitue un lieu privilégié dans le domaine vital de ce groupe, avec un site d'abreuvement et un dortoir.

Une mangouste est venue boire le 4ème jour en provenance du sud-ouest.

Elle a bu durant quatre minutes en faisant preuve de beaucoup de vigilances (7 interruptions).

Tableau 14. Indices de présence au niveau du site Anana.

espèce	traces	excréments
éléphant	+	+
civette	++	
genette	++	
chacal		+
lion	+	

+ traces ou excréments anciens

++ traces ou excréments récents

Nous noterons qu'aucune forme d'activité anthropique : braconnage, pâturage illégal ou même touristique n'est venu perturber nos observations. Ce site ne semble pas soumis à une forte pression, ce qui se ressent dans le comportement des espèces, nous verrons par la suite comment cela se manifeste.

Ce genre de site est représentatif de nombreux autres points d'eau dans le Parc, avec un milieu environnant comparable et un assèchement occasionné entre janvier et mars. C'est le cas notamment des mares de Niafarou, Kiba voire Medyaga (cf. figure 40 § 5.1.1)

La mare Pérélégou est en revanche quelque peu différente, comme nous l'avons vu dans le volume 1. Cette mare constitue l'autre site de comptage en point fixe dont le point d'eau n'est pas permanent.

Pérélégou

Localisation géographique de la mare : longitude : 2°18'47'' ; latitude 12°8'40'' ; situation hydrique à la mi-janvier : les deux mares sont encore en eau :

- celle située au nord est longue d'environ 30 mètres, large de 5/6 mètres et d'une profondeur inférieure à 50 cm, avec une pente très légère inférieure à 1° ;
- la mare principale est longue d'environ 100 mètres, large de 7/8 mètres et la profondeur peut aller jusqu'à 1,30 mètre.

La mare est située au niveau d'un bas-fond, elle a été surcreusée et une pompe hydraulique a été aménagée. Le sol du bas-fond est argileux, mais les alentours sont plutôt composés de sols lithiques ou de lithosols sur cuirasse.

Les figures 50 et 51 nous permettent de mieux cerner l'agencement du milieu physique autour de la mare.

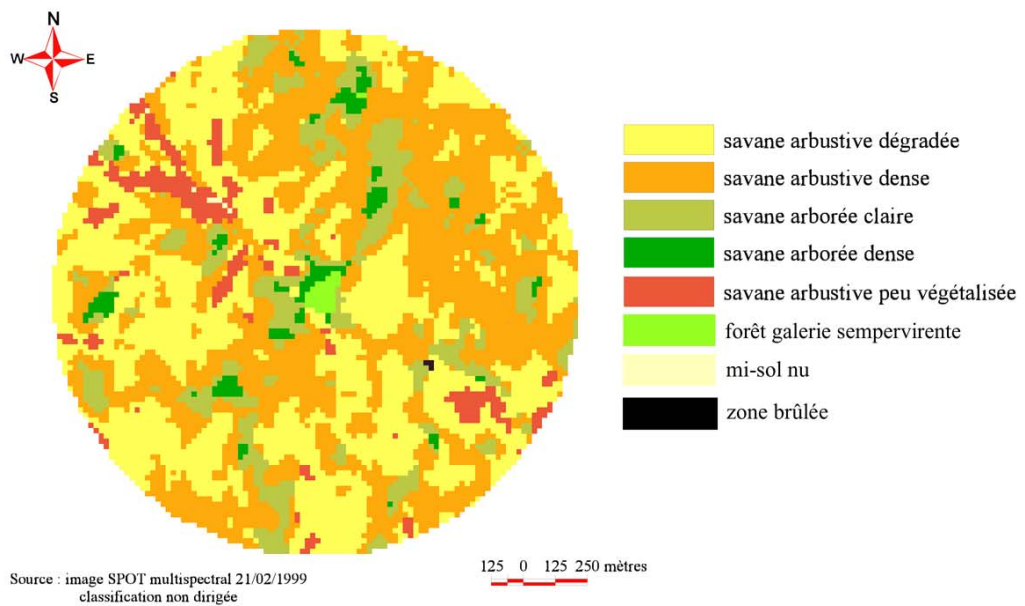
Composition colorée du site de comptage Pérélégou



Source : image SPOT multispectral 21/02/1999

Figure 50. Composition colorée du site de comptage Pérélégou.

Formations végétales du site Pérélégou



Source : image SPOT multispectral 21/02/1999
classification non dirigée

Figure 51. Formations végétales du site Pérélégou.

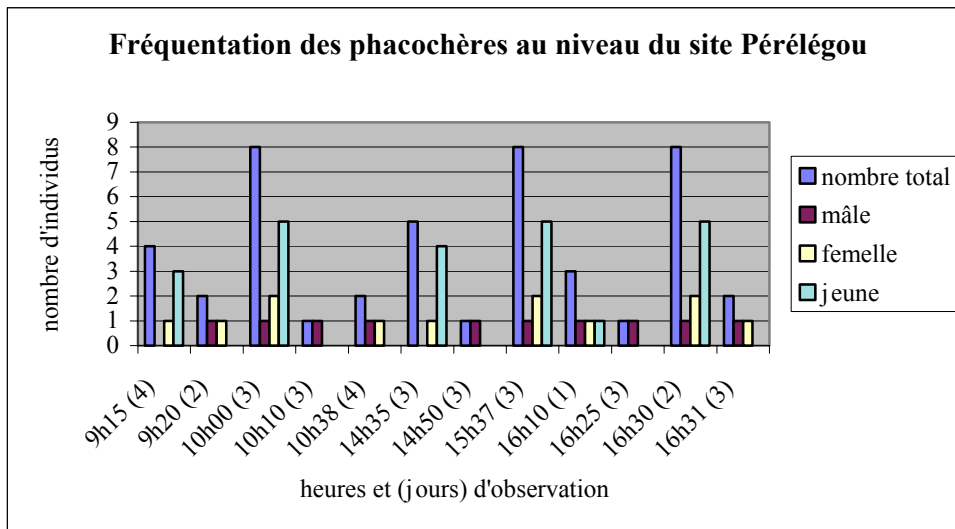
Tableau 15. Relevés botaniques autour de la mare Pérélégou.

Formation végétale	Espèces ligneuses	Espèces herbacées	Observations
Savane arbustive claire à dominante herbacée (2°18'37'', 12°8'48'')	<i>Adansonia digitata</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Mitragyna inermis</i> <i>Feretia apodanthera</i> <i>Dichrostachys cinerea</i> <i>Piliostigma reticulatum</i> <i>Combretum collinum</i> <i>Combretum nigricans</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Securinea virosa</i> <i>Combretum acculeatum</i>	<i>Andropogon gayanus</i> <i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Loudetia togoensis</i>	Pas de sol nu
Savane arborée claire (2°18'33'', 12°8'48'')	<i>Mitragyna inermis</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Tamarindus indica</i> <i>Piliostigma reticulatum</i> <i>Combretum collinum</i> <i>Combretum nigricans</i>	<i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Loudetia togoensis</i> <i>Andropogon pseudapricus</i> <i>Andropogon gayanus</i> <i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Cymbopogon schoenanthus</i>	Dominance importante des herbacées
Savane arbustive sur cuirasse (2°18'46'', 12°8'28'')	<i>Combretum nigricans</i> <i>Combretum micranthum</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Acacia machrostachya</i> <i>Acacia erythrocalyx</i> <i>Dichrostachys cinerea</i>	herbacées écrasées non identifiables	Sol lithique sur cuirasse, avec beaucoup de cailloux et graviers
Savane arbustive dégradée (2°18'49'', 12°8'57'')	<i>Combretum nigricans</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Combretum micranthum</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Acacia machrostachya</i>	<i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Andropogon pseudapricus</i> <i>Andropogon gayanus</i> <i>Cymbopogon schoenanthus</i> <i>Loudetia togoensis</i> <i>Loudetia simplex</i>	Milieu très mosaïqué, avec beaucoup de tâches de sol nu ; alternance de petites collines de (10 à 20 mètres de hauteur)
Forêt galerie (2°18'53'', 12°8'38'')	<i>Ptereocarpus santalinoides</i> <i>Kaya senegalensis</i> <i>Parkia biglobosa</i> <i>Diospyros mespiliformis</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Baissea multiflora</i> <i>Securinea virosa</i> <i>Acacia ataxacantha</i> <i>Stereospermum kunthianum</i>	herbacées écrasées non identifiables	Située dans un <i>kori</i> qui coule jusqu'à fin octobre ; la couronne des arbres peut être très importante.

Synthèse des observations par espèce

Phacochère

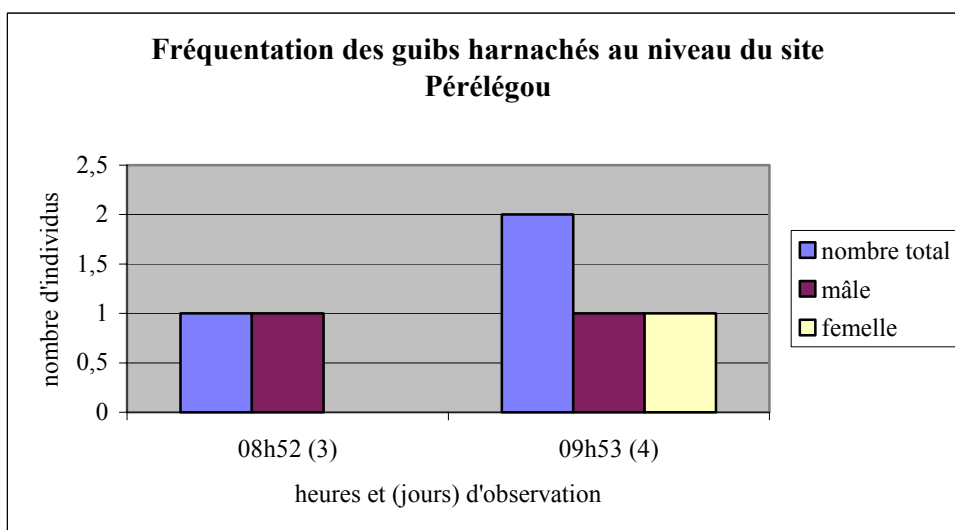
Figure 52. Fréquentation des phacochères au niveau du site Pérélégu.



Les phacochères sont très présents dans cette zone, puisqu'on dénombre environ une vingtaine d'individus fréquentant régulièrement ce site. On a observé au moins un groupe de 8 individus, un de 4, un de 3, un couple et un mâle solitaire. Un élément important à signaler est le nombre important de petits (14 sur quatre groupes différents), soit une dynamique des populations forte dans ce secteur du Parc. Les phacochères semblent se distribuer un peu partout autour de la mare, si l'on se réfère aux azimuts d'arrivée et de départ au point d'eau. Il est possible vu la configuration du site et la présence d'eau en grande quantité à cette période, que nous n'ayons pas relevé l'ensemble des individus fréquentant le site. Néanmoins, le nombre d'observations dont nous disposons est suffisant pour dégager une tendance sur la densité et le mode de répartition des espèces.

Guib harnaché

Figure 53. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Pérélégu.



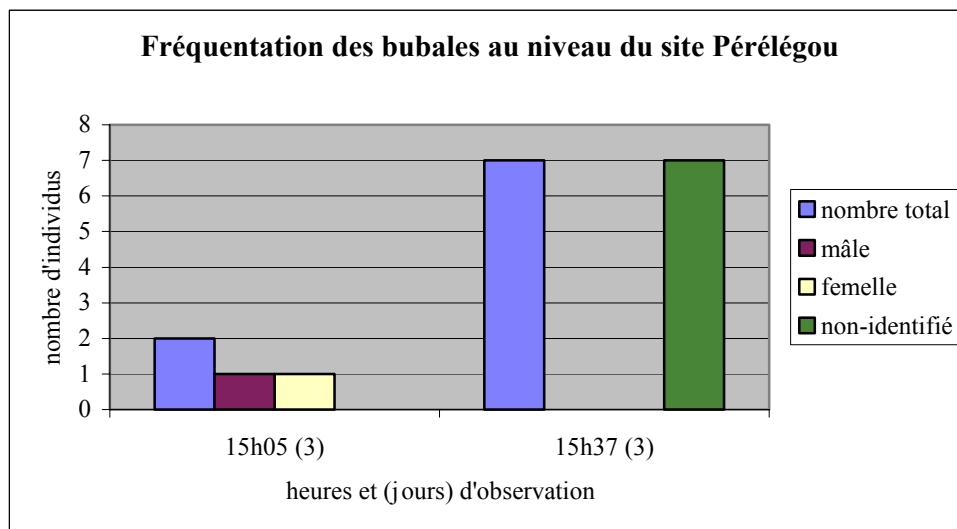
Le site n'est pas le lieu de prédilection des guibs, et cela peut se comprendre aisément, car en cas d'assèchement de la mare, le point d'eau permanent le plus proche est à plus de 8 km. Le constat réalisé sur la mare Anana à propos des stratégies employées par cette espèce en cas d'assèchement est valable pour ce site.

Un guib femelle a été recensé lors du transect linéaire en 2002, alors que la mare était quasiment à sec, seul de l'eau perdurait dans une cavité creusée par les crocodiles.

Le fait de se déplacer jusqu'à la Mékrou représente un coût d'énergie élevé et un réel danger, ce qui fait que les opportunités de développement de la population de cette espèce dans cette zone sont réduites.

Bubale

Figure 54. Fréquentation des bubales au niveau du site Pérélégo.



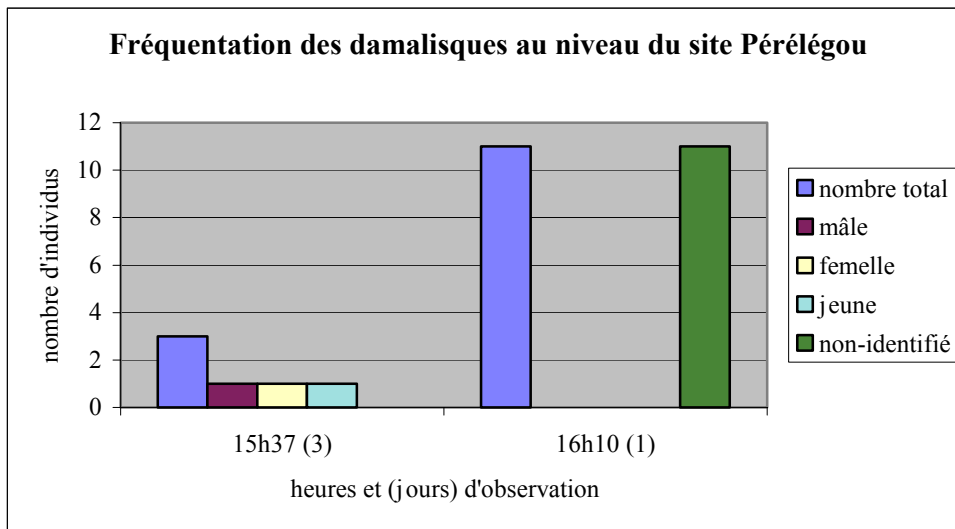
Les bubales sont relativement bien présents dans cette zone comparativement au reste du Parc. Un groupe de 7 individus se retrouve à travers d'autres observations en transect linéaire, il est fort possible qu'il s'agisse du même. En 1998 un groupe de 5 a été recensé, en 2000 un groupe de 7 dont 2 jeunes et en 2001 cette fois en point fixe. Ce groupe occupe davantage la partie au sud de la mare, car pour les deux observations en véhicule cela se situait à 500 mètres au sud et pour celle en point fixe, ils sont venus et repartis par le sud.

L'autre groupe observé est un couple qui est venu par le nord et reparti dans la même direction.

Nous verrons par la suite que la zone Pérélégo constitue un des derniers sanctuaires du bubale dans le Parc du W du Niger, ceci est d'ailleurs valable pour le damalisque mais avec une urgence en terme de conservation encore plus grande.

Damalisque

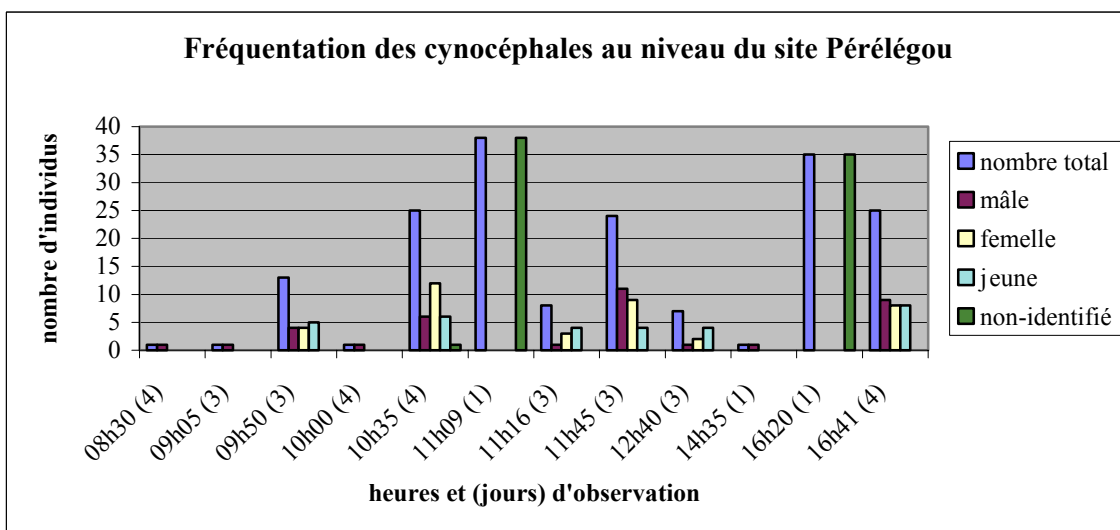
Figure 55. Fréquentation des damalisques au niveau du site Pérélégo.



Seulement deux observations ont été réalisées sur des damalisques, mais cela est déjà très encourageant, surtout qu'il porte sur un groupe important de 11 individus et sur 1 groupe de 3 dont un petit. La situation des damalisques est très préoccupante dans le Parc du W lorsqu'on se fie aux comptages en transect linéaire. Cette espèce est certes dans un état d'urgence en terme de conservation, mais elle n'est pas aux bords de l'extinction comme on aurait pu le croire. D'autres observations faites lors du dernier transect linéaire en 1999 et en 2000 montrent qu'il existe un petit noyau le long du Niger.

Cynocéphale

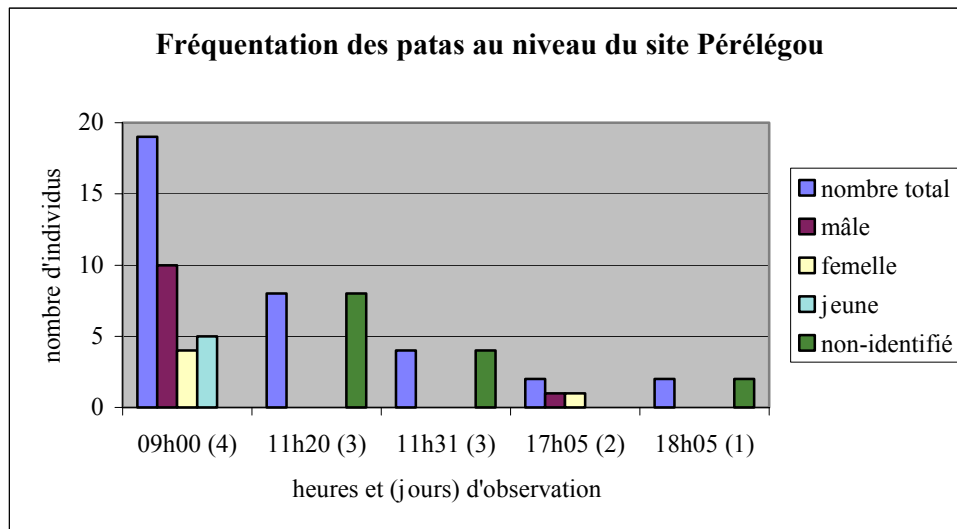
Figure 56. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Pérélégo.



Les cynocéphales sont très fréquents autour du point d'eau avec notamment deux groupes distincts comprenant plus d'une vingtaine d'individus. Les groupes de 35 et 38 individus venus le 1^{er} jour d'observation constitue un même groupe au vu des directions d'arrivée et de départ à mare. Avec l'ensemble des autres relevés, on peut estimer que plus d'une centaine d'individus gravitent autour de ce point d'eau, la densité de cette espèce est donc élevée dans cette partie du Parc.

Patas

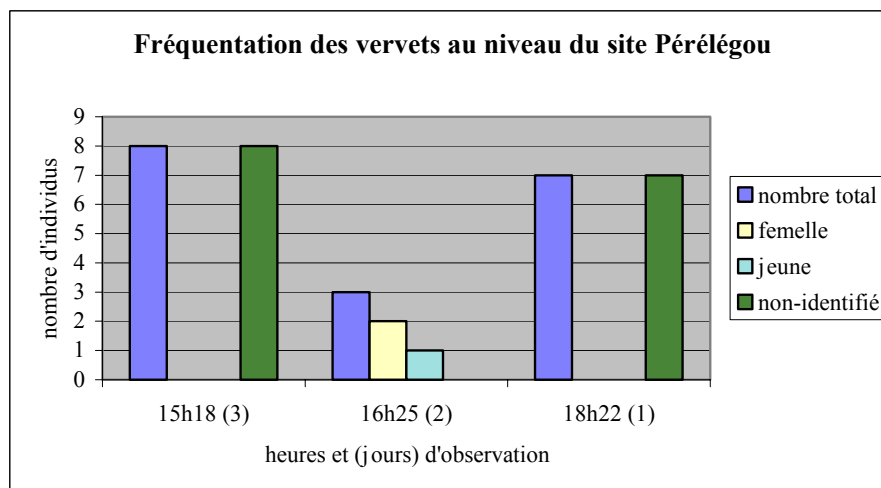
Figure 57. Fréquentation des patas au niveau du site Pérélégo.



Les patas sont aussi des familiers de la zone, même si on ne peut pas parler de densité ou de concentration autour de ce point d'eau, on peut dire que ce site est intégré de manière régulière dans leurs itinéraires. Tout comme les cynocéphales, le milieu est plutôt propice à la présence de ces deux espèces, affilié à la savane arbustive ou arborée.

Vervet

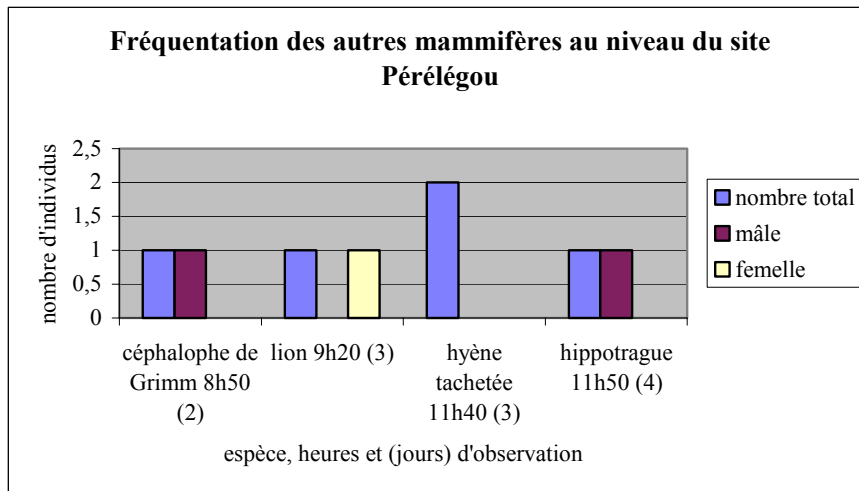
Figure 58. Fréquentation des vervets au niveau du site Pérélégo.



La présence de vervet est-elle beaucoup plus surprenante, étant donné la végétation environnante. Même s'il existe au sud-est de la mare une savane arborée dense assimilable à de la forêt galerie composée de grands arbres sempervirents tels que *Parkia Biglobosa* ou *Ptereocarpus santalinoides*, le milieu environnant est plutôt arbustif sur un sol cuirassé. On peut donc penser que les trois observations portent sur le même groupe composé d'une dizaine d'individus évoluant dans cette forêt basée de part et d'autre d'un kori qui coule jusqu'en octobre. Cette zone est semble-t-il très prisée par les éléphants en saison des pluies et par les lions en toute saison.

Autres mammifères

Figure 59. Fréquentation des autres mammifères au niveau du site Pérélégou.



Un céphalophe de Grimm mâle est venu s'abreuver, il est difficile de savoir si son territoire intègre le point d'eau ou pas. Un seul hippotrague a été observé mais cela ne signifie pas que la zone n'est pas fréquentée par cette espèce. Au contraire lorsqu'on analyse les résultats des transects linéaires les hippotragues sont fréquemment recensés.

Une famille de lion a élu domicile dans cette zone, une femelle a été recensée en point fixe tout comme un mâle l'a été plusieurs fois lors des comptages en véhicule. En 2001, une dépouille de buffle a été localisée à proximité de la mare. Les hyènes tachetées souvent associées aux lions sont également présentes, un couple a d'ailleurs été observé.

Tableau 16. Indices de présence au niveau du site Pérélégou.

Espèces	Traces	Excréments
Eléphant	+	+
Chacal		+
Buffle	+	

+ traces ou excréments anciens

La mare de Pérélégou est un élément important dans la distribution des grands mammifères du Parc car elle le seul point d'eau quasi permanent situé à l'est de la Mékrou à une distance importante de celle-ci. Sa situation particulière fait qu'elle est très convoitée par la faune sauvage mais aussi par la faune domestique à travers les éleveurs et également par les braconniers. De plus, depuis qu'un forage avec pompe a été aménagé ainsi qu'un abri en dur sensé servir de poste de surveillance, les éleveurs et les braconniers ont pu profiter allègrement de ces installations en saison des pluies et en saison sèche, tant les patrouilles étaient peu nombreuses. Cette mare demeure certes un lieu privilégié pour la faune sauvage mais celle-ci ne l'exploite pas à 100 % du fait de la forte pression anthropique qui s'y exerce. Bien que le programme ECOPAS ait instauré une surveillance à temps complet depuis peu, la proximité du poste de surveillance reste préjudiciable à la fréquentation du site par la faune, il est difficile pour un animal de faire la différence entre un braconnier et un garde.

Aucune mare dans le Parc n'est comparable à celle de Pérélégou au niveau de sa durée de mise en eau et de sa végétation environnante, en revanche certaines parties de la Mékrou possèdent des éléments similaires. Nous allons donc étudier 4 sites différents de cette rivière, deux situés dans la zone nord du Parc et deux situés plus au sud.

Mékroul

Localisation géographique du point d'eau : 2°31'7" ; 12°17'38" ; situation du point d'eau début février : présence d'eau sur 500 mètres vers le sud-est (en amont), largeur du cours d'eau d'environ 30 à 40 mètres, profondeur jusqu'à 2 mètres. Les berges sont assez abruptes et recouvertes de hautes herbes (*Andropogon tectorium*), ce qui réduit considérablement la visibilité. En aval le cours d'eau est accidenté et la roche (dalles gréseuses) perce à nu, il demeure des flaques entre les dalles, mais l'accès est beaucoup plus encaissé, le lit est plus étroit, sorte de petites gorges. L'eau perdure toute l'année, ce qui permet entre autres à l'ichtyofaune d'être très nombreuse.

La configuration du site et les formations végétales sont décrites sur les figures 60 et 61. Le milieu est assez accidenté et c'est la savane arbustive sur grès qui domine aux alentours du site de comptage. On notera au niveau du méandre en aval du point fixe, la présence d'une savane herbeuse très dense composée de *Mimosa Pigra*, de *Vetiveria nigriflora* et de bambous sauvages, ainsi que d'une pelouse rase de graminées très appréciées des guibs et des cobes de Buffon.

Composition colorée du site de comptage Mékrou1

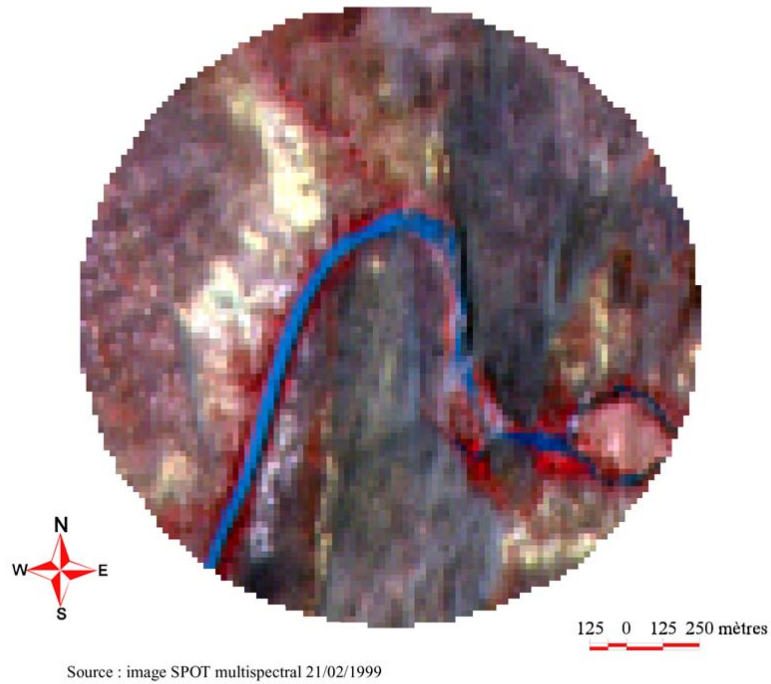


Figure 60. Composition colorée du site de comptage Mékrou1.

Formations végétales du site Mékrou1

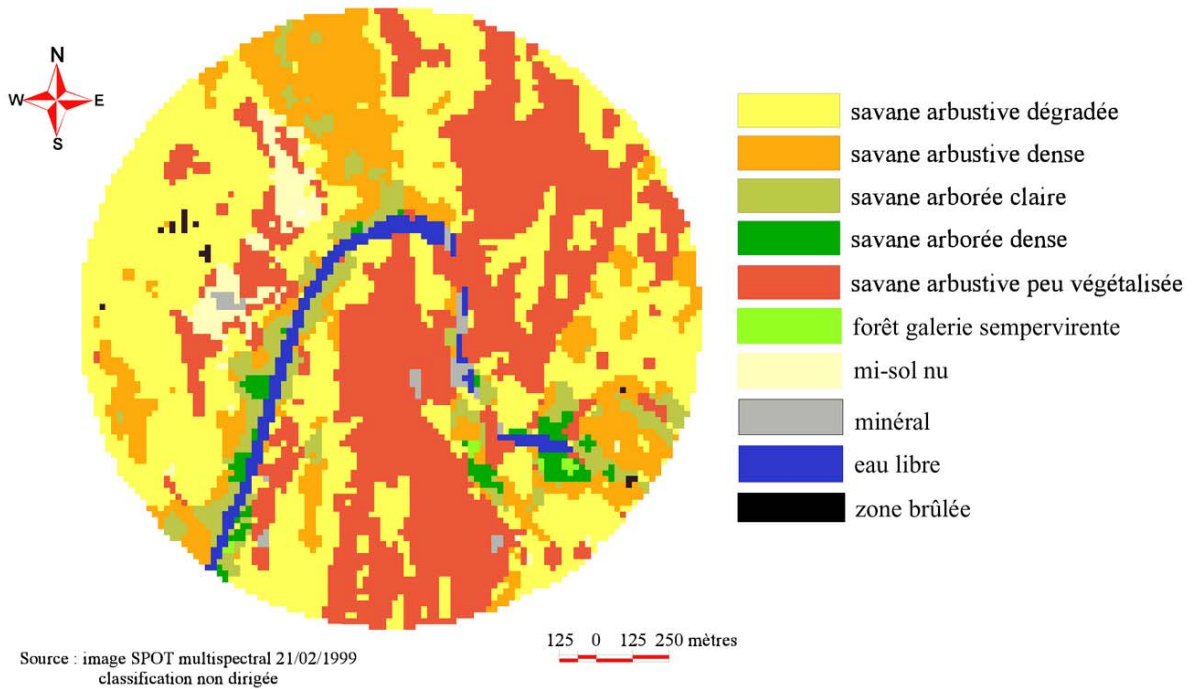


Figure 61. Formations végétales du site Mékrou1.

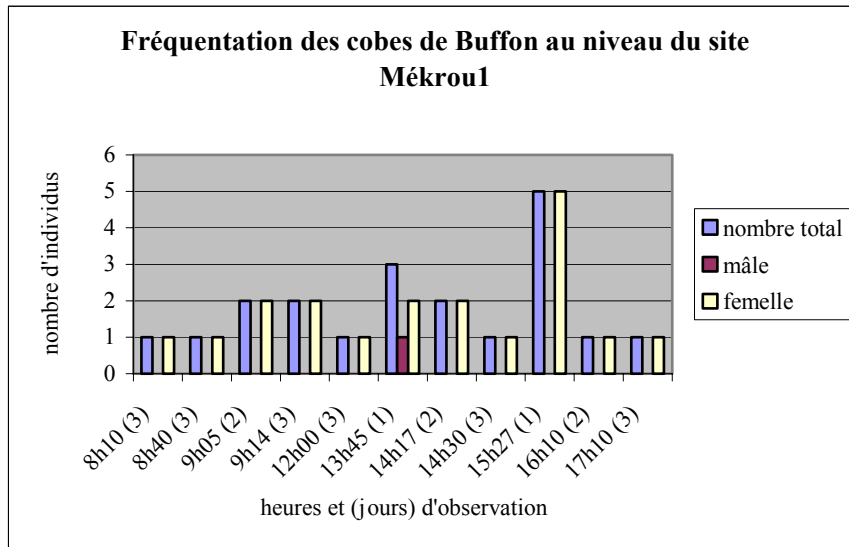
Tableau 17. Relevés botaniques autour du point d'eau Mékrou1.

Formation végétale	Espèces ligneuses	Espèces herbacées	Observations
Forêt galerie ripisylve (2°31'7'', 12°17'38'')	<i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Tamarindus indica</i> <i>Combretum collinum</i> <i>Combretum micranthum</i> <i>Acacia ataxacantha</i> <i>Diospyros mespiliformis</i> <i>Myrtagina inermis</i> <i>Combretum nigricans</i> <i>Dichrostachys cinerea</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Cassia sieberiana</i> <i>Khaya senegalensis</i> <i>Ficus platyphylla</i> <i>Sclerocarya birrea</i>	<i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Andropogon tectorium</i> <i>Vitiveria nigritana</i> <i>Eragrostis atrovirens</i>	Bande de forêt large de 20 à 30 mètres
Savane arbustive (2°31'19'', 12°17'46'')	<i>Dichrostachys cinerea</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Combretum collinum</i> <i>Combretum micranthum</i> <i>Combretum nigricans</i> <i>Sclerocarya birrea</i> <i>Xeroderrys sthülmannii</i> <i>Acacia erythrocalyx</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Acacia machrostachya</i> <i>Guiera senegalensis</i>	<i>Borreria radiata</i> <i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Andropogon pseudapricus</i> <i>Aristida mutabilis</i> <i>Ctenium elegans</i>	Zone dépressionnaire à sol latéritique avec quelques pierres
Savane arbustive (2°31'27'', 12°17'33'')	<i>Xeroderrys sthülmannii</i> <i>Combretum nigricans</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Acacia machrostachya</i> <i>Guiera senegalensis</i> <i>Lanea acida</i> <i>Terminalia avicennioides</i> <i>Bombax costatum</i>	<i>Andropogon pseudapricus</i> <i>Borreria radiata</i> <i>Ctenium elegans</i> <i>Cochlospermum tinctorium</i> <i>Heliotropium strigosum</i>	Savane sur plateau gréseux à sol argileux
Forêt galerie ripisylve (2°31'31'', 12°17'33'')	<i>Terminalia avicennioides</i> <i>Kigelia africana</i> <i>Daniella oliveri</i> <i>Cola laurifolia</i> <i>Combretum paniculatum</i> <i>Ziziphus mucronata</i> <i>Phyllanthus reticulatus</i> <i>Mimosa pigra</i>	<i>Vetiveria nigritana</i>	

Synthèse des observations par espèce

Cobe de Buffon

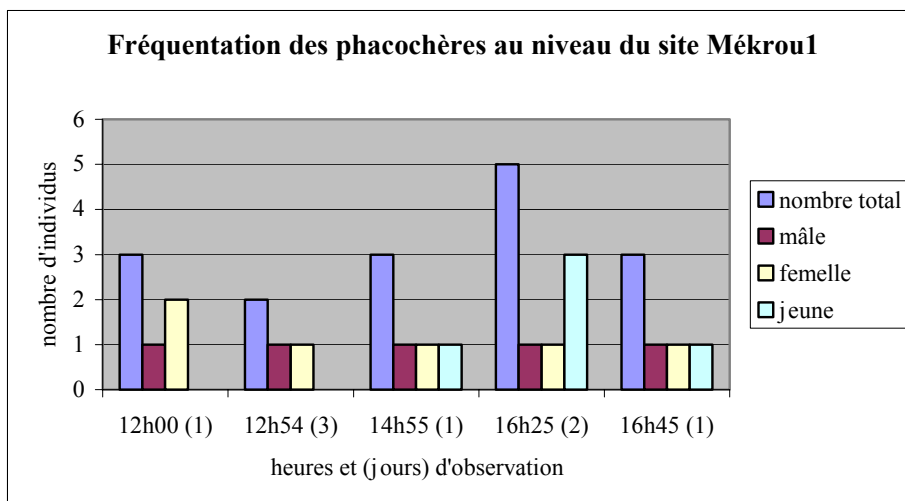
Figure 62. Fréquentation des cobes de Buffon au niveau du site Mékrou1.



Ce site est assez prisé des cobes de Buffon, dont un mâle en a fait son territoire où il défend un territoire réservé à la reproduction appelé lek. Il est difficile d'estimer avec précision le nombre de femelle (une dizaine) tant les zones d'abreuvement sont nombreuses. Il est important de préciser que les individus observés évoluent essentiellement dans la partie située côté Niger, il leur arrive de traverser le cours d'eau mais assez rarement. Les cobes de Buffon se distribuent sur une bande large de 2 km le long de la rivière sur une longueur de 2 à 3 kilomètres.

Phacochère

Figure 63. Fréquentation des phacochères au niveau du site Mékrou1.

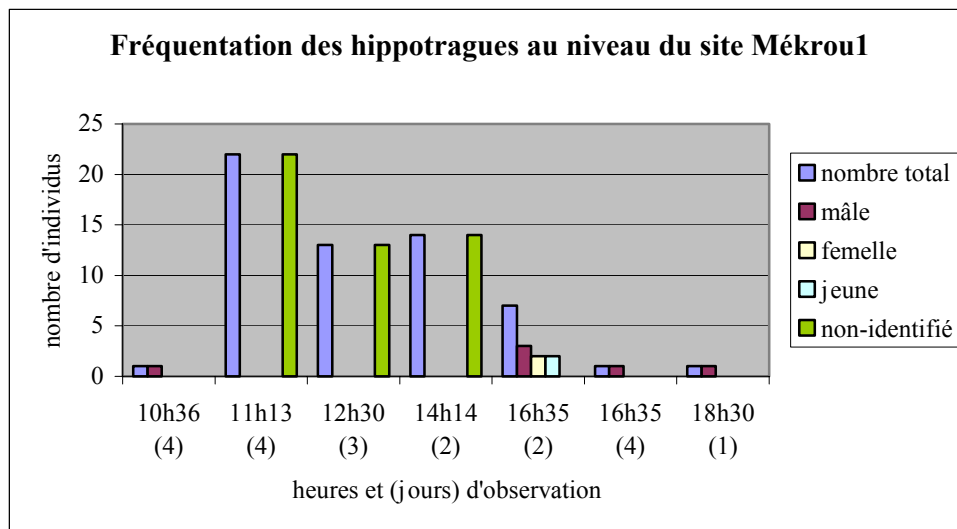


Etant donné la configuration du site, il fut quasiment impossible d'avoir un relevé exhaustif des espèces de petites tailles. Ainsi, les observations réalisées sur le phacochère ne sont pas représentatives du mode de fréquentation du point d'eau par cette espèce.

Tout comme le cobe du Buffon, ils semblent avoir une préférence pour la partie nigérienne du Parc du W, car sur les 6 observations, tous les individus se trouvaient côté Niger et y sont restés.

Hippotrague

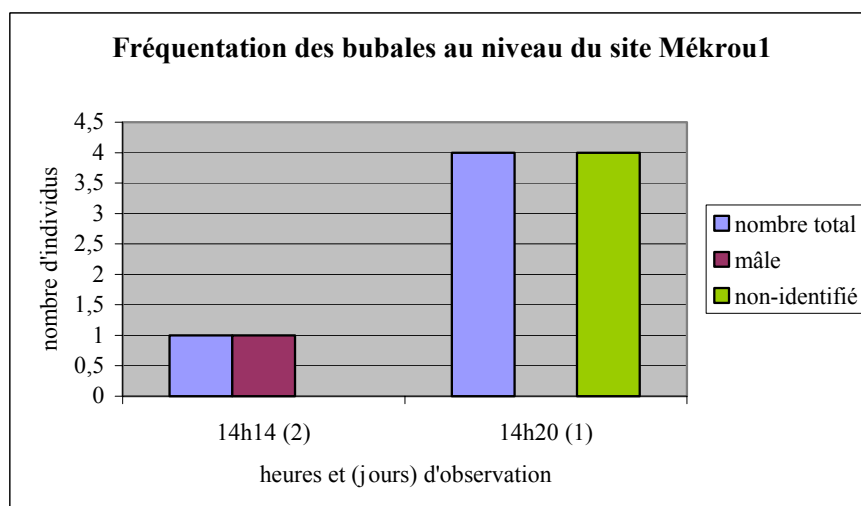
Figure 64. Fréquentation des hippotragues au niveau du site Mékrou1.



Les hippotragues sont venus régulièrement et nombreux s'abreuver au bord de la Mékrou, puisque sur les 6 observations faites durant ces 4 jours, 3 représentent des groupes de plus de 10 individus. Tout comme les autres espèces vues précédemment, eux aussi évoluent dans la partie nigérienne.

Bubale

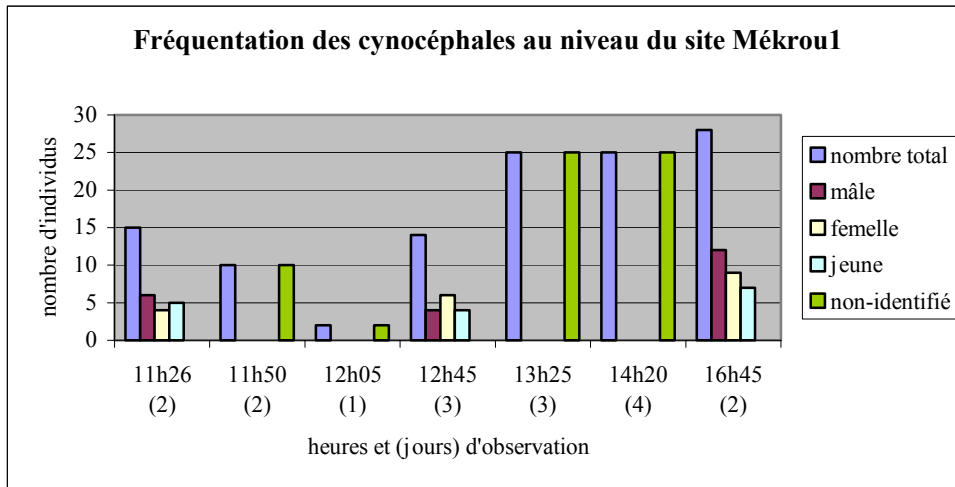
Figure 65. Fréquentation des bubales au niveau du site Mékrou1.



Ce point fixe constitue le seul site situé au bord de la Mékrou où des bubales ont été observés, d'autant plus qu'il s'agit de deux observations en 4 jours dans une zone où l'eau ne manque pas. On peut donc penser que ce site est régulièrement visité par les bubales, mais on ne possède pas assez d'éléments pour savoir si la densité de cette espèce dans un proche périmètre est élevée.

Cynocéphale

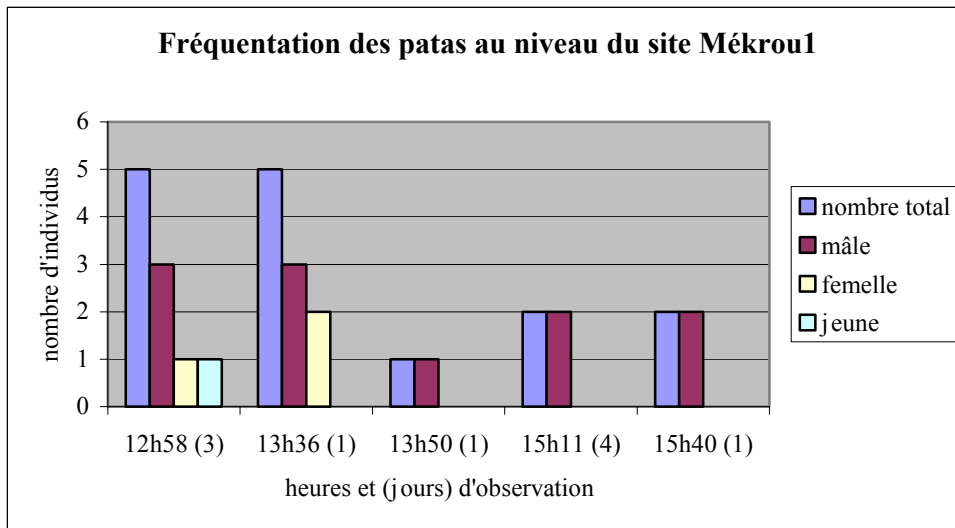
Figure 66. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Mékrou1.



Les cynocéphales sont nombreux à fréquenter la zone, où ils peuvent s’abreuver, se nourrir et dormir dans les grands arbres de la forêt galerie ou de la savane arborée environnante. On dénombre au moins deux groupes de 25 individus et plus, et trois d’une dizaine d’individus. La fréquentation est importante, mais étant donné l’abondance de l’eau dans la zone, la densité de cynocéphales pourrait être supérieure, même si un groupe a pu échapper à nos observations.

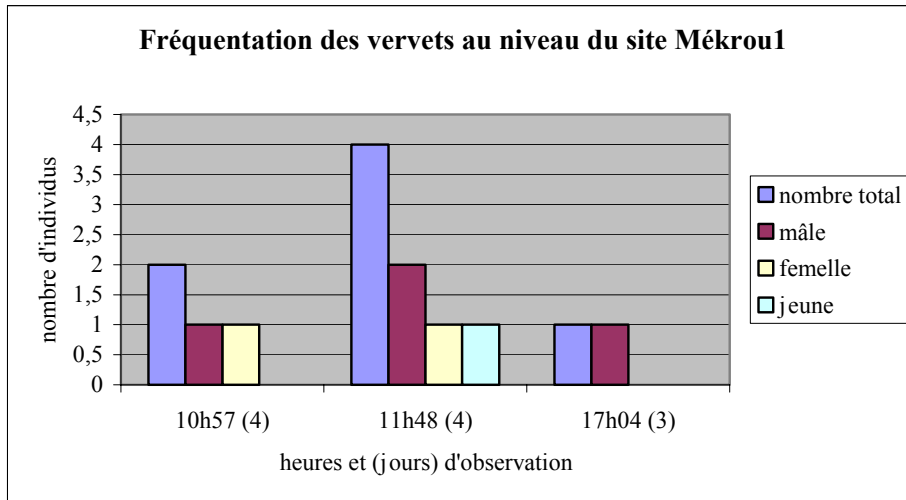
Patas

Figure 67. Fréquentation des patas au niveau du site Mékrou1.



Comme pour les phacochères, il est probable qu’un nombre important d’individus nous ait échappé, il est donc très difficile d’analyser la fréquentation du site pour les patas.

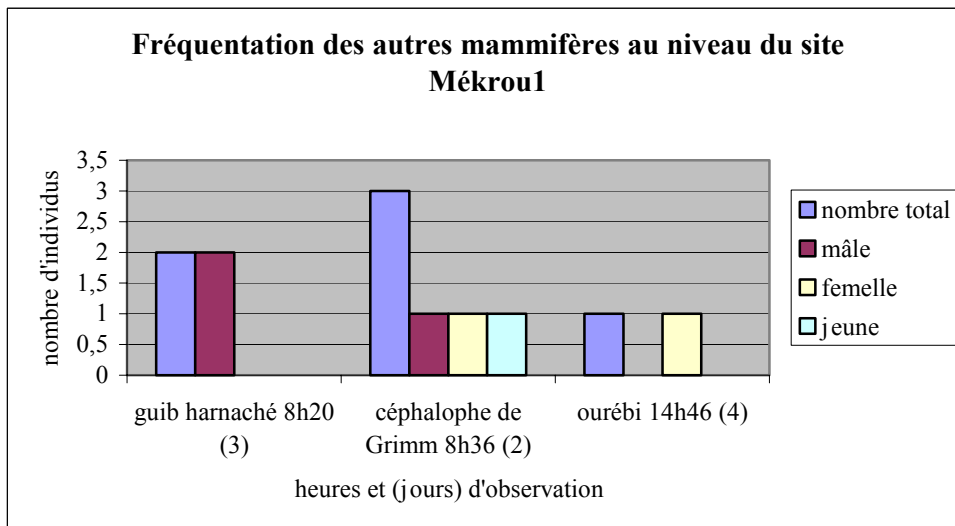
Figure 68. Fréquentation des vervets au niveau du site Mékrou1.



La population de vervets est, elle aussi, très mal représentée par les observations ci-dessus. De par leur petite taille et leur discrétion et la configuration du site, les observations de vervets ne sont pas évidentes. En revanche, la végétation environnante se prête plutôt bien à l'installation de cette espèce, on peut présumer que la densité de vervet est bien plus importante que ne laisse transparaître le graphique.

Autres mammifères

Figure 69. Fréquentation des autres mammifères au niveau du site Mékrou1.



Encore une fois le site ne se prête pas très bien à l'observation des espèces présente sur le graphique, et ce dernier ne semble pas retranscrire la réalité surtout pour le guib harnaché. Ce dernier évolue dans la bande boisée qui longe la rivière et peut très bien être caché derrière les hautes herbes lors de l'abreuvement. Les deux mâles ont été observés au niveau du méandre en train de paître la pelouse rase située dans le lit récemment asséché. Il est fort probable que ce secteur contient une densité importante surtout en fin de saison sèche.

L'ourébi a été recensé non pas au bord de la rivière mais sur la colline qui la surplombe. Cette zone à cette période, c'est à dire en début février, n'est pas très fréquentée par les ourébis pour des raisons que nous ignorons.

L'hypothèse formulée est que l'accès à ce point d'eau ne convient pas à cette espèce, les ourébis préfèrent un point d'eau dont les berges sont dégagées et peu pentues pour pouvoir fuir.

Quant au céphalophe sa présence au niveau d'un point d'eau n'est pas représentative véritablement de sa distribution. Cette observation nous indique uniquement qu'il peut fréquenter ce site comme faisant parti de son domaine vital.

Tableau 16. Indices de présence au niveau du site Mékrou1.

Espèce	Traces	Excréments	Cris
Eléphant	+	+	
Hyène tachetée			++
Hippopotame	++		

+ indices de présence anciens

++ indices de présence récents

Deux hippopotames ont laissé des traces fraîches dans la nuit du 3^{ème} au 4^{ème} jour d'observation. Même s'il est vrai que la rivière est profonde et large, et qu'elle conserve une quantité importante d'eau toute l'année, ce qui permet à de nombreux crocodiles d'être présents, il est surprenant de voir 2 hippopotames à ce niveau de la rivière. Nous savons qu'il existe une petite population (moins d'une vingtaine d'individus, Noirard 2003) dans le Niger à la hauteur du W, mais leur présence si haut en amont de la confluence constitue une réelle surprise. Pour arriver à ce niveau de la rivière, ils ont dû soit remonter la Mékrou et franchir les rapides de Barou, soit la descendre en provenance du Bénin et dans les deux cas cela représente une surprise. Une étude spécifique devrait être menée pour déterminer la provenance des hippopotames présents dans la Mékrou.

On notera qu'aucun indice de présence n'a été relevé concernant les lions, alors qu'étant donné la présence de nombreuses proies potentielles et de hyènes régulièrement associées au félin, sa présence aurait pu paraître logique.

Mékrou2

Ce site d'observation, occupé du 16 au 20 avril, se situe au niveau de la rivière Mékrou, à proximité de la piste Fofu et du lieu de pique-nique2.

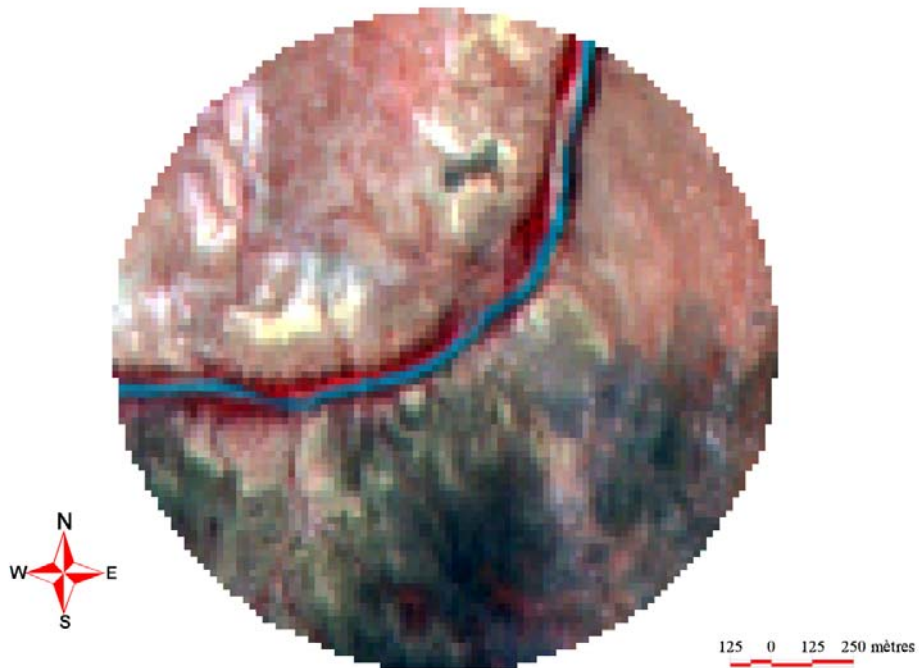
Le mirador est placé dans le lit de la rivière, où deux grandes mares peu profondes (50 à 100 cm) mais claires, longues d'une cinquantaine de mètres et large d'environ 10 à 15 mètres persistent, seules l'une d'entre elles est visible de notre lieu d'observation. Des petites flaques existent et sont également très fréquentées par les grands mammifères.

La localisation exacte du mirador est : 2°26'1.5" longitude / 12°15'13.7" latitude.

Le lit de la rivière est composé de sables, de pierres et de graviers, et il est important de préciser que les deux mares présentes ici constituent les deux seuls points d'eau important dans un rayon de 2 km.

Les formations végétales et la configuration générale du site sont détaillées sur les figures 70 et 71.

Composition colorée du site de comptage Mékrou2



Source : image SPOT multispectral 21/02/1999

Figure 70. Composition colorée du site de comptage Mékrou2.

Formations végétales du site Mékrou2

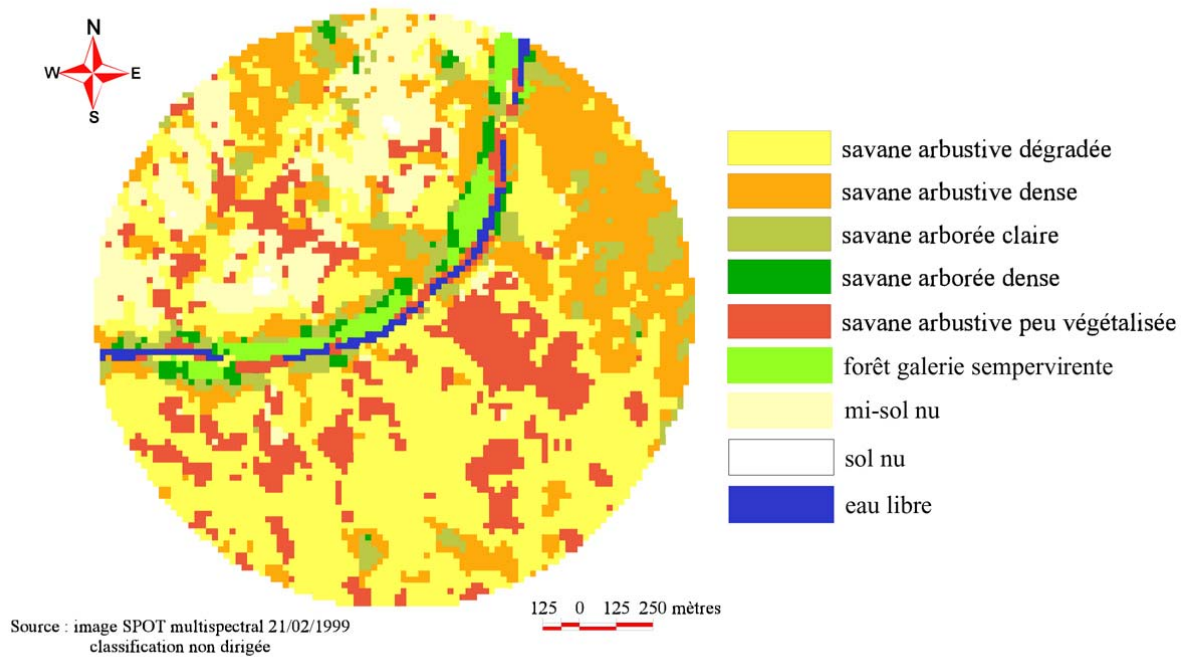


Figure 71. Formations végétales du site Mékrou2.

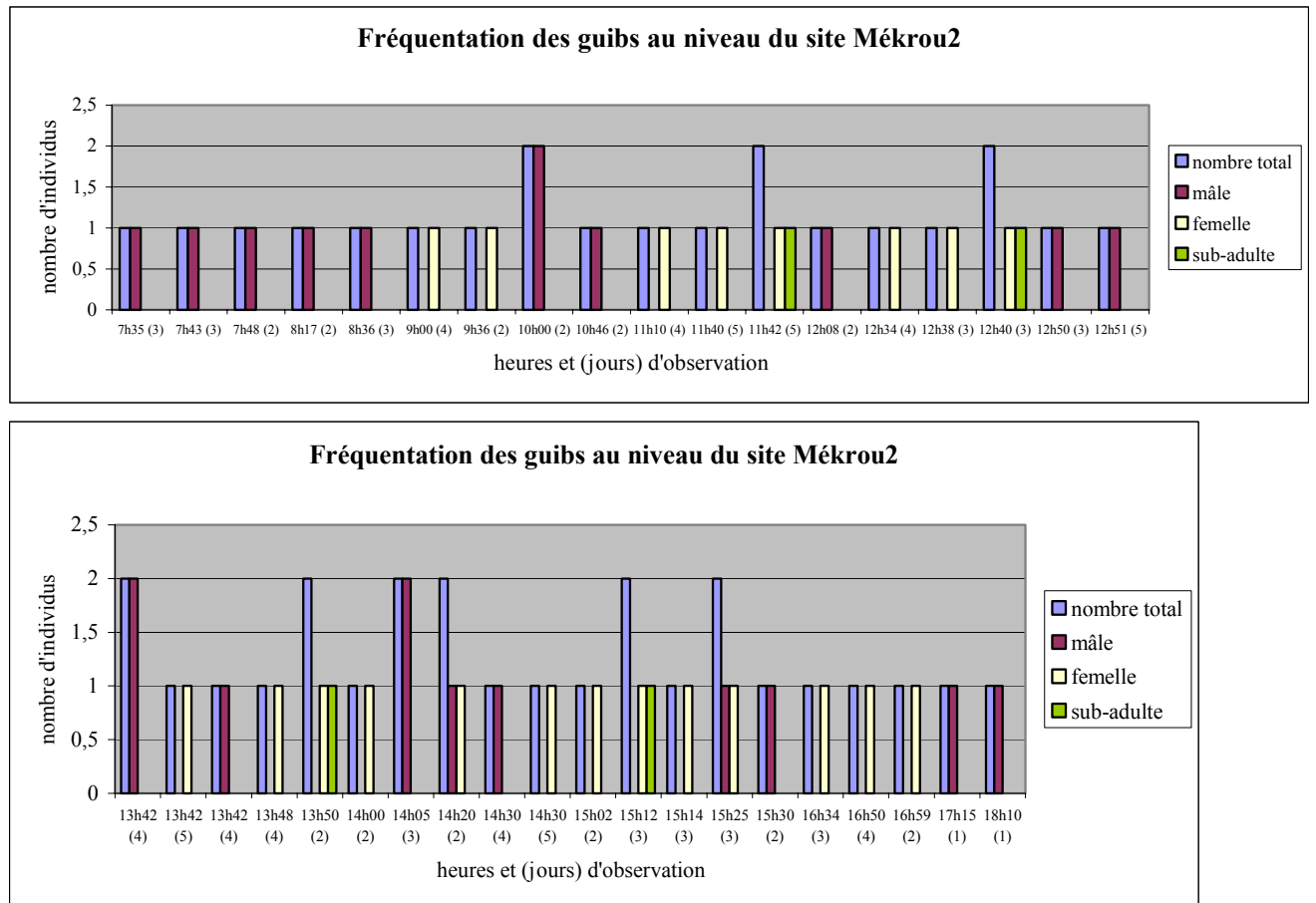
Tableau 17. Relevés botaniques autour du point d'eau Mékrou2.

Formation végétale	Espèces ligneuses	Espèces herbacées	Observations
Forêt galerie ripisylve (2°25'55'', 12°15'10'')	<i>Diospyros mespiliformis</i> <i>Kola laurifolia</i> <i>Combretum micranthum</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Kigelia africana</i> <i>Mytragina inermis</i> <i>Acacia ataxacantha</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Cassia sieberiana</i> <i>Acacia aerythrocalyx</i> <i>Feretia apodanthera</i> <i>Mimosa Pigra</i>	<i>Sida alba</i> <i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Panicum laetum</i> <i>Andropogon tectorium</i> <i>Alysicarpus ovalifolius</i>	La forêt galerie est moins large côté Bénin (~ 10 m) que côté Niger (de 10 à 30 m). La majorité des herbacées sont écrasées. Dominance de <i>Andropogon tectorium</i> au niveau des berges et présence de <i>Mimosa pigra</i> sous forme de bosquet dans le lit de la rivière.
Savane arbustive (2°25'40'', 12°15'14'')	<i>Combretum micranthum</i> <i>Guiera senegalensis</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Acacia erythrocalyx</i> <i>Dichrostachys cinerea</i>	<i>Andropogon pseudapricus</i> <i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Borreria radiata</i> <i>Vigna ambacensis</i> <i>Hibiscus asper</i>	Savane arbustive sur cuirasse à sol sablo-argileux ; quelques tâches de sol nu.
Savane arbustive dégradée (2°25'57'', 12°15'3'')	<i>Combretum micranthum</i> <i>Combretum collinum</i> <i>Combretum nigricans</i> , <i>Guiera senegalensis</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Acacia erythrocalyx</i> <i>Acacia macrostachya</i> <i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Cassia sieberiana</i> <i>Dichrostachys cinerea</i>	<i>Loudetia togoensis</i> <i>Andropogon pseudapricus</i> <i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Borreria radiat</i> <i>Andropogon gayanus</i>	Savane arbustive assez vallonnée sur cuirasse à sol lithique ; beaucoup de tâche de sol nu (jusqu'à 50% de la surface) et de termitières.

Synthèse des observations par espèce

Guib harnaché

Figure 72. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Mékrou2.

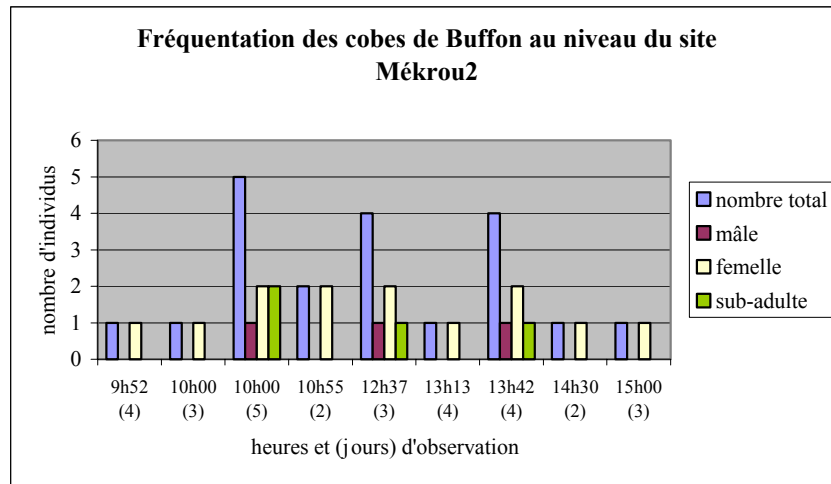


Les guibs harnachés sont très nombreux au niveau de cette zone qu'ils fréquentent tout au long de la journée. Ils manifestent une préférence pour la partie nigérienne du Parc, puisque deux tiers des observations furent réalisées au niveau de la rive nord. La forêt galerie est plus large sur cette rive, et le reste de la végétation n'a pas été brûlé, comme ce fut le cas côté Bénin.

Ils broutent ou pâturent les graminées rases dans le lit ou sur les rives de manière assez tranquille, notamment lorsque d'autres espèces comme les cynocéphales ou les cobes de Buffon se situent autour de la mare.

Cobe de Buffon

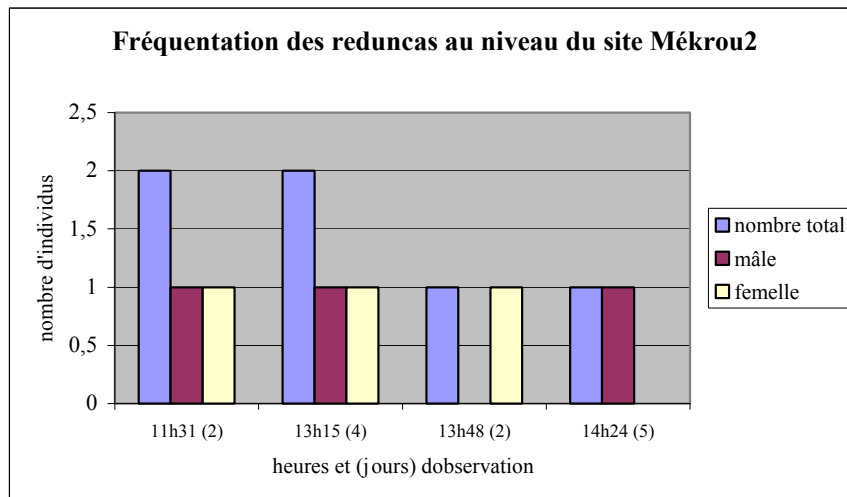
Figure 73. Fréquentation des cobes de Buffon au niveau du site Mékrou2.



Les observations concernent un même groupe comprenant un mâle dominant, 2 sub-adultes et 3 femelles. Encore une fois, les individus semblent privilégier davantage la partie nigérienne du Parc (8 fois sur 9), mais évoluent également côté Bénin, probablement pour pâturer. Les cobes paissent durant les heures chaudes dans le lit de la rivière et sur les rives à proximité de la mare, sans forme de vigilance notable. Ils se distribuent le long de la Mékrou dans la partie arbustive et sont souvent recensés lors du transect linéaire, car cette zone comporte beaucoup de plage de sols nus cuirassés où la visibilité est excellente.

Redunca

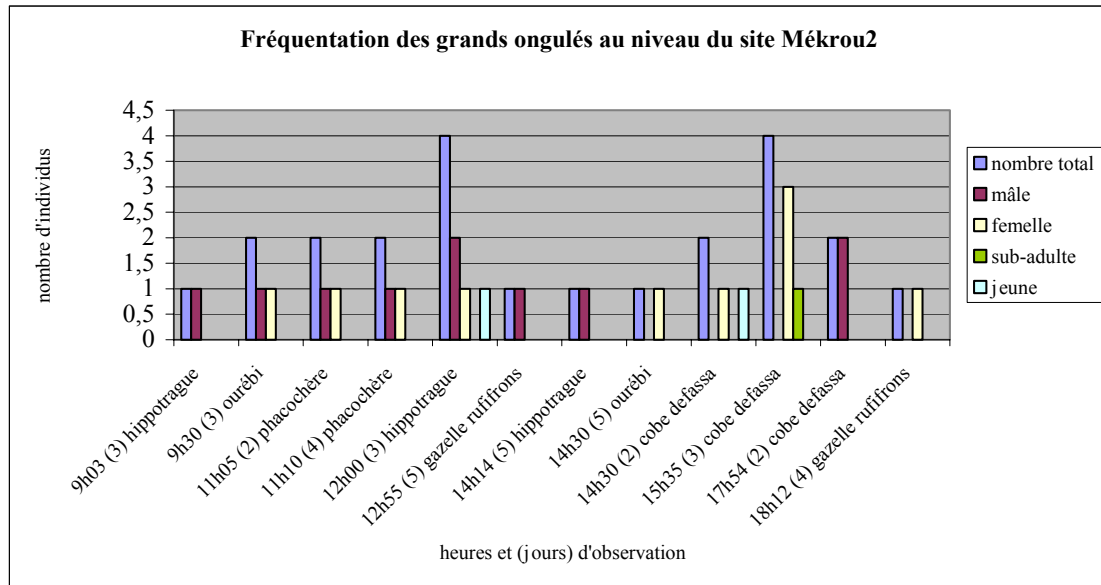
Figure 74. Fréquentation des reduncas au niveau du site Mékrou2.



Quatre reduncas ont pu être identifiés, un couple venant de la rive nord et deux individus solitaires côté Bénin. Lorsqu'on connaît leur préférence en terme d'habitat, décrite dans la littérature (Happold, 1977), pour les hautes herbes situées dans les plaines inondables, on peut en conclure qu'ils présentent une certaine mobilité. Ce type d'habitat n'a pas été observé dans un périmètre d'un kilomètre autour du point d'eau, mais plus loin dans la partie béninoise notamment.

Les autres ongulés

Figure 75. Fréquentation des grands ongulés au niveau du site Mékrou2.



Excepté pour les hippotragues qui sont venus de la rive nord, tous les autres ongulés proviennent de la partie béninoise.

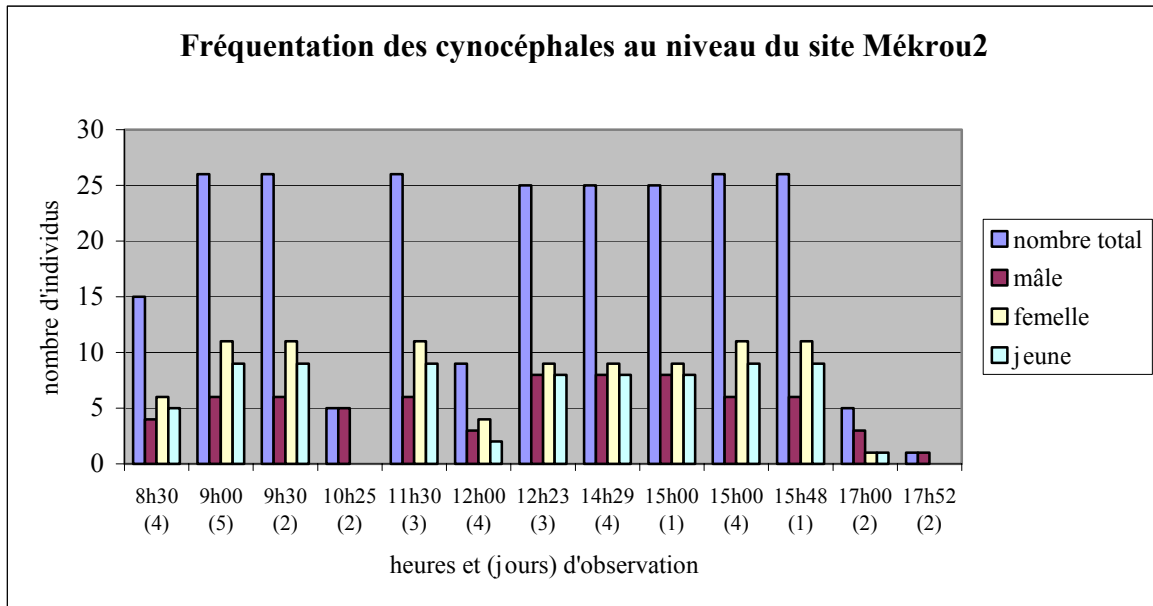
On remarquera que l'abreuvement s'effectue plutôt lors des heures chaudes de la journée entre 11h et 16h, et que les observations concernent des petits groupes, même pour les espèces grégaires comme les hippotragues ou les cobes defassa.

De par les conditions hydriques assez extrêmes à cette période, on peut dire que la fréquentation n'est pas si importante que l'on aurait pu le penser chez ces espèces, surtout chez les phacochères et les cobes defassa qui sont largement hydro-dépendants.

Il est possible que ces deux espèces aient pu s'abreuver à l'autre mare, ce qui réduit la pertinence de nos observations au niveau quantitatif. On remarquera cependant qu'au niveau qualitatif, ce site est plus riche que ceux vus précédemment ; huit espèces différentes d'ongulés ont été recensées contre cinq à Anana, six à Pérélégou et huit à Mékrou1.

Cynocéphales

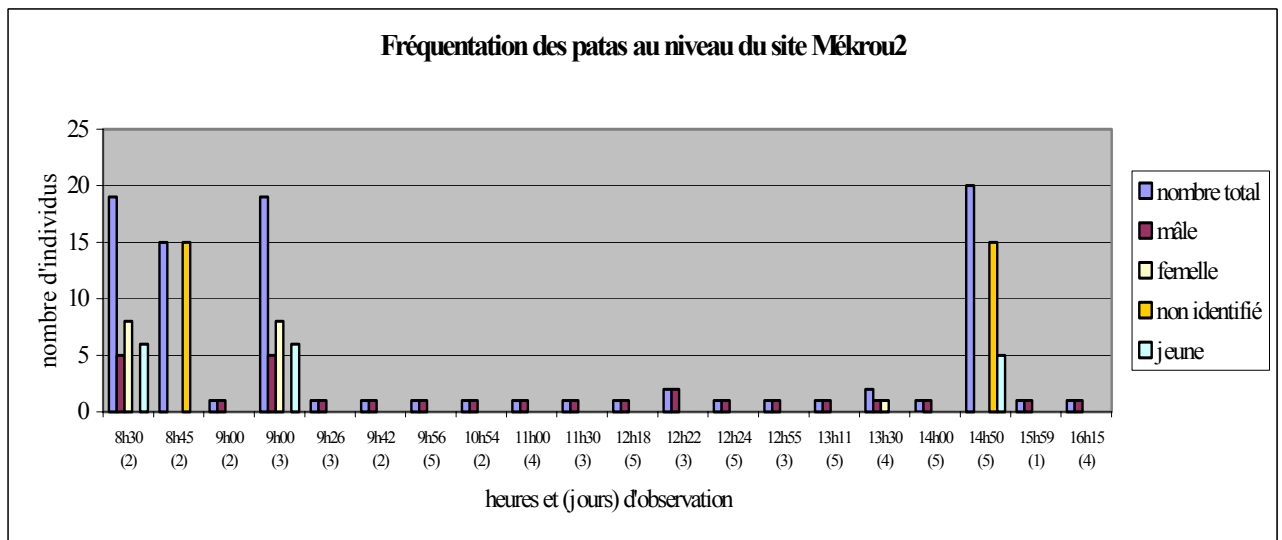
Figure 76. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Mékrou2.



Chez les cynocéphales, deux groupes distincts ont pu être dénombrés, un de 26 individus (6 mâles, 11 femelles et 9 jeunes), et un autre de 25 individus (8 mâles, 9 femelles et 8 jeunes). Les deux groupes évoluent indifféremment au sud ou au nord de la Mékrou, et ne semblent pas avoir de territoires distincts, puisqu'on peut les retrouver alternativement à des endroits similaires. Le groupe de 25 vient davantage s'abreuver aux heures chaudes (entre 12h et 15h), tandis que l'autre a également été observé en début de matinée, ce qui laisse supposer que le groupe de 26 individus occupent des dortoirs à proximité du point d'eau.

Patras

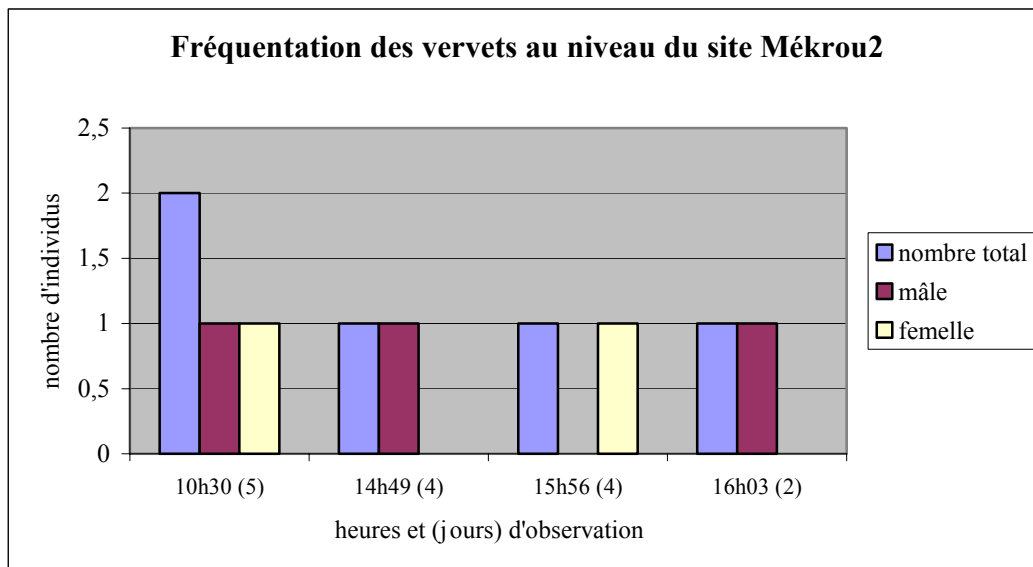
Figure 77. Fréquentation des patras au niveau du site Mékrou2.



Le dénombrement des patas étant très difficile, de par leur venue alternative au point d'eau, il n'est pas aisé d'identifier des groupes précis, à l'exception d'un groupe de 19 individus (5 mâles, 8 femelles et 6 jeunes), venu entre 8h30 et 9h le 2^{ème} et le 3^{ème} jour. Connaissant l'existence de l'autre mare à proximité, on peut dire que ce site constitue un point de passage important pour de nombreux groupes.

Vervet

Figure 78. Fréquentation des vervets au niveau du site Mékrou2.



On a très peu d'informations concernant les vervets. Ils ne semblent pas apprécier ce point d'eau, à part pour quelques individus isolés venus essentiellement du Bénin.

Etant donné la configuration du milieu (cf. figure 71), il est fort possible que les singes verts fréquentent davantage l'autre point d'eau situé plus à l'est (non visible lors des observations).

Tableau 18. Indices de présence au niveau du site Mékrou2.

Espèce	Traces	Excréments	Cris
Eléphant	+	+	
Buffle	++	++	
Genette	++		
Chacal	++	++	
Civette	++	++	
Porc épic		++	
Hyène rayée		+	
Lion			++

+ = indices de présence anciens

++ = indices de présence récents

Les buffles n'ont pas été observés durant la journée, mais des traces récentes nous indiquent qu'ils doivent présenter un comportement plutôt nocturne concernant l'abreuvement. Il se peut également, qu'ils aient fréquenté la mare non visible.

Mékrou3

Nous avons réalisé des observations du 28 avril au 1^{er} mai, au niveau de la rivière Mékrou, à proximité de la piste Haoussa. Il s'agit d'un endroit stratégique pour la faune, car en cette saison, c'est l'une des rares parties de la rivière où il reste un peu d'eau, dans le secteur Haoussa, c'est à dire le long de cette piste.

Le site présente deux mares distantes de 300 mètres, et dont les longueurs respectives se situent autour d'une vingtaine de mètres, larges d'une dizaine de mètres et peu profondes < 50 cm, et claires quasiment pas boueuses.

La localisation exacte des deux points d'eau est :

mare 1 : 2°22'55.8" longitude / 12°10'13.3" latitude

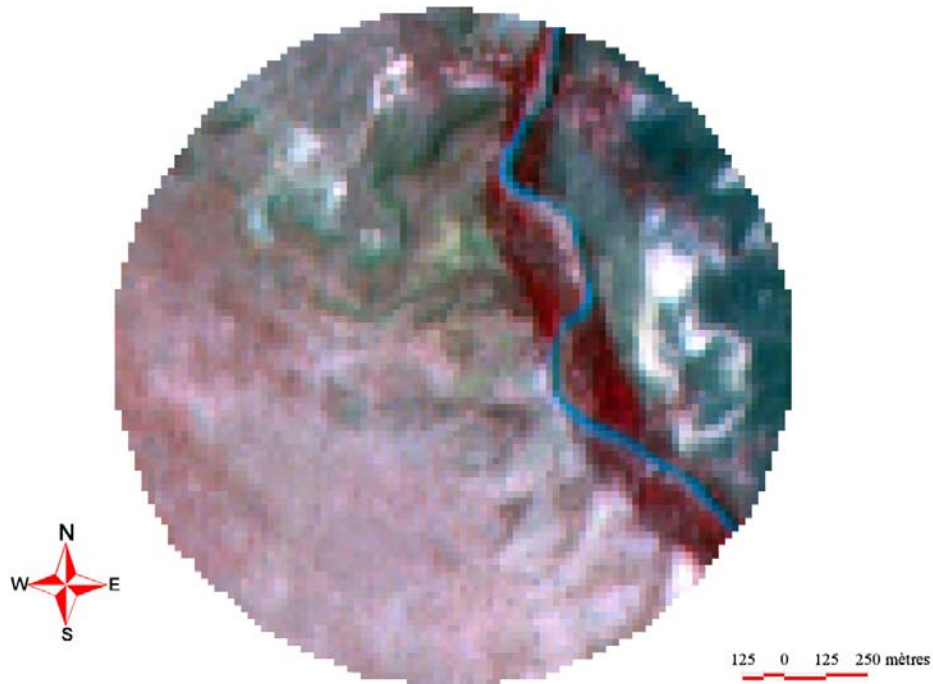
mare 2 : 2°22'58.4" longitude / 12°10'2.1" latitude.

Dans le lit de la rivière, on a un substrat sableux gravillonnaire, alors qu'au niveau des berges, on passe vite à un milieu cuirassé avec un sol très érodé.

Les formations végétales environnantes et la configuration du milieu sont présentées sur les figures 79 et 80.

On remarquera que le lit de la rivière répond comme la savane arbustive peu végétalisée, soit très fortement .

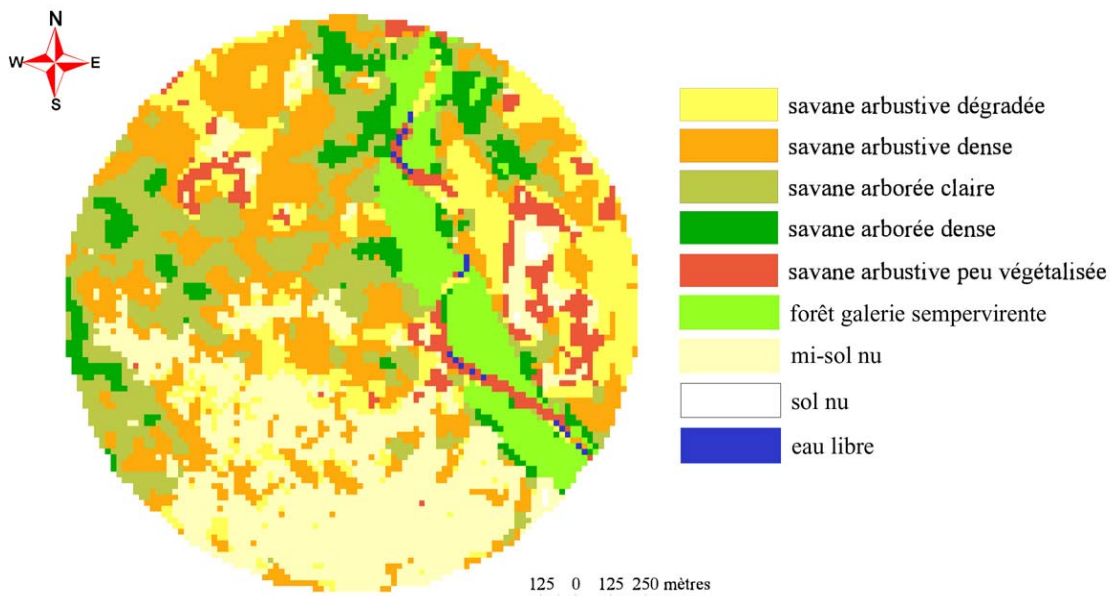
Composition colorée du site de comptage Mékrou3



Source : image SPOT multispectral 21/02/1999

Figure 79. Composition colorée du site de comptage Mékrou3.

Formations végétales du site Mékrou3



Source : image SPOT multispectral 21/02/1999
classification non dirigée

Figure 80. Formations végétales du site Mékrou3.

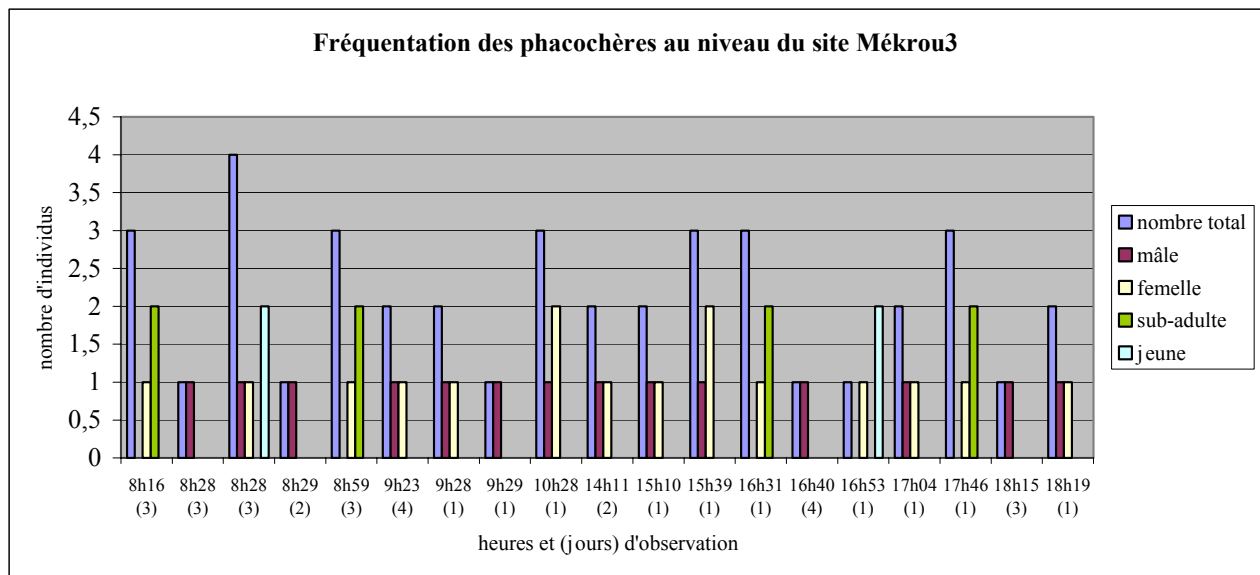
Tableau 19. Relevés botaniques autour du point d'eau Mékrou3.

Formation végétale	Espèces ligneuses	Espèces herbacées	Observations
Forêt galerie ripisylve (2°22'58'', 12°10'4'')	<i>Kola laurifolia</i> <i>Kigelia africana</i> <i>Diospyros mespiliformis</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Mitragyna inermis</i> <i>Stereospermum kunthianum</i> <i>Crateva adansonia</i> <i>Combretum micranthum</i> <i>Acacia ataxacantha</i> <i>Ziziphus mucronata</i> <i>Cassia sieberiana</i> <i>Piliostigma reticulatum</i>	<i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Panicum laetum</i> <i>Andropogon tectorium</i> <i>Vitiveria nigritana</i> <i>Borreria radiata</i>	Forêt galerie dense située dans un bas fond. On retrouve le même type de compositions floristique sur les berges sur une largeur variant entre 10 et 20 mètres.
Savane arborée (2°22'47'', 12°10'6'')	<i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Tamarindus indica</i> <i>Diospyros mespiliformis</i> <i>Stereospermum kunthianum</i> <i>Combretum micranthum</i> <i>Combretum collinum</i> <i>Combretum nigricans</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Boscia angustifolia</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Acacia erythrocalyx</i>	<i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Sida alba</i> <i>Sida rhombifolia</i> <i>Borreria radiata</i>	Zone dépressionnaire, avec un sol argilo-sableux
Savane arbustive dégradée (2°22'48'', 12°10'10'')	<i>Combretum micranthum</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Combretum collinum</i> <i>Combretum nigricans</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Combretum acculeatum</i> <i>Boscia angustifolia</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Guiera senegalensis</i> <i>Acacia erythrocalyx</i> <i>Dichrostachys cinerea</i>	<i>Loudetia togoensis</i> <i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Sida rhombifolia</i> <i>Panicum laetum</i> <i>Andropogon pseudapricus</i> <i>Borreria radiata</i> <i>Cassia mimosoides</i>	Savane sur cuirasse à sol lithique ; beaucoup de tâches de sol nu (jusqu'à 100 m ²).
Savane herbeuse ripicole (2°22'56'', 12°10'8'')	<i>Kola laurifolia</i> <i>Ziziphus mucronata</i> <i>Cassia sieberiana</i> <i>Piliostigma reticulatum</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Acacia ataxacantha</i>	<i>Andropogon tectorium</i> <i>Panicum laetum</i> <i>Borreria radiata</i>	L'espèce <i>Andropogon tectorium</i> domine largement.

Synthèse des observations par espèce

Phacochère

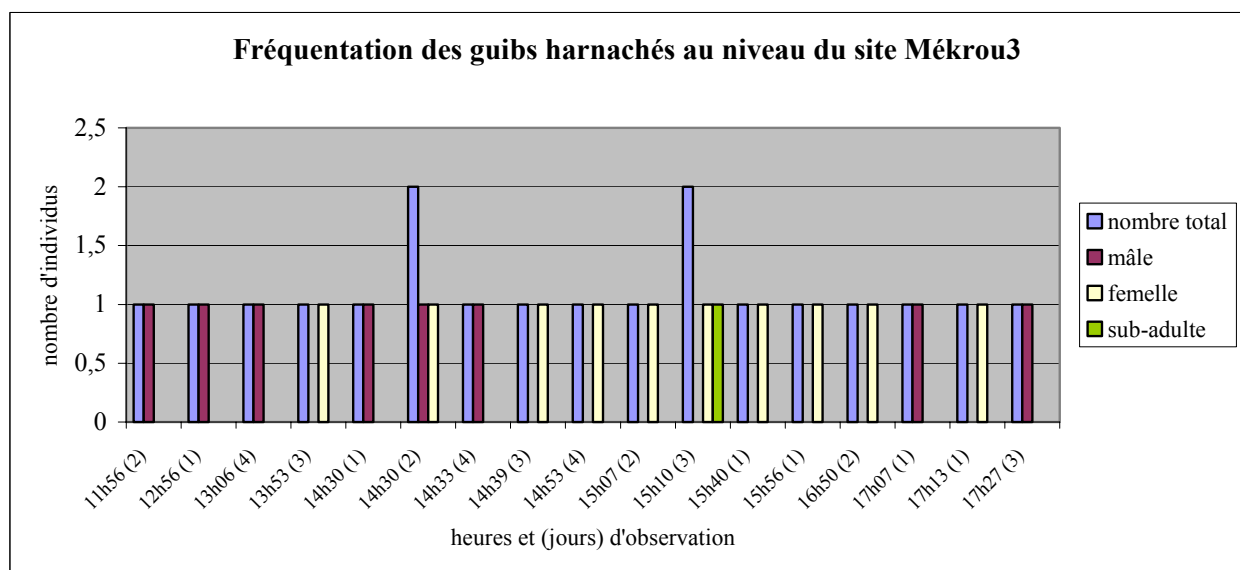
Figure 81. Fréquentation des phacochères au niveau du site Mékrou3.



Les phacochères comme les autres ongulés fréquentent assidûment la zone, et d'après les observations, ils évoluent davantage dans la partie nigérienne du Parc, probablement en raison d'une meilleure qualité d'habitat (cf. figure 80). On remarquera que les individus sont venus s'abreuver essentiellement le 1^{er} jour (52% des observations totales), où on a dénombré 22 individus différents.

Guib harnaché

Figure 82. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Mékrou3.



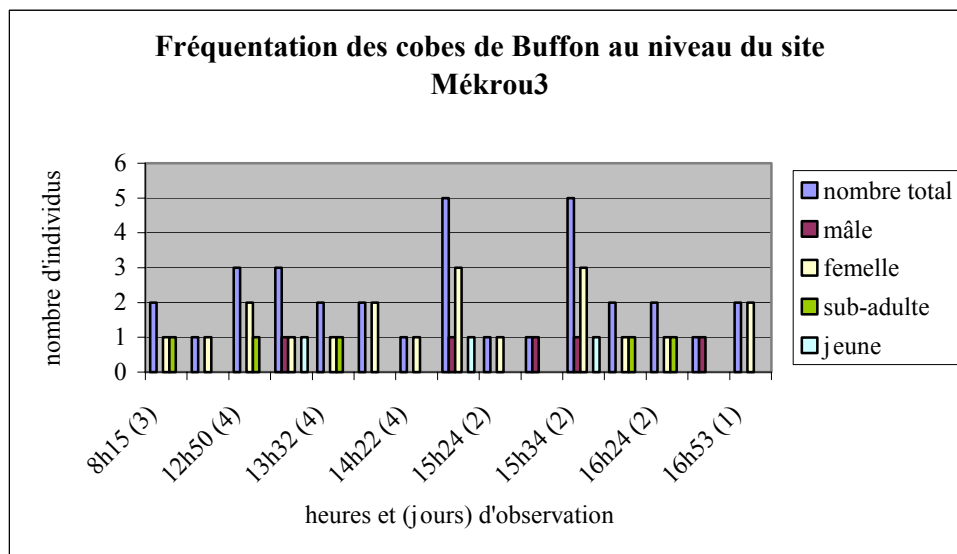
Les guibs harnachés sont nombreux à venir s'abreuver dans cette zone, notamment au niveau de la mare n°2, et semblent avoir une légère préférence pour la partie béninoise (60% des observations).

D'après nos comptages, au moins 8 guibs évoluent à proximité de la zone de part et d'autre de la rivière. Sur ces 8 individus, on ne dénombre qu'un seul sub-adulte et aucun jeune, ce qui n'est pas très encourageant pour le développement de l'espèce.

Même si la forêt galerie est bien représentée autour des deux mares, cela représente une densité importante surtout si l'on se réfère au nombre de mâles (au moins 3) recensés dans un petit périmètre. Il est donc possible qu'à cette saison, certains individus viennent de loin, notamment dans la partie nigérienne qui présente dans un rayon de trois kilomètres des formations végétales adéquates tels que la savane arborée dense.

Cobe de Buffon

Figure 83. Fréquentation des cobes de Buffon au niveau du site Mékrou3.

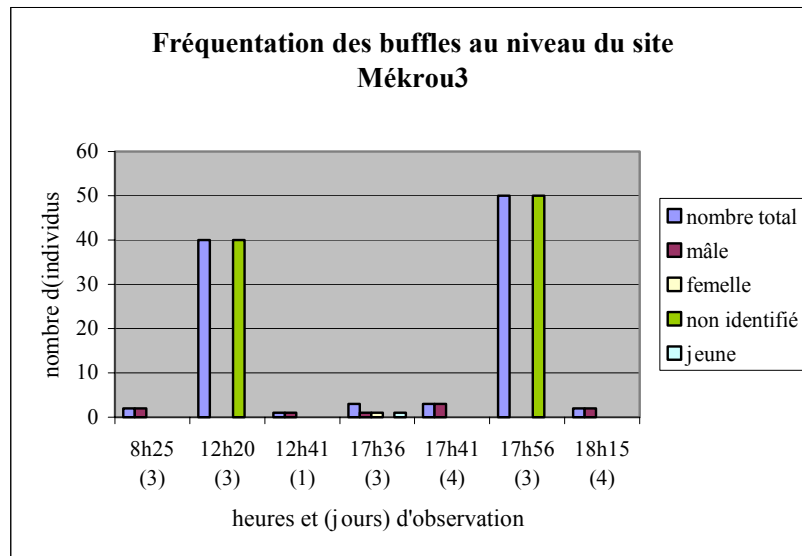


La zone est occupée par un groupe de 7 cobes de Buffon, 1 mâle, 4 femelles, 1 sub-adulte et 1 jeune. Comme ceux du site Mékrou2, ils évoluent durant les heures chaudes dans le lit de la rivière et sur les rives où ils peuvent paître et s'abreuver à leur guise. Le reste du temps, ils ne s'éloignent jamais beaucoup du point d'eau.

Le manque d'eau en saison sèche semble le facteur restrictif quant au développement des effectifs de population de cobes de Buffon dans ce secteur du Parc.

Buffle

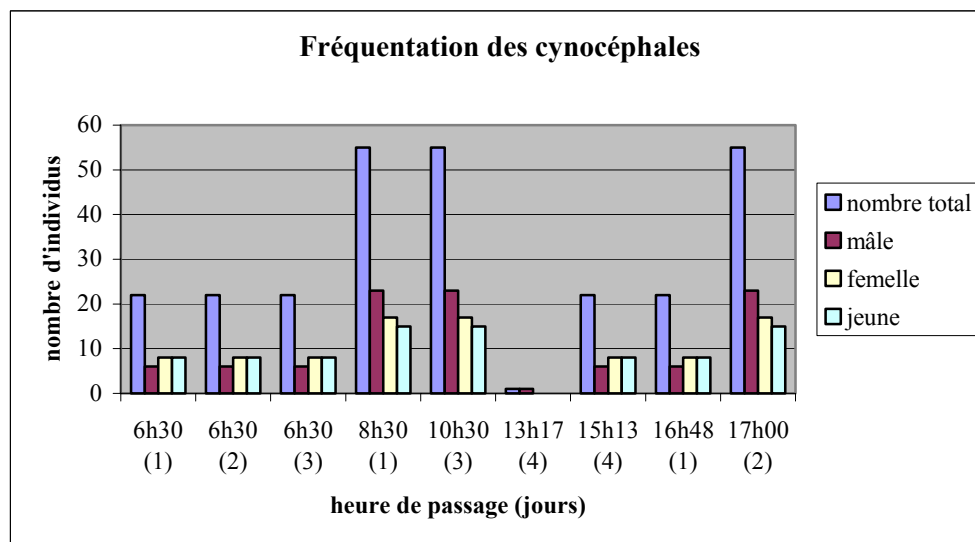
Figure 84. Fréquentation des buffles au niveau du site Mékrou3.



Le site Mékrou3 est une zone de convergence pour de nombreux buffles, tous venus du côté nigérien. On a pu recenser deux troupes (de 40 et 50 individus) et 11 autres buffles, dont un couple et un petit probablement détaché du troupeau qui les ont suivis. Précisons, que ces animaux sont également venus boire la nuit, ils présentent donc dans cette zone un comportement à la fois diurne et nocturne, au niveau de l'abreuvement.

Cynocéphale

Figure 85. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Mékrou3.

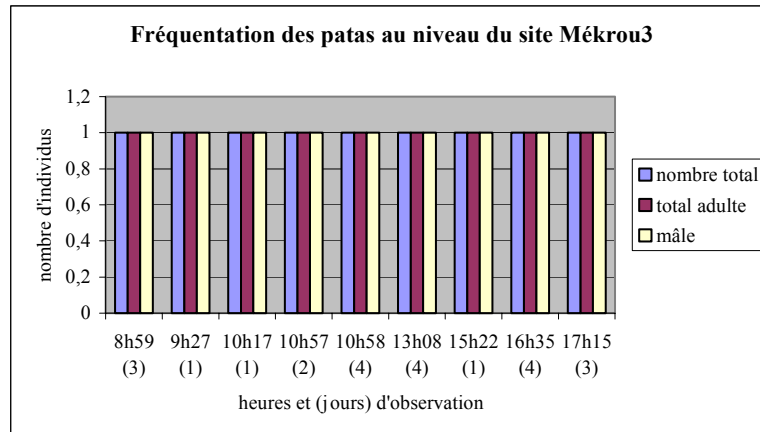


Deux groupes de cynocéphales ont été dénombrés, un de 55 individus (23 mâle, 17 femelles et 15 petits), et un de 22 individus (6 mâles, 8 femelles, et 8 petits). Le groupe de 55 individus avait élu domicile au niveau de la mare n°2, et l'autre près de la mare n°1.

Hormis la journée, où ils sont en quête de nourriture non loin des points d'eau, chaque groupe est présent matin et soir dans les grands arbres des forêts galeries. Les cynocéphales essayent d'éviter les rencontres entre groupes voisins, sous peine d'affrontement très délicat pour le groupe de 22 individus.

Patas

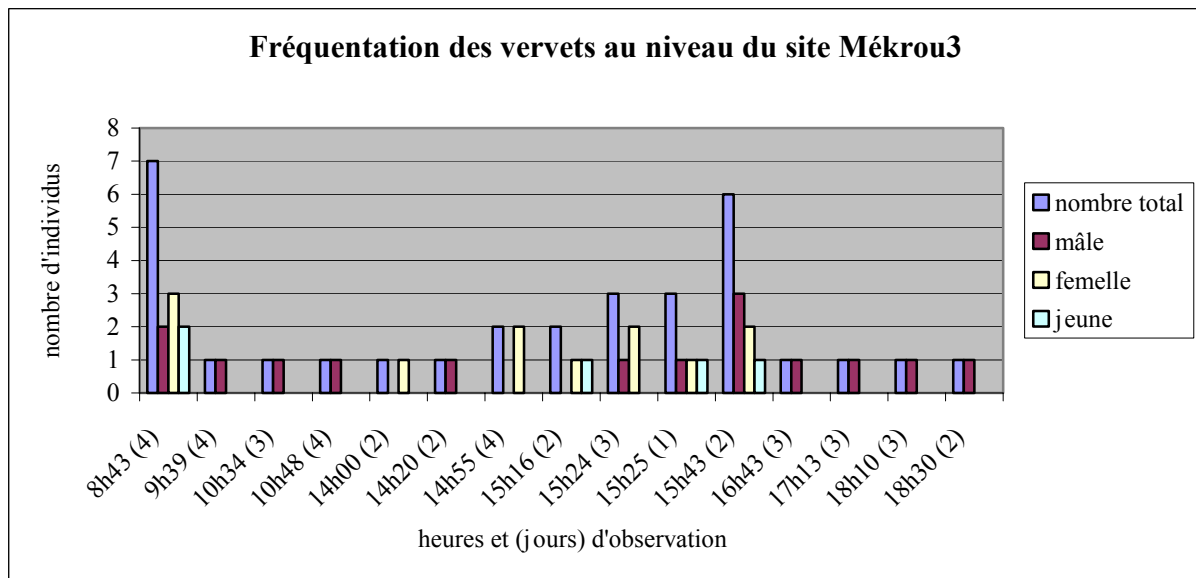
Figure 86. Fréquentation des patas au niveau du site Mékrou3.



Etant donné le peu d'informations récoltées, et le comportement très mobile des patas, il est difficile d'émettre des hypothèses quant au type de fréquentation dans cette zone. Les observations ont été faites en majorité (66%), côté Niger, et il est possible qu'un même individu soit venu boire durant les 4 jours d'observation.

Vervet

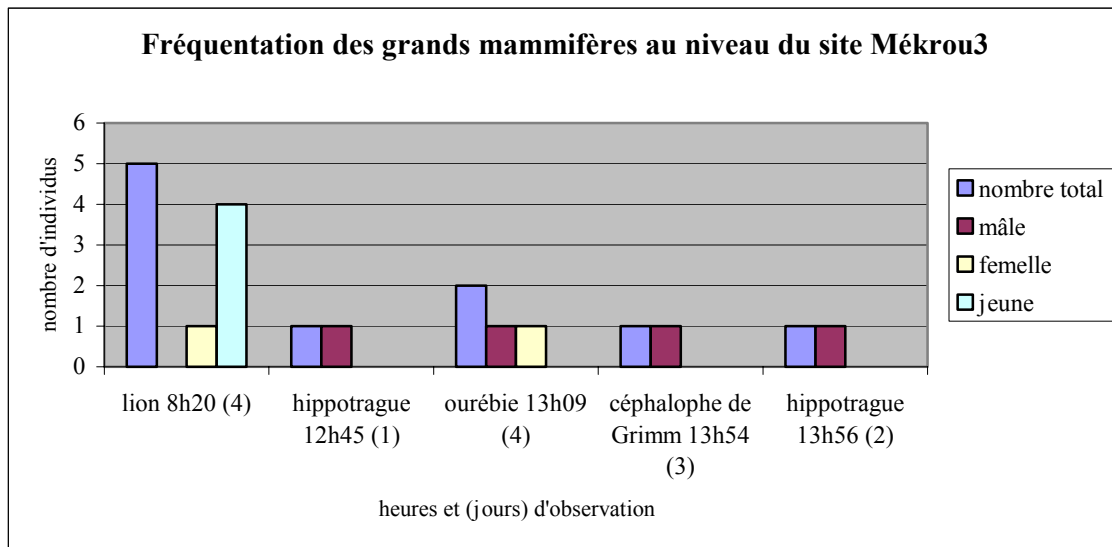
Figure 87. Fréquentation des vervets au niveau du site Mékrou3.



Les vervets sont fréquents dans cette zone, mais de par leur comportement, il est difficile de les recenser. Tout comme les patas, lorsqu'ils sont en groupe, ils viennent boire alternativement, mais certains peuvent rester au bord de l'eau, partir et revenir. Néanmoins, comme le montre la figure 80, la végétation environnante leur est assez favorable surtout dans la partie nigérienne (73% des observations). Ils peuvent donc évoluer sans trop de contrainte.

Autres mammifères

Figure 88. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Mékrou3.



Les hippotragues ne sont pas très nombreux dans cette zone, seulement 2 individus recensés, il semblerait d'après le recensement en transect linéaire, qu'ils soient situés davantage au nord le long de la Mékrou. Notons qu'une lionne accompagnée de 4 petits, est venue quelque peu perturber la fréquentation de la mare 2, le 4^{ème} jour, sauf pour les primates qui ont paru s'en accommoder.

Tableau 20. Indices de présence au niveau du sites Mékrou3.

Espèce	Traces	Excréments	Cris
Civette	++		
Genette	++		
Eléphant	++	++	++

La zone Mékrou3, tout comme celle de Mékrou2, présente un grand intérêt faunistique, de par la quantité importante d'observations et de part la variété des espèces recensées. Douze espèces différentes ont été dénombrées au total, si l'on compte les éléphants (7 femelles et 5 petits, d'après les traces) venus perturber notre sommeil lors de la 3^{ème} nuit. Précisons que ces derniers ont eu comportement très agressif, lorsqu'ils sont venus s'abreuver à proximité de notre campement.

On notera d'ailleurs qu'en plus d'une activité diurne importante autour des 2 mares, l'activité nocturne nous a semblé également assez conséquente.

Mékrou4

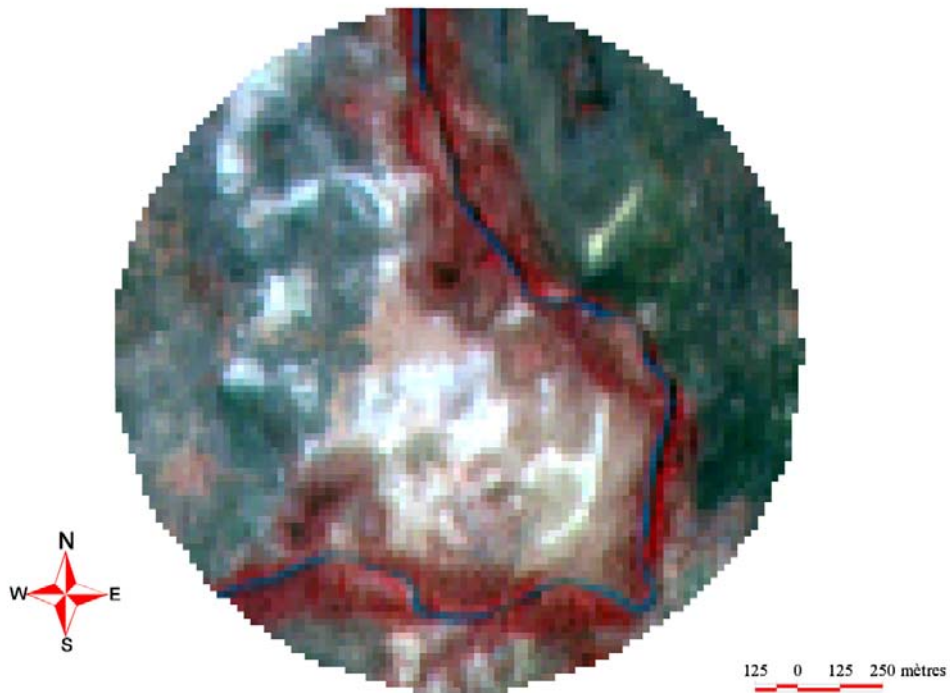
La zone se situe à l'extrémité sud de la partie nigérienne, le long de la Mékrou. Cette dernière possédait encore beaucoup d'eau sur plusieurs kilomètres (1 en amont et au moins 2 en aval sans discontinuité) lors de nos observations du 24 au 27 avril, ce qui multiplie les lieux d'abreuvement pour la faune. Nous avons donc placé le mirador dans une zone dégagée à proximité de la rivière permettant de couvrir un périmètre assez large afin de maximiser les observations.

La localisation exacte du mirador : 2°26'6.3" longitude / 11°57'52.2" latitude.

Le sol à proximité du mirador est sableux, et les environs constituent un glacis hormis une petite colline gréseuse côté Bénin.

Les formations végétales et la configuration du milieu dans un périmètre de 1km autour du mirador sont détaillés sur les figures 89 et 90.

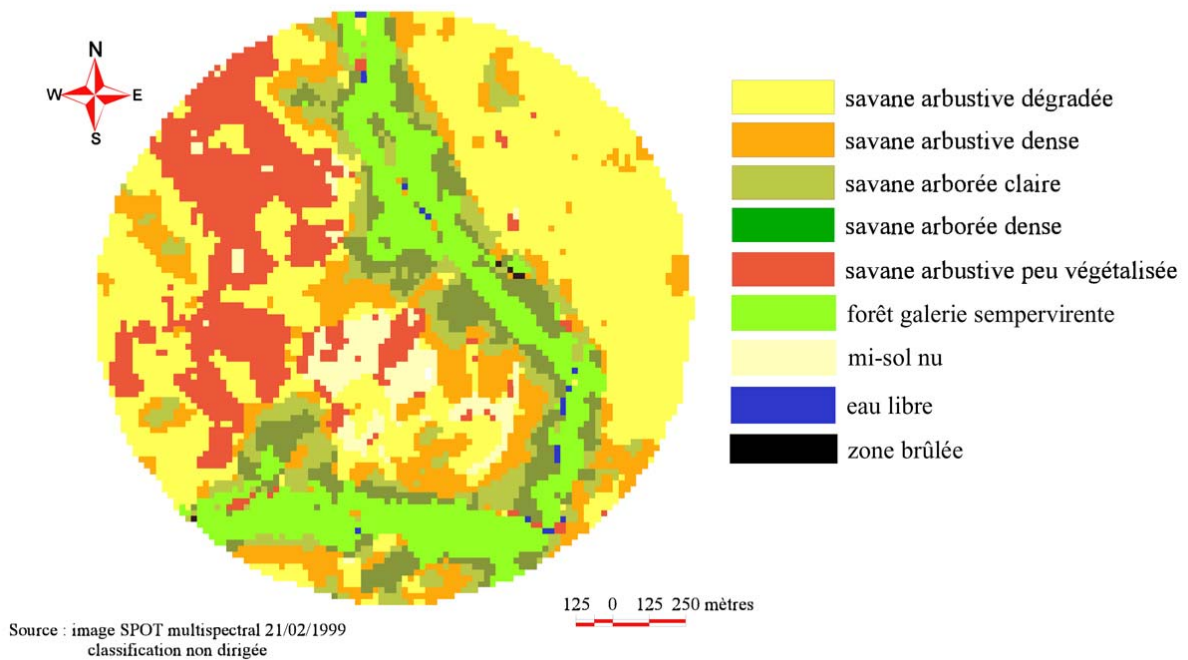
Composition colorée du site de comptage Mékrou4



Source : image SPOT multispectral 21/02/1999

Figure 89. Composition colorée du site de comptage Mékrou4.

Formations végétales du site Mékrou4



Source : image SPOT multispectral 21/02/1999
classification non dirigée

Figure 90. Formations végétales du site Mékrou4.

Tableau 21. Relevés botaniques autour du point d'eau Mékrou4.

Formation végétale	Espèces ligneuses	Espèces herbacées	Observations
Forêt galerie ripisylve (2°26'5'', 11°57'57'')	<i>Kaya senegalensis</i> <i>Kola laurifolia</i> <i>Tamarindus indica</i> <i>Diospyros mespiliformis</i> <i>Lanea microcarpa</i> <i>Kigelia africana</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Mitragyna inermis</i> <i>Combretum collinum</i> <i>Combretum nigricans</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Acacia ataxacantha</i> <i>Dichrostachys cinerea</i> <i>Securinega virosa</i> <i>Ximenia americana</i> <i>Ziziphus mucronata</i> <i>Piliostigma reticulatum</i> <i>Sarcocephalus esculentus</i> <i>Lonchocarpus laxiflorus</i> <i>Sesbania sesban</i> <i>Mimosa pigra</i>	<i>Andropogon gayanus</i> <i>Sida alba</i> <i>Sida rhombifolia</i> <i>Andropogon tectorium</i> <i>Vitiveria nigriflora</i>	La forêt galerie est plus large côté Bénin, elle peut atteindre 20 mètres de largeur.
Savane arborée claire (2°26'6'', 11°57'52'')	<i>Terminalia avicennioides</i> <i>Cassia sieberiana</i> <i>Acacia sieberiana</i> <i>Piliostigma thonningii</i> <i>Securinega virosa</i> <i>Dichrostachys cinerea</i> <i>Ximenia americana</i> <i>Combretum collinum</i>	<i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Borreria radiata</i> <i>Andropogon tectorium</i> <i>Cassia mimosoides</i> <i>Vossia cuspidata</i>	La couverture arborée est faible alors que le tapis d'herbacées est dense.
Savane arbustive (2°25'51'', 11°57'52'')	<i>Isobertinia doka</i> <i>Tamarindus indica</i> <i>Xeroderrys sthülmannii</i> <i>Detarium microcarpum</i> <i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Lanea microcarpa</i> <i>Vitellaria paradoxa</i> <i>Lonchocarpus laxiflorus</i> <i>Diospyros mespiliformis</i> <i>Terminalia avicennioides</i> <i>Crossopteryx febrifuga</i> <i>Adansonia digitata</i> <i>Albizia chevalieri</i> <i>Combretum collinum</i> <i>Combretum nigricans</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Combretum micranthum</i> <i>Combretum glutinosum</i>	<i>Andropogon gayanus</i> <i>Loudetia togoensis</i> <i>Andropogon pseudapricus</i> <i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Dipcadi taccazeaenum</i> <i>Asparagus flagellaris</i>	Savane disposée en bande où quelques grands se dispersent parmi les arbustes majoritaires. Les bordures comprennent de tâches de sol nus importantes.

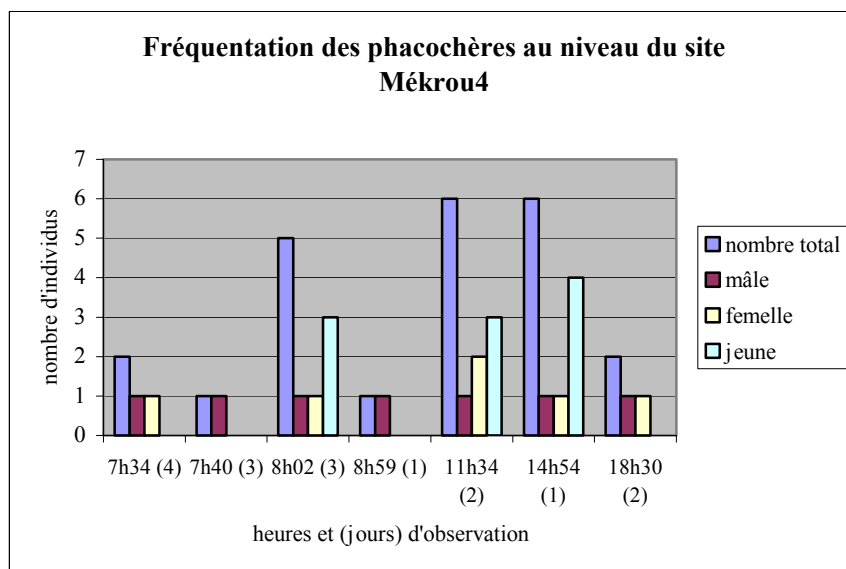
Savane arbustive (suite)	<i>Feretia apodanthera</i> <i>Dichrostachys cinerea</i> <i>Capparis tomentosa</i> <i>Gardenia ternifolia</i> .		
Savane arbustive claire (2°26'12'', 11°57'56'')	<i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Vitellaria paradoxa</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Combretum collinum</i> <i>Sterculia setigera</i> <i>Lanea acida</i> <i>Securidaca longepedunculata</i> <i>Ximenia americana</i> <i>Lonchocarpus laxiflorus</i>	<i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Cassia mimosoides</i> <i>Aristida mutabilis</i>	Présence importante de sol nu
Savane herbeuse (2°26'3'', 11°57'41'')	<i>Combretum glutinosum</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Acacia ataxacantha</i> <i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Combretum aculeatum</i>	<i>Cymbopogon schoenanthus</i> <i>Andropogon tectorium</i> <i>Viteveria nigritana</i>	Savane herbeuse très nettement dominée par le <i>Cymbopogon sp.</i> , accompagnée de fourrés à <i>Acacia ataxacantha</i> .

Synthèse des observations par espèce

Il est important de préciser que l'ensemble des individus observés vient de la partie nigérienne, le côté nigérien est plus dégagé à cet endroit, il se prête donc mieux à l'observation.

Phacochère

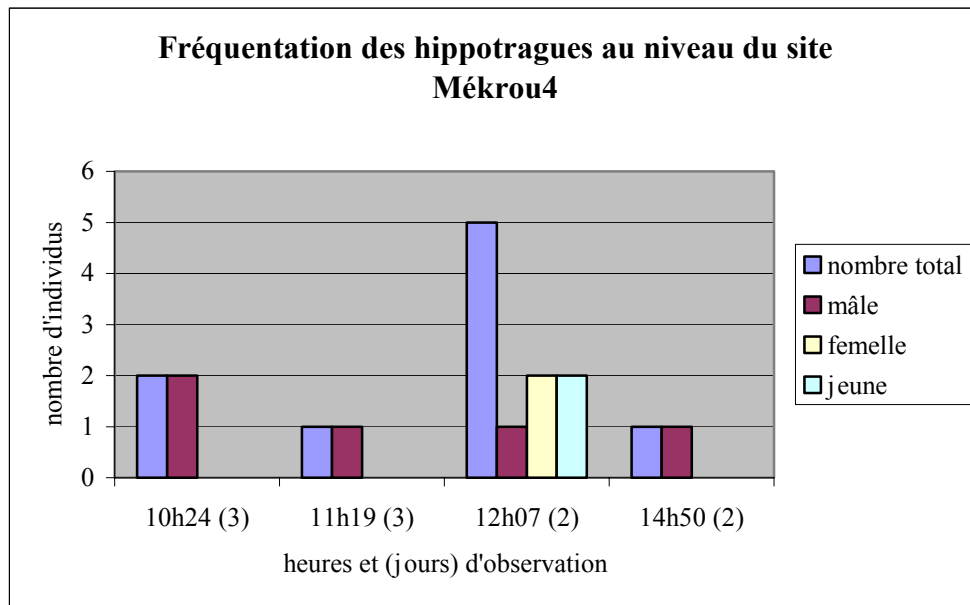
Figure 91. Fréquentation des phacochères au niveau du site Mékrou4.



Les phacochères fréquentent abondamment ce site, on a pu distinguer deux familles différentes, un couple et un mâle solitaire. Ils viennent non seulement s'abreuver mais aussi déterrer les racines au niveau de la savane herbeuse.

Hippotrague

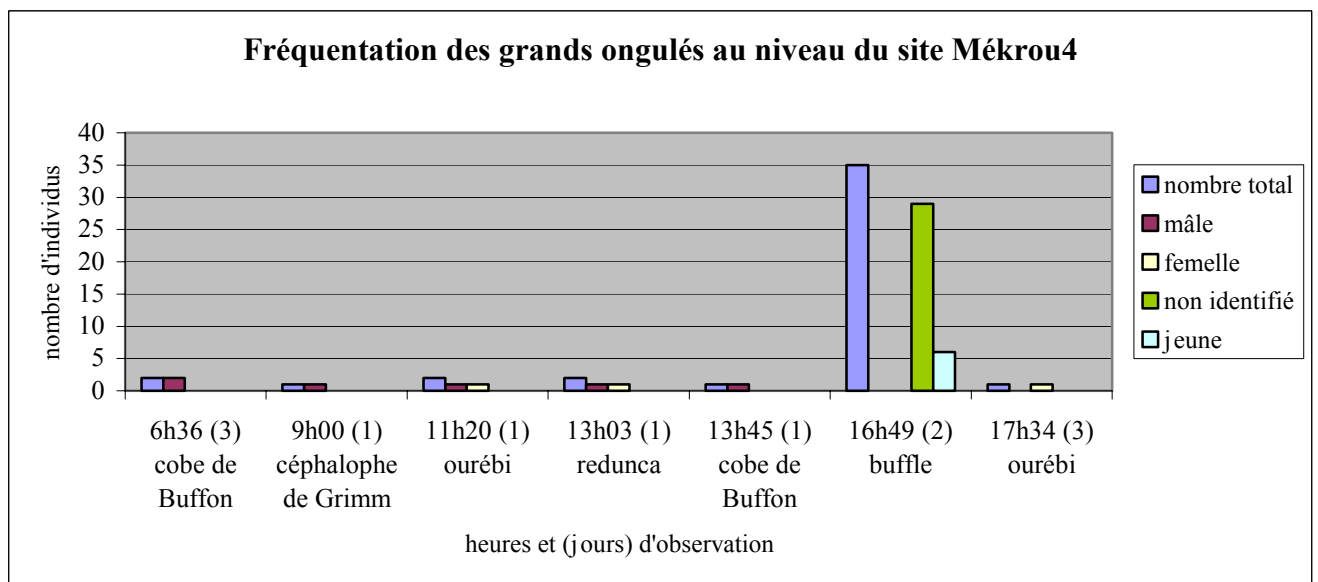
Figure 92. Fréquentation des hippotragues au niveau du site Mékrou4.



Les hippotragues recensés ont la particularité d’être relativement faméliques, et très craintifs. Ils se rendent dans la zone uniquement pour s’abreuver et ne s’attardent pas même dans les zones riches en pâturage dues aux jeunes repousses suite aux brûlis.

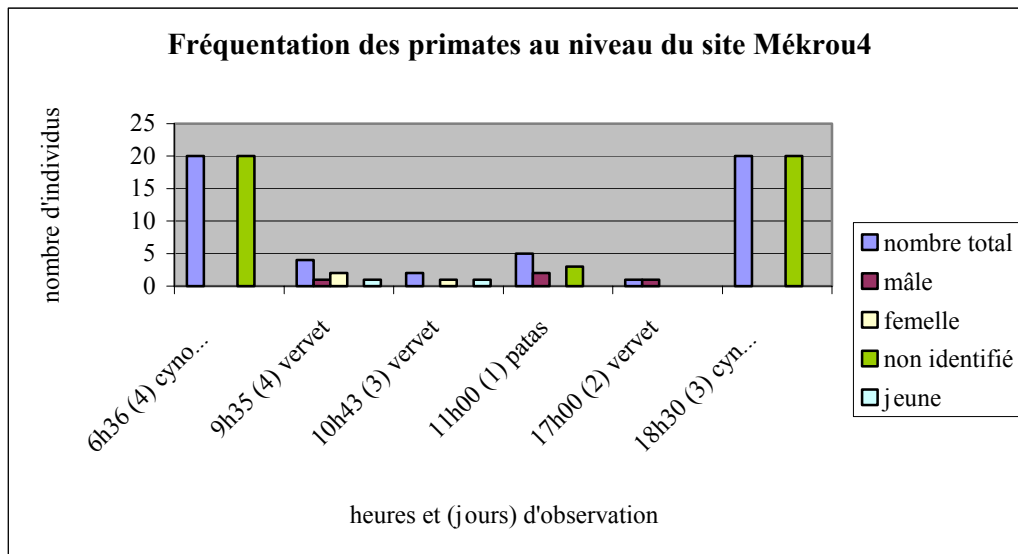
Autres ongulés

Figure 93. Fréquentation des grands ongulés au niveau du site Mékrou4.



Tous les ongulés observés ont eu un comportement craintif, particulièrement notable chez les buffles et les ourébis.

Figure 94. Fréquentation des primates au niveau du site Mékrou4.



Parmi les primates, un groupe de 20 cynocéphales a pu être identifié, évoluant au niveau de la forêt galerie et de la savane arborée, probablement au niveau d'un dortoir. Concernant les patas et surtout les vervets, les accès au point d'eau étant très nombreux, il se peut que nous ayons manqué beaucoup d'observations, sachant que le milieu est plutôt favorable à leur présence.

Tableau 22. Indices de présence au niveau du site Mékrou4.

Espèce	Traces	Excréments	Cris
Hyène tachetée			++
Eléphant	+	+	
Hippopotame	+		

+ = indices de présence anciens
 ++ = indices de présence récents

Ici aussi, il est très surprenant de voir des traces d'hippopotames. Des gardes nous ont d'ailleurs confirmé qu'au cours de la réfection des pistes, des manœuvres avaient vu un hippopotame à ce même endroit. On se pose alors la même question que pour le site Mékrou1, comment cet animal est-il arrivé là ?

Le site de Paillote (Mékrou4) présente les caractéristiques typiques d'un secteur très dérangé par les activités de braconnage et de pâturage illégal. En effet, les observations de faune sont peu nombreuses, bien que le milieu soit très favorable pour la présence de grands mammifères, avec une végétation variée et de nombreux points d'eau. De plus, le comportement craintif d'une bonne partie des individus recensés vient corroborer cette impression.

Néanmoins le site présente un intérêt faunistique évident, puisque dix espèces diurnes différentes ont été recensées durant nos observations contre huit sur le site Anana par exemple.

La ressource hydrique principale du Parc est le fleuve Niger qui dispose d'une quantité d'eau importante et disponible tout au long de l'année, contrairement aux autres cours d'eau.

Ce secteur présente une variété importante de paysages, liée à la disponibilité de l'eau, on y trouve aussi bien des galeries sempervirentes, que des savanes herbeuses inondables voire des collines abruptes gréseuses.

De par toutes ces caractéristiques, la zone devrait présenter une richesse mammalienne conséquente. C'est ce que nous allons voir à travers l'étude de trois sites situés au bord du fleuve, mais présentant des faciès relativement différents.

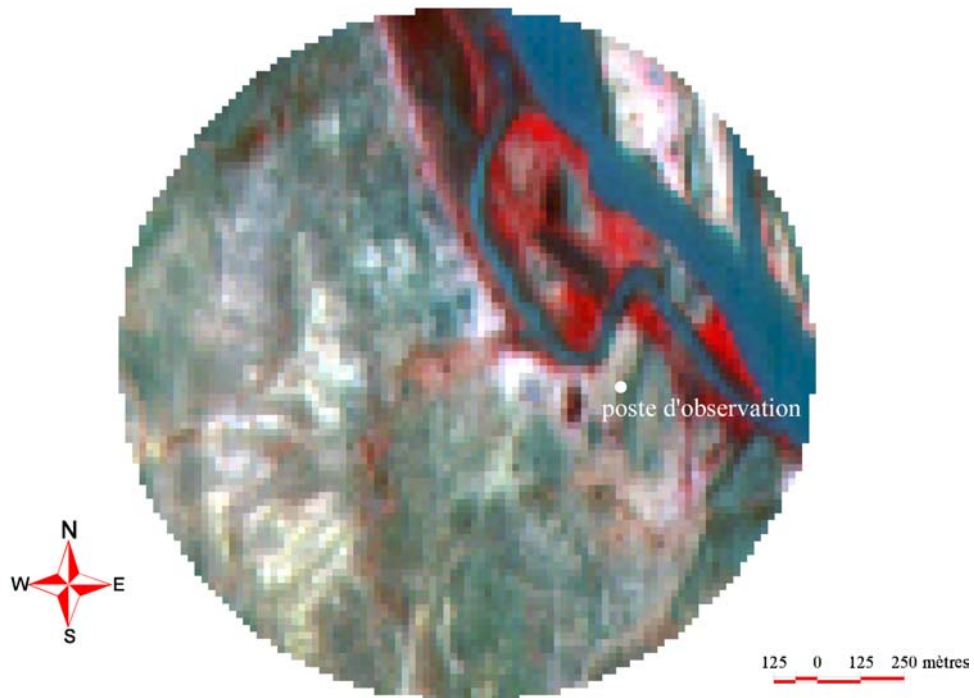
Niger1 ou Koro Goungou

Les comptages ont eu lieu du 26 février au 1^{er} mars 2001 et se sont axés sur le recensement des mammifères venant s'abreuver, et non pas sur le comportement des espèces au point d'eau comme ce fut possible sur les mares Anana ou Pérélégo. En effet, étant donné la configuration du site, il est impossible d'observer un animal en train de s'abreuver, en raison de la densité de la végétation autour des multiples lieux d'abreuvement. En revanche, de par la position privilégiée d'observation que nous occupions, sur une colline de grès à proximité du fleuve, nous avons une vue d'ensemble sur les allées et venues des espèces dans la petite plaine encastrée entre les collines gréseuses et le fleuve. La localisation géographique précise de notre poste d'observation est la suivante : 2°32'33" longitude et 12°30'17".

Il est important de préciser que le campement touristique installé par la société Nigercar se trouve à moins d'un kilomètre de notre point d'observation. La présence humaine bien que légère, existe donc de part et d'autre du fleuve. Plusieurs petites habitations de pêcheurs sont localisées en face du site d'observation.

La configuration du site, ainsi que les principales formations végétales sont décrites sur les figures 95 et 96.

Composition colorée du site de comptage Koro Goungou



Source : image SPOT multispectral 21/02/1999

Figure 95. Composition colorée du site de comptage Koro Goungou.

Formations végétales du site Koro Goungou

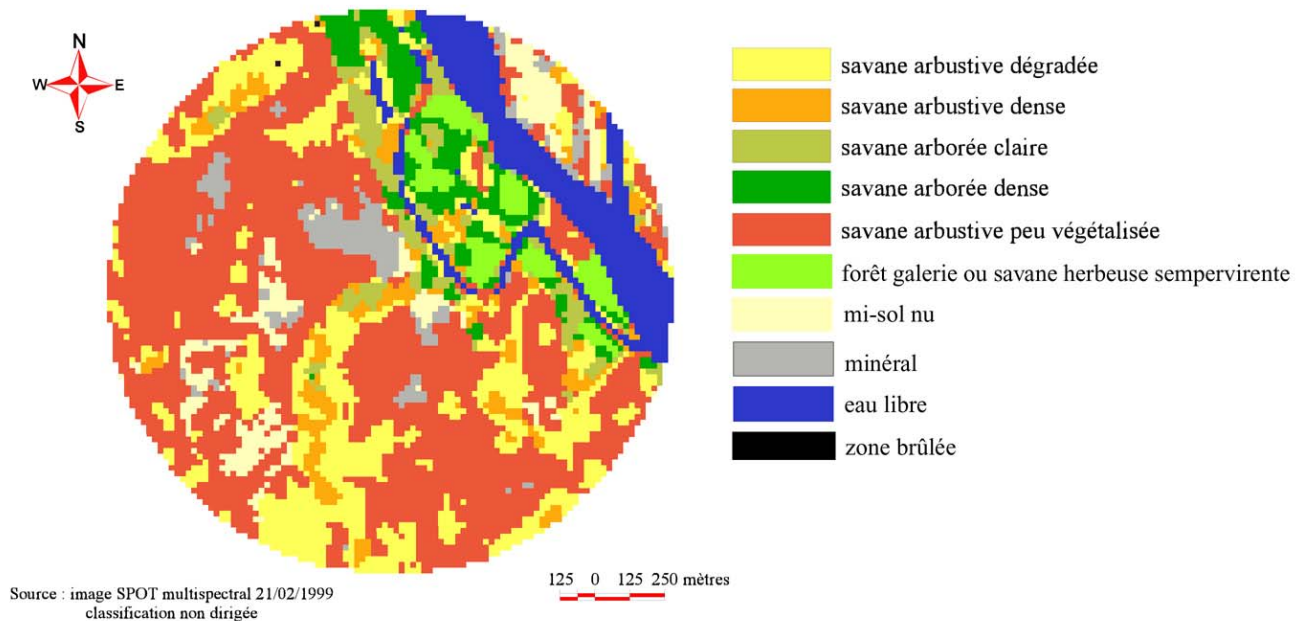


Figure 96. Formations végétales du site Koro Goungou.

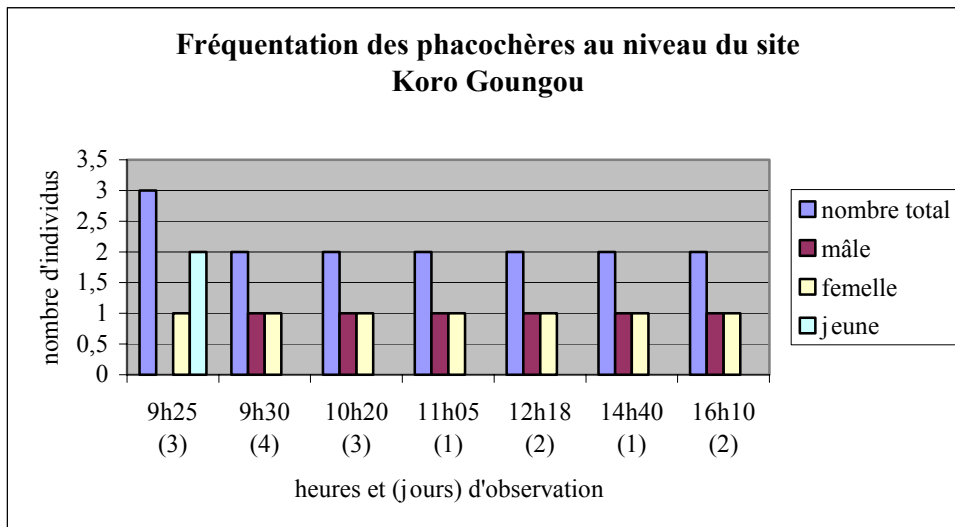
Tableau 23. Relevés botaniques autour du site Koro Goungou.

Formation végétale	Espèces ligneuses	Espèces herbacées	Observations
<p>Savane arbustive (2°32'14'', 12°30'42)</p>	<p><i>Sclerocarya birrea</i> <i>Guiera senegalensis</i> <i>Lannea acida</i> <i>Sterculia setigera</i> <i>Bombax costatum</i> <i>Mytragina inermis</i> <i>Combretum nigricans</i> <i>Adansonia digitata</i> <i>Acacia sieberiana</i> <i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Combretum aculeatum</i> <i>Combretum collinum</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Ziziphus mauritania</i> <i>Guiera senegalensis</i> <i>Ximenia americana</i> <i>Commiphora africana</i> <i>Leptadenia arborea</i></p>	<p><i>Loudetia togoensis</i> <i>Andropogon pseudapricus</i> <i>Borreria radiata</i> <i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Setaria anceps</i> <i>Panicuma laetum</i></p>	<p>Beaucoup de tâches de sol nu</p>
<p>Forêt galerie ripisylve (2°30'36'', 12°32'27'')</p>	<p><i>Mytragina inermis</i> <i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Borassus aethiopum</i> <i>Adansonia digitata</i> <i>Ziziphus mauritania</i> <i>Acacia ataxacantha</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Celtis integrifolia</i> <i>Albizia zygia</i> <i>Mimosa pigra</i></p>	<p><i>Andropogon tectorium</i> <i>Vitiveria nigritana</i></p>	<p>Cette formation est disposée en bande parallèle au fleuve suivie d'une bande où domine le <i>Mimosa pigra</i> et quelques herbacées et enfin une bande de savane arborée dominée par l'espèce <i>Mytragina inermis</i>, assez étroite.</p>

Synthèse des observations par espèce

Phacochère

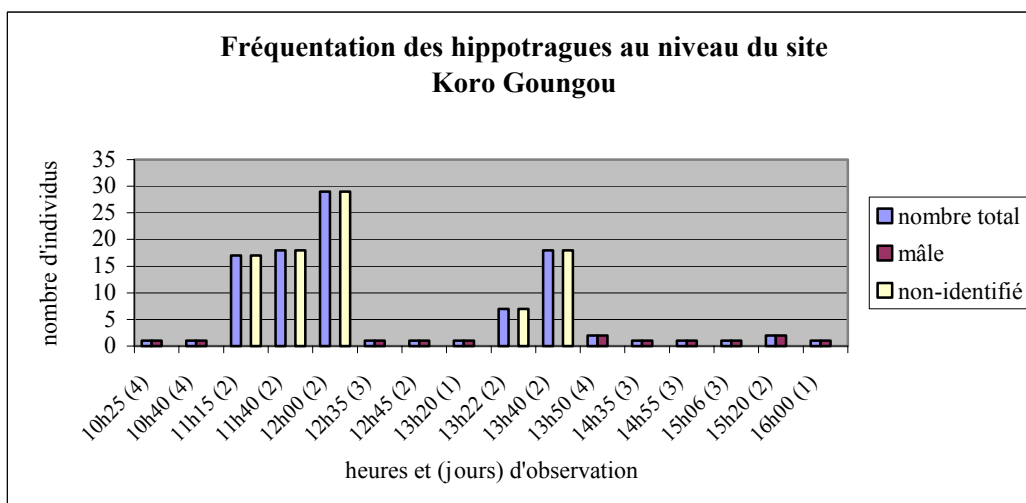
Figure 97. Fréquentation des phacochères au niveau du site Koro Goungou.



d'après les résultats obtenus, il apparaît qu'au moins deux couples et une femelle avec ces deux petits fréquentent le site. Même s'il est vrai que les lieux d'abreuvement sont très nombreux au bord du Niger, notamment pour les phacochères pouvant emprunter des chemins divers, le nombre total d'individus observés est relativement faible en comparaison d'autres espèces.

Hippotrague

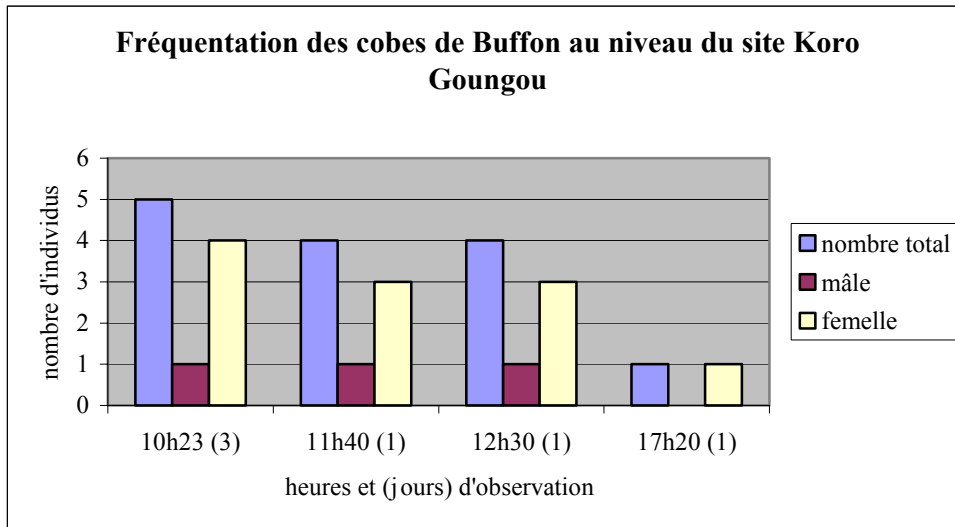
Figure 98. Fréquentation des hippotragues au niveau du site Koro Goungou.



Comme on peut le voir sur ce graphique, les hippotragues sont très nombreux à fréquenter ce site. On a dénombré 92 individus différents lors du 2^{ème} jour d'observation. Il est vrai que pour cette espèce, mal à l'aise dans les collines gréseuses du fait de sa taille importante, cette zone apparaît comme un des rares lieux dans cette partie du fleuve où l'eau leur est accessible.

Cobe de Buffon

Figure 99. Fréquentation des cobes de Buffon au niveau du site Koro Goungou.



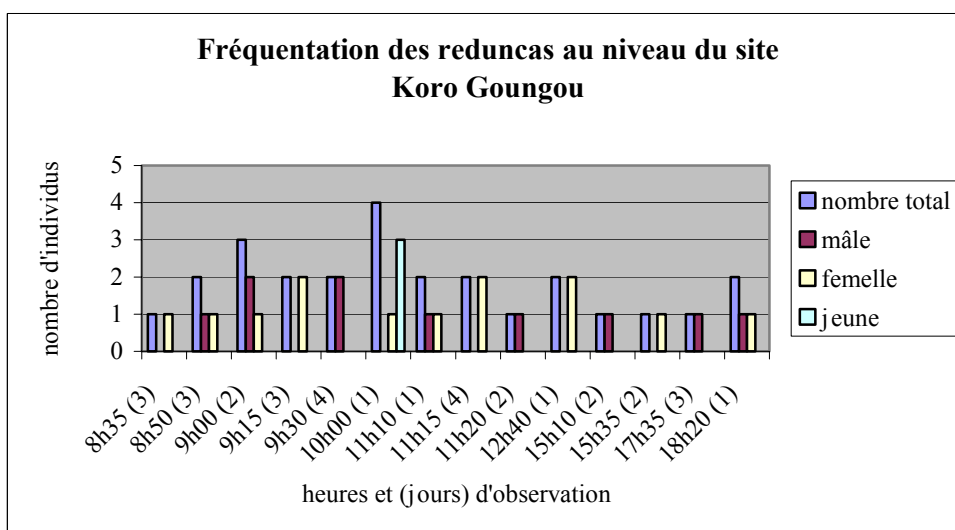
Les cobes de Buffon sont peu nombreux sur ce site. On y dénombre un mâle et un harem de quatre femelles. La zone pourrait accueillir beaucoup plus d'individus étant donné les ressources disponibles pour cette espèce. Il est difficile d'expliquer la petite densité des cobes de Buffon d'un point de vue écologique, c'est donc plutôt au niveau de la prédation ou de la pression anthropique qu'il faut chercher l'explication.

La pression générée par les villageois de l'autre côté du fleuve à travers certaines activités comme le braconnage de proximité peut être une des explications.

En revanche, il est peu probable que la présence du campement touristique ait un quelconque effet sur la densité de cobe de Buffon. Par exemple, l'activité touristique intense au niveau de la rivière Tapoa ne les a pas perturbés.

Redunca

Figure 100. Fréquentation des reduncas au niveau du site Koro Goungou.

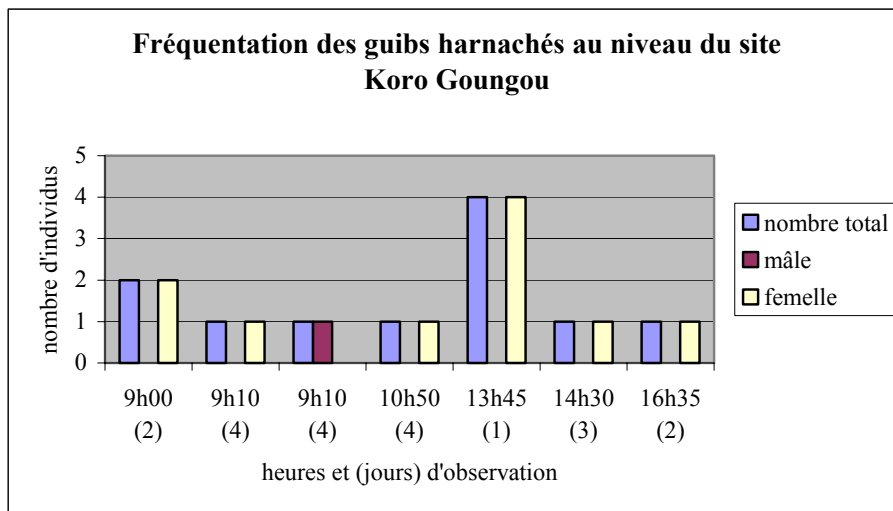


Ce site apparaît comme le point d'eau où la densité de redunca est la plus élevée parmi les différents points fixes étudiés. Il est difficile de connaître avec précision la structure sociale qui lie les individus recensés, mais on peut affirmer qu'au moins un couple, deux femelles, ainsi qu'une femelle et ses deux petits fréquentent assidûment la zone. La végétation, telle que comme la savane herbeuse inondable, est bien représentée à certains endroits.

En effet, une savane herbeuse parfois inondée à *Vetiveria nigriflora* et *Andropogon tectorum* se trouve coincée entre une bande assez dense de *Mimosa Pigra* et une autre bande plus fine de forêt galerie.

Guib harnaché

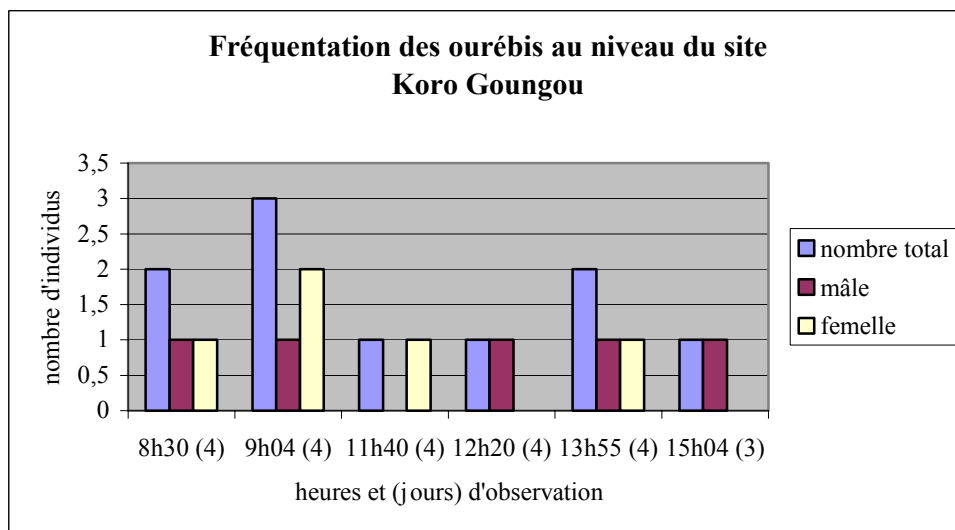
Figure 101. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Koro Goungou.



Les guibs harnaché fréquentent la forêt galerie et la bande de forêt claire, composée de *Myragina inermis* et *Balanites aegyptiaca* un peu plus en bordure de la savane arbustive, c'est à dire la végétation juxtaposée à la savane herbeuse où évoluent les reduncas. Les effectifs des deux espèces sont d'ailleurs similaires hormis pour les jeunes, puisqu'un mâle et quatre femelles ont été recensés.

Ourébi

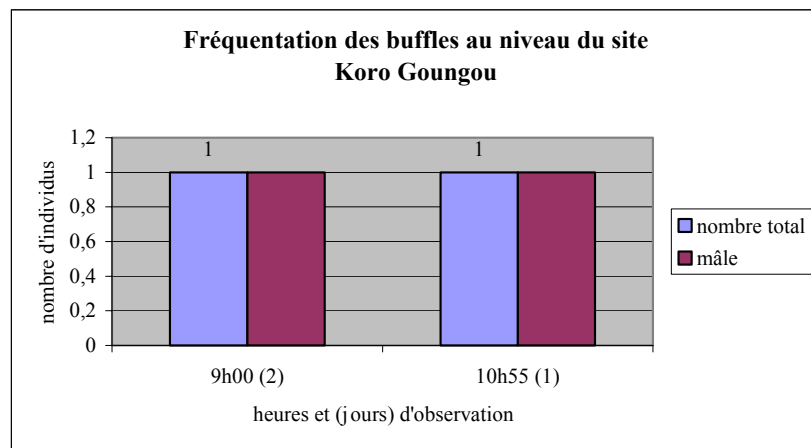
Figure 102. Fréquentation des ourébis au niveau du site Koro Goungou.



Les ourébis sont également venus s'abreuver dans cette zone. Ils sont d'ailleurs tous venus au point d'eau le même jour. Le mâle observé le 3^{ème} jour est peut être revenu le lendemain car on ne peut pas affirmer qu'il s'agisse du même individu. Par conséquent, on a dénombré trois groupes familiaux différents composés de deux couples et d'un trio formé d'un mâle et de deux femelles, ainsi qu'un mâle et une femelle solitaire, soit sept individus différents. On peut penser que la densité d'ourébi le long du fleuve dans cette partie du Parc est élevée, car contrairement aux hippotragues, les ourébis sont très habiles dans les collines gréseuses et peuvent parfaitement venir s'abreuver dans des lieux relativement escarpés.

Buffle

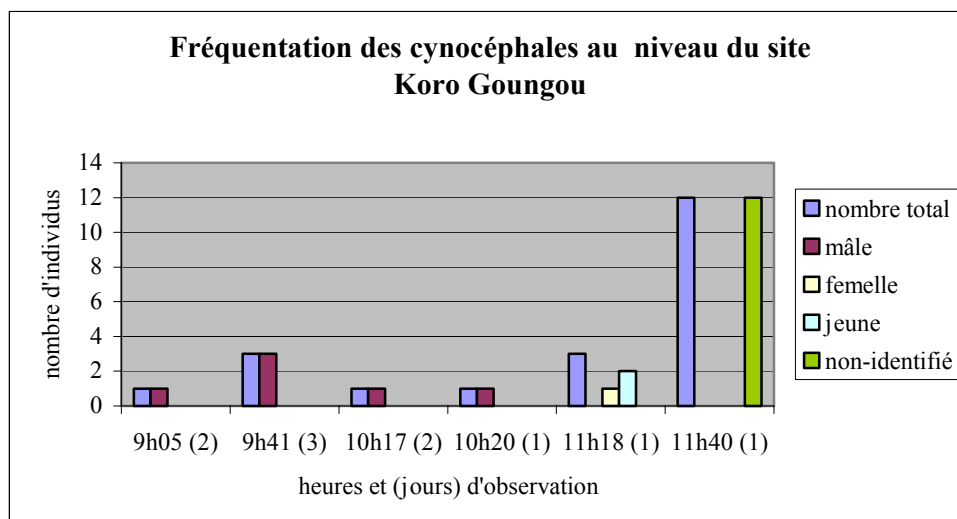
Figure 103. Fréquentation des buffles au niveau du site Koro Goungou.



Deux observations concernent des mâles solitaires venus s'abreuver le matin et il est fort probable qu'il s'agisse du même individu. Un troupeau de 80 buffles est venu s'abreuver la nuit et a passé notamment une bonne partie de la 2^{ème} nuit d'observation à proximité du campement, en s'éloignant du site vers 6 heures. Ce troupeau présente un comportement nocturne quant à l'abreuvement. Ceci ne coïncide pas avec l'ensemble des observations faites au niveau des autres points fixes, où les buffles se sont rendus soit le matin soit en début de soirée au point d'eau. Nous verrons par la suite que ce comportement est propre au fleuve Niger.

Cynocéphale

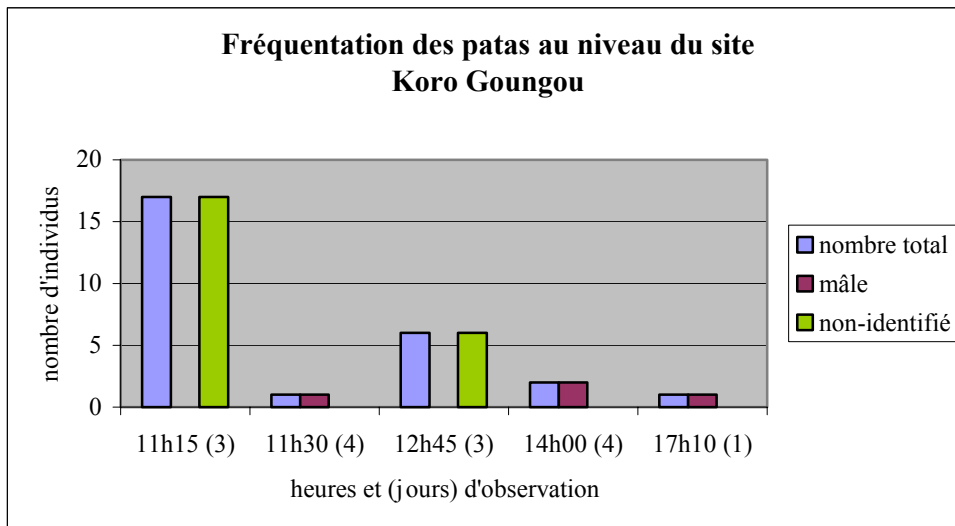
Figure 104. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Koro Goungou.



Un seul groupe de cynocéphales a fréquenté ce site régulièrement. Nous n'avons pas pu identifier avec précision le nombre d'individus présents dans ce groupe tant la zone de prospection est grande et tant les lieux d'accès à l'eau sont multiples pour les primates. Ce constat prévaut pour les patas qui eux aussi peuvent venir s'abreuver à plusieurs endroits sans que l'on puisse les voir.

Patas

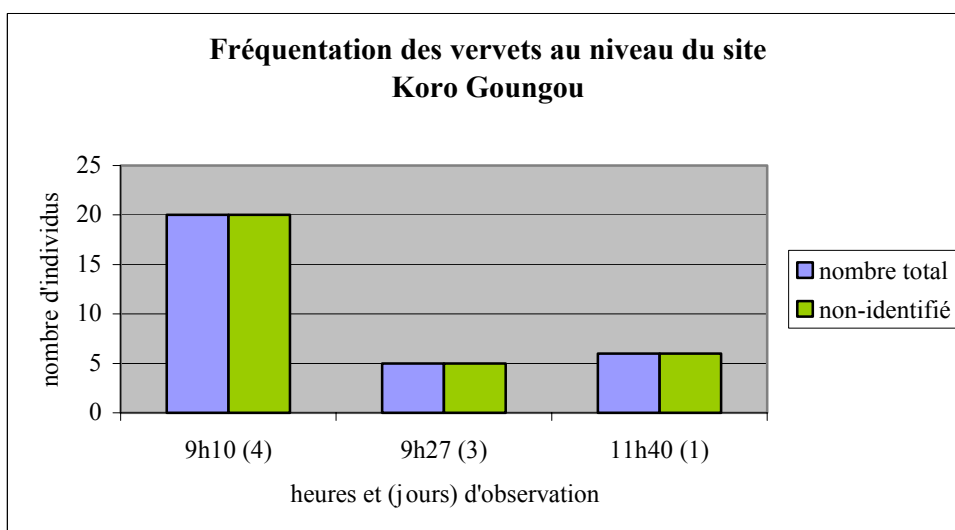
Figure 105. Fréquentation des patas au niveau du site Koro Goungou.



Les patas fréquentent de manière régulière la zone, mais il est très difficile de pouvoir quantifier cette fréquentation.

Vervet

Figure 106. Fréquentation des vervets au niveau du site Koro Goungou.

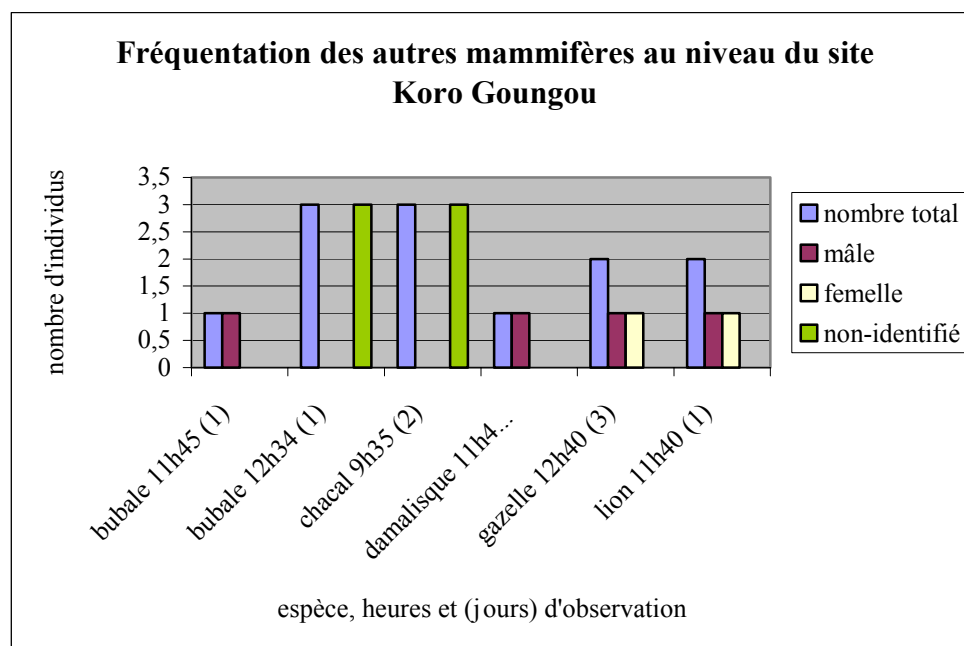


Un groupe d'une vingtaine d'individus circule dans la forêt galerie située en face de notre point d'observation. Mais encore une fois, il n'est pas aisé d'estimer avec précision le nombre d'individus en raison de leur petite taille et de la densité de l'habitat.

Il est fort possible que d'autres groupes évoluent à proximité de cette zone dans les forêts galeries denses bordant le fleuve mais qui ne sont pas visibles depuis notre point d'observations. Le milieu en bordure du fleuve est plutôt favorable à leur présence.

Autres mammifères

Figure 107. Fréquentation des autres mammifères au niveau du site Koro Goungou.



La présence des bubales et des damalisques est ici comparable à celle du site de Pérélégu, bien qu'ils soient ici en nombre inférieur. On notera qu'un bubale et un damalisque sont venus ensemble au point d'eau, tel un groupe d'une même espèce. On peut parler alors d'association interspécifique et non de compétition.

La présence d'une gazelle à front roux au bord du fleuve est tout à fait caractéristique de la répartition de cette espèce. Nous verrons par la suite que leurs densités sont relativement élevées aux bords du Niger.

La zone est également très fréquentée par les prédateurs, avec non seulement les observations de lions et de chacals⁸⁷, mais aussi les indices de présence de hyènes rayées et tachetées.

Tableau 24. Indices de présence au niveau du site Koro Goungou.

Espèce	Traces	Cris
Civette	++	
Genette	++	
Hyène tachetée		++
Hyène rayée	++	

++ indices de présences récents

⁸⁷ L'espèce (*Canis adustus* ou *aureus*) n'a pas pu être déterminée.

Le site de Koro Goungou s'est avéré très riche dans la diversité des observations mais aussi dans leur fréquence. Il est comparable à ce niveau au site Mékrou2 et Mékrou3, avec une variété au niveau des espèces recensées plus importante : 15 pour Koro Goungou contre 9 pour les deux autres. Ce site n'est pas caractéristique des bords du Niger d'un point de vue facilité d'accès à l'eau. L'essentiel des bords du Niger est en effet, composé d'une fine bande de forêt galerie (10 à 30 mètres) adossée à des collines gréseuses parfois très escarpées. Pour ce type de configuration, seuls les primates et quelques ongulés, tels que les ourébis, les céphalophes et les phacochères, peuvent venir s'y abreuver.

Nous avons donc réalisé des comptages pour les sites présentant un potentiel d'accueil important, mais avec des caractéristiques écologiques ou anthropiques environnantes différentes.

C'est notamment le cas du site d'observation à proximité du village de Karé Kopto.

Niger2 ou Karé Kopto

Les comptages sur ce site se sont déroulés du 9 au 12 avril 2002.

La localisation exacte du mirador est : 2°37'35.8" longitude / 12°32'16.4" latitude. Notre poste d'observation comporte les mêmes caractéristiques que celui de Koro goungou, dans le sens où nous avons privilégié le chemin d'accès au fleuve, plutôt que les observations des espèces lors de l'abreuvement. Le mirador fut donc situé sur une petite hauteur dominant une petite plaine à proximité du fleuve (500 mètres) soit un lieu de passage privilégié pour l'ensemble de la faune. Il faut souligner qu'un autre passage vers le fleuve situé un peu plus au sud est accessible à travers une forêt galerie. Cet accès n'est évidemment pas observable à partir d'un mirador en raison de la densité du milieu. Néanmoins lors des différents déplacements occasionnés par les relevés botaniques notamment, nous avons pu connaître le type de fréquentation qui s'y opérait.

Les différents paysages sont présentés sur les figures 108 et 109.

Composition colorée du site de comptage Karé Kopto

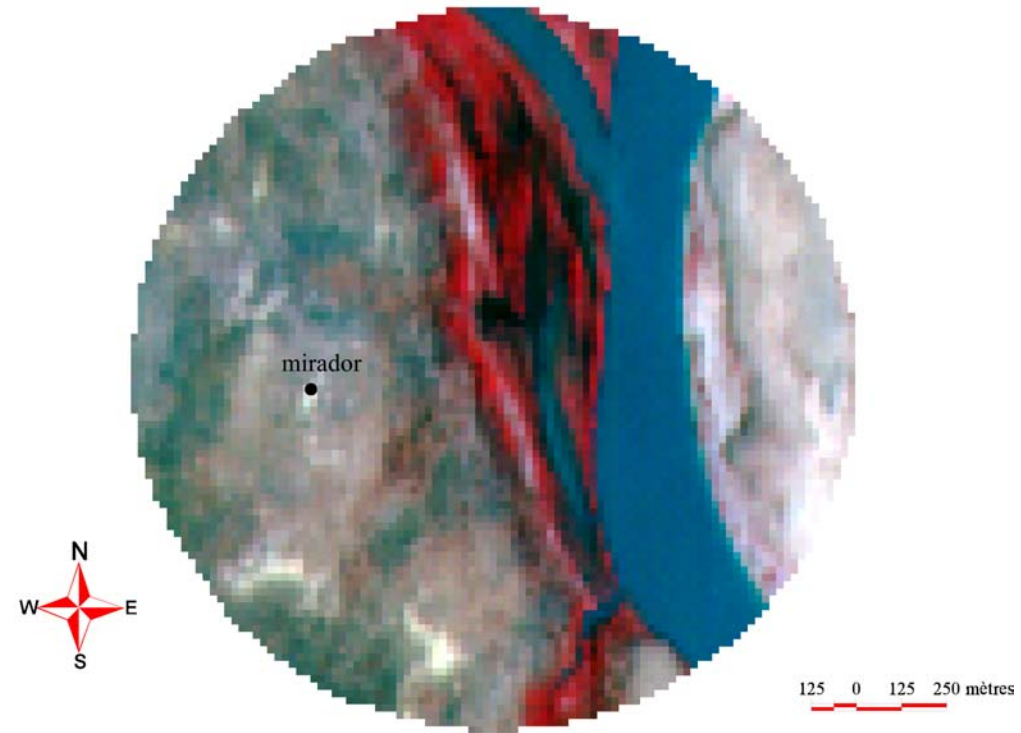


Figure 108. Composition colorée du site de comptage Karé Kopto.

Formations végétales du site Karé Kopto

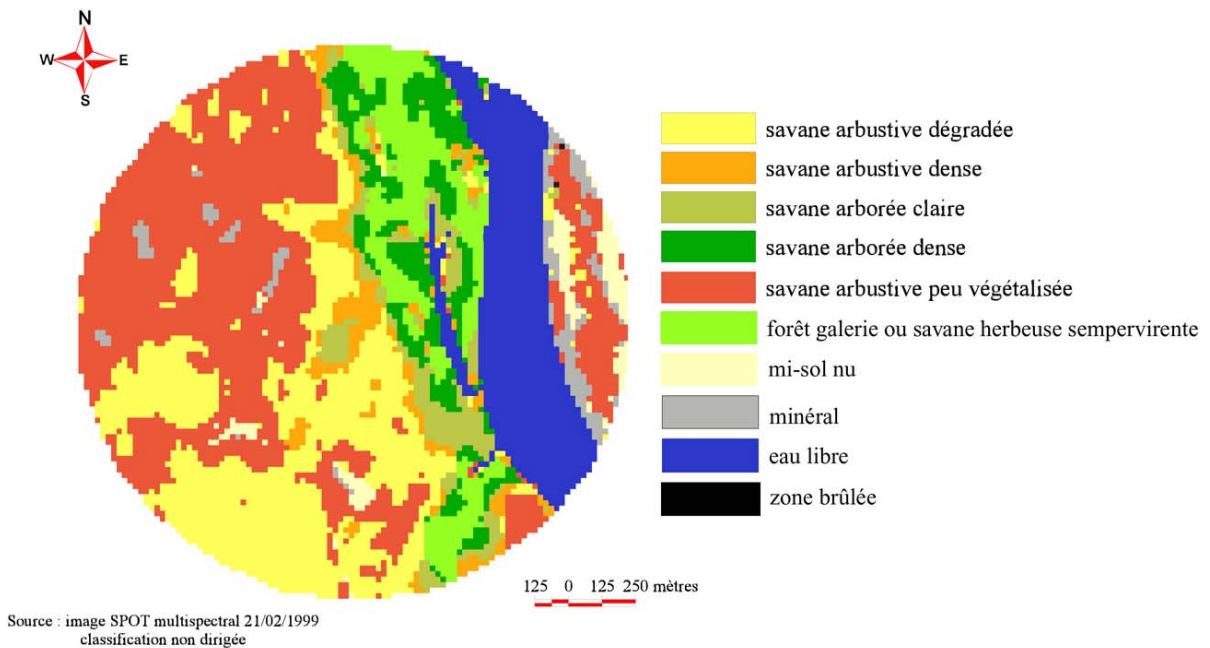


Figure 109. Formations végétales du site de Karé Kopto.

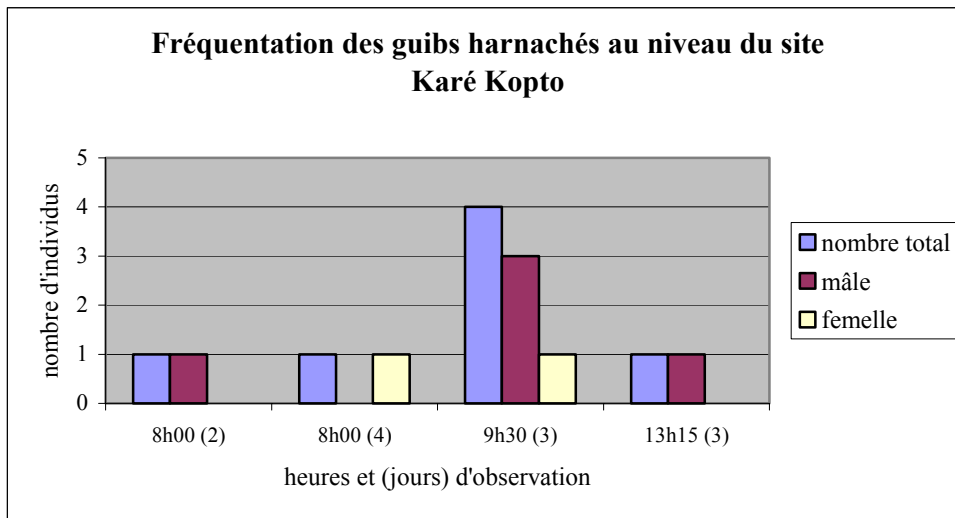
Tableau 25. Relevés botaniques autour du site Karé Kopto.

Formation végétale	Espèces ligneuses	Espèces herbacées	Observations
Forêt galerie ripisylve (2°37'39'', 12°31'44'')	<i>Kola laurifolia</i> <i>Tamarindus indica</i> <i>Diospyros mespiliformis</i> <i>Acacia ataxacantha</i> <i>Cassia sieberiana</i> <i>Ficus Platyphylla</i> <i>Cissus quadrangularis</i>	<i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Borreria radiata</i> <i>Grotolaria borensis</i> <i>Panicum fluviicola</i>	Forêt galerie située dans un bas-fond (bras secondaire du Niger) relativement humide
Savane arborée (2°37'40'', 12°32'19'')	<i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Tamarindus indica</i> <i>Borassus aethiopum</i> <i>Albizia chevalieri</i> <i>Celtis integrifolia</i> <i>Diospyros mespiliformis</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Acacia erythrocalyx</i> <i>Acacia ataxacantha</i>	<i>Sida rhombifolia</i> <i>Panicum fluviicola</i> <i>Vigna ambacensis</i>	Savane arborée disposée en bande parallèle au fleuve sur sol argileux légèrement sableux. La végétation est relativement dense au centre.
Savane arbustive (2°37'32'', 12°32'19'')	<i>Combretum nigricans</i> <i>Sclerocarya birrea</i> <i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Tamarindus indica</i> <i>Borassus aethiopum</i> <i>Terminalia avicennioides</i> <i>Combretum collinum</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Albizia chevalieri</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Acacia ataxacantha</i> <i>Securinega virosa</i>	<i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Vigna ambacensis</i> <i>Cassia mimosoides</i> <i>Corchorus tridens</i> <i>Hibiscus asper</i>	Savane arbustive sur sol sableux légèrement argileux
Savane arbustive sur colline gréseuse (2°37'32'', 12°32'34'')	<i>Combretum glutinosum</i> <i>Burkea africana</i> <i>Terminalia avicennioides</i> <i>Combretum nigricans</i> <i>Guiera senegalensis</i> <i>Pteleopsis suberosa</i>	<i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Andropogon pseudapricus</i> <i>Borreria radiata</i> <i>Cassia mimosoides</i> <i>Andropogon gayanus</i> <i>Tephrosia linearis</i>	Savane arbustive brûlée lors du relevé ; recouvrement pierreux est très important >60 %.
Savane herbeuse ripicole (2°37'47'', 12°31'59'')	<i>Mimosa pigra</i>	<i>Hygrophylla senegalensis</i> <i>Eichornia natans</i> <i>Caperonia fistulosa</i>	Végétation disposée en bande parallèle au fleuve

Synthèse des observations par espèce

Guib harnaché

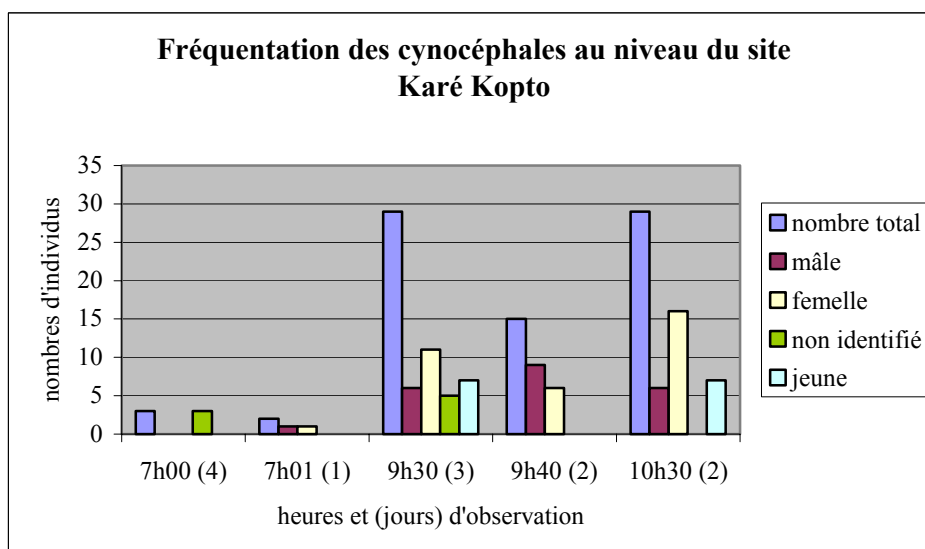
Figure 110. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Karé Kopto.



Les guibs harnachés n'ont pas été observés du mirador, mais lors des déplacements entre le campement et le mirador, et lors des relevés botaniques. Ils ont tous été aperçus à proximité de la forêt galerie. On a dénombré au moins quatre mâles différents et deux femelles. Les guibs sont donc présent en quantité importante dans cette zone, ce qui paraît normal étant donné que le milieu s'y prête bien.

Cynocéphales

Figure 111. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Karé Kopto.

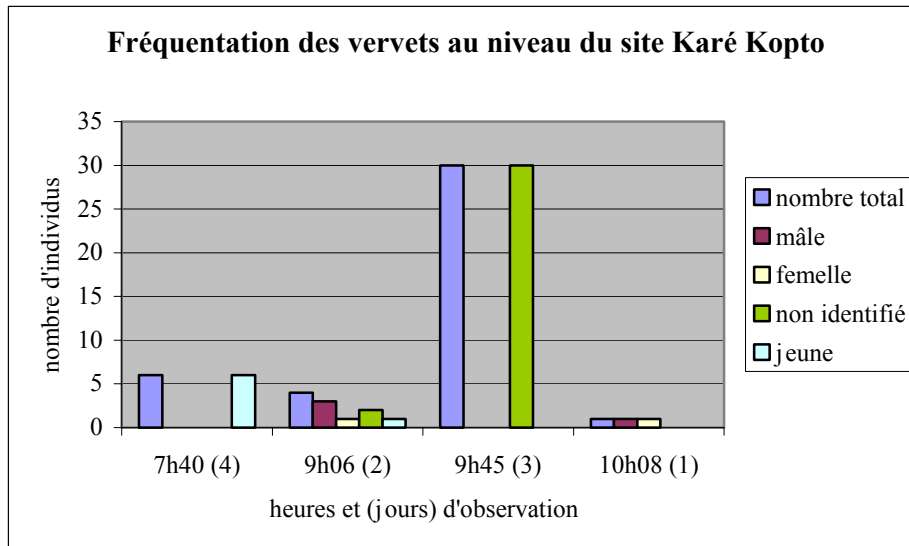


Deux groupes de cynocéphales ont été identifiés au niveau du mirador, un de 29 individus et un de 15 individus. Ils n'ont pas pu être observés fréquemment tant les accès au fleuve sont nombreux. Lors du 2^{ème} jour, les deux groupes se sont suivis de peu pour se rendre au fleuve, générant des tensions assez vives entre des individus des deux groupes.

Il est possible qu'un autre groupe situé davantage au sud, vers la forêt galerie, ait échappé à nos observations. Le milieu offre en effet des potentialités importantes en terme de ressources pour cette espèce tout comme pour les vervets.

Vervet

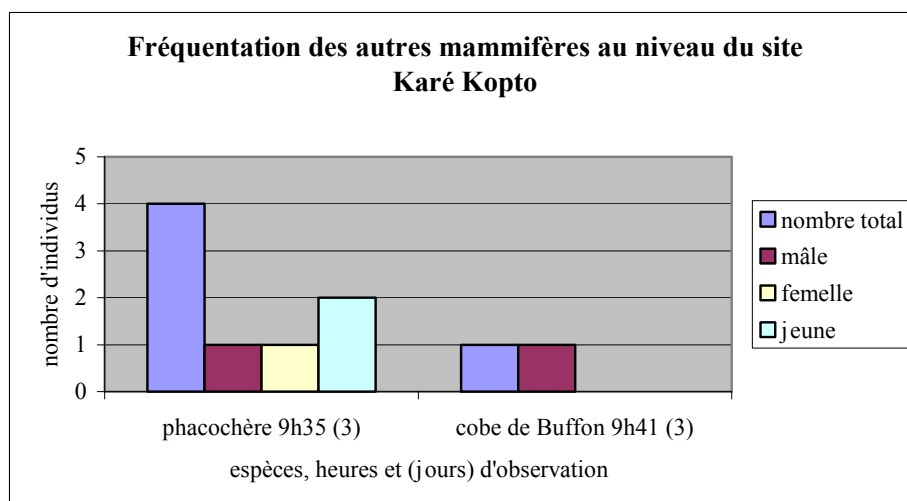
Figure 112. Fréquentation des vervets au niveau du site Karé Kopto.



Les vervets semblent fréquentés régulièrement ce site, bien que peu d'entre eux aient été vus du mirador. De nombreux individus ont pu être observés dans la zone lors des différents déplacements de notre équipe. La densité de vervets est donc probablement élevée dans cette partie du Parc.

Autres mammifères

Figure 113. Fréquentation des autres mammifères au niveau du site Karé Kopto.



Deux autres mammifères, le phacochère et le cobe de Buffon, ont été recensés dans la forêt galerie lors des relevés botaniques. Ils se situaient plus précisément dans un bas fond, où le tapis herbacé est véritablement riche, avec des espèces telles que *Grotolaria borensis* et *Panicum fluvicola*.

Tableau 26. Indices de présence au niveau du site de Karé Kopto.

Indices de présence	Espèce	Traces	Excréments	Cris
+ = ancien	Lion	++	++	++
++ = récent	Buffle	++	++	++
	Civette	++		
	Genette	++		
	Céphalophe de Grimm	++		
	Hippopotame	++		
	Ourébi	++		
	Hyène rayée	+		

Etant donné les nombreux indices de présence, et le très faible nombre d'observations, on peut se demander si la zone n'est pas perturbée. De toute évidence, les animaux viennent davantage s'abreuver la nuit. Il semblerait que certaines espèces, modifient leurs activités diurnes pour les rendre nocturnes, afin d'échapper à la pression anthropique.

L'exemple des buffles est significatif, ils sont venus boire chaque nuit à proximité de notre campement, et n'ont jamais fréquenté la zone durant la journée, même aux heures où l'on est susceptible de les rencontrer, c'est-à-dire tôt le matin (6h-7h) ou en début de soirée (18h-19h30).

Bien que le village de Karé Kopto possède un poste de garde, les activités illégales dans la zone sont fréquentes. D'ailleurs le chef de poste est remplacé régulièrement, tous les deux ans en moyenne, tant sa tâche lui paraît insurmontable. Il dispose en effet de peu de moyens, face aux nombreux villageois qui viennent prélever les ressources du Parc en de multiples endroits autour de Karé Kopto.

La zone n'en reste pas moins riche en faune, comme en témoignent les indices de présence et les comptages le long des pistes. Et ce n'est pas par grâce à la surveillance des agents du Parc, mais en s'adaptant aux conditions locales, que les espèces continuent à fréquenter la zone.

Les observations réalisées à Brigambou, le dernier point fixe au bord du Niger, vont se révéler de la même nature que celles de Karé Kopto.

Niger3 ou Brigambou

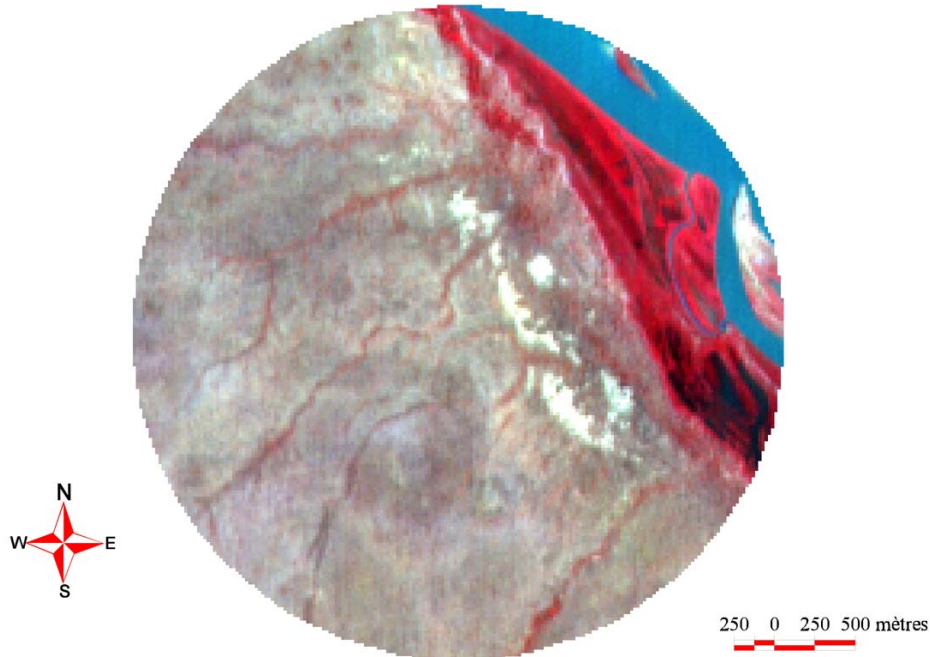
Ce site d'observation est situé au bord du fleuve Niger à proximité du village de Brigambou. L'accès au fleuve est rendu très difficile par une bande de *Mimosa Pigra* présente le long du Niger, néanmoins il reste quelques mares accessibles aux animaux, résultant de l'assèchement des différents petits bras du fleuve.

La localisation du mirador est : 2°45'20.3" longitude / 12°26'22.4" latitude.

On remarquera que la zone d'observation est vaste, et qu'il est très difficile d'avoir un aperçu sur l'ensemble des espèces fréquentant ce site, depuis notre poste d'observation. Il est donc possible que des individus présents dans la zone aient pu s'abreuver sans que nous les ayons vus.

La configuration du site et les formations végétales associées sont présentées sur les figures 114 et 115.

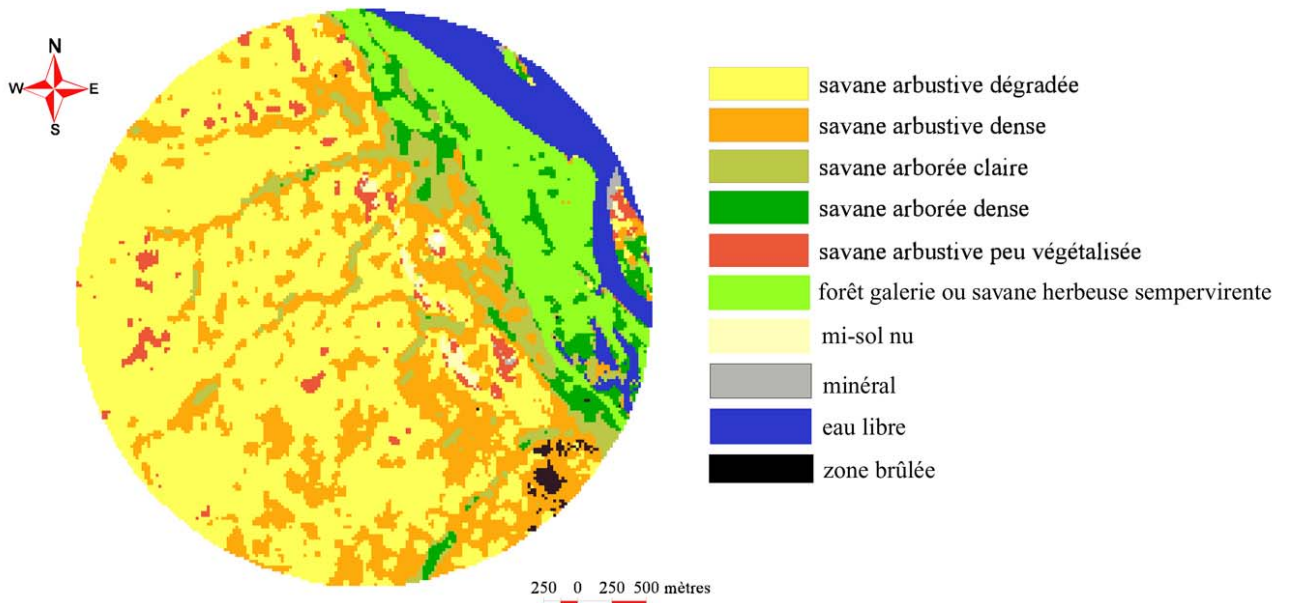
Composition colorée du site de comptage Brigambou



Source : image SPOT multispectral 21/02/1999

Figure 114. Composition colorée du site de comptage de Brigambou.

Formations végétales du site Brigambou



Source : image SPOT multispectral 21/02/1999
classification non dirigée

Figure 115. Formations végétales du site de Brigambou.

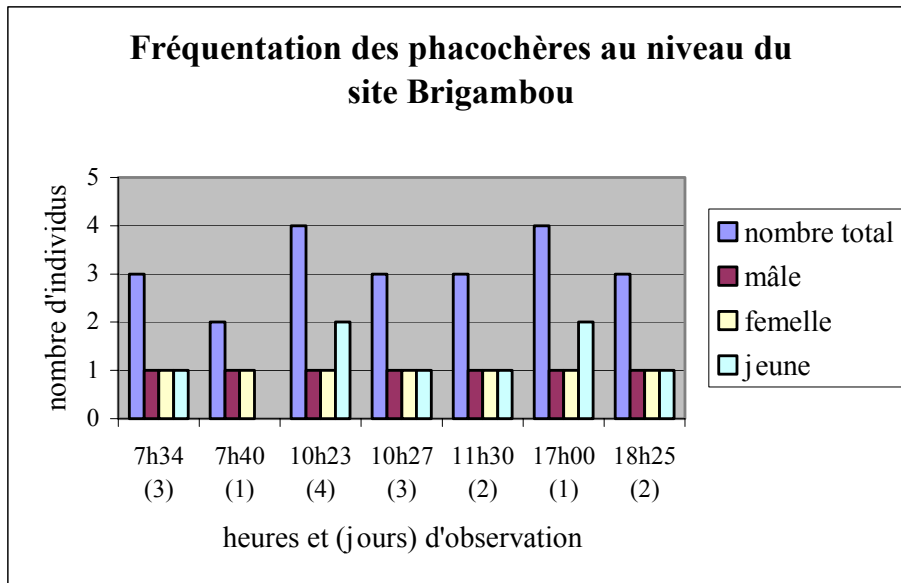
Tableau 27. Relevés botaniques autour du site Brigambou.

Formation végétale	Espèces ligneuses	Espèces herbacées	Observations
Forêt galerie ripisylve (2°45'37'', 12°25'48'')	<i>Acacia sieberiana</i> <i>Piliostigma reticulatum</i> <i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Tamarindus indica</i> <i>Mimosa pigra</i> <i>Acacia ataxacantha</i> <i>Ziziphus mucronata</i> <i>Ziziphus mauritiana</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Phyllanthus reticulatus</i> <i>Ximenia americana</i> <i>Maerua angolensis</i>	<i>Sida alba</i>	Forêt peu dense et peu large
Savane arborée (2°45'19'', 12°26'26'')	<i>Tamarindus indica</i> <i>Celtis integrifolia</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Piliostigma reticulatum</i> <i>Kigelia africana</i> <i>Sclerocarya birrea</i> <i>Adansonia digitata</i> <i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Ximenia americana</i> <i>Combretum micranthum</i> <i>Combretum nigricans</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Acacia erythrocalyx</i> <i>Acacia sieberiana</i> <i>Mitragyna inermis</i> <i>Feretia apodanthera</i>	<i>Sida rhombifolia</i>	Cette savane arborée se dispose en bande parallèle au fleuve, sa largeur est variable et plus on s'éloigne de l'eau moins elle est dense.
Savane arbustive claire (2°45'20'', 12°26'22'')	<i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Acacia sieberiana</i> <i>Piliostigma reticulatum</i> <i>Acacia ataxacantha</i> <i>Ziziphus mauritiana</i> <i>Boscia senegalensis</i>	<i>Cassia mimosoides</i> <i>Sida alba</i> <i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Borreria radiata</i> <i>Cassia thora</i> <i>Loudetia annua</i> <i>Schoenefeldia gracilis</i>	Beaucoup de tâche de sol nu (sablo-argileux)
Savane arbustive ripicole (2°45'38'', 12°25'49'')	<i>Mimosa pigra</i>		Formation monospécifique
Savane herbeuse (2°45'19'', 12°26'28'')	<i>Piliostigma reticulatum</i> <i>Acacia ataxacantha</i>	<i>Vitiveria nigriflora</i> <i>Cassia mimosoides</i>	Nette dominance du <i>Vitiveria nigriflora</i>
Savane herbeuse ripicole (2°45'39'', 12°25'49'')		<i>Hygrophylla senegalensis</i>	Formation monospécifique

Synthèse des observations par espèce

Phacochère

Figure 116. Fréquentation des phacochères au niveau du site Brigambou.



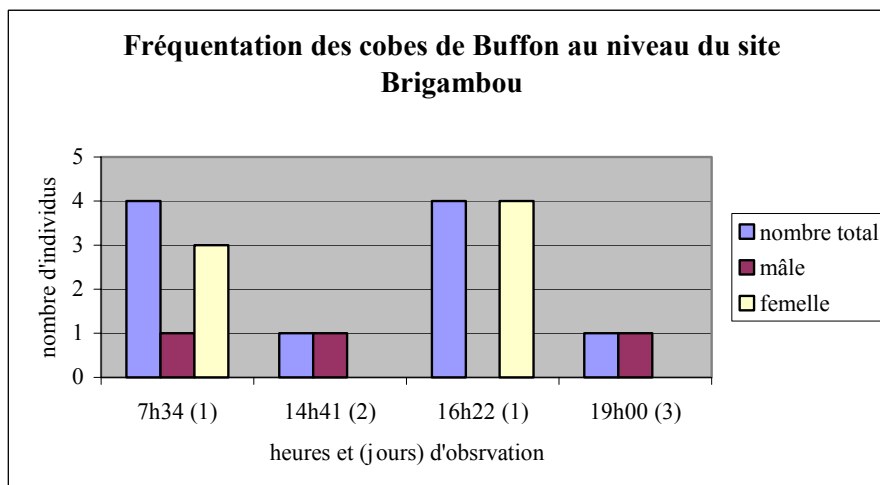
Les phacochères sont relativement nombreux dans la zone, ils ne viennent pas uniquement pour s'abreuver, ils passent également du temps à creuser au niveau des savanes herbeuses, à la recherche de racines et de tubercules. Quatre familles ont pu être clairement identifiées, soit au total treize individus, dont cinq jeunes. Comparé aux deux autres sites de comptage le long du fleuve Niger, cette zone semble présenter un attrait pour cette espèce.

L'analyse des données géoréférencées obtenues lors des transects linéaires montre que les phacochères fréquentent aussi bien Karé Kopto que Brigambou. Il n'y a pas de divergences par cette méthode de comptage. La différence est alors probablement due à l'emplacement du point d'observation.

Ce constat est selon nous également valable pour les cobes de Buffon.

Cobe de Buffon

Figure 117. Fréquentation des cobes de Buffon au niveau du site Brigambou.

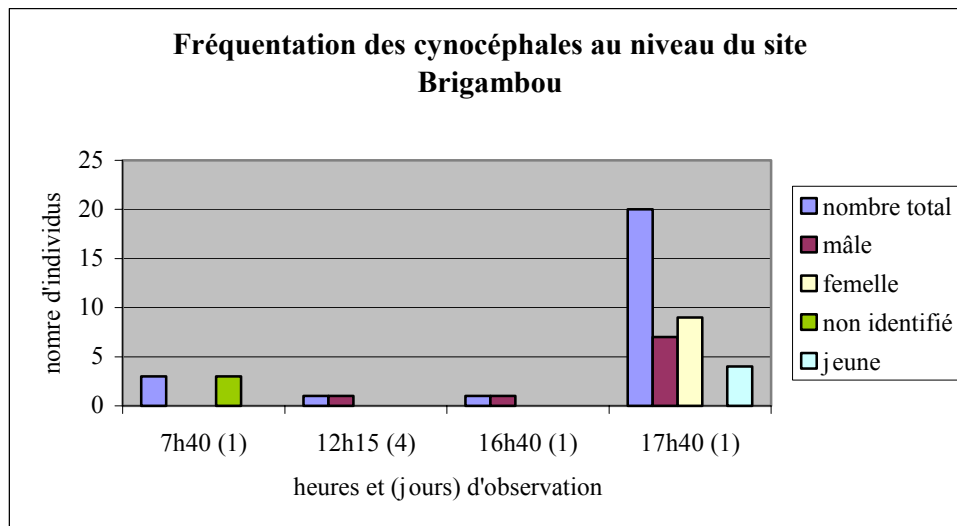


Nous avons pu identifier cinq cobes de Buffon (un mâle et quatre femelles) particulièrement craintifs.

Ils ne semblent pas s'éloigner trop de l'eau, comme si la savane arborée représentait une barrière naturelle (cf. figure 115). Les comportements des cobes sont similaires à ceux remarqués à Karé Kopto. Ceci nous incite à penser que le cobe de Buffon mâle observé à Karé Kopto n'est pas seul et qu'il doit posséder un harem identique à celui de Brigambou ou de Koro Goungou.

Cynocéphale

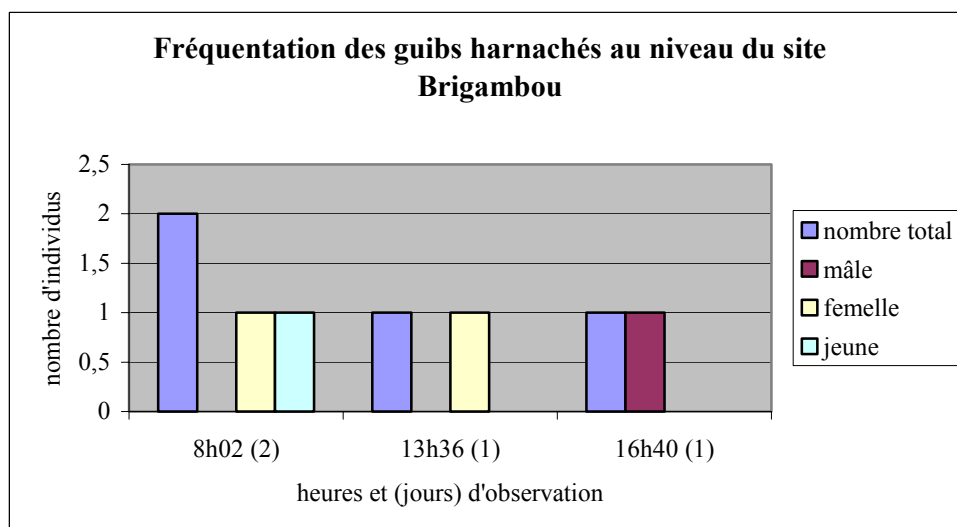
Figure 118. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Brigambou.



Un groupe de vingt cynocéphales évolue dans la zone d'observation, ils semblent circuler sur une bande assez large le long du fleuve, ce qui expliquerait pourquoi nous ne les avons pas vus les 2^{ème} et 3^{ème} jour.

Guib harnaché

Figure 119. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Brigambou.

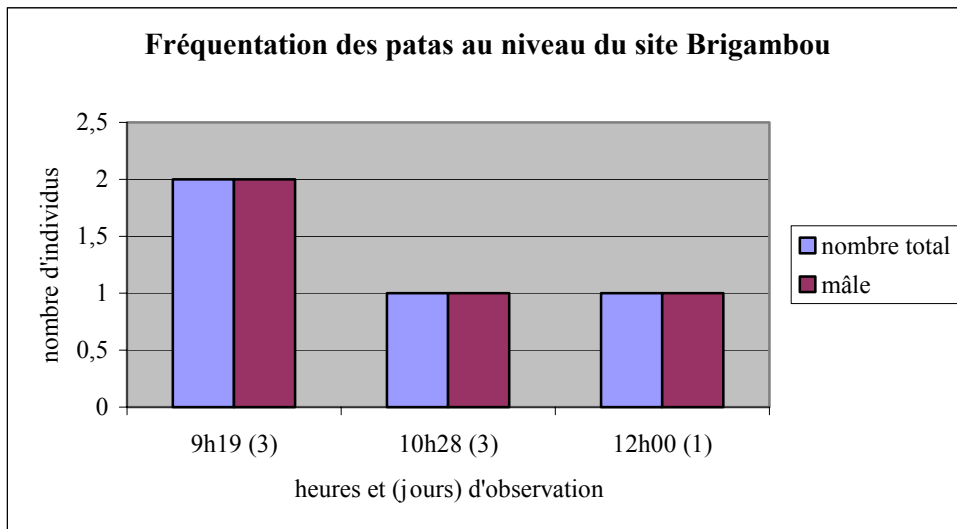


On a dénombré quatre guibs harnachés, ce qui peut paraître peu surtout vis à vis des disponibilités du milieu. Il est très probable que nous ayons manqué des observations de part et d'autre du mirador, car les guibs recensés l'ont été dans un petit périmètre autour du point d'observation.

Etant donné la surface importante de savane arborée et de forêt galerie, le nombre d'individus présents dans un rayon d'un kilomètre doit être supérieur à celui comptabilisé.

Patas

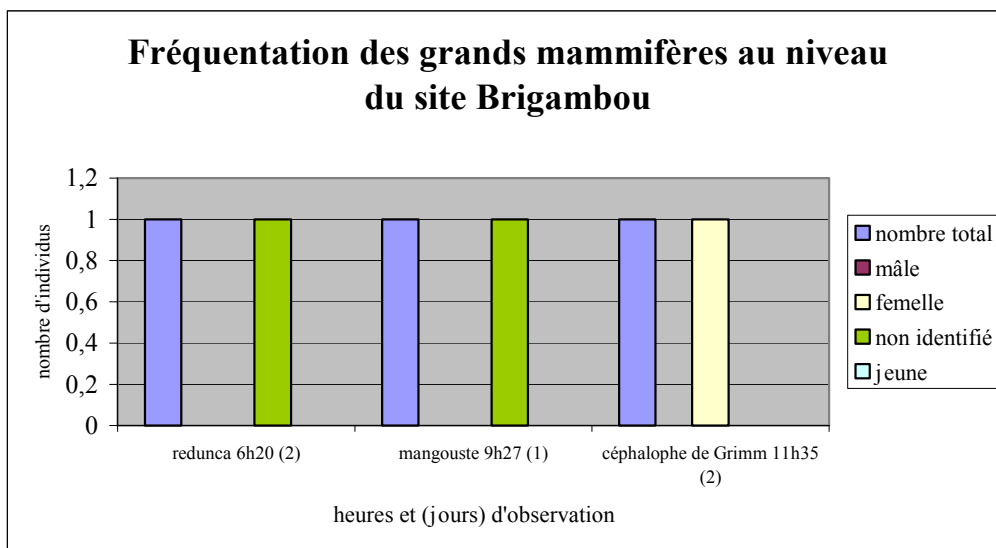
Figure 120. Fréquentation des patas au niveau du site Brigambou.



On remarquera que très peu de patas ont été observés en raison de la difficulté de dénombrement pour cette espèce dans ce genre de milieu. Les accès aux points d'eau sont multiples et le milieu assez dense en certains endroits, rendant la visibilité d'une espèce de petite taille compliquée.

Autres mammifères

Figure 121. Fréquentation des grands mammifères au niveau du site Brigambou.



Le redunca et le céphalophe de Grimm fréquentent également la zone. Le faible nombre d'observations n'indique pas forcément une faible densité de l'espèce dans les environs de ce site mais traduit à mon avis une occupation discrète symptomatique d'un comportement craintif.

Tableau 29. Indices de présence au niveau du site Brigambou.

Indices de présence	Espèce	Traces	Excréments	Cris
+ = ancien	Lion	++	++	++
++ = récent	Buffle	++	++	++
	Civette	++		
	Genette	++		
	Chacal	+		

Les observations sur le site de Brigambou, comme celles faites à Karé Kopto, révèlent des informations très intéressantes, car en contradiction avec celles recueillies lors du recensement le long des pistes.

En effet, nous avons dénombré sur ce site très peu d'individus, alors que les conditions écologiques sont plutôt favorables pour l'ensemble des espèces, d'autant plus que cette zone semblait très riche en faune lors du recensement à véhicule réalisé quelques semaines auparavant.

Bien que certaines observations aient pu nous échapper, le comportement de certaines espèces et les indices de présence humaine, nous prouvent que le milieu subit une forte pression anthropique.

Nous avons constaté par exemple que les buffles sont venus plusieurs fois s'abreuver la nuit. Les cobes de Buffon possèdent un comportement plus craintif que ceux des autres sites de comptages et on a pu identifier de multiples traces laissées par les hommes ou leur troupeaux (excréments de bovins, filets de pêche, coupes d'arbres).

La rivière Tapoa subit également une pression anthropique élevée. Les villages de Moli et Wéri Gorou au Niger ainsi que tous ceux qui longent la rivière côté burkinabé sont potentiellement une source de nuisance quant à la fréquentation de la rivière par les différentes espèces du Parc. On verra, en comparant les modes de fréquentation des quatre sites situés au bord de la Tapoa, si les espèces privilégient un côté de la rive plutôt qu'un autre, sachant que la rivière détermine la limite entre le Parc et la Réserve. Il est important de préciser que les deux côtés sont soumis au même type de surveillance, puisque une bande de cinq kilomètres le long de la Tapoa est classée en zone Tampon (cf. § 2.1 volume 1)

Les gorges de la Tapoa

Au niveau des gorges deux mares sont susceptibles d'accueillir les mammifères. Elles sont entrecoupées d'une sorte de petite forêt galerie davantage comparable à un bosquet parsemé de dalles gréseuses entre deux points d'eau.

Deux observateurs situés sur les barres de grès situées en aplomb de ces mares ont pu recenser la faune venant s'y abreuver durant seulement un jour et demi au lieu des quatre prévus. En effet, en milieu de journée du 2^{ème} jour d'observation, deux pêcheurs sont venus perturber le recensement, tout comme le lendemain et le surlendemain. Les observations devenant totalement dénaturées, de par la présence de l'homme, nous avons délibérément choisi de ne tenir compte que des deux premiers jours d'observation.

La localisation exacte du point d'observation est : 2°26'10,9" en longitude et 12°28'32,8" en latitude.

La configuration du milieu et la végétation environnante sont décrites sur les figures 122 et 123.

Composition colorée du site de comptage les gorges de la Tapoa

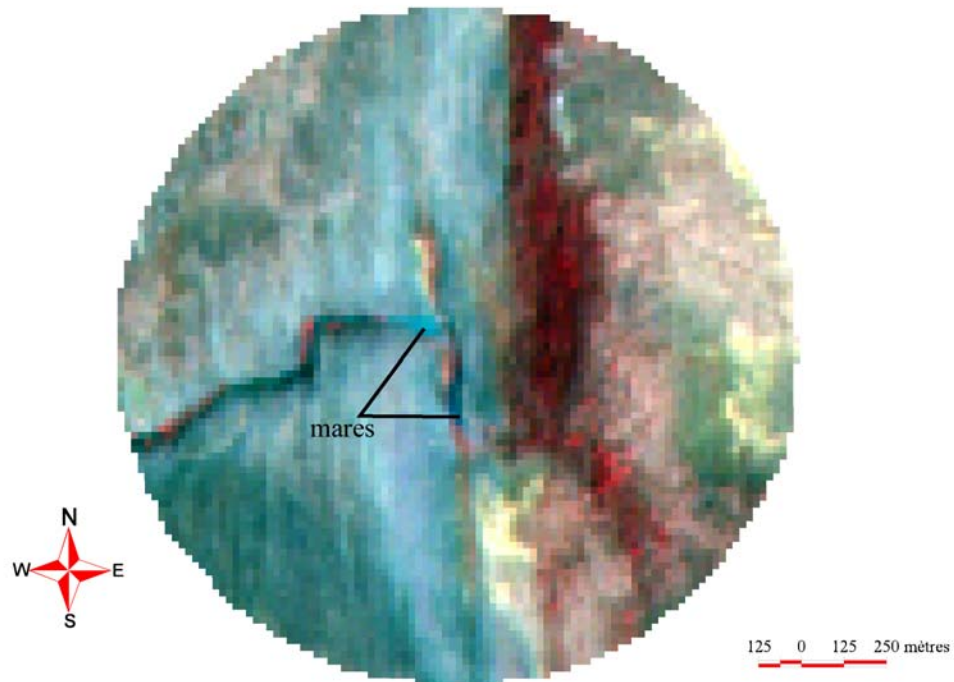


Figure 122. Composition colorée du site de comptage les gorges de la Tapoa.

Formations végétales du site des gorges de la Tapoa

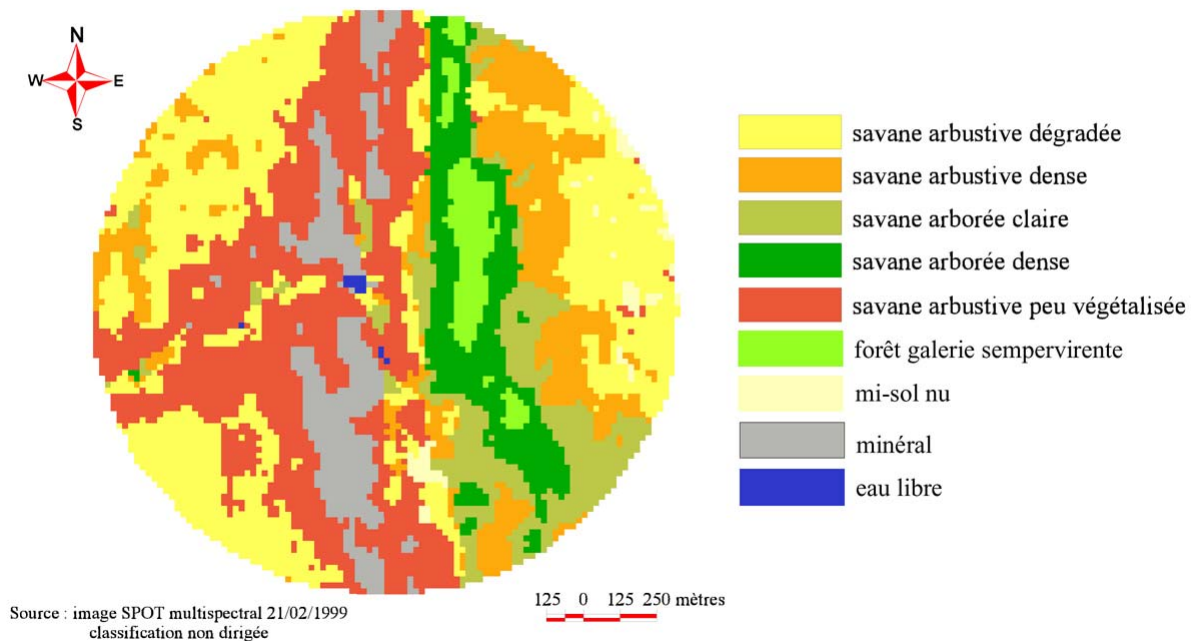


Figure 123. Formations végétales du site des gorges de la Tapoa.

Tableau 30. Relevés botaniques autour du point d'eau des gorges de la Tapoa et du site Tapoa 1.

Formation végétale	Espèces ligneuses	Espèces herbacées	Observations
Savane arbustive (2°24'41, 12°27'31'')	<i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Terminalia avicennioides</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Xeroderrys sthülmannii</i> <i>Combretum nigricans</i> <i>Guiera senegalensis</i> <i>Combretum aculeatum</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Diospyros mespiliformis</i> <i>Acacia ataxacantha</i> <i>Combretum micranthum</i> <i>Crossopteryx febrifuga</i> <i>Pteleopsis suberosa</i> <i>Syzigium guineense</i>	<i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Andropogon pseudapricus</i> <i>Borreria radiata</i> <i>Loudetia togoensis</i> <i>Andropogon gayanus</i> <i>Aristida mutabilis</i> <i>Zornia glochydiata</i> <i>Microchloa indica</i>	Quelques zones de sol nu dues aux brûlis de novembre ; beaucoup de termitières
Savane arborée claire (2°24'33, 12°28'15)	<i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Terminalia avicennioides</i> <i>Acacia ataxacantha</i> <i>Combretum micranthum</i> <i>Acacia macrostachya</i> <i>Combretum aculeatum</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Myragina inermis</i> <i>Tamarindus indica</i> <i>Piliostigma reticulatum</i> <i>Combretum collinum</i> <i>Lannea acida</i> <i>Ptereocarpus erinaceus</i> <i>Feretia apodanthera</i> <i>Piliostigma thonningii</i> <i>Aroxima afzeliana</i>	<i>Borreria radiata</i> <i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Andropogon gayanus</i> <i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Andropogon pseudapricus</i> <i>Aristida mutabilis</i> <i>Monehcma ciliatum</i>	Quelques tâches de sols nus et présence de termitières
Forêt galerie (2°26'25, 12°28'40)	<i>Myragina inermis</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Terminalia avicennioides</i> <i>Acacia ataxacantha</i> <i>Diospyros mespiliformis</i> <i>Kola laurifolia</i> <i>Kigelia africana</i> <i>Ziziphus mucronata</i> <i>Mimosa pigra</i> <i>Securinega virosa</i> <i>Vitex madiensis</i> <i>Cassia sieberiana</i> <i>Piliostigma reticulatum</i> <i>Combretum paniculatum</i>	<i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Sida alba</i> <i>Setaria anceps</i> <i>Andropogon gayanus</i> <i>Vetiveria nigritana</i>	Forêt galerie située sur sol argileux dans le lit de la Tapoa asséché en novembre/décembre

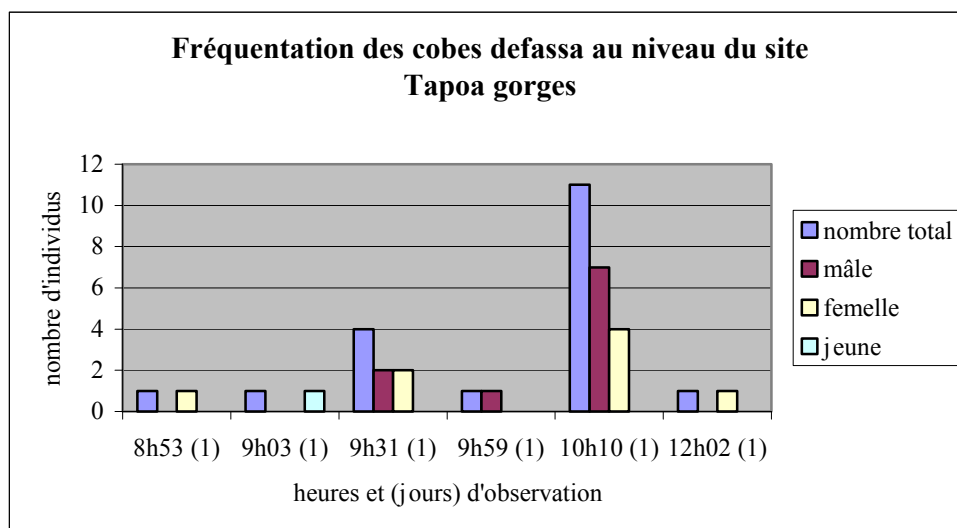
Ces formations végétales sont situées à proximité des deux sites de comptages Tapoa1 et Tapoa gorges et sont représentatives du milieu environnant.

Des comptages spécifiques ont été réalisés au niveau des formations décrites ci-dessus. Ils sont détaillés dans le § 5.2.

Synthèse des observations par espèce

Cobe defassa

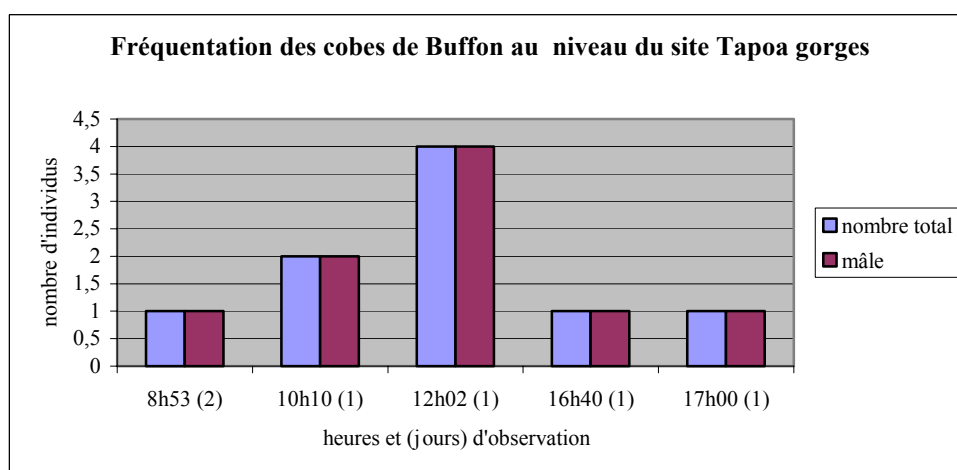
Figure 124. Fréquentation des cobes defassa au niveau du site Tapoa gorges.



Les cobes defassa sont nombreux dans cette partie du Parc, puisque quinze individus différents ont pu être recensés en seulement une journée et demi. On verra avec l'analyse des autres points fixes au bord de la Tapoa que c'est dans cette zone que leur densité est la plus élevée.

Cobe de Buffon

Figure 125. Fréquentation des cobes de Buffon au niveau du site Tapoa gorges.

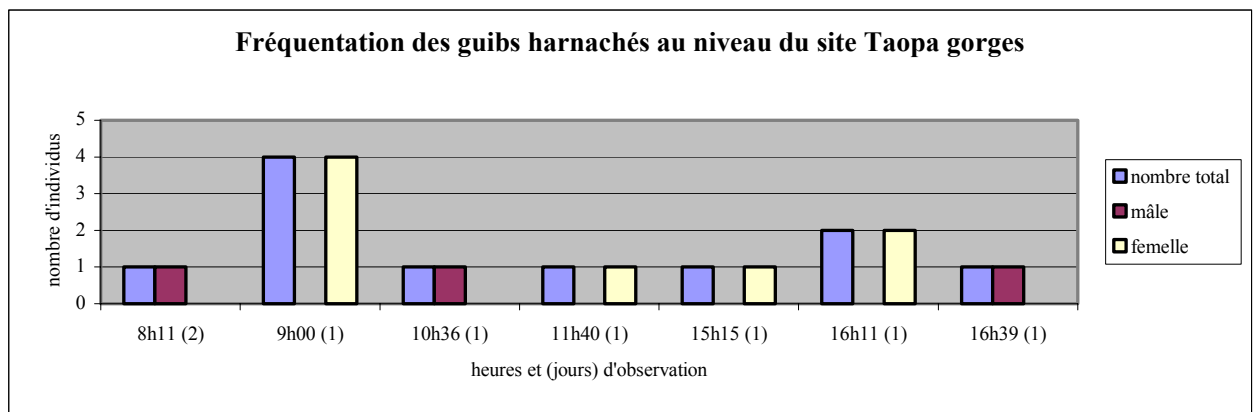


La présence des cobes de Buffon n'est pas surprenante en elle-même sur ce site, mais c'est plutôt le fait que seul des mâles aient été recensés. Les cobes de Buffon sont normalement territoriaux et défendent des couloirs dévolus à la reproduction appelés leks.

On a le sentiment que les mâles présents autour de ce point d'eau ne défendent ni territoire ni lek, mais ont plutôt été rejetés en périphérie des sites les plus convoités. L'analyse des autres points fixes ont toujours mis en évidence l'organisation sociale des cobes de Buffon, il semblerait donc ici que les individus comptabilisés soient en dehors du schéma classique. L'étude des autres sites au bord de la Tapoa devrait confirmer ou infirmer cette hypothèse.

Guib harnaché

Figure 126. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Tapoa gorges.

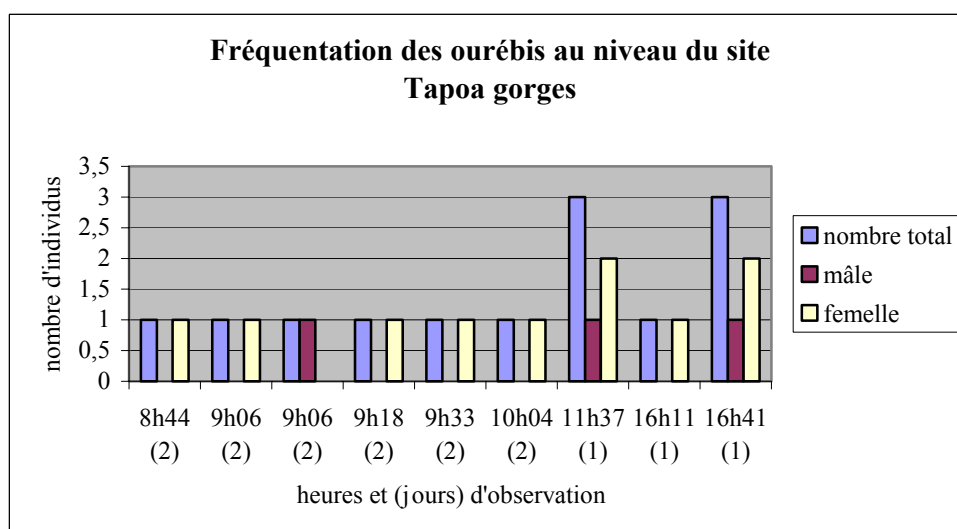


On a pu voir à travers les observations réalisées en forêt galerie à moins de 500 mètres de ces deux mares, que les guibs étaient nombreux dans cette zone.

On dénombre en effet deux mâles et cinq femelles évoluant autour de ces points d'eau. On remarquera la superficie importante de la forêt galerie qui borde la rivière Tapoa en aval. Celle-ci se trouve à sec dès le mois d'octobre mais présente un habitat idéal pour la présence des guibs. Les constats effectués sur les mares Anana et Pérélégou sur la mobilité de cette espèce, nous incitent à penser que d'autres guibs venus d'assez loin dans la forêt galerie peuvent venir s'abreuver à ces points d'eau.

Ourébi

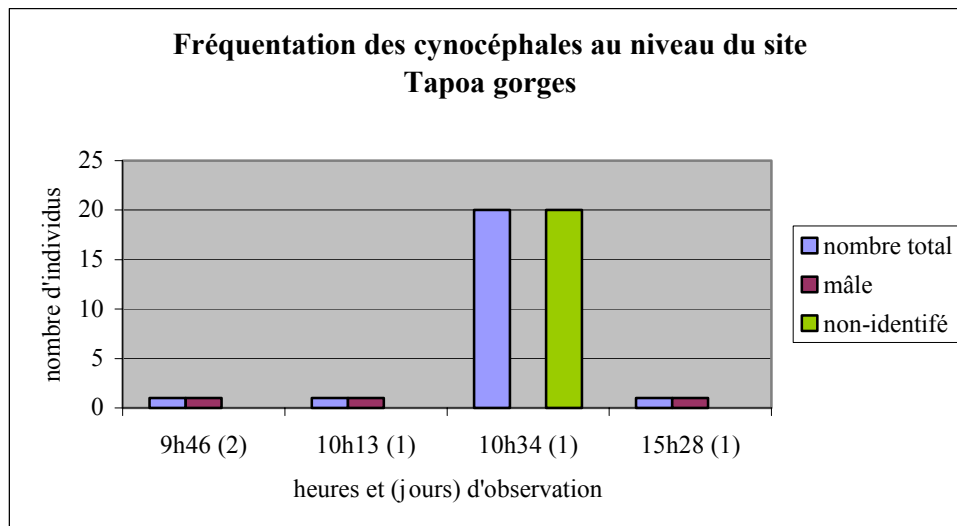
Figure 127. Fréquentation des ourébis au niveau du site Tapoa gorges.



Les ourébis sont également nombreux à fréquenter ce point d'eau. On a pu dénombrer au moins sept individus différents en une journée de comptage, ce qui représente un nombre vraiment important, comparativement aux autres sites. Tous sont venus boire sur la mare située au nord (cf. figure 122). Ils sont tous venus du nord et sont d'ailleurs tous repartis dans la même direction. La végétation arbustive en majorité dégradée située au nord de la Tapoa semble donc convenir aux ourébis.

Cynocéphale

Figure 128. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Tapoa gorges.

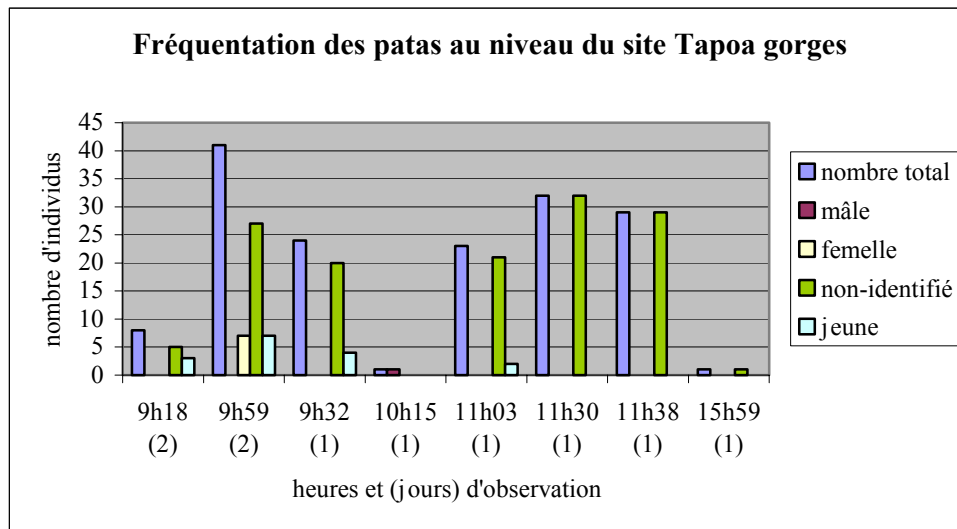


Un groupe d'une vingtaine de cynocéphales fréquente apparemment ce point d'eau. Il est probable que d'autres groupes évoluant dans cette zone alternent entre ce site et celui proche du pont que nous avons appelé Tapoa1. Les deux sites sont distants de deux kilomètres environ. Il serait intéressant de voir si un groupe est véritablement associé à un point d'eau ou s'il peut naviguer entre deux sites proches l'un de l'autre.

Une étude spécifique pourrait être menée sur un des groupes de cette zone afin de mieux comprendre l'organisation spatiale de cette espèce vis-à-vis de la ressource hydrique et de la compétition intraspécifique.

Patas

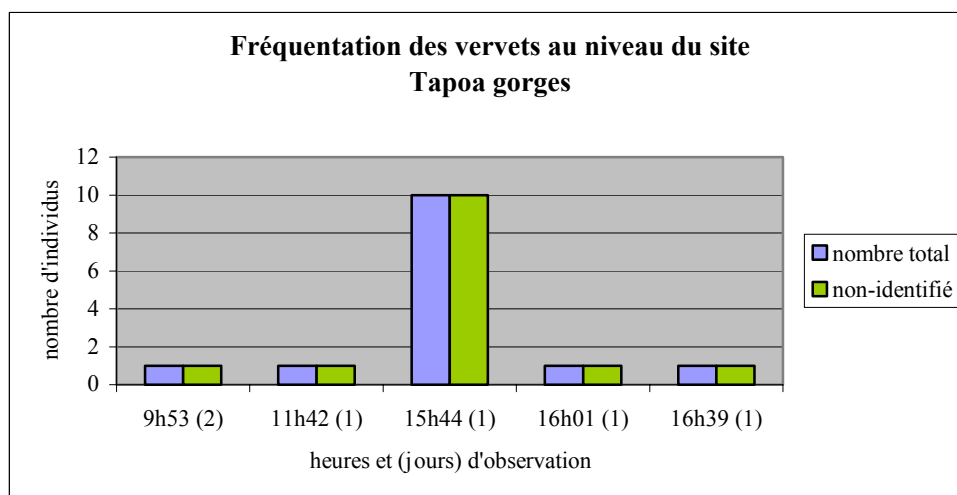
Figure 129. Fréquentation des patas au niveau du site Tapoa gorges.



Les patas semblent très nombreux dans ce secteur étant donné le nombre important (159) d'individus recensés en une journée et demi. Tous les individus sont venus de la zone tampon, c'est à dire du nord ou de l'est. Les patas comme les ourébis paraissent avoir une préférence pour les habitats arbustifs dégradés dans ce secteur du Parc.

Vervet

Figure 130. Fréquentation des vervets au niveau du site Tapoa gorges.



Les vervets recensés sur ce point d'eau sont probablement ceux dénombrés en forêt galerie (cf. § 5.2 du volume 1). Ils ont la particularité, comparés aux autres primates qui fréquentent le site, d'accéder à l'eau par les voies les plus accidentées. On les retrouve donc souvent sur les blocs gréseux accidentés des gorges, où ils semblent ne pas pouvoir être inquiétés par d'éventuels prédateurs (cf. figure 33, dans l'annexe 1).

Tableau 30. Indices de présence au niveau du site Tapoa gorges.

Indices de présence	Espèces	Traces	Excréments	Cris
+ = ancien	Buffle	+		
++ = récent	Eléphant	+	+	
	Genette	++		
	Civette	++		
	Hyène tachetée	++		
	Lion			++

Ce site présente une véritable richesse mammalienne, probablement grâce à la présence d'un point d'eau permanent et la variété de la végétation avoisinante.

Néanmoins, il est soumis à la forte pression des habitants du village de la Tapoa et de Moli Haoussa, situés à proximité de la rivière) qui viennent y pêcher avec l'accord officieux des gardes du Parc, puisqu'une partie du poisson leur profite. Même si les animaux sont habitués à la présence des hommes dans ce secteur, ils n'ont pas encore pris l'habitude de venir s'abreuver dans une mare où un pêcheur barbote en ramassant ces filets. Il n'est pas ici question de dénoncer un système existant depuis la création du Parc, mais de faire un constat sur le dérangement de la faune par ces activités régulières autour de ce site. La ressource hydrique est fortement restreinte à partir de février, et l'occupation de ce point d'eau par l'homme durant plusieurs jours consécutif peut s'avérer critique. Certes la faune peut adopter, comme le long du Niger, un comportement nocturne quant à l'abreuvement. C'est d'ailleurs ce qu'elle fait en partie. Cependant avec un peu de rigueur et d'organisation, cette activité de pêche peut perdurer de manière ponctuelle sans générer une gêne préjudiciable pour une des principales ressources du Parc, à savoir la faune. Restent à connaître les priorités en terme de gestion du milieu, et lequel de l'homme ou de l'animal doit s'adapter aux modes de vie de chacun.

L'autre site au bord de la Tapoa, situé juste en amont du barrage, est à priori fortement soumis à la pression humaine. Un forage, équipé d'une pompe manuelle, a été installé à cet endroit. L'eau pompée sert à approvisionner tout le village de la Tapoa. Les allées et venues y sont donc quasi permanentes.

Un mirador a été installé à l'attention des touristes et c'est de celui-ci que nous avons réalisé nos observations.

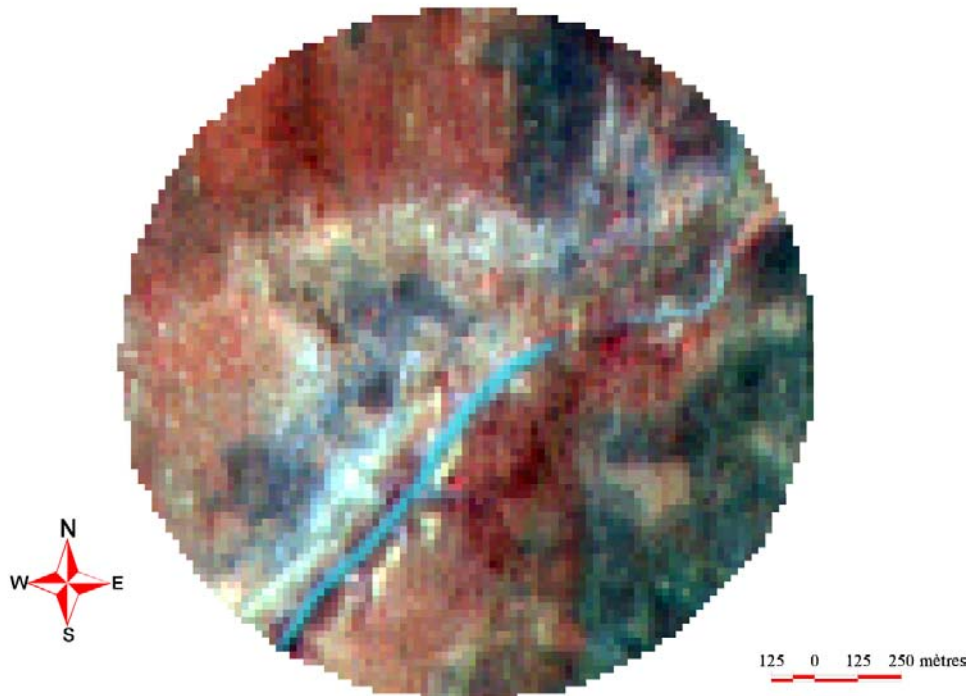
Tapoa1

La localisation précise du mirador est la suivante : 2°24'55,6"de longitude et 12°28'8,2" de latitude.

Un barrage (haut de 3 mètres) permet à ce niveau de la rivière de retenir de l'eau jusqu'à la tombée des prochaines pluies. La retenue d'eau s'étend sur environ 6 km et diminue au fur et à mesure de l'avancée de la saison sèche. L'eau est très boueuse et profonde d'environ 1,50 mètres à 2 mètres. La retenue d'eau est large d'environ 15 mètres, 20 au maximum, et se rétrécit de plus en plus vers l'amont. Les berges sont très dégradées et le tapis herbacé à même disparu sur plusieurs endroits, laissant place à des plages de sols nus de texture sableux-argileux.

Les formations végétales et la configuration du site sont décrites sur les figures 131 et 132.

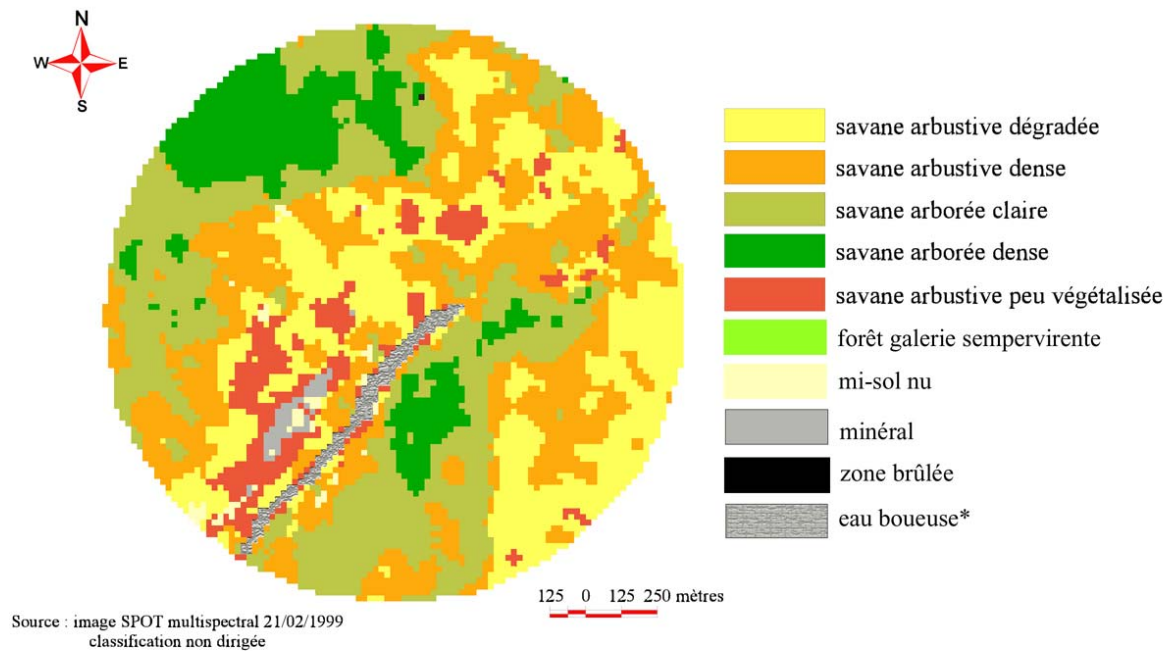
Composition colorée du site de comptage Tapoa 1



Source : image SPOT multispectral 21/02/1999

Figure 131. Composition colorée du site de comptages Tapoa 1.

Formations végétales du site Tapoa1



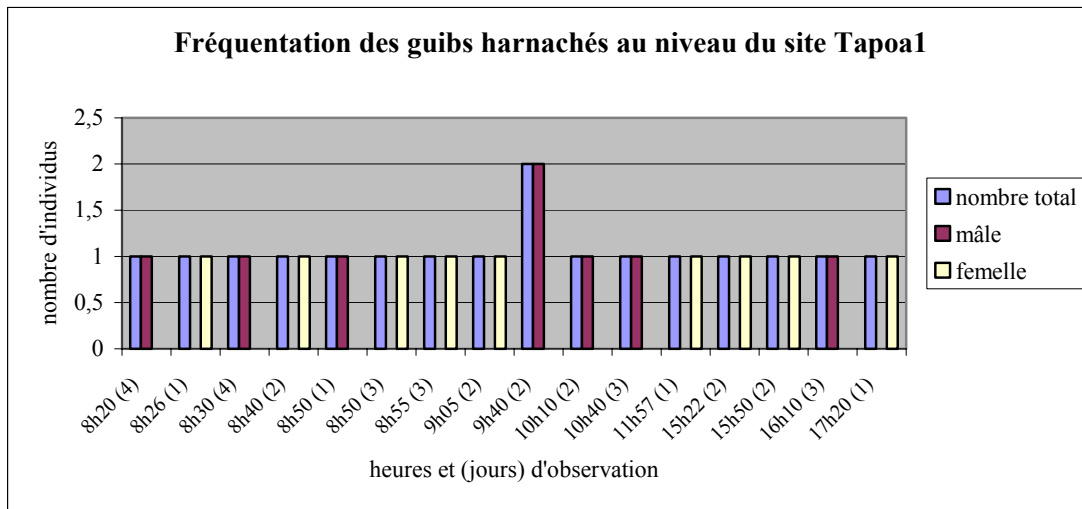
Source : image SPOT multispectral 21/02/1999
classification non dirigée

Figure 132. Formations végétales du site Tapoa1.

Synthèse des observations par espèce

Guib harnaché

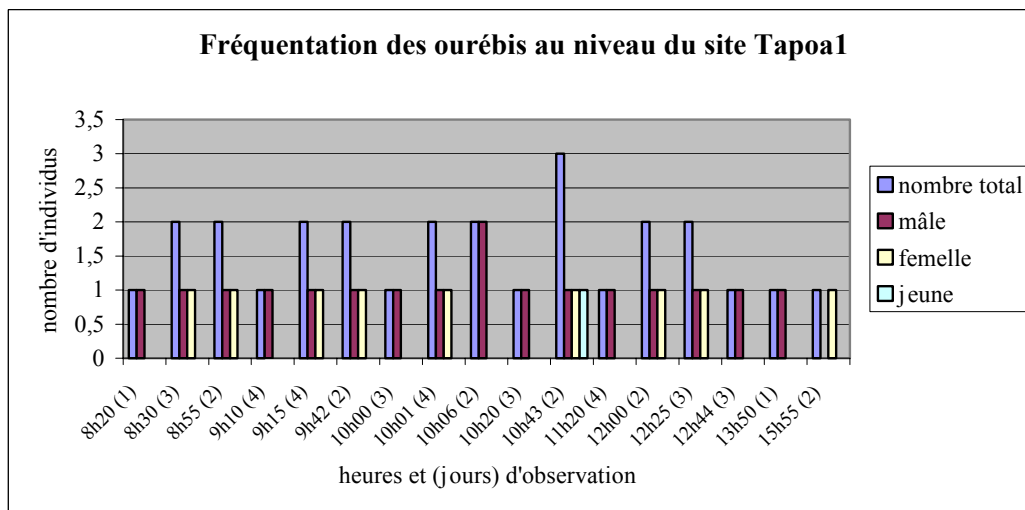
Figure 133. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Tapoa1.



Les observations ont été nombreuses pour cette espèce, mais il s'agit toujours des mêmes individus. On dénombre au moins deux mâles situés sur la rive sud et deux femelles dont une s'abreuve sur la berge nord. On peut voir sur la figure 23, qu'il n'y a pas de forêt galerie sempervirente, les guibs évoluent donc à proximité de l'eau en savane arborée dense.

Ourébi

Figure 134. Fréquentation des ourébis au niveau du site Tapoa1.

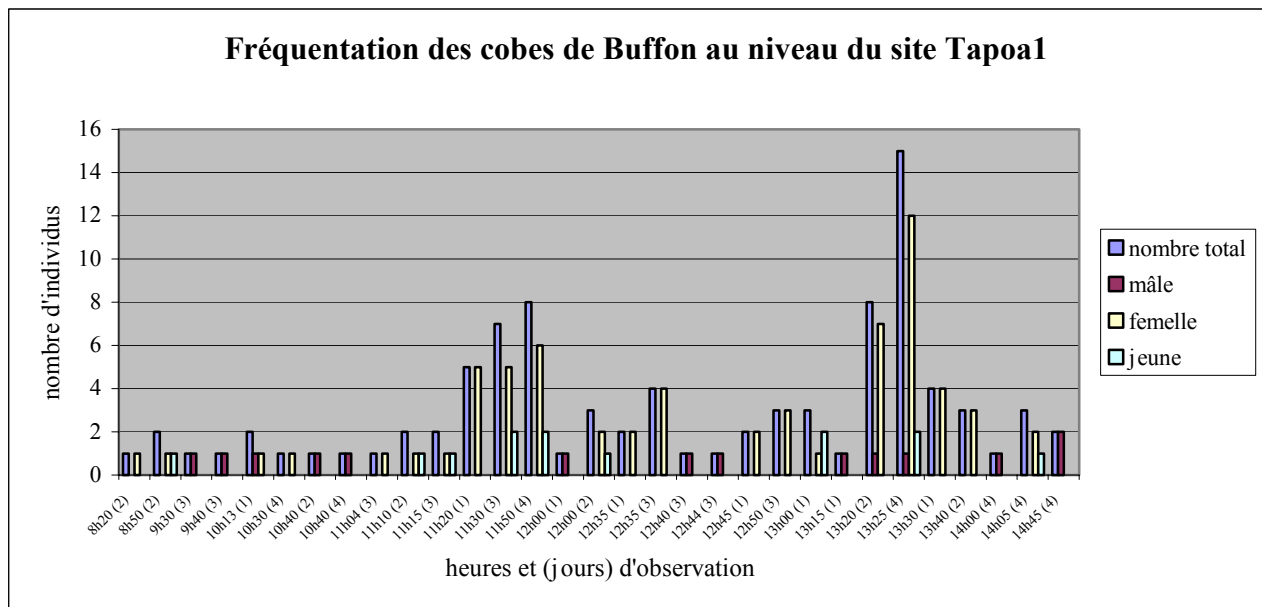


Une petite dizaine d'individus sont venus s'abreuver sur ce point d'eau. Etant donné leur faible hydro-dépendance, il est difficile de savoir si les individus solitaires ou les couples venus s'abreuver le 2^{ème} et le 3^{ème} jours sont les mêmes. Mais au regard des observations réalisées sur les autres sites, il est probable que ce soit le cas.

Les ourébis font preuve de plasticité vis-à-vis de la ressource hydrique, avec un abreuvement quotidien en cas de disponibilité immédiate, et une fréquentation moindre en cas de déplacement important par rapport à son habitat majoritairement occupé. On notera que les individus observés se répartissent autant dans la zone tampon que dans le Parc, et ne semblent pas traverser la rivière.

Cobe de Buffon

Figure 135. Fréquentation des cobes de Buffon au niveau du site Tapoa1.

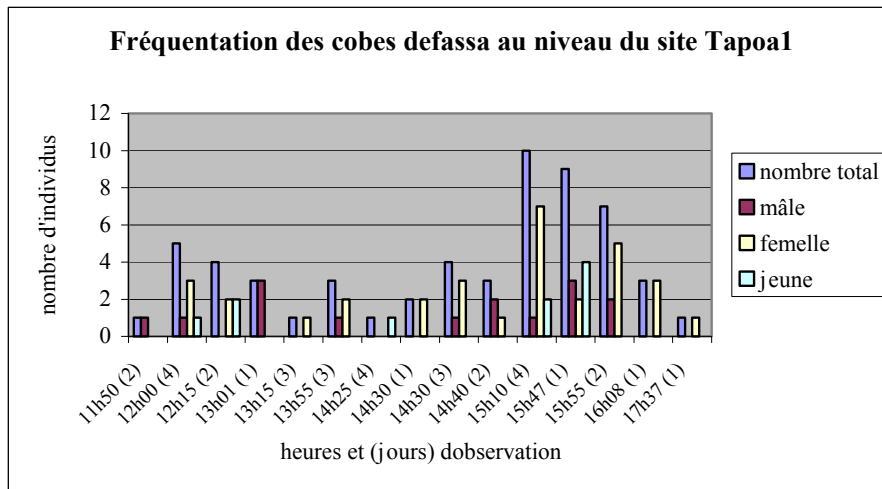


Les cobes de Buffon femelles naviguent de part et d'autre de la rivière, ce qui n'est pas le cas des mâles qui eux défendent leur couloir situé soit d'un côté de la Tapoa soit de l'autre. Deux mâles évoluent dans la zone tampon, l'un en amont du mirador et l'autre en aval. Un mâle est situé "côté Parc" et évolue au niveau de la savane arbustive dense en aval du barrage.

Autour de ces mâles, une petite vingtaine de femelles naviguent accompagnées de deux jeunes cobes. Elles sont parfois regroupées toutes ensemble, mais forment le plus souvent des petits groupes de 4 à 8 individus. Une étude spécifique sur ce groupe de cobe de Buffon a montré que les mâles défendent un territoire réservé à la reproduction, et autorisent les femelles à le traverser que durant la période de reproduction (Laborde, 1999). On a pu nous même observer ce comportement. L'espèce est donc bien représentée à proximité de ce point d'eau.

Cobe defassa

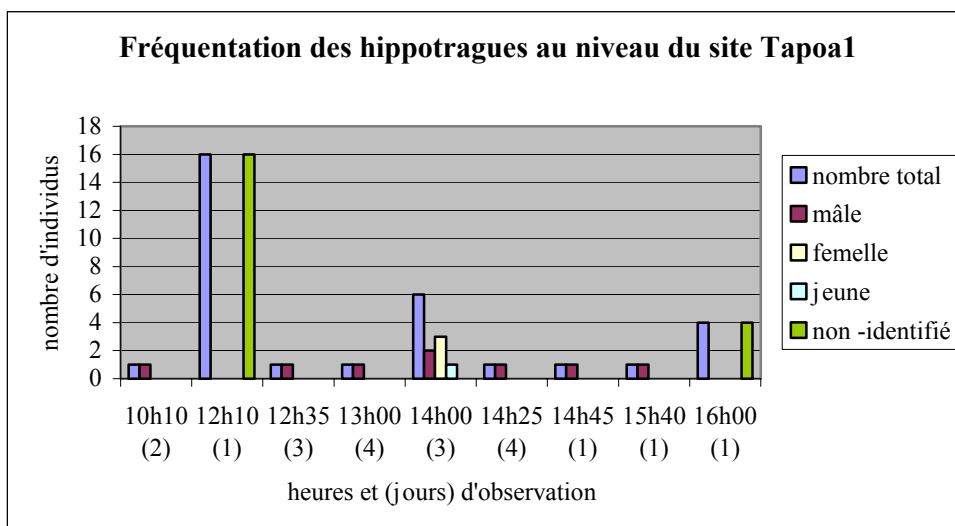
Figure 136. Fréquentation des cobes defassa au niveau du site Tapoa1.



On dénombre une vingtaine de cobe defassa venant s'abreuver à ce niveau de la rivière. On connaît peu de choses sur les mœurs de cette espèce. Il est donc difficile de savoir si les groupes qui fréquentent cette zone sont toujours structurés de la même manière ou s'ils peuvent se dissoudre et se recomposer. Les mâles sont censés défendre des territoires de reproduction, mais de manière moins marquée que les cobes de Buffon. Or on a constaté à chaque fois une bonne cohabitation entre les différents mâles des groupes observés. Il est vrai que parmi ces mâles, un semble, de par stature plus imposante, s'imposer davantage. Le peu de joutes que nous ayons pu observer, ont eu lieu entre jeunes célibataires. On notera que 80 % des cobes defassa recensés évoluent dans la zone tampon.

Hippotrague

Figure 137. Fréquentation des hippotragues au niveau du site Tapoa1.

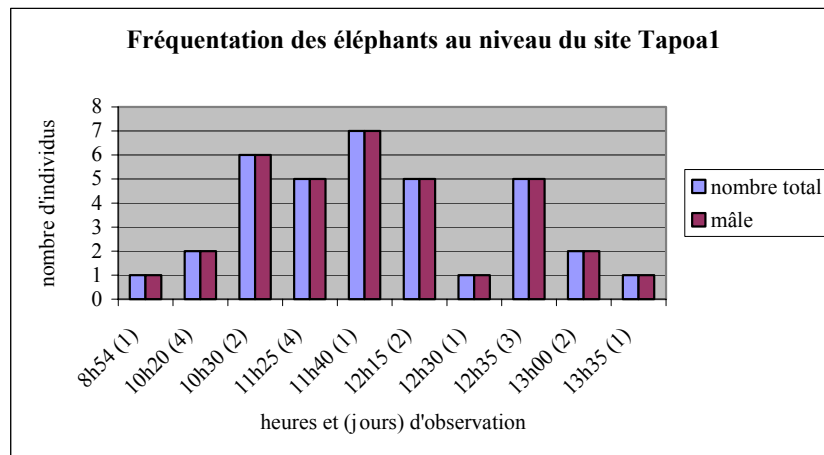


Pour les hippotragues, on a constaté également que 89 % des observations ont été faites "côté zone tampon".

Les individus observés ne l'on jamais été deux fois, excepté peut-être pour les mâles solitaires. Même s'ils sont moins nombreux qu'au bord de la Mékrou, leur fréquentation n'est pas négligeable et des groupes importants (16 individus) ont pu être recensés. On peut donc penser que la densité est relativement élevée autour de la Tapoa dans un rayon de dix kilomètres. Les comptages concernant la relation entre l'espèce et l'habitat réalisés à moins d'un kilomètre de ce point d'eau confirment cette impression.

Eléphant

Figure 138. Fréquentation des éléphants au niveau du site Tapoa1.



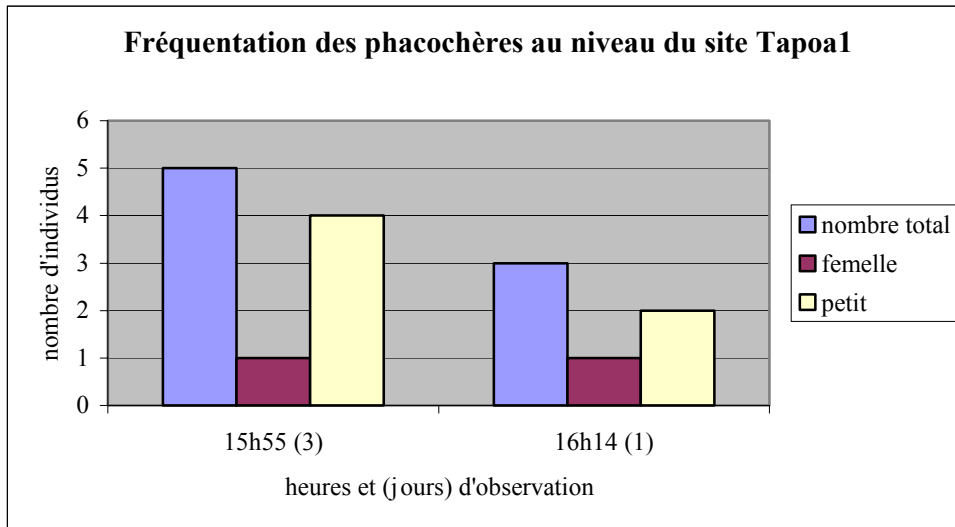
Ce site est le seul lieu parmi tous les points fixes où des éléphants ont été dénombrés. Treize individus différents ont été recensés. Les nombreuses observations dues aux allées et venues régulières près de ce point d'eau, nous ont appris que la zone pouvait accueillir jusqu'à une vingtaine de mâles. Ces derniers fréquentent cette zone depuis de nombreuses années, Roure (1956) a précisé qu'un observateur du nom de Dufauret a signalé un troupeau dit de la Tapoa vivant dans la réserve.

Les groupes composés de femelles et de petits sont plus fréquents aux abords de la Mékrou, il nous est arrivé néanmoins d'en croiser à proximité du barrage de la Tapoa, mais pas durant les comptages en point fixe.

On notera que la présence quasi quotidienne de ces mâles durant plusieurs mois, de janvier à mai, a un impact évident sur la végétation riveraine de la Tapoa, et surtout au niveau du barrage qui constitue le seul endroit vraiment profond à partir de mars.

Phacochère

Figure 139. Fréquentation des phacochères au niveau du site Tapoa1.



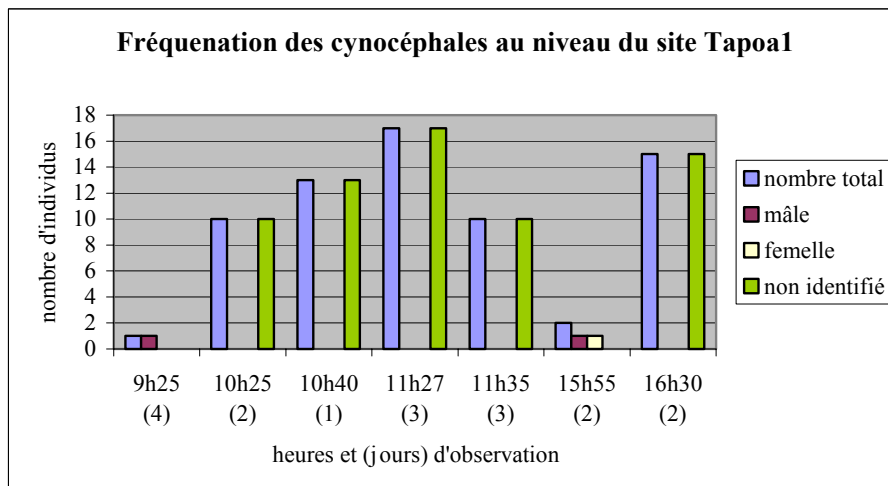
Nous avons réalisé seulement deux observations pour cette espèce, ce qui paraît très peu en comparaison de celles effectuées sur les autres espèces. Deux explications sont possibles afin d'expliquer ce fait :

- les phacochères présentent une densité faible dans la zone et/ou
- ils fréquentent la zone mais vont s'abreuver plus loin en amont.

Les observations réalisées en savane arbustive et arborée à proximité du site viennent rejeter la première hypothèse. Les résultats obtenus sur les points fixes situés en amont nous diront si la 2^{ème} explication est la bonne.

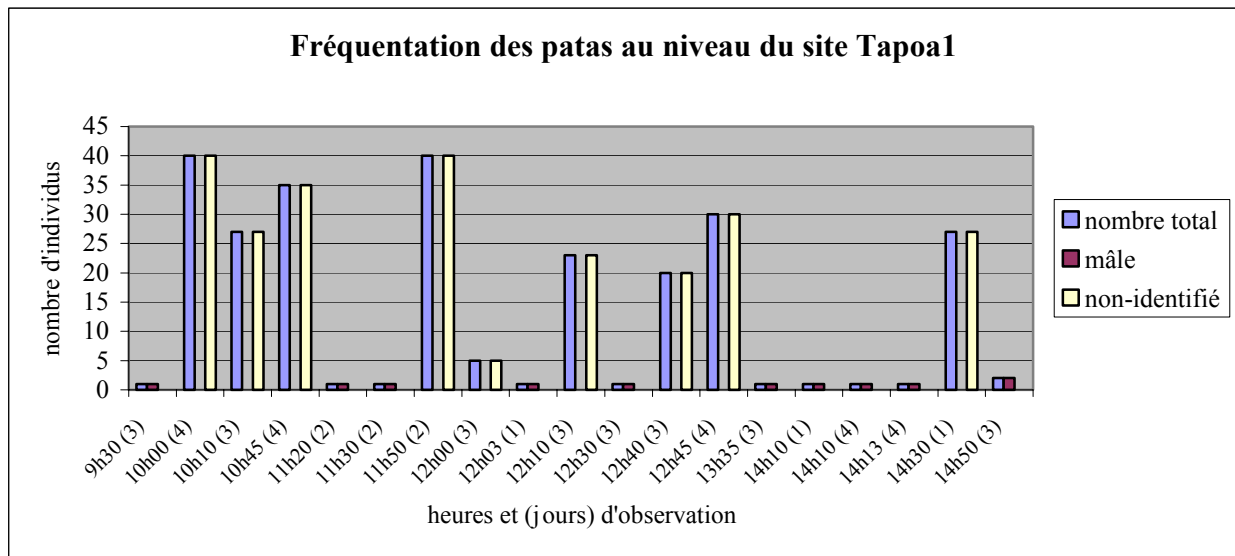
Cynocéphale

Figure 140. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Tapoa1.



On dénombre au moins deux groupes différents de cynocéphales associés à ce site. Un groupe de dix individus et un autre d'une quinzaine. Ils ne semblent pas confinés d'un côté ou de l'autre de la rivière et cette dernière ne définit pas comme pour les cobes de Buffon une limite de territoire.

Figure 141. Fréquentation des patas au niveau du site Tapoa1.



Trois groupes différents de 40, 35 et 30 individus ont été recensés le dernier jour d’observation. Ceci démontre une forte densité à proximité de ce site et plus généralement autour de la rivière Tapoa. Les patas semblent davantage évoluer du côté de la zone tampon, puisque 61 % des observations l’ont été de ce côté. Néanmoins, un groupe est venu de la Réserve pour repartir vers le Parc, ce qui prouve qu’ils ne sont pas confinés sur un côté précis de la rivière.

Tableau 31. Indices de présence au niveau du site Tapoa1.

Indices de présence	Espèces	Traces	Excréments	Cris
+ = ancien	Buffle	++	++	
++ = récent	Genette	++		
	Civette	++		
	Hyène tachetée	++		
	Gazelle <i>rufifrons</i>	++		
	Lion			++

Les buffles fréquentent régulièrement cette zone. Bien qu’ils ne se soient pas abreuvés à ce niveau de la rivière, lors de nos recensements, nous savons à travers plusieurs observations que plusieurs troupes évoluent dans ce secteur de la rivière. Nous en avons d’ailleurs vu un de 70 individus, le même que celui observé en savane arbustive le 8/02/2001.

Bien que fortement marqué par la présence humaine, à travers les activités touristiques et de pompage hydrique, ce site s’est révélé très fortement fréquenté par un grand nombre d’espèces, 9 d’après le comptage et 11 d’après nos observations en général.

On sent que les animaux sont vraiment habitués à la présence de l’homme et semblent s’en accommoder, comme si l’homme n’était pas synonyme de danger dans ce secteur du Parc.

Ce constat n’est peut être pas valable un peu plus en amont où la présence humaine est pourtant bien moindre. C’est ce que nous allons voir à travers l’analyse du site Tapoa2.

Tapoa2

Ce point fixe est situé à 4 km en amont du précédent, sa localisation exacte est : 2°23'58,2" de longitude et 12°27'31,3" de latitude.

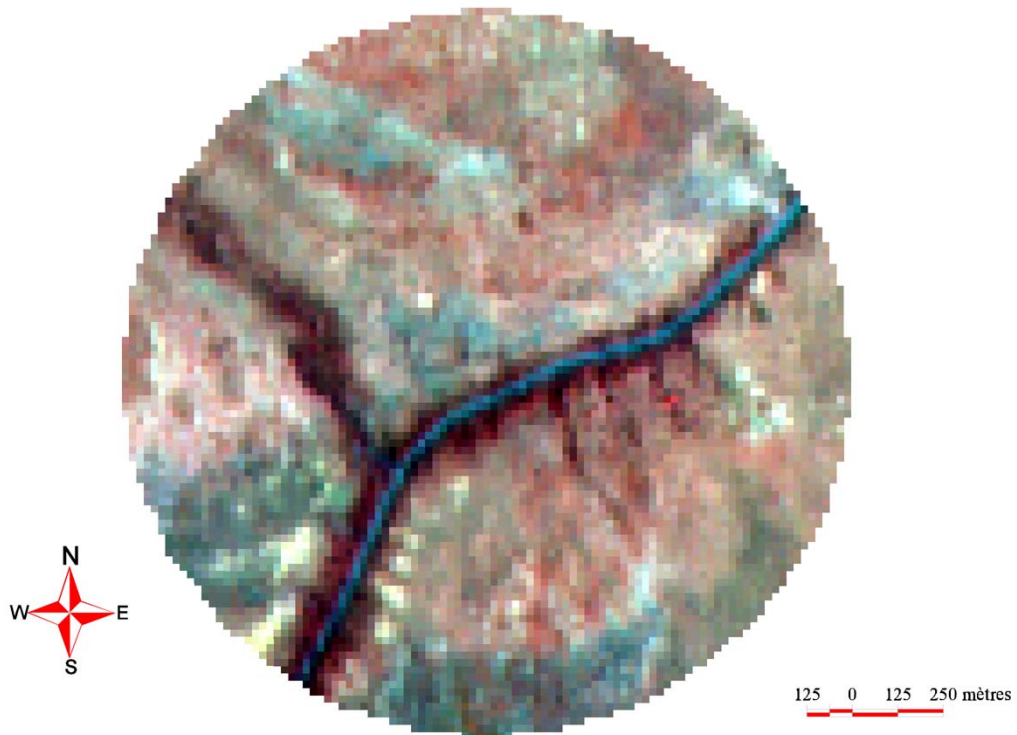
La végétation environnante (cf. figure 143) est quasi identique à celle du précédent site, hormis la présence d'une forêt galerie à feuillage caduc qui longe le *kori* Fomboni venant se jeter dans la Tapoa.

Nous pouvons observer les rives sur environ 300 à 400 mètres vers l'aval et seulement sur une trentaine de mètres en amont, en raison de la direction qu'emprunte le cours d'eau (cf. figure 142).

La rivière est un peu plus étroite à ce niveau est un peu moins profonde. La largeur et la profondeur maximum sont respectivement de 15 mètres et 1,50 mètres.

La configuration générale du milieu est présentée à travers la composition colorée sur la figure 142.

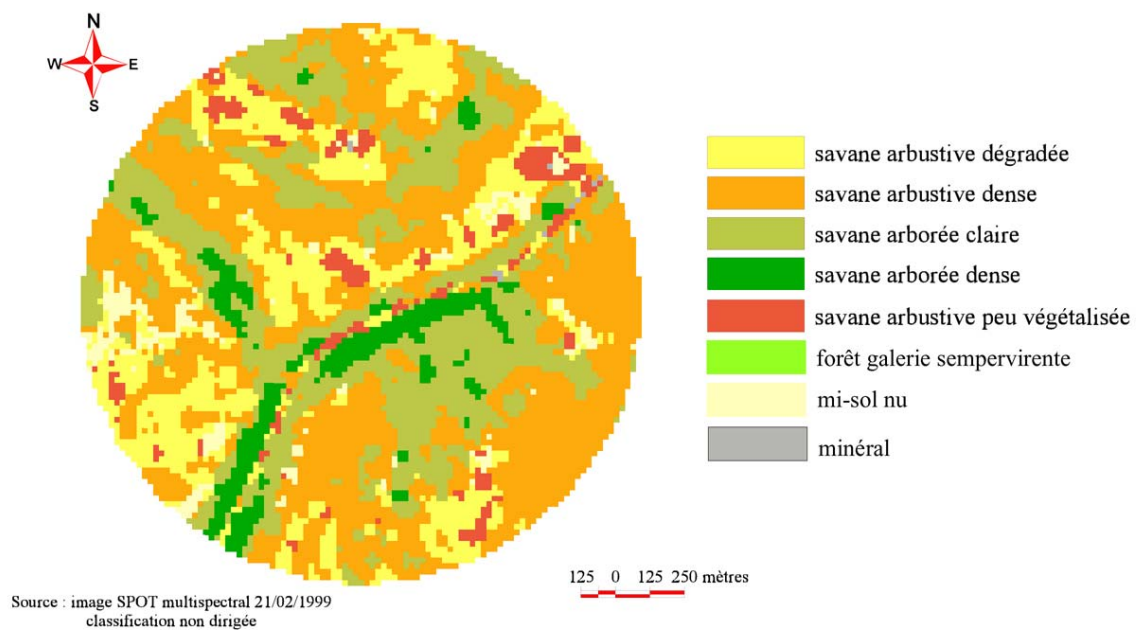
Composition colorée du site de comptage Tapoa 2



Source : image SPOT multispectral 21/02/1999

Figure 142. Composition colorée du site de comptage Tapoa2.

Formations végétales du site Tapoa2



Source : image SPOT multispectral 21/02/1999
classification non dirigée

Figure 143. Formations végétales du site Tapoa2.

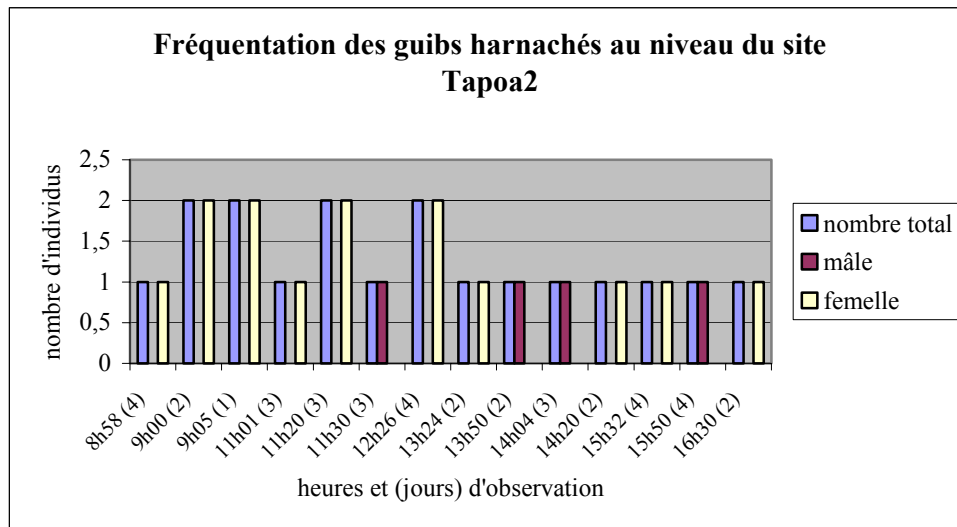
Tableau 32. Relevés botaniques autour du site Tapoa2.

Formation végétale	Espèces ligneuses	Espèces herbacées	Observations
<p>Savane arborée ripisylve (2°24'5'', 12°27'33'')</p>	<p><i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Tamarindus indica</i> <i>Piliostigma reticulatum</i> <i>Combretum collinum</i> <i>Combretum micranthum</i> <i>Acacia ataxacantha</i> <i>Diospyros mespiliformis</i> <i>Myragina inermis</i> <i>Combretum aculeatum</i> <i>Ziziphus mucronata</i> <i>Crateva adansonii</i></p>	<p>Poacées écrasées non identifiables</p>	
<p>Savane arbustive dégradée (2°24'1'', 12°27'42)</p>	<p><i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Tamarindus indica</i> <i>Lannea acida</i> <i>Ptereocarpus erinaceus</i> <i>Xeroderrys sthülmannii</i> <i>Combretum collinum</i> <i>Combretum aculeatum</i> <i>Combretum nigricans</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Piliostigma reticulatum</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Acacia sieberiana</i> <i>Acacia erythrocalyx</i> <i>Dichrostachys cinerea</i> <i>Securinega virosa</i></p>	<p><i>Loudetia togoensis</i> <i>Monechma ciliatum</i> <i>Andropogon gayanus</i> <i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Tephrosia linearis</i> <i>Borreria radiata</i></p>	<p>Beaucoup de sol nu le long de la piste</p>

Synthèse des observations par espèce

Guib harnaché

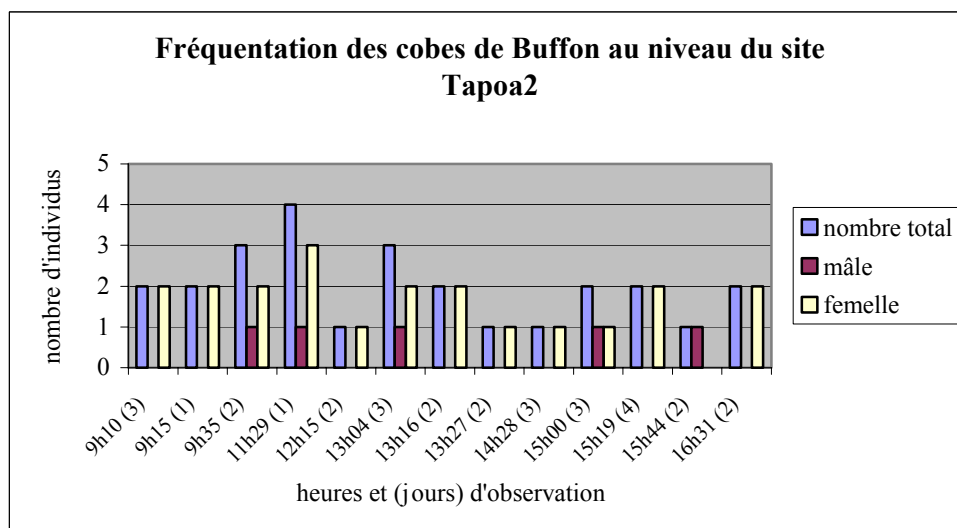
Figure 144. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Tapoa2.



Du côté de la réserve, on dénombre une femelle solitaire et une femelle avec un sub-adulte femelle. Du côté Parc, on observe un schéma identique au niveau des femelles ainsi que deux mâles. Si l'on se fie à la végétation environnante, le site est favorable à la présence du guib et nous avons sûrement dû manquer des observations en amont de notre position en raison du manque de visibilité.

Cobe de Buffon

Figure 145. Fréquentation des cobes de Buffon au niveau du site Tapoa2.

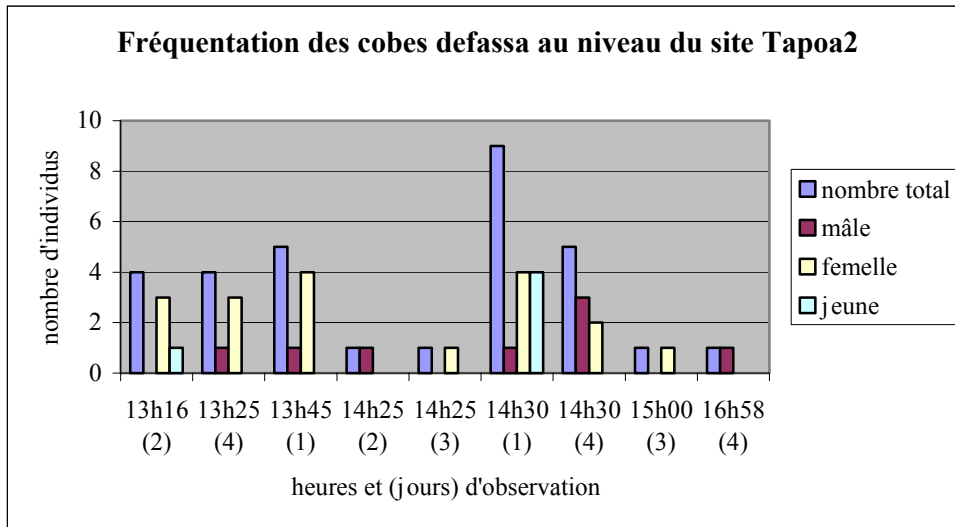


Ce site est occupé par un mâle qui doit avoir un lek juste en bordure de la rivière dans la zone tampon. On dénombre aussi cinq à six femelles du même côté et une femelle sur la rive sud, côté Parc. Cette dernière a probablement dû traverser la rivière un peu amont, là où elle est moins profonde.

On remarquera qu'on a ici un schéma quasi identique à ceux observés le long du Niger.

Cobe defassa

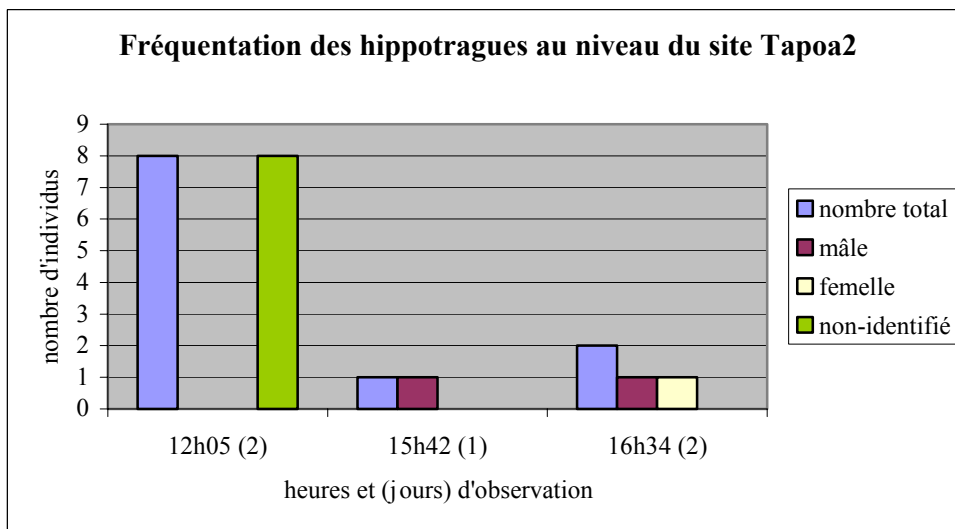
Figure 146. Fréquentation des cobes defassa au niveau du site Tapoa2.



Il est encore une fois difficile de savoir avec précision le nombre d'individus fréquentant cette zone. On peut toutefois avancer raisonnablement le chiffre d'une quinzaine de cobes defassa dont au moins quatre petits. Ces derniers, tout comme les adultes, n'hésitent pas à traverser la rivière à la nage et se nourrissent fréquemment de plantes aquatiques.

Hippotrague

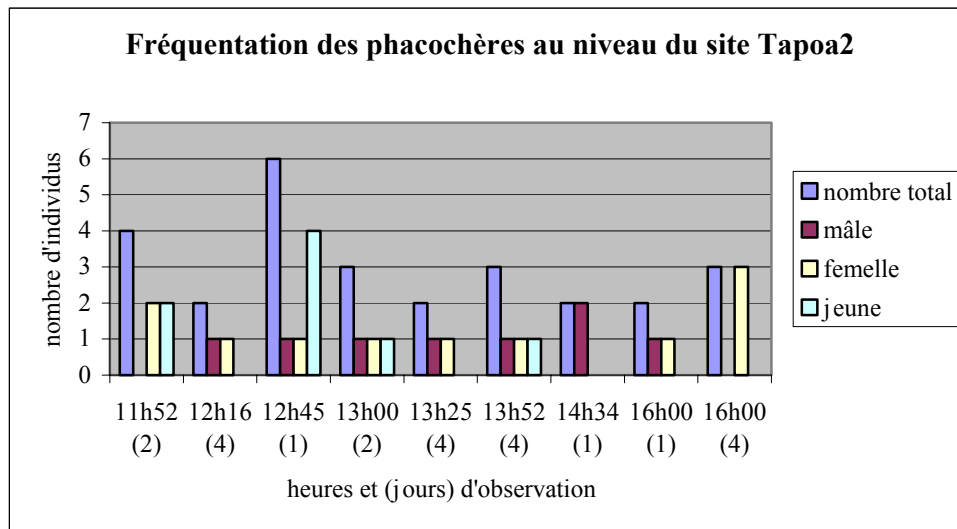
Figure 147. Fréquentation des hippotragues au niveau du site Tapoa2.



On a peu d'observations sur les hippotragues à ce niveau de la rivière en comparaison de celles obtenues à la hauteur du barrage. Il est difficile d'émettre une hypothèse si ce n'est que cette espèce particulièrement mobile peut venir s'abreuver à de multiples endroits, rendant difficile l'analyse de la relation entre le point d'eau et l'espèce.

Phacochère

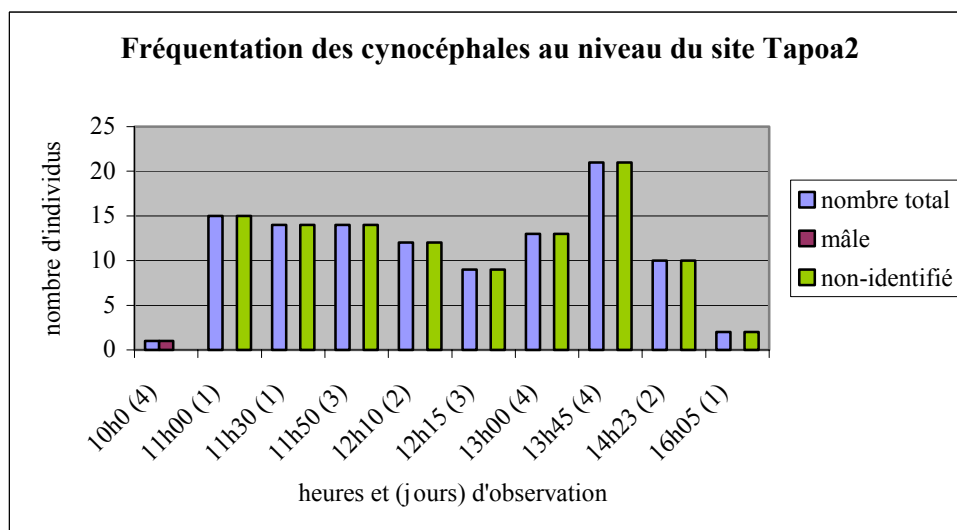
Figure 148. Fréquentation des phacochères au niveau du site Tapoa2.



On dénombre pas moins de cinq groupes différents dans ce secteur, soit au total 18 individus dont 6 jeunes. L'eau particulièrement boueuse permet aux phacochères de s'adonner aux bains de boue. Ils semblent circuler davantage dans le Parc puisque seul le groupe de six individus est venu s'abreuver sur la rive nord dans la zone tampon. La différence importante de fréquentation par cette espèce aux différents niveaux de la Tapoa peut éventuellement s'expliquer par la qualité de l'eau et des berges pour la pratique des bains de boue.

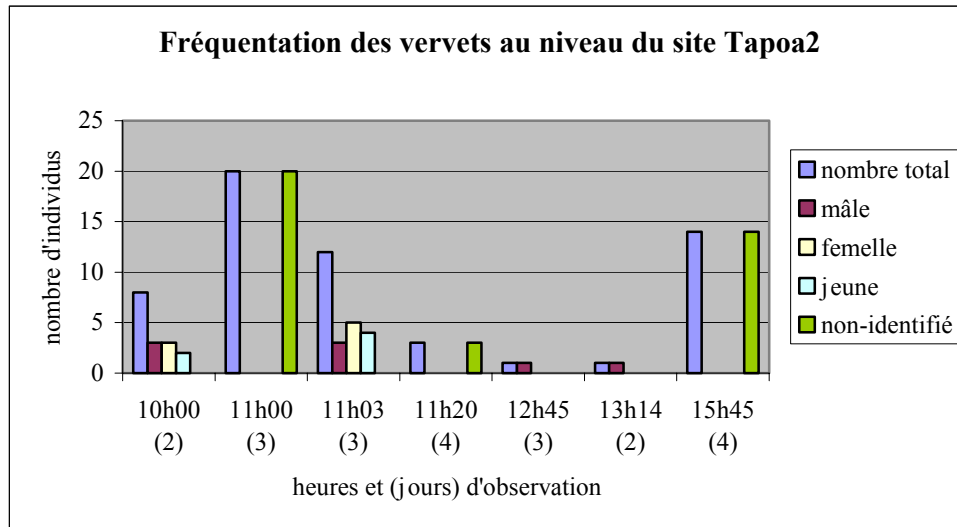
Cynocéphale

Figure 149. Fréquentation des cynocéphales au niveau du site Tapoa2.



Deux groupes ont clairement pu être identifiés, un d'une quinzaine d'individus situé côté Parc et un d'une vingtaine d'individus côté Réserve. Les formations végétales environnantes, la savane arbustive et la savane arborée dense conviennent à cette espèce. Les cynocéphales bénéficient des grands arbres de la savane arborée dense comme dortoirs et également des éléments nutritifs recherchés par cette espèce dans les deux types de formations.

Figure 150. Fréquentation des vervets au niveau du site Tapoa2.



La configuration du milieu est également favorable aux vervets, qui bien que privés de forêt galerie sempervirente, bénéficient des grands arbres de la savane arborée dense. On a distingué deux groupes évoluant du côté du Parc, composés d'une vingtaine d'individus pour l'un et d'une quinzaine pour l'autre.

Il est probable que d'autres groupes soient situés côté Réserve dans la savane arborée dense du bas-fond Fomboni. La mauvaise visibilité dans cette direction a rendu impossible la détection de ces groupes.

Autres mammifères

Un troupeau d'une centaine de buffles a été aperçu côté Parc en début de matinée, à 8h20 lors du dernier jour d'observation.

Une mangouste, dont l'espèce précise n'a pas pu être déterminée est également venue s'abreuver du même côté.

Tableau 33. Indices de présence au niveau du site Tapoa2.

Indices de présence	Espèces	Traces	Excréments	Cris
+ = ancien	Eléphant	+	+	++
++ = récent	Genette	++		
	Civette	++		
	Hyène tachetée			++
	Oryctérope	cavité		

Ce niveau de la rivière semble moins fréquenté en qualité et en quantité par la faune du Parc comparé au site précédent. Il est possible que la quantité et la qualité de l'eau disponible joue un rôle dans ce phénomène. L'analyse du prochain et dernier site situé à l'extrémité de la rivière Tapoa⁸⁸ viendra éventuellement appuyer ce constat.

⁸⁸ Il s'agit de l'extrémité de la retenue d'eau dans la rivière Tapoa en fin de saison sèche.

Tapoa3

Du 5 au 8 avril, nous avons placé le mirador sur le site Tapoa3, soit le 4^{ème} site d'observation en points fixes au niveau de la rivière Tapoa. Il a la caractéristique d'être la dernière partie du lit en eau au mois d'avril. Les eaux sont par conséquent relativement boueuses et peu profondes (<50 cm), ce qui peut avoir un impact sur la fréquentation du lieu par certaines espèces sensibles à ces conditions, telles que l'éléphant.

La localisation exacte du mirador est : 2°23'20.5" longitude / 12°27'1.6" latitude, permettant d'observer les individus au niveau des rives sur une longueur de 100 mètres.

La configuration du milieu ainsi que la végétation environnante sont décrites sur les figures 151 et 152.

Composition colorée du site de comptage Tapoa3

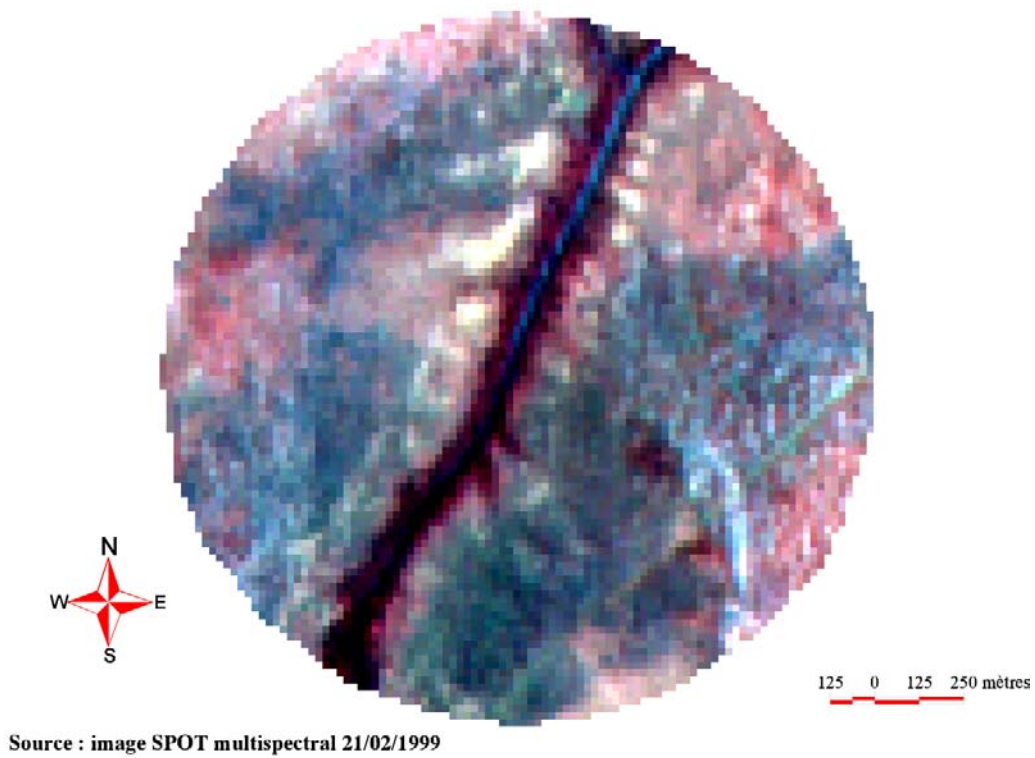


Figure 151. Composition colorée du site de comptage Tapoa3.

Formations végétales du site Tapoa3

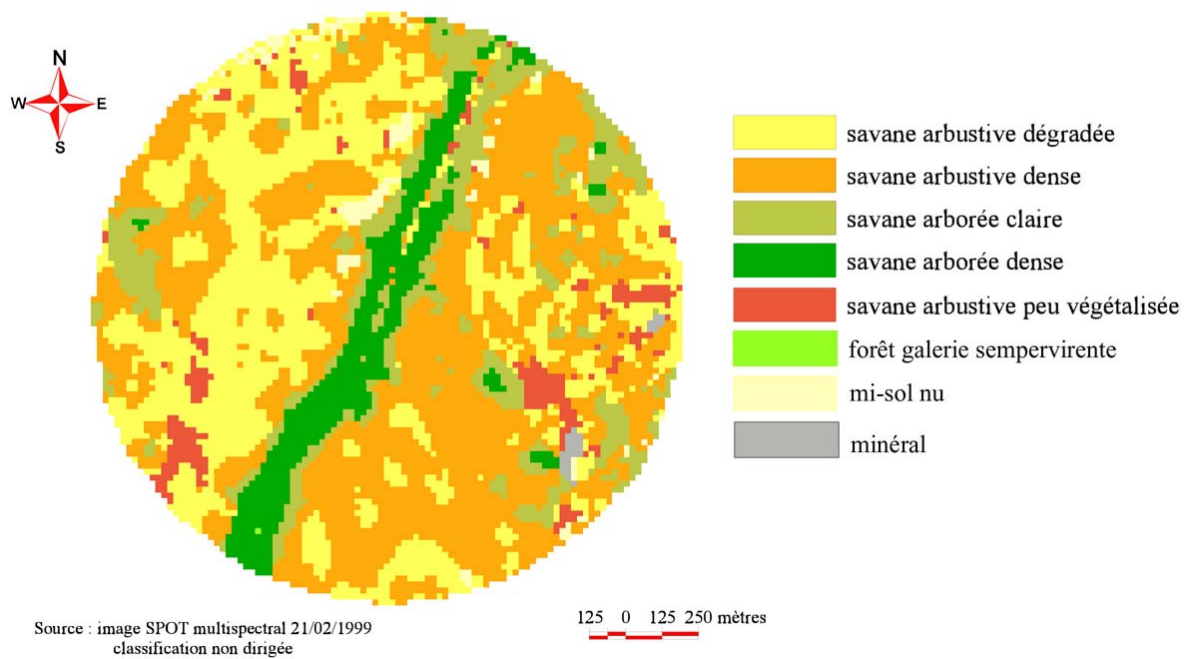


Figure 152. Formations végétales du site Tapoa3.

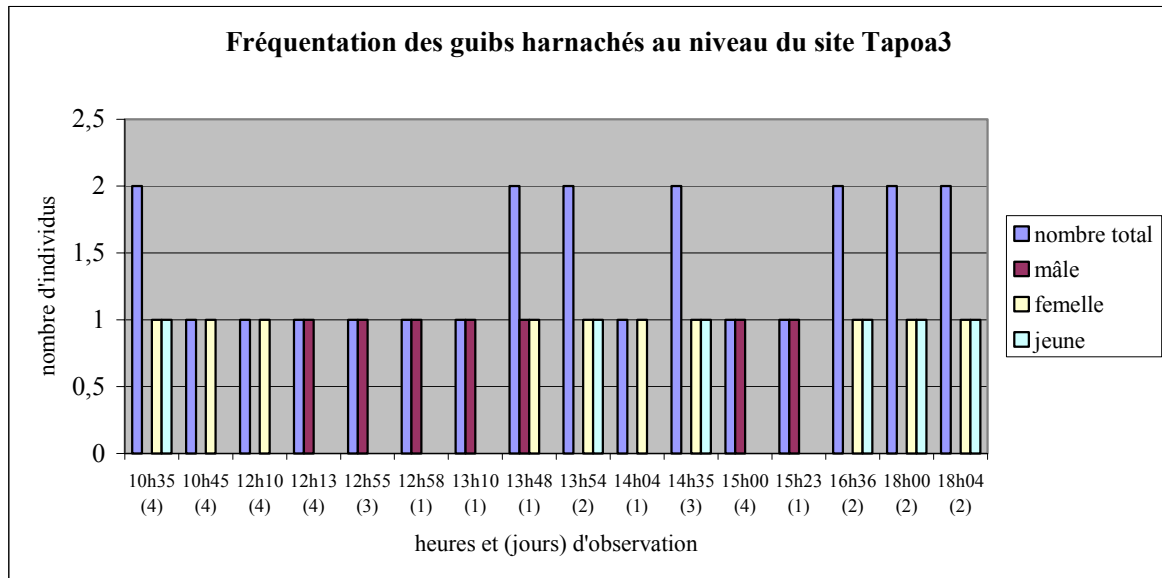
Tableau 34. Relevés botaniques autour du site Tapoa3.

Formation végétale	Espèces ligneuses	Espèces herbacées	Observations
Forêt galerie ripisylve (2°23'23'', 12°27'1'')	<i>Myragina inermis</i> <i>Diospyros mespiliformis</i> <i>Combretum micranthum</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Combretum collinum</i> <i>Combretum nigricans</i> <i>Piliostigma reticulatum</i> <i>Ziziphus mucronata</i> <i>Acacia ataxacantha</i> <i>Vitex madiensis</i> <i>Dichrostachys cinerea</i> <i>Guiera senegalensis</i> <i>Boscia senegalensis</i>	<i>Viteveria nigritana</i> , <i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Andropogon gayanus</i> <i>Tephrosia linearis</i> <i>Walteria indica</i> <i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Hibiscus asper</i>	Cette forêt galerie est peu dense (large de 20 à 30 mètres), elle est très dégradée, surtout côté zone tampon par les passages très fréquents des grands ongulés.
Savane arborée claire (2°23'19'', 12°27'3'')	<i>Combretum micranthum</i> <i>Combretum collinum</i> <i>Combretum nigricans</i> <i>Combretum glutinosum</i> , <i>Boscia angustifolia</i> <i>Guiera senegalensis</i> <i>Piliostigma reticulatum</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Acacia ataxacantha</i> , <i>Acacia macrostachya</i> <i>Dichrostachys cinerea</i>	<i>Hyparrhenia involucrata</i> <i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Andropogon pseudapricus</i> <i>Borreria radiata</i> <i>Loudetia togoensis</i> <i>Alysicarpus ovalifolus</i> <i>Cassia thora</i> <i>Hibiscus asper</i>	Il s'agit ici d'une formation végétale de transition entre la végétation ripicole et la savane arbustive.
Savane arbustive dense (2°23'24'', 12°26'57'')	<i>Combretum nigricans</i> <i>Combretum micranthum</i> <i>Combretum collinum</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Combretum reticulatum</i> <i>Feretia apodanthera</i> <i>Piliostigma reticulatum</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Acacia ataxacantha</i> <i>Acacia macrostachya</i> <i>Dichrostachys cinerea</i>	<i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Andropogon gayanus</i> <i>Borreria radiata</i> <i>Loudetia togoensis</i> <i>Alysicarpus ovalifolus</i> <i>Setaria anceps</i> <i>Vigna ambacensis</i> <i>Hibiscus asper</i>	
Savane arbustive dégradée (2°23'15'', 12°26'58'')	Idem à la savane arbustive dense	Idem à la savane arbustive dense	La composition floristique est identique à la savane arbustive mais les tâches de sol nu sont nombreuses et peuvent atteindre 100 m ² .

Synthèse des observations par espèce

Guib harnaché

Figure 153. Fréquentation des guibs harnachés au niveau du site Tapoa3.

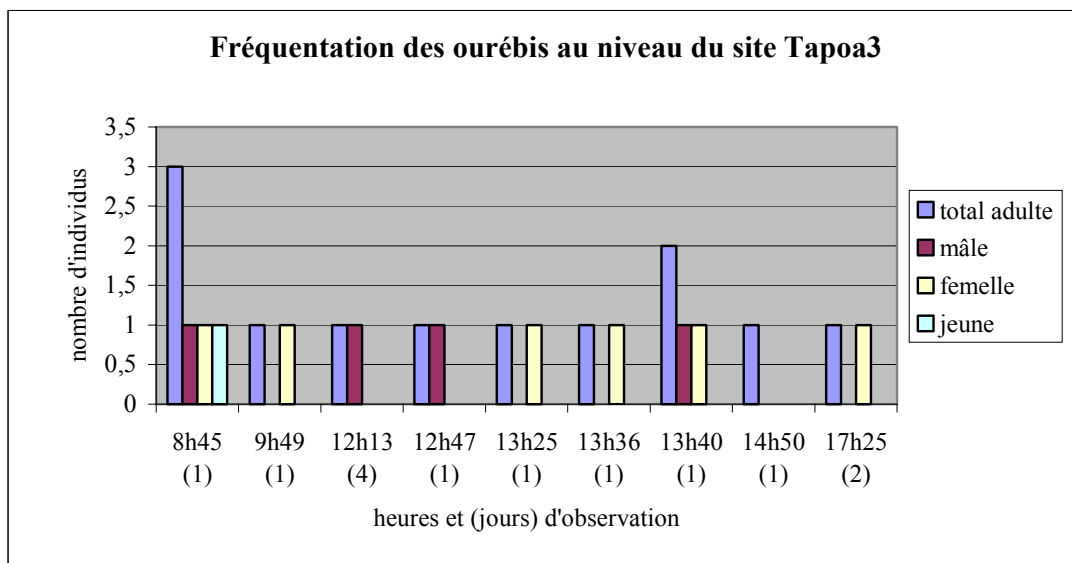


Les guibs harnachés fréquentent assidûment cette zone tout au long de la journée. On remarquera que les habitats environnants lui sont assez favorables. La savane arborée dense qui est assimilable à de la forêt galerie à feuillage caduc, est bien représentée surtout dans le Parc, au niveau de la rive sud.

C'est d'ailleurs de là que viennent tous les individus, à l'exception d'une observation, ce qui ne peut s'expliquer selon nous qu'au niveau de la préférence d'habitat ou de la compétition interspécifique. Une femelle et son petit évoluent du côté de la zone tampon, contre six individus dont deux mâles et un jeune.

Ourébi

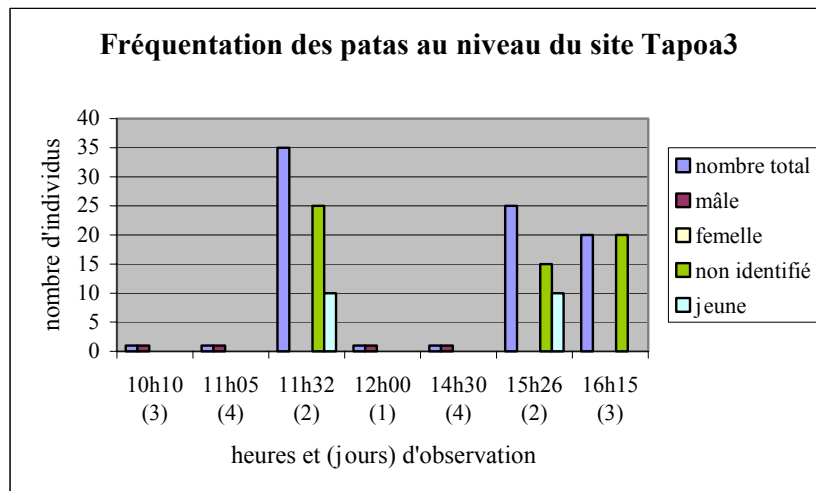
Figure 154. Fréquentation des ourébis au niveau du site Tapoa3.



Alors qu'aucun ourébi n'avait été recensé au niveau du site Tapoa2, les observations à ce niveau ont été plutôt nombreuses. Sur l'ensemble des individus observés, un tiers est venu du nord, de la zone tampon, donc encore une préférence pour le côté Parc. Ceci est une nouvelle fois difficilement explicable, à moins de considérer les préférences écologiques de l'espèce dans un rayon de dix kilomètres autour du point d'eau.

Patas

Figure 155. Fréquentation des patas au niveau du site Tapoa3.

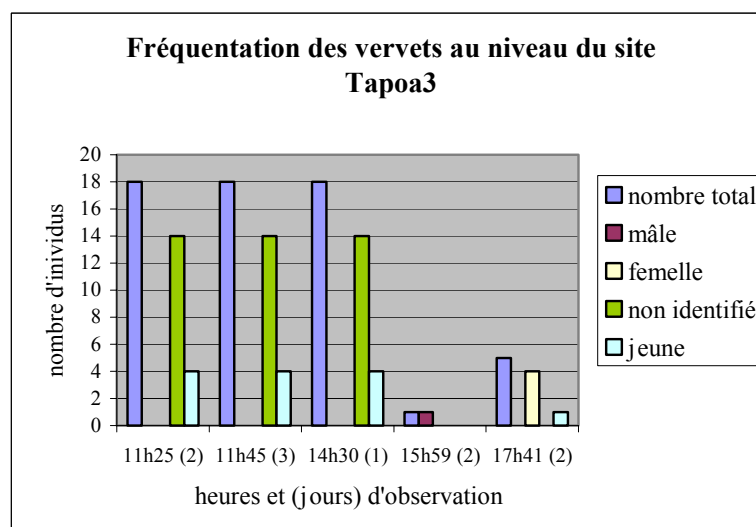


Pour les singes rouges, la fréquentation de ce site est importante et comparable à celle du site précédent. Etant donné la mobilité de l'espèce et la proximité des deux sites, il est probable que des groupes identiques aient été recensés à deux reprises.

On remarquera que 28 % des observations viennent de la zone tampon, ce qui semble confirmer la tendance générale à préférer les conditions écologiques ou anthropiques dans le Parc. S'il s'agit de la préférence d'habitat, il est normal que l'on ait fait le même constat pour les ourébis et les patas sachant que ces deux espèces ont des affinités écologiques très proches.

Vervet

Figure 156. Fréquentation des vervets au niveau du site Tapoa3.



Un groupe de dix huit vervets fréquente régulièrement la zone en fin de matinée et en début d'après-midi. Ils évoluent également sur la rive sud de la Tapoa, donc à l'intérieur du Parc.

Autres mammifères

Un groupe de quarante buffles a été observé à 18 h juste au niveau de notre campement, situé dans la zone tampon, la veille du 1^{er} jour de comptage. On notera que des buffles sont fréquemment venus s'abreuver la nuit. Ce troupeau est le 3^{ème} que nous ayons comptabilisé à proximité de la rivière Tapoa.

Tableau 35. Indices de présence au niveau du site Tapoa3.

Indices de présence	Espèce	Traces	Excréments	Cris
+ = ancien	Civette	++		
++ = récent	Genette	++		
	Lion			++
	Eléphant		++	

Les observations réalisées au niveau de ce site ont révélé des types de fréquentation assez différents des autres sites le long de la Tapoa. Pour la zone Tapoa3, l'essentiel des individus provient de la rive sud, côté Parc, et la diversité des espèces observées est très faible.

Les comptages réalisés l'année précédente à proximité de Fomboni, soit à moins de 1500 mètres du site Tapoa3, ont mis en évidence de part et d'autre de la rivière, la présence de nombreux cynocéphales, d'hippopotames, de phacochères, de cobes de Buffon et de cobes defassa.

La mauvaise qualité de l'eau peut en partie expliquer la faible diversité au niveau des espèces présentes sur le site Tapoa3.

Le fait que les individus évoluent à l'intérieur du Parc pour une grande majorité est peut-être dû à une meilleure qualité de l'habitat. La rive nord de la Tapoa est en effet très dégradée par les nombreux passages des grands ongulés durant toute la saison sèche.

L'ensemble des observations réalisées en point fixe a permis d'en savoir plus sur le mode quantitatif et qualitatif de fréquentation des points d'eau par les mammifères dans les différents secteurs du Parc. Ces comptages nous ont également permis de connaître, à travers des recoupements d'informations, les stratégies de répartition de certaines espèces (guib harnaché et ourébi) vis à vis de la ressource hydrique.

ANNEXE 5

Fiches statistiques

L'utilisation des tests statistiques en recherche.

Nous conduisons une recherche de façon à déterminer l'acceptabilité d'hypothèses découlant de nos théories. Après avoir sélectionné une hypothèse, qui nous paraît importante, nous récoltons des données empiriques qui devraient nous apporter des informations directes sur l'acceptabilité de cette hypothèse. Notre décision concernant la signification des données nous conduit soit à retenir, soit à réviser ou soit à rejeter l'hypothèse et la théorie qui en est la source.

Pour atteindre une décision objective concernant une hypothèse particulière, nous devons suivre une procédure objective (méthodes publiques et répétables par d'autres chercheurs) nous permettant soit d'accepter soit de rejeter cette hypothèse. Cette procédure suit les étapes suivantes :

- 1- établir l'**hypothèse nulle** (H_0)
- 2- choisir le test statistique approprié pour tester H_0 ,
- 3- spécifier un **niveau de signification** (α) et la **taille de l'échantillon** (N),
- 4- trouver la distribution de l'échantillon du test statistique sous H_0
- 4- sur la base de 2,3,4, définir la **région de rejet**
- 5- calculer la valeur du test à l'aide des données de l'échantillon. Si la valeur est dans la région de rejet, la décision de rejeter H_0 est prise ; si la valeur est en dehors de la région de rejet, la décision est de ne pas rejeter H_0 au niveau de signification choisi.

1- L 'hypothèse nulle.

C'est la première étape de la procédure. L'hypothèse nulle H_0 est une hypothèse de non-différence. Elle est formulée de façon à être rejetée. Dans le cas de son rejet l'hypothèse alternative (H_1) doit être acceptée. Cette dernière est la prédiction dérivée de la théorie à tester.

Supposons qu'une théorie scientifique nous conduise à prédire que deux groupes spécifiques d'animaux diffèrent par le temps qu'ils passent dans une activité donnée. Cette prédiction sera notre hypothèse de recherche. Pour tester cette hypothèse de recherche, nous la formulons en hypothèse alternative H_1 . H_1 pose que la moyenne de temps passée dans cette activité par les membres des deux populations est différente $\mu_1 \neq \mu_2$. H_0 pose que la moyenne de temps passée dans cette activité par les deux populations est la même $\mu_1 = \mu_2$. Si les données nous permettent de rejeter H_0 , alors H_1 peut être acceptée, et cela supportera l'idée de la validité de l'hypothèse de recherche et de sa théorie sous-jacente.

La nature de l'hypothèse de recherche détermine comment H_1 doit être formulée. Si elle pose que deux groupes différeront simplement par leur moyenne, alors H_1 est telle que $\mu_1 \neq \mu_2$. Les tests statistiques seront **bilatéraux**. Mais si la théorie prédit la direction de la différence, c'est à dire qu'un des groupes spécifiés aura une moyenne supérieure à celle de l'autre groupe, alors H_1 est telle que : soit $\mu_1 > \mu_2$, soit $\mu_1 < \mu_2$. Les tests applicables seront alors **unilatéraux**. Il en résulte, que pour un même niveau de signification, la différence $x_1 - x_2$, doit être moins élevée pour être significative dans le cas unilatéral que dans le cas bilatérale. Les tables statistiques donnent les valeurs statistiques dans les deux cas.

2- Choix du test statistique.

On dispose actuellement de nombreux tests statistiques différents qui peuvent être utilisés pour arriver à une décision concernant une hypothèse. Le choix doit se faire sur des bases rationnelles.

3- Niveau de signification et la taille de l'échantillon.

L'ensemble des valeurs observées pour lesquelles l'hypothèse nulle est admissible forme la **région d'acceptation** et les autres valeurs constituent le **domaine de rejet**. Mais le hasard de l'échantillon peut évidemment fausser les conclusions. Quatre situations doivent être envisagées :

- l'acceptation de l'hypothèse nulle alors qu'elle est vraie,
- le rejet de l'hypothèse nulle alors qu'elle est vraie,
- l'acceptation de l'hypothèse nulle alors qu'elle est fausse,
- le rejet de l'hypothèse nulle alors qu'elle est fausse.

Dans le premier et le dernier cas, la conclusion obtenue est correcte, mais non dans les deux cas intermédiaires. L'erreur qui consiste à rejeter l'hypothèse vraie est appelée **erreur de première espèce** et celle commise en acceptant une hypothèse fausse est l'**erreur de seconde espèce**. Idéalement, alpha et bêta devraient être déterminées par l'expérimentateur préalablement à la recherche, ce qui détermine la taille de l'échantillon (N). une diminution du risque alpha, augmente le risque bêta pour tout échantillon donné. La probabilité de commettre l'erreur de seconde espèce décroît lorsque la taille de l'échantillon augmente.

Pratiquement, on se donne une limite supérieure du risque de première espèce, le plus souvent 5%, 1% ou 0,1%. Cette limite est aussi le niveau de signification du test, qui permet de définir la condition de rejet de l'hypothèse nulle. Le risque de première espèce étant donné, on peut s'efforcer de calculer le risque de deuxième espèce, grâce à la notion de **puissance de test** ($P=1-\beta$). Mais ce problème possède rarement une solution simple et l'on perd souvent de vue l'existence même de ce risque. Cependant la puissance d'un test dépend de la nature du test choisi. En particulier, elle est liée à la nature de l'hypothèse alternative H_1 ; un test unilatéral est plus puissant qu'un test bilatéral. Aussi, souvent on se contente de préciser l'importance du risque de première espèce, sans se soucier de l'existence d'une seconde possibilité d'erreur.

4- Distribution d'échantillonnage.

C'est une distribution théorique, celle que l'on obtiendrait si nous prenions tous les échantillons de même taille tirés chacun au hasard de la même population. Autrement dit, c'est la distribution sous H_0 , de toutes les valeurs possibles qu'une statistique (la moyenne par exemple) peut avoir lorsque cette statistique est calculée à partir d'échantillons de même taille tirés au hasard. Mais cette méthode n'est réalisable que pour de petits échantillons. Pour des échantillons plus importants, il faut faire appel à des théorèmes mathématiques. Ces derniers impliquent des contraintes, généralement portant sur la distribution de la population et/ou sur la taille de l'échantillon.

5- Région de rejet.

Cette région est constituée par le sous-ensemble des valeurs de la distribution d'échantillonnage qui sont si extrêmes que lorsque H_0 est vraie, la probabilité que l'échantillon ait une valeur observée parmi celles-ci est très faible (la probabilité est alpha).

La position de cette région de rejet est affectée par la nature de H_1 , mais non par sa taille . Dans un test unilatéral, la région de rejet est entièrement située à une des extrémités de la distribution d'échantillonnage, alors que dans un test bilatéral, cette région est située aux deux extrémités de la distribution. Mais la taille de cette région est définie par alpha.

Si α est égal à 0,05, la taille de la région de rejet correspond à 5% de l'espace inclus dans la courbe de la distribution d'échantillonnage. Dans le cas de la loi normale, il n'y a que 5 chances sur 100 pour que l'écart entre la variable et sa valeur moyenne dépasse 2 fois l'écart type.

6- La décision.

Si le test statistique donne une valeur comprise dans la région de rejet, nous rejetons H_0 . Quand la probabilité associée à une valeur du test statistique est inférieure ou égale à la valeur α préalablement déterminée, nous concluons que H_0 est faux. En effet, en rejetant l'hypothèse nulle au niveau 0,05, par exemple, nous avons 5 chances sur 100 d'aboutir à une telle conclusion par le fait du hasard. Une telle valeur est dite significative.

Choisir le test statistique approprié

Le plus souvent nous disposons de différents tests pour une recherche donnée, il est alors nécessaire d'employer une méthode rationnelle pour choisir le meilleur test.

Nous avons vu que l'un des critères de choix est la puissance du test utilisé. Mais d'autres critères sont importants pour déterminer l'adéquation d'un test lors de l'analyse de données particulières. Ces critères sont la façon dont l'échantillon a été réalisé, la nature de la population de laquelle a été tiré l'échantillon et la nature des mesures réalisées.

Le modèle statistique

Lorsque nous définissons la nature de la population et le mode d'échantillonnage, nous établissons un modèle statistique (formulation mathématique des hypothèses faites sur les observations). A chaque test statistique est associé un modèle et des contraintes de mesure. Il n'est alors valide que si les conditions imposées par le modèle et les contraintes sont respectées. Il est difficile de dire si les conditions d'un modèle sont remplies, et le plus souvent nous nous contentons d'admettre qu'elles le sont. Aussi devrions nous préciser, chaque fois : « Si le modèle utilisé et le mode de mesure sont corrects, alors... ».

Il est clair que moins les exigences imposées par le modèle sont nombreuses et restrictives, plus les conclusions que l'on tire sont générales.

Cependant, les tests les plus puissants sont ceux qui ont les hypothèses les plus strictes. Si ces hypothèses sont valides, ces tests sont alors les mieux à même de rejeter H_0 quand elle est fautive et de ne pas rejeter quand elle est vraie.

Le test de *student* (test paramétrique) est un des tests les plus puissants. Mais avant d'accepter les conclusions d'un tel test, nous devons vérifier que ces conditions d'utilisation sont remplies. Ces conditions sont les suivantes :

1. les observations doivent être indépendantes. La sélection d'une observation pour un échantillon ne doit pas biaiser les chances de sélectionner une autre observation pour cet échantillon.
2. Les observations doivent être tirées de population normale (exemple : courbe de Gauss ou courbe normale réduite).
3. Ces populations doivent avoir la même variance (condition d'homoscédasticité). la validité de cette hypothèse peut être contrôlée à l'aide de test d'égalité de variance.
4. Les variables doivent être mesurées dans une échelle de mesure permettant l'utilisation d'opérations arithmétiques.

A part l'hypothèse d'homoscédasticité, qui peut être testée, les autres hypothèses sont considérées comme vraies. Quand les hypothèses constituant le modèle statistique d'un test ne sont pas remplies, il est alors difficile de dire quel est le pouvoir réel du test et d'estimer la signification de son résultat.

Il faut donc considérer la nature des observations considérées dont dépend la nature des opérations possibles et donc des statistiques utilisables dans chaque situation. Les observations peuvent être soit quantitatives soit qualitatives.

Les **données quantitatives** comprennent les dénombrements (ou comptage) et les mesures (ou mensurations). Dans le cas des dénombrements, la caractéristique étudiée est une variable discrète ou discontinue, ne pouvant prendre que des valeurs entières non négatives (nombre de fruits par rameau, nombre de tête de bétail...). Dans le cas des mesures, la variable est de nature continue (hauteur, poids, surface, concentration, température...), mais les données varient de façon discontinue. Quant au **données qualitatives**, il est possible de les assimiler au cas des variables discontinues, en supposant que les différentes variantes du caractère qualitatif sont rangées dans un ordre correspondant par exemple à la suite des nombres entiers positifs (différentes couleurs, différents degrés d'infection...).

Les mensurations peuvent être réalisées dans deux échelles de mesure : l'échelle de rapport et l'échelle d'intervalle. Elles sont manipulables suivant les opérations de l'arithmétique.

L'**échelle de rapport** est caractérisée par l'existence d'un zéro absolu et de distances de taille connue entre deux valeurs quelconques de l'échelle.

C'est le cas de la mesure de la masse ou du poids. En effet, les échelles de mesure des poids en pounds ou en grammes ont toutes deux un zéro absolu et le rapport entre deux poids quelconque d'une échelle est indépendant de l'unité de mesure (le rapport des poids de deux objets mesurés en pounds et celui de ces mêmes objets mesurés en gramme sont identiques).

Dans le cas de l'**échelle d'intervalle**, le point zéro et l'unité de mesure sont arbitraires mais les distances entre deux valeurs quelconques de l'échelle sont de taille connue. C'est le cas de la mesure de température (échelle Fahrenheit ou Celsius). Ces deux échelles sont compatibles avec l'utilisation des tests paramétriques.

Les données qualitatives peuvent être réalisées dans deux échelles de mesure : échelle de rangement et l'échelle nominale. Ces données ne sont pas manipulables par l'arithmétique.

Dans l'**échelle ordinale** (de rangement), il existe une certaine relation entre les objets de type plus grand que, supérieur à, plus difficile que, préférée à... Une transformation ne changeant pas l'ordre des objets est admissible. La statistique la plus appropriée pour décrire la tendance centrale des données est la médiane.

Dans l'**échelle nominale**, les nombres ou symboles identifient les groupes auxquels divers objets appartiennent. C'est le cas des numéros d'immatriculation des voitures ou de sécurité sociale. Le même nombre peut être donné aux différentes personnes habitant le même département ou de même sexe constituant des sous classes. Les symboles désignant les différentes sous-classes dans l'échelle nominale peuvent être modifiés sans altérer l'information essentielle de l'échelle. Les seules statistiques descriptives dans ce cas sont le mode, la fréquence...et les tests applicables seront centrés sur les fréquences des diverses catégories.

Ces deux dernières échelles ne permettent que l'utilisation des tests paramétriques.

Test de student

La procédure t test est réalisée sur deux échantillons où l'on teste l'hypothèse que les moyennes des deux groupes, dont les observations sont indépendantes et ont une distribution normale, sont égales.

Pour chaque variable, l'hypothèse nulle H_0 sera les moyennes des deux échantillons sont égales. Si l'hypothèse est vérifiée, on aura une probabilité supérieure à 0,05. Dans le cas contraire si les moyennes des deux groupes sont sensiblement différentes, on aura $p < 0,05$, soit un test significatif, puisque H_0 est rejetée.

Méthode de calcul

La statistique t pour tester l'égalité des moyennes de deux échantillons indépendants, avec n_1 et n_2 observations est :

$$t = (n_1 - n_2) / \sqrt{s^2(1/n_1 + 1/n_2)} \quad \text{où } s^2 \text{ est la variance commune}$$

$$s^2 = [(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2] / (n_1 + n_2 - 2) \quad \text{où } s_1^2 \text{ et } s_2^2 \text{ sont les variances des deux groupes.}$$

Sous l'hypothèse de variances inégales, la statistique du t approché est calculée telle que :

$$t' = (n_1 - n_2) / \sqrt{(w_1 + w_2)} \quad \text{où } w_1 = s_1^2 / n_1 \quad \text{et } w_2 = s_2^2 / n_2$$

Classification ascendante hiérarchique.

Les principes généraux communs aux diverses techniques de Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) sont extrêmement simples :

- On suppose au départ que l'ensemble des n observations à classer est muni d'un indice de distance ou mieux d'une distance d (au sens mathématique du terme).
- On suppose ensuite qu'il existe des règles de calcul des distances entre groupements disjoints d'observations permettant de mesurer la dissimilarité entre ces parties disjointes. Elle constitue ce qu'on appellera le critère ou l'indice d'agrégation D .

La distance d entre les objets à classer et le critère d'agrégation D entre groupements d'objets étant fixées, l'algorithme fondamental de la CAH se déroule de la façon suivante. On désignera par élément soit les objets à classer eux-mêmes, soit les regroupements d'objets générés par l'algorithme et la distance entre deux éléments sera calculée à l'aide du critère d'agrégation D :

- A l'étape 0, il y a les n éléments à classer qui sont les n objets.
- On cherche les deux éléments les plus proches, que l'on agrège en un nouvel élément.
- On calcule les distances entre le nouvel élément et les éléments restants. On se retrouve dans les mêmes conditions qu'à l'étape 0, mais avec seulement $n-1$ éléments à classer.
- On cherche de nouveau les deux éléments les plus proches, que l'on agrège ; on calcule les nouvelles distances, et l'on réitère le processus jusqu'à ce qu'il n'y ait plus qu'un seul élément.

Pour nos CAH, nous avons choisi l'indice d'agrégation de l'augmentation d'inertie intra-classe, où la distance entre deux classes est définie de la manière suivante :

$$D(A,B) = [(NaNb)/(Na+Nb)] d^2(Ga, Gb)$$

Où Na , Nb , Ga et Gb représentent respectivement les nombres d'objets dans les classes A et B , et les centres de gravité des classes A et B . Cette stratégie s'appelle aussi l'indice de la perte minimale (« *Ward method* » en anglais), en effet elle tend à augmenter l'inertie intra-classe, donc à minimiser l'inertie inter-classe.

Description statistique des classes.

Les éléments d'une même classe se ressemblent vis-à-vis de l'ensemble des critères choisis pour les décrire. Il reste maintenant à préciser quels sont les critères qui sont à l'origine des regroupements observés. On procède à une description automatique des classes qui constitue en pratique une indispensable étape de toute procédure de classification.

Les aides à l'interprétation des classes sont généralement fondées sur des comparaisons de moyennes ou de pourcentages à l'intérieur des classes avec les moyennes ou les pourcentages obtenus sur l'ensemble des éléments à classer. Pour sélectionner les variables continues ou les modalités des variables nominales les plus caractéristiques de chaque classe, on mesure l'écart entre les valeurs relatives à la classe et les valeurs globales. Ces statistiques peuvent être converties en un critère appelé *valeur-test* permettant d'opérer un tri sur les variables, et de désigner ainsi les plus caractéristiques (cf. Morineau, 1984 cité par Rabeil, 1998).

Parmi les variables figurent également celles qui n'ont pas contribué à la construction des classes mais qui peuvent participer à leur description sur le même principe que les variables supplémentaires dans une analyse factorielle. Ces variables permettent *a posteriori* d'identifier et de caractériser les regroupements établis à partir des variables actives.

ACP (Analyse en Composante principale).

L'analyse en composante principale permet de mettre en évidence les interrelations entre les variables et les ressemblances et oppositions entre les individus analysés, en l'occurrence ici les espèces de grands mammifères du Parc du W du Niger. Ses résultats se présentent sous forme de composantes, combinaisons linéaires de variables différenciant au maximum les individus statistiques analysés (Sanders, 1989).

Les individus sont placés dans un système à n dimensions (n variables), ce qui va aboutir à la représentation graphique d'un nuage de points. Ce nuage aura une configuration spatiale pouvant être décrit par des droites dans cet espace à n dimensions. Par exemple, la droite située le long de l'allongement du nuage de points sera appelé axe d'allongement principal du nuage. Cette droite est définie par la composante qui différencie le plus les individus entre eux. Son identification permet de mettre en évidence le facteur principal de différenciation spatiale par rapport à un ensemble de variables.

AFC (Analyse Factorielle des correspondances)

L'analyse factorielle des correspondances, tout comme l'ACP, consiste en la recherche d'une hiérarchisation de l'information contenue dans un tableau de données par le calcul des allongements successifs d'un nuage de point. Il existe cependant des différences fondamentales entre les deux types d'analyse, notamment dans la manière de mesurer et d'interpréter les proximités entre les individus ou les variables. Pour l'ACP le calcul permettant de mesurer la proximité entre les individus ou les variables est basé sur la métrique euclidienne, tandis que pour l'AFC ce calcul repose sur la métrique du χ^2 .

Cette analyse multivariée s'applique principalement aux tableaux de contingence, et permet surtout d'analyser des données qualitatives.

ANNEXE 6

Méthode utilisée lors des relevés botaniques

Méthode développée par Braün-Blanquet dite abondance/dominance : le début de l'échelle estime l'abondance et la fin de l'échelle estime le recouvrement, l'abondance devenant secondaire.

Cotation :

- + : espèce présente à l'état d'individus isolés (abondance et recouvrement très faibles) ;
- 1 : espèce présente à l'état d'individus abondants, mais à faible recouvrement ;
- 2 : espèce présente à l'état d'individus abondants et recouvrement voisin de 5 % ;
- 3 : espèce dont le recouvrement peut atteindre le tiers du relevé (5 à 35 %) ;
- 4 : espèce dont le recouvrement occupe entre 1/3 et 2/3 du relevé (35 à 65 %) ;
- 5 : espèce dont le recouvrement occupe plus des 2/3 du relevé (65 à 100 %).

À ces notions d'abondance et dominance, on ajoute une cotation de sociabilité par une échelle de A à E, exprimant la répartition de l'espèce dans la formation.

- A : espèce en plages localisées ;
- B : espèce localisée à l'ombre (espèce sciaphile) ;
- C : espèce localisée en situation ensoleillée (espèce héliophile) ;
- D : espèce localisée aux termitières ;
- E : espèce grégaire, constituants des peuplements en mosaïque.

Strates

Ligneux I

- Ia : grands arbres + 16 mètres
- Ib : grands arbres 8-16 mètres
- Ic : grands arbustes 4-8 mètres
- Id : petits arbustes 2-4 mètres

Herbacées II

- Ila : vivaces de 50-100 cm
- Ilb : vivaces < 50 cm
- Ilc : annuelles 25-50 cm
- Ild : annuelles < 25 cm

Type d'informations complémentaires récoltées

Relevé n° Date

Longitude : Latitude : Altitude : Surface du biotope : Surface du relevé :

Géomorphologie (hydrique, pente, roche, sol) :

Environnement (végétation abondance herbacée/ligneux, espèces dominantes, brulis) :

Exemple de relevé botanique

Espèce	Strate	Abondance/dominance
<i>Guiera senegalensis</i>	1c	3a
<i>Combretum glutinosum</i>	1c	+a
<i>Terminalia avicennioides</i>	1c	+a
<i>Setaria anceps</i>	2c	3e
<i>Diheteropogon hagerupii</i>	2c	3e
<i>Monechma ciliatum</i>	2d	2a
<i>Tephrosia linearis</i>	2d	1a
<i>Waltheria indica</i>	2a	+a

ANNEXE 7

Les données de la télédétection

Cette annexe a pour objet de présenter l'ensemble des différents capteurs utilisés en télédétection et plus particulièrement en télédétection spatiale. Le très grand nombre de capteurs en circulation autour de la terre, nous empêche d'en faire un inventaire exhaustif. Seuls les capteurs les plus couramment utilisés seront présentés dans cette annexe. Les capteurs militaires ou encore développés dans des buts expérimentaux comme certains capteurs aéroportés ne seront donc pas évoqués.

Afin de mieux comprendre le fonctionnement des différents satellites, il nous semble impératif de faire quelques petits rappels sur le principe de la télédétection.

Introduction

La télédétection consiste en la détection à distance d'objets présents dans un environnement observé. Elle a pour objectif de fournir des informations relatives à un paysage sous la forme de données images, en utilisant le rayonnement électromagnétique comme véhicule de ces informations (Robin, 1995). Ce terme englobe plus généralement les activités techniques et scientifiques qui ont pour objet de capter et d'enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, et de traiter et analyser l'information, pour ensuite mettre en application cette information. Un des grands avantages de la télédétection est de pouvoir fournir des informations sur une région donnée en l'absence de cartes topographiques ou d'occupation du sol. Une des premières utilisations de la télédétection était donc à des fins militaires, permettant d'obtenir une cartographie sur des secteurs dépourvus de données cartographiques. Petit à petit, cette discipline s'est ouverte à d'autres applications comme l'étude des milieux et leur évolution dans le temps.

Afin de mieux comprendre les méthodes utilisées en télédétection, il convient de rappeler un certain nombre de principes de base auxquels fait appel la télédétection.

Le spectre électromagnétique

Comme nous l'avons évoqué précédemment, la télédétection utilise le rayonnement électromagnétique comme véhicule des objets. C'est à dire que les différents objets observés sont caractérisés par leur rayonnement électromagnétique ou celui qu'ils renvoient.

Le spectre électromagnétique concerne toutes les longueurs d'ondes, caractérisées par un champ électrique et un champ magnétique, depuis les plus petites (rayons γ) jusqu'aux grandes longueurs d'onde (> 1 m) (cf. figure 157).

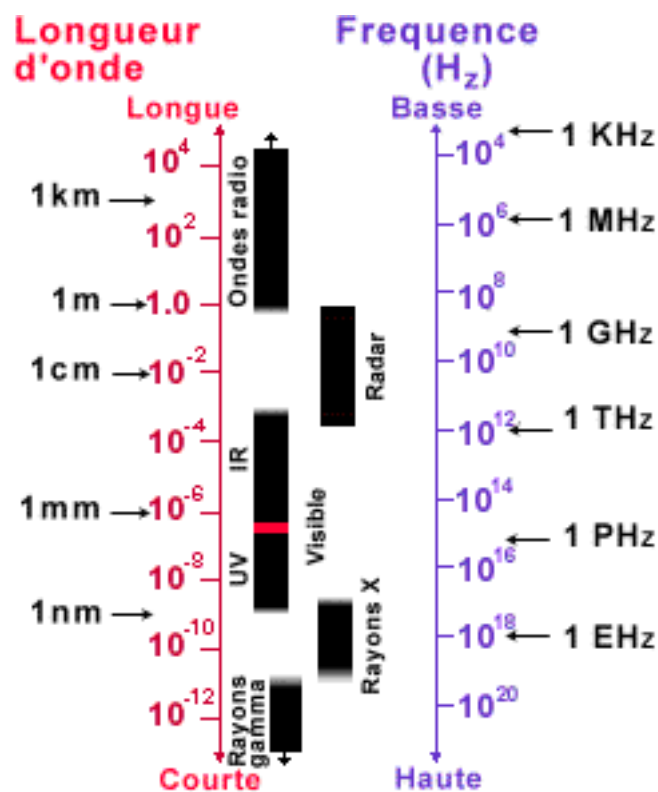


Figure 157. Diagramme de représentation du spectre électromagnétique (source : *Canadian Center for Remote Sensing*).

Dans le domaine de la télédétection, on distingue trois types de rayonnement électromagnétique en fonction de leur source d'émission :

1. Le rayonnement solaire réfléchi par une surface ou les objets éclairés (domaine de la télédétection passive) ;
2. Le rayonnement émis par une surface en fonction de sa température (infrarouge thermique) ou de sa radioactivité (hyperfréquences passives) ;
3. Le rayonnement d'origine artificielle émis par un émetteur et réfléchi par les objets au sol (domaine de la télédétection active radar ou laser).

Les rayonnements électromagnétiques peuvent subir un ensemble de modifications dès lors qu'ils se propagent dans un milieu différent de leur milieu d'origine. Ces modifications ou interactions sont de plusieurs ordres : la réfraction, la diffusion, l'absorption, la réflexion, la transmission.

1. La réfraction consiste en une déviation du rayonnement lorsqu'il passe d'un milieu ayant une densité donnée à un autre milieu ayant une densité différente. C'est le cas du rayonnement solaire lorsqu'il passe de la thermosphère à la stratosphère. Ces interactions sont à la base de la notion de transmission atmosphérique qui est l'indice de transparence atmosphérique (Robin, 1995). La transmission n'est pas propre à l'atmosphère, mais s'opère aussi au niveau des objets ou surfaces illuminés par un rayonnement électromagnétique ;
2. La diffusion, comme la réfraction, se caractérise par une modification de la direction du rayonnement électromagnétique au contact des aérosols et des molécules de gaz présents dans l'atmosphère. Cette diffusion peut être isotrope (dans toutes les directions) ou anisotrope (dans une seule direction).

On distingue deux types de diffusion par l'atmosphère : la diffusion de Rayleigh qui intervient quand le diamètre moyen des molécules est inférieur à la longueur d'onde, et la diffusion de Mie qui intervient quand la longueur d'onde est comprise entre le diamètre moyen et le rayon moyens des molécules.

3. L'absorption d'un certain nombre de longueur d'onde par les molécules. À titre d'exemple, l'ozone absorbe une partie de rayonnement ultraviolet, conduisant à un échauffement du gaz. Les objets au sol ont aussi des fenêtres d'absorption qui leur sont propres comme l'eau qui absorbe les rayonnements dont les longueurs d'onde sont supérieures à $0,55\mu\text{m}$, ou encore les végétaux chlorophylliens qui absorbent une grande partie du rayonnement visible bleu et rouge. Le concept d'absorption implique les concepts de réflexion et de transmission. Tout ce qui n'est pas absorbé est forcément réfléchi ou transmis.
4. La réflexion concerne la part du rayonnement électromagnétique renvoyé ou réfléchi par les objets au sol. On distingue deux types de réflexion : la réflexion spéculaire sur des surfaces lisses qui se traduit par une réflexion du rayonnement dans la direction opposée à celle d'émission, et la réflexion diffuse, sur des surfaces rugueuses entre autres, qui se caractérise par une réflexion du rayonnement dans toutes les directions. Cette dernière réflexion peut être partiellement ou totalement diffuse. Dans le second cas, on considérera la surface réfléchissante comme une surface lambertienne. En fonction du caractère plus ou moins réfléchissant des objets ou surfaces observés, on définit la notion de réflectance qui est le rapport entre l'énergie incidente et l'énergie réfléchie.

Ces ensembles d'interaction entre les rayonnements électromagnétiques et les objets ou surfaces observés vont permettre de définir la notion de comportement et de signature spectrale des objets au sol.

Notion de signatures spectrales

Chaque surface absorbe, transmet ou réfléchit les rayonnements qu'elle reçoit. La part de transmission, d'absorption, et de réflexion des rayonnements reçus caractérise le comportement spectral des objets. La part de l'énergie réfléchie dans tel ou tel domaine du spectre électromagnétique caractérise la signature spectrale des objets. Dans le domaine de la télédétection passive, on s'intéresse essentiellement à la réflexion des ondes par les objets, puisque c'est cette grandeur qui est observée par les capteurs. À partir de l'étude de la réflexion, on peut en déduire les deux autres interactions que sont la transmission ou l'absorption. Par exemple, l'eau réfléchit dans les longueurs d'onde centrées autour du bleu ($0,45\mu\text{m}$), le reste de l'énergie reçue est alors soit transmis soit absorbé. L'absorption par l'eau est proportionnelle à la hauteur d'eau traversée par le rayonnement, c'est-à-dire que l'ensemble du rayonnement non réfléchi n'est pas totalement absorbé par la surface de l'eau, mais est transmis et progressivement absorbé. La part du rayonnement transmis pourra alors être de nouveau réfléchi par les objets présents dans l'eau.

Il est donc possible d'observer des objets recouverts d'eau par le biais de la transmission des ondes électromagnétiques dans l'eau.

La signature spectrale permet de différencier les objets entre eux puisqu'en fonction de leur composition ils ne présenteront pas les mêmes comportements spectraux. Cependant, il arrive que des objets différents aient la même signature spectrale dans une fenêtre de longueur d'onde donnée. Il devient alors difficile de les distinguer par ce biais. Par exemple un toit vert et une pelouse pourront avoir la même signature dans le domaine du visible.

Il faut alors s'intéresser à d'autres domaines spectraux pour pouvoir mettre en évidence les différences de comportements spectraux. Cette constatation permet d'introduire une des limites des capteurs en télédétection qui est liée à la capacité de ceux-ci à pouvoir enregistrer l'énergie réfléchi par les objets dans différentes longueurs d'onde.

De nombreux auteurs (André, 2003) ont cherché à identifier la signature spectrale de différents objets dans des domaines aussi variés que l'étude de la biosphère, la géologie (reconnaissance des roches), la pédologie ou encore l'océanologie. Aujourd'hui, nous disposons donc d'un ensemble de « signatures spectrales de référence » permettant l'identification de la plupart des objets présents à la surface du globe.

Ce qui est enregistré par les capteurs en télédétection est donc la signature spectrale des objets observés ou plus précisément l'énergie émise ou réfléchi par ces objets. Il se pose alors le problème de la visualisation de ces différents comportements.

La visualisation des comportements spectraux des objets

Le premier problème qui se pose en télédétection est celui de la visualisation des signatures spectrales enregistrées par les capteurs. En effet, l'œil ne distingue qu'une petite fraction des longueurs d'onde du spectre électromagnétique. Cependant, les objets peuvent émettre et réfléchir dans des fenêtres spectrales non perçues par l'œil. Bien souvent, c'est dans ces fenêtres situées en dehors du domaine du visible, que l'on peut différencier les objets par leur signature spectrale. Il faut alors pouvoir retranscrire les données invisibles en données visibles. La visualisation de l'énergie réfléchi par les objets au sol dans les différentes longueurs d'onde ne peut se faire que par l'utilisation des couleurs perceptibles par l'œil humain (du violet au rouge). Pour ce faire, nous disposons des deux approches différentes : la synthèse additive et la synthèse soustractive. La synthèse additive consiste à additionner dans un espace RVB (rouge-vert-bleu), des couleurs fondamentales qui correspondent à la longueur d'onde d'un rayonnement monochromatique. Elle est utilisée dans l'affichage de couleurs sur un écran vidéo. La synthèse additive se produit dans la réflexion des ondes par les objets. Par exemple, un objet de couleur jaune est un objet qui réfléchit dans des fenêtres de longueur d'ondes centrées autour du vert et du rouge. Lorsque l'on analyse des images enregistrées dans des longueurs d'onde non visibles par l'œil, on attribue à chaque couleur fondamentale une fenêtre de longueurs d'onde. Ceci permet alors par le biais de la synthèse additive d'obtenir une image en couleur appelée composition colorée pour laquelle chaque couleur correspondra à l'addition des rayonnements réfléchis, dans les fenêtres spectrales étudiées, des objets observés.

La seconde méthode de représentation des couleurs en télédétection est celle de la synthèse soustractive. Elle consiste à soustraire à la lumière blanche une couleur primaire donnant ainsi sa couleur complémentaire (blanc – rouge = cyan). La synthèse soustractive s'opère lors de l'absorption de la lumière solaire par les objets éclairés. Elle se combine alors avec la synthèse additive lors de la réflexion des ondes électromagnétiques. La synthèse soustractive est utilisée pour les impressions de couleurs sur des supports blancs. De même que pour la synthèse additive, il est possible de visualiser la réponse des objets dans des longueurs d'onde non perceptibles par l'œil en transformant l'intensité de l'énergie enregistrée par un capteur dans une fenêtre spectrale donnée en une couleur primaire qui jouera le rôle d'un filtre absorbant vis à vis de la lumière solaire.

Avec les techniques modernes de la vidéo ou encore les méthodes de la photographie il est donc possible de visualiser des objets dans des longueurs d'onde non perceptibles par l'œil en remplaçant les couleurs du domaine de visible par l'intensité de l'énergie réfléchie par les objets en dehors du spectre électromagnétique visible.

Les différents capteurs utilisés en télédétection

Les capteurs peuvent se diviser en deux grandes familles en fonction de leur mode de fonctionnement. Nous distinguerons d'une part les capteurs dits passifs et qui n'enregistrent que l'énergie émise par les objets observés, et d'autre part, les capteurs actifs qui produisent leur propre source d'énergie et enregistrent la réflexion par les objets illuminés de cette énergie « artificielle ».

La caractérisation des capteurs

Sans chercher à présenter pour l'instant les différents capteurs existant sur le marché, il nous semble impératif pour mieux comprendre la suite de ce chapitre de poser les bases relatives à la caractérisation des capteurs de télédétection. Plusieurs critères rentrent en compte dans la caractérisation des capteurs de télédétection :

- A. Le caractère géostationnaire ou héliosynchrone du satellite. Les satellites géostationnaires sont mis sur une orbite fixe (36000 km) au dessus d'un point du globe, ils tournent en même temps que la terre et sont contraints à l'observation d'une même zone terrestre. Les satellites héliosynchrones sont mis sur des orbites plus proches de la terre (700 à 900 km). Ils effectuent une révolution autour de la terre selon un tracé sinusoïdal passant par les pôles. Le temps séparant un premier passage d'un second passage au-dessus du même endroit s'appelle le cycle orbital. Par exemple pour le satellite ERS-1, ce cycle est de 35 jours, c'est-à-dire, qu'il faut 35 jours au satellite pour repasser exactement au-dessus du même point à la même heure ;
- B. La résolution spatiale correspond à la taille de la cellule d'observation du satellite. Concrètement, elle caractérise la capacité d'un capteur à distinguer deux éléments de surface distincts. Par exemple, le satellite Spot en mode panchromatique a une résolution de 10 m, c'est-à-dire que sur l'image le pixel représente un carré de 10 * 10 m de côté. Les objets de taille inférieure ne seront pas identifiables, leur réponse spectrale sera combinée à celle des objets voisins contenus dans la cellule de résolution ;
- C. La résolution spectrale est la capacité d'un capteur à pouvoir distinguer deux longueurs d'onde voisines. En mode panchromatique, la résolution spectrale des satellites est faible puisqu'elle couvre généralement la fenêtre du visible. Généralement, plus la largeur de bande d'un satellite est petite (borne maximale – borne minimale), plus la résolution spectrale est considérée comme importante. Un satellite qui propose 5 bandes pour couvrir l'ensemble du domaine du visible a une meilleure résolution spectrale que celui qui n'en propose que trois. La résolution spectrale est une fonction inverse de la résolution spatiale. Plus la résolution spatiale est grande, moins la résolution spectrale est importante, c'est pourquoi, les images THR (très haute résolution spatiale) sont en général des images panchromatiques;

- D. La surface d'observation au sol correspond à la surface vue par le satellite. Les surfaces des différents capteurs sont données en fin de cette annexe, à titre d'exemple le satellite LandSat TM a une surface d'observation de 180*180 km, alors que Spot présente une surface d'observation de 60*60 km. De même que pour la résolution spectrale, on constate que la surface d'observation est inversement proportionnelle à la résolution spatiale ;
- E. Le cycle orbital qui correspond au temps de retour du satellite au-dessus du même point. Pour les satellites à moyenne résolution⁸⁹ comme LandSat ou Spot, le cycle orbital est compris entre 20 et 30 jours. Toutefois les satellites présentant des capteurs orientables peuvent acquérir latéralement des images d'une zone même sans être positionnés parfaitement au-dessus ;

Les capteurs optiques

Depuis le lancement du premier satellite d'observation de la terre par les Américains en 1960, une multitude de satellites optiques ont été mis en orbite. Ne pouvant faire une description détaillée de l'ensemble de ces satellites, nous avons pris le parti de n'évoquer que les satellites d'observation de la terre à moyenne et haute résolution, dont les caractéristiques permettent une exploitation de leurs données en vue de la détection de dommages post catastrophe naturelle. Aussi nous ne nous attarderons pas ici sur les satellites à basse résolution utilisés en météorologie ou océanographie.

Nous n'évoquerons ici que les satellites héliosynchrones, c'est-à-dire qui effectuent une révolution autour de la terre en fonction de l'éclairement solaire. Ces satellites ont la particularité d'être mobiles et de pouvoir acquérir des images sur l'ensemble du globe dans la phase ascendante (du pôle sud vers le pôle nord) , leur phase descendante s'effectuant systématiquement le long de la face non illuminée de la terre.

Le principe des satellites optiques est de disposer de capteurs qui enregistrent les rayonnements du spectre électromagnétique émis ou réfléchis par les surfaces et objets au sol dans différentes fenêtres de longueurs d'onde. À l'exception du domaine du thermique ou des hyperfréquences passives, l'acquisition de données par les satellites ne peut se faire que pendant la durée d'illumination de la surface terrestre par le rayonnement solaire, les objets au sol n'émettant pas dans les autres longueurs d'onde. Ces capteurs sont dits passifs dans la mesure où ils ne créent pas leur propre source d'illumination de la surface observée. Toutefois, lorsqu'ils sont utilisés pour des acquisitions dans le domaine de l'infrarouge thermique, on entre alors dans le domaine de la télédétection active, puisque les objets observés sont source d'émission d'énergie.

⁸⁹ Nous prenons le parti d'appeler résolution, la résolution spatiale des satellites

On distingue deux types de capteurs en télédétection optique : les capteurs panchromatiques et les capteurs multispectraux.

- A. Les capteurs panchromatiques enregistrent dans une seule bande le rayonnement moyen d'une fenêtre de longueur d'onde qui généralement correspond au 2/3 (cas de Spot) ou à l'ensemble du domaine du visible (Ikonos, QuickBird). Il existe cependant des capteurs panchromatiques dans d'autres fenêtres du spectre électromagnétique comme le proche infrarouge. Ces capteurs restituent une image numérique où chaque valeur des pixels correspond à la valeur radiométrique moyenne dans la fenêtre d'observation des objets au sol.
- B. Les capteurs multispectraux enregistrent dans différentes bandes les rayonnements émis ou réfléchis par les objets dans les différentes longueurs d'onde. Concrètement, cela revient à disposer de plusieurs capteurs sensibles à différentes fenêtres de longueurs d'onde, ce qui permet de décomposer la réponse spectrale des objets en plusieurs images numériques correspondant à un domaine fréquentiel précis.

Chacun de ces types de capteurs présente des avantages et inconvénients. Les capteurs panchromatiques offrent généralement une résolution spatiale plus importante que les capteurs multispectraux, bien qu'avec l'arrivée des nouveaux satellites THR (Très haute résolution) comme Ikonos, QuickBird, les résolutions spatiales proposées en mode multispectral dépassent largement celles proposées en mode panchromatique par les satellites standards comme Spot 1 à 4 ou LandSat ETM+. Toutefois ces satellites THR présentent un certain nombre de limites que nous évoquerons ultérieurement. Le mode panchromatique est donc préféré pour des applications comme la reconnaissance d'objets à partir de leur forme, ou la reconnaissance de paysages et d'organisation spatiale à partir de critères comme la texture ou la structure. Dans une certaine mesure, la teinte, qui correspond à l'énergie réfléchie par les surfaces, peut permettre d'identifier un certain nombre d'objets. Par exemple, l'eau qui absorbe la quasi-totalité du rayonnement dans le domaine du visible et du PIR, et ne réfléchit que les longueurs d'onde centrées autour du bleu, présentera une teinte relativement sombre car la quantité d'énergie réfléchie est très faible sur l'ensemble du domaine du visible. Inversement un sol calcaire, qui réfléchit presque toutes les longueurs d'onde du domaine du visible, renvoie une très forte quantité d'énergie vers le satellite qui la traduit en une teinte claire sur l'image panchromatique. Cependant, deux objets réfléchissant la même quantité d'énergie mais dans des longueurs d'onde différentes auront la même teinte sur les images panchromatiques. Il devient alors difficile de les identifier séparément sur le seul critère de la teinte.

Parmi les satellites disposant d'un canal panchromatique, nous avons le satellite LandSat TM 7 proposant une résolution spatiale de 15 m pour une fenêtre de longueurs d'onde couvrant l'ensemble du visible et une petite partie du PIR. Viennent ensuite les satellites Spot 1 à 4 avec une résolution spatiale de 10 m et une résolution spectrale proche de celle de LandSat TM7 (0.51 à 0.73 μm), puis le satellite indien IRS avec une résolution spatiale de 5,8 m et approximativement la même résolution spectrale que pour les satellites précédemment cités. Enfin la société Spot a mis sur orbite son dernier-né en mars 2002, qui propose une résolution de 5 m ré-interpolée à 2,5 par un procédé d'acquisition de deux images simultanément. Ce premier groupe de satellites fait partie de ce que nous appelons les satellites à moyenne et haute résolution.

Depuis la fin des années 90, est apparue sur le marché une nouvelle génération de capteurs à très haute résolution (THR), dont les caractéristiques étaient jusque là réservées aux satellites militaires. Ikonos de la firme américaine SpaceImaging a ouvert la voie, avec une résolution spatiale de 1 m en mode panchromatique, suivi de Eros (Israël) avec 1,8 m de résolution, de QuickBird (USA) avec 0,60 m de résolution. Cette nouvelle génération de satellites rapproche l'utilisation de données spatiales de celle que l'on a pu faire à grande échelle avec les photographies aériennes. Cependant, elle n'a pas encore réussi à résoudre le principal problème lié aux photographies aériennes, à savoir la surface d'observation au sol qui est comprise entre 45 km² pour une photographie au 1/20.000 et 272 km² pour une photographie au 1/50.000. En effet, les trois satellites nommés précédemment ne permettent d'acquérir des images que sur une surface d'environ 150 km².

La plupart des satellites proposant un mode panchromatique dispose aussi de capteurs multispectraux, à l'exception de LandSat TM 4-5, LandSat MSS et Jers 1. Les caractéristiques des capteurs multispectraux en terme de surface d'observation au sol, de cycle orbital, sont donc les mêmes que pour les satellites proposant un mode panchromatique. Les différences entre le mode multispectral et le mode panchromatique interviennent à deux niveaux : la résolution spatiale et la résolution spectrale. Comme nous l'avons déjà évoqué, il existe une relation inverse entre ces deux résolutions pour des raisons techniques. De ce fait, les satellites présentent systématiquement en mode multispectral, une résolution spatiale plus faible qu'en mode panchromatique : 20 m pour Spot 1 à 4, 30 m pour Landsat TM 5 & 7, 25 m pour IRS. Toutefois, les progrès technologiques font qu'aujourd'hui, certains capteurs proposent des résolutions spatiales égales ou plus fines que celles d'autres capteurs panchromatiques encore en fonctionnement. Par exemple le nouveau satellite Spot 5 propose une résolution de 10 m dans les bandes classiques de Spot, ce qui correspond à la résolution des satellites Spot 1 à 4 en mode panchromatique. Enfin les satellites THR proposent aussi des acquisitions en mode multispectral avec une résolution spatiale proportionnelle à celle proposée en mode panchromatique, soit de 4 et 2,5 m pour Ikonos.

Les caractéristiques de principaux satellites sont résumés dans le tableau 38 suivant.

Tableau 36. Caractéristiques des principaux satellites.

Capteur	Largeur de bande en μm	Mode	Résolution en mètres
SPOT 1 à 4	0,51-0,73	Pan	10
	0,50-0,59	XS1	20
	0,61-0,68	XS2	20
	0,79-0,89	XS3	20
	1,58-1,75	XS4	20
IRS	0,5-0,75	Pan	5,8
	0,52-0,59	LISSIII 1	23
	0,62-0,68	LISSIII 2	23
	0,77-0,86	LISSIII 3	23
	1,55-1,70	LISSIII 4	70
	0,62-0,68	WIFS 1	188
	0,77-0,86	WIFS 2	188
LandSat TM5	0,45-0,52	TM1	30
	0,52-0,60	TM2	30
	0,63-0,69	TM3	30
	0,76-0,90	TM4	30
	1,55-1,75	TM5	30
	2,08-2,35	TM7	30
	10,40-12,50	TM6	120
Landsat TM7 idem que TM5 pour les canaux XS	0,52-0,90	Pan	15
Spot5	0,51-0,73	Pan	5
	0,50-0,59	XS1	10
	0,61-0,68	XS2	10
	0,79-0,89	XS3	10
	1,58-1,75	XS4	10
Ikonos	0,52-0,92	Pan	1
	0,44-0,51	blue	4
	0,50-0,59	green	4
	0,63-0,69	red	4
	0,75-0,85	PIR	4
LandSat 1 à 5	0,5-0,6	MSS 4	79x56
	0,6-0,7	MSS 5	79x57
	0,7-0,8	MSS 6	79x58
	0,8-1,1	MSS 7	79x59
Quickbird	0,45-0,90	Pan	0,7
	0,45-0,52	blue	2,8
	0,52-0,60	green	2,8
	0,63-0,69	red	2,8
	0,76-0,90	PIR	2,8
JERS-1	0,52-0,60	XS	18x24

	0,63-0,69	XS	18x25
	0,76-0,86	XS	18x26

Principe de la composition colorée

La composition colorée consiste selon les lois de la synthèse additive, à affecter à chaque canal de couleur primaire, dans un espace rouge-vert-bleu, un canal d'une image multispectrale. En fonction du nombre de canaux dont dispose la scène satellitaire, il sera possible de réaliser un grand nombre de compositions colorées. Généralement, on évoque le terme de composition standard, pour une association des canaux vert- rouge et PIR aux couleurs bleues, vertes et rouges. La composition dite de couleur réelle correspond à l'utilisation des canaux bleu (XS1), vert (XS2), et rouge (XS3) du satellite SPOT XS, elle restitue une image dite de "couleurs vraies" puisqu'elle ne prend en compte que les longueurs d'onde de la partie visible du spectre électromagnétique.

Méthodes de classifications dirigées et non dirigées

On distingue deux grands types de classification selon le degré d'intervention de l'utilisateur dans la classification. Dans le premier cas (classifications non dirigées), l'utilisateur doit définir le nombre de classes à obtenir, alors que dans le deuxième cas, il lui faut identifier visuellement les différentes classes. Les classifications automatiques ou non dirigées se font en deux étapes : la recherche de centre de classe selon un algorithme comme celui des nuées dynamiques, et l'affectation des pixels aux centres de classe selon une distance choisie (distance euclidienne, ou de Mahalanobis par exemple). Les nuées dynamiques consistent à tirer aléatoirement un nombre "n" de centres de classes et à les faire varier de façon à augmenter au maximum la variance inter-classe et à minimiser la variance intra-classe. Cette méthode se fait selon un nombre d'itérations défini au préalable. Elle permet de définir des centres de classes qui seront utilisés pour la segmentation de l'image. Dans le cadre des classifications semi-dirigées, les centres de classes sont calculés à partir des valeurs numériques observées dans chacune des zones d'entraînement, correspondant aux objets à classer, définies par l'utilisateur. La seconde étape d'une classification consiste à affecter chaque pixel de l'image à une classe selon une méthode de rapprochement qui peut être celle d'une distance. Généralement, on utilise deux distances pour l'affectation des pixels aux classes : la distance Euclidienne et la distance de Mahalanobis. La première (distance Euclidienne), applicable aux deux approches de classification, revient à comparer dans un espace à n dimensions (correspondant au nombre d'images ou de canaux d'une image), la distance de chacun des pixels aux différents centres de classes. Le pixel est donc affecté à la classe qui lui est le plus proche. La seconde distance (distance de Mahalanobis), qui est applicable uniquement à l'approche semi-dirigée, consiste à calculer pour chaque classe, son centre de classe et sa variance. En fonction de la variance, un poids est donné à la classe en terme d'attractivité. Cette seconde méthode permet de tenir compte du caractère plus ou moins homogène des éléments que l'on cherche à classer sur une image. Elle a pour effet de ne pas systématiquement affecter un pixel la classe la plus proche en terme de distance, mais de l'affecter à une classe plus éloignée et moins homogène (cf. figure 158). Cette seconde distance est utile dans la segmentation d'une image dont les classes d'occupation du sol ne présentent pas toutes un caractère radiométriquement homogène.

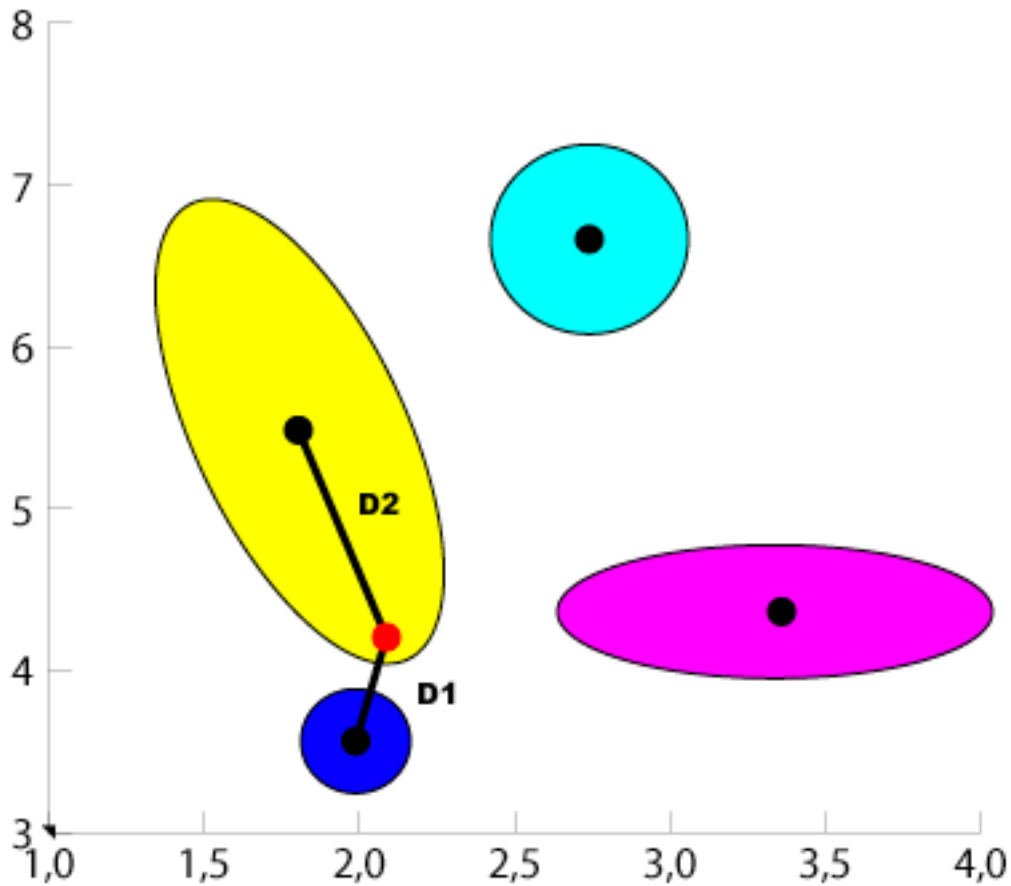


Figure 158. Illustration de l'affectation des pixels à une classe selon la distance Euclidienne et la distance de Mahalanobis.

Sur cette figure, le pixel "point rouge" est plus proche du centre de la classe bleu marine (distance D1) que du centre de la classe jaune (distance D2). En utilisant la distance Euclidienne, le pixel sera affecté à la classe bleu marine, alors qu'avec la distance de Mahalanobis, ce pixel sera affecté à la classe jaune, étant donné son appartenance à la dynamique de la classe.

Algorithme de la méthode des nuées dynamiques.

Cet algorithme repose sur deux fonctions principales appelées fonction de réallocation et fonction de recentrage.

La fonction de **réallocation** a pour rôle de former une partition, c'est à dire d'affecter chaque individus du nuage E (représentant l'ensemble des valeurs de chaque individu dans un espace à n dimensions) aux centres d'attractions que forment les noyaux. Elle est définie par l'équation suivante :

$$\pi(X, A_j) = \frac{1}{n_j} \sum_{X' \in A_j} d(X, X')$$

où n_j est le nombre d'éléments du noyau A_j

La fonction de **recentrage** recalcule les nouveaux noyaux à partir des classes déjà formées. Elle est définie par l'équation suivante :

$$\nu(A_j, P_j) = \frac{1}{N_j} \sum_{X \in P_j} \pi(X, A_j)$$

où N_j est le nombre d'éléments de la classe ou partition P_j

L'algorithme est une succession d'appels à ces deux fonctions il se termine lorsque le partitionnement n'évolue plus, c'est à dire lorsque le critère d'inertie intra-classe , défini par l'équation suivante converge.

$$I_W = \sum_{j=1}^K \sum_{X \in P_j} d^2(X, G_j)$$

où G_j est le centre de gravité de la classe P_j défini par l'équation suivante :

$$g_j = \frac{\sum_{o_i \in E} \mu_i o_i}{\sum_{o_i \in E} \mu_i}$$

Algorithme de la distance Euclidienne :

$$d(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_k) = \left(\sum_{j=1}^p (\mathbf{x}_i^j - \mathbf{x}_k^j)^2 \right)^{1/2},$$

ANNEXE 8

Analyse spatiale d'un semis de points

Un seul processus ponctuel P peut générer une infinité de semis de points, tous différents, mais qui partagent certaines propriétés communes, et en particulier la structure. Inversement, pour un semis de points donné, il existe une infinité de processus ponctuels dont ce semis pourrait être une réalisation dans le domaine d'étude.

Lorsqu'on étudie la structure d'un semis de points donné, représentant par exemple un peuplement réel, on fait implicitement l'hypothèse qu'il existe un processus sous-jacent P dont notre semis a une forte probabilité d'être une réalisation. On utilise alors les propriétés de ce processus pour décrire la structure du semis. Notons que, contrairement aux applications statistiques classiques, on ne dispose alors que d'une seule réalisation (une seule mesure) du processus, le semis réel. Cette restriction importante impose des hypothèses implicites supplémentaires d'homogénéité, d'isotropie et d'ergodicité pour rendre possible l'analyse de la structure spatiale. Les phénomènes d'hétérogénéité ou d'anisotropie sont donc particulièrement difficiles à étudier.

Un processus est dit homogène (les statisticiens parleraient plutôt de processus stationnaire) s'il est invariant par translation, c'est-à-dire si ses propriétés ne varient pas d'une position à l'autre de l'espace.

Un processus est dit isotrope s'il est invariant par rotation, c'est-à-dire si ses propriétés ne varient pas avec l'orientation de l'espace.

Les hypothèses d'homogénéité et d'isotropie assurent que le semis présente les mêmes propriétés partout dans le domaine d'étude (cf. figure 159), conditions nécessaires pour pouvoir définir des variables synthétiques simples, représentatives de l'ensemble du semis.

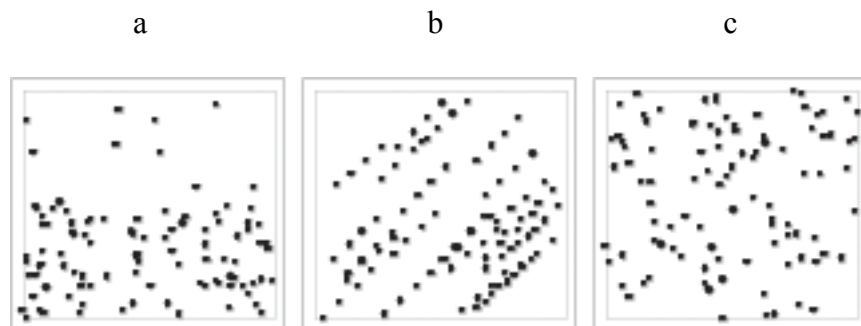


Figure 159. Exemples (a) d'un semis hétérogène (deux zones de densités différentes), (b) d'un semis anisotrope (une direction privilégiée) et (c) d'un semis homogène isotrope (semis de Poisson).

Pour un semis dans un domaine borné (par exemple une parcelle d'échantillonnage), l'hypothèse d'homogénéité est délicate à définir, puisque par nature les propriétés au bord du domaine, notamment en termes de voisinage, sont différentes de celles du centre. Pour pouvoir utiliser malgré tout l'hypothèse d'homogénéité, nous considérerons par la suite que les semis de points étudiés proviennent de processus non bornés dans l'espace, qui vérifient l'hypothèse d'homogénéité, et sur lesquels seules nos mesures sont bornées, c'est-à-dire restreintes au domaine d'étude. Il sera par conséquent nécessaire de corriger les biais dus aux effets de bord dans les calculs effectués sur des semis réels.

Les propriétés de premier et second ordres.

La propriété la plus simple d'un processus ponctuel, dite propriété du premier ordre, est sa densité λ . Pour un processus homogène, λ est constante et peut être estimée par le rapport N/D du nombre de points N sur la surface D du domaine d'étude. La probabilité de présence d'un point du semis dans une surface élémentaire dS centrée en (x,y) est alors donnée par :

$$P(r) \text{ (un point dans } dS) = \lambda dS$$

La propriété de second ordre d'un processus ponctuel décrit la probabilité de présence conjointe de deux points dans des surfaces élémentaires $dS1$ et $dS2$ centrées en $(x1,y1)$ et $(x2,y2)$. Elle peut être caractérisée par la fonction de densité des paires de points

$g((x1,y1),(x2,y2))$ (*pair correlation function*) qui exprime, d'une certaine façon, les relations de voisinage entre deux points d'un semis. Pour cette raison, la propriété de second ordre d'un processus est usuellement utilisée comme outil de description de la structure. Pour un semis homogène, la probabilité de présence conjointe de deux points dans $dS1$ et $dS2$ est donnée par :

$$P(r) \text{ (un point dans } dS1 \text{ et un point dans } dS2) = P(r) \text{ (un point dans } dS1) P(r) \text{ (un point dans } dS2) = \lambda dS1 dS2$$

Dans le cas d'un processus homogène isotrope, on peut montrer que la fonction g ne dépend que de la distance r entre $(x1,y1)$ et $(x2,y2)$ (voir par exemple Ripley, 1977, cité par Goreaud & Pélissier 2000). La fonction $g(r)$ est alors proportionnelle au nombre de couples de points à distance r l'un de l'autre.

L'hypothèse nulle d'un processus de Poisson.

Un processus de Poisson d'intensité λ est un processus ponctuel homogène isotrope pour lequel la disposition des points est complètement aléatoire à chaque réalisation. La probabilité de présence d'un point à une position donnée est en particulier indépendante de la position des autres points du processus. Ce qui permet d'écrire :

$$P(r) \text{ (un point dans } dS1 \text{ et un point dans } dS2) = \lambda g((x1,y1),(x2,y2)) dS1 dS2$$

et de conclure d'après cette équation que, pour un tel processus, la propriété de second ordre $g((x1,y1),(x2,y2))$ est constante, égale à 1.

Le processus de Poisson sert de référence : il correspond à une structure complètement aléatoire (*complete spatial randomness* ou CSR) et est usuellement utilisé comme hypothèse nulle pour les tests statistiques concernant la structure spatiale. Une telle structure aléatoire présente toutefois, à toutes les échelles d'observation une forte variabilité intrinsèque du comportement local, avec des zones plus ou moins denses (Figure 3). On peut d'ailleurs montrer que $N(S)$, le nombre de points contenus dans une zone fixée de surface S , suit une loi de Poisson de paramètre λS :

$$\Pr(N(S) = n) = e^{-\lambda S} (\lambda S)^n / n !$$

En particulier pour un processus de Poisson sur un domaine fermé de surface D , le nombre de points des différentes réalisations n'est pas constant, mais suit, lui aussi, une loi de Poisson de paramètre λD .

Analyse de la structure spatiale par la méthode de Ripley.

De nombreuses méthodes d'analyse de la structure spatiale des semis de points peuvent être trouvées dans la littérature (Goreaud & Pélissier, 2000). On les classe généralement en fonction des données nécessaires à leur mise en oeuvre. On distingue en particulier les méthodes basées sur les quadrats, pour lesquelles les données sont des nombres d'individus dans des quadrats de positions et de tailles variables; et les méthodes basées sur les distances, pour lesquelles les données sont des distances entre points ou individus, ou encore des positions.

Parmi ces dernières, certaines méthodes ne nécessitent que la connaissance des plus proches voisins de chaque point, comme la méthode de Clark et Evans (1954), cités par Goreaud & Pélissier (2000). D'autres nécessitent une carte exhaustive du domaine d'étude. C'est le cas de la méthode d'analyse de voisinage de second ordre de Ripley, qui présente l'avantage de décrire la structure spatiale d'un semis de points à plusieurs échelles simultanément.

La fonction $K(r)$ et les fonctions associées.

Pour un processus ponctuel homogène et isotrope d'intensité λ , Ripley (1976, 1977) cité par Goreaud & Pélissier (2000) a montré qu'on peut caractériser la propriété de second ordre par une fonction $K(r)$ telle que l'espérance du nombre de voisins à distance r d'un point quelconque du semis soit :

$$N(r) = \lambda K(r)$$

On peut déduire de $N(r)$ une fonction de densité locale de voisinage de second ordre $n(r)$:

$$n(r) = N(r) / \pi r^2$$

où πr^2 correspond à la surface du disque de rayon r .

La fonction de Ripley est en fait une normalisation de $N(r)$ qui permet de comparer les structures spatiales de semis de densités variables :

$$K(r) = N(r) / \lambda$$

Elle est directement reliée à la fonction de densité de paires de points $g(r)$ définie au paragraphe précédent :

$$\int_0^r g(s) 2\pi s ds$$

$s=0$

Plus précisément, on peut écrire :

$$g(r) = P(r) / \lambda ds$$

où $P(r)$ est la probabilité qu'il y ait un point dans une surface ds se trouvant à une distance r d'un point quelconque du semis.

* Pour un processus de Poisson d'intensité λ , $N(r)$, l'espérance du nombre de voisins à distance r d'un point quelconque du semis est $\lambda \pi r^2$, donc $n(r) = \lambda$ et $K(r) = \pi r^2$. $P(r)$ vaut alors λds , d'où $g(r) = 1$.

* Pour un processus agrégé, les points ont en moyenne plus de voisins que pour l'hypothèse nulle, et donc $K(r) > \pi r^2$. Inversement, pour un processus régulier les points ont en moyenne moins de voisins que pour l'hypothèse nulle, et $K(r) < \pi r^2$ (cf. figure 160).

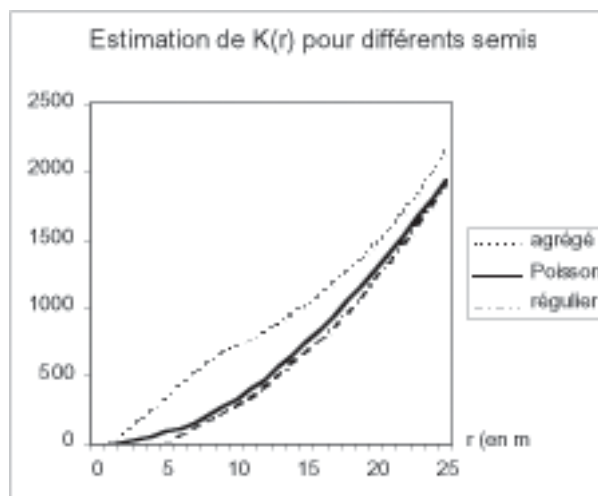


Figure 160. Estimations de la fonction $K(r)$ pour un semis agrégé, un semis de Poisson, et un semis régulier.

La fonction $K(r)$ (n'est cependant pas toujours très facile à interpréter, puisque la courbe obtenue pour l'hypothèse nulle d'un semis de Poisson est une parabole. C'est pourquoi Besag (1977) cité par Goreaud & Pélissier (2000) propose une fonction modifiée $L(r)$:

$$L(r) = \sqrt{K(r)} / \pi - r$$

Cette fonction est plus facile à interpréter que $K(r)$, car pour un processus de Poisson $L(r) = 0$ à toutes distances r , les processus agrégés et réguliers se situant respectivement au-dessus et au-dessous de l'axe des abscisses (cf. figure 161).

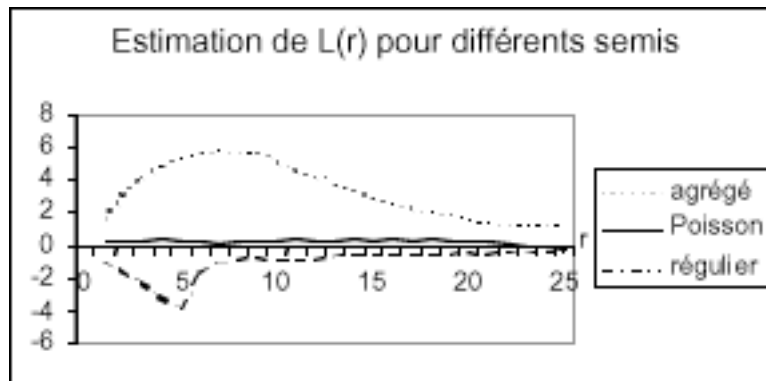


Figure 161. Un exemple d'estimation de la fonction $L(r)$ pour un semis agrégé, de Poisson et régulier.

Les estimateurs $n(r)$, $K(r)$, $g(r)$ et $L(r)$.

Dans la plupart des cas, on ne connaît pas le processus à l'origine du semis étudié et les différentes fonctions doivent par conséquent être estimées à partir d'une réalisation unique. Ces estimateurs naïfs sont biaisés, car les points situés près de la bordure ont dans le domaine d'étude moins de voisins qu'un point quelconque du processus. C'est un problème très général, connu sous le nom d'effet de bord, qui se rencontre dans beaucoup de méthodes d'analyse de la structure spatiale.

Plusieurs auteurs ont fait le bilan des méthodes de correction des effets de bord (Goreaud & Pélissier, 2000).

Une méthode de correction locale, proposée par Ripley (1977), cité par Goreaud & Pélissier 2000 qui porte sur la contribution de chaque point situé près de la bordure du domaine d'étude. Cette correction locale présente l'avantage d'être également utilisable pour calculer des indices individuels relatifs à chacun des points du semis, comme celui proposé par Getis & Franklin (1987), cités par Goreaud & Pélissier (2000).

Certains travaux semblent montrer d'autre part, que cette classe d'estimateurs est plus robuste que les estimateurs de type Ohser & Stoyan (Goreaud & Pélissier 2000).

Nous avons donc été amenés à calculer et expliciter les formules de correction des effets de bord, d'une part pour des distances plus grandes dans le cas rectangulaire, et d'autre part dans le cas de domaines d'étude de forme complexe, approchés par des polygones (Goreaud & Pélissier 1999). Ces formules permettent de calculer un estimateur non biaisé de $K(r)$ jusqu'à des valeurs de r égales à la moitié de la longueur de la zone étudiée, ce qui peut s'avérer utile lorsqu'on travaille sur un transect par exemple.

Il est toutefois prudent de limiter l'interprétation à des distances moindres, par exemple de l'ordre du quart de la longueur du domaine d'étude, car le nombre de couples de points utilisés dans le calcul diminue rapidement lorsque r augmente, si bien que les valeurs de $K(r)$ n'ont plus beaucoup de sens aux grandes distances.

De plus, il est également prudent d'estimer $K(r)$ pour des intervalles de distance supérieurs à la précision du positionnement des individus. Pour un peuplement forestier, par exemple, la précision sur le positionnement des individus est souvent de l'ordre de 0,1 à 0,5 m. Il est alors conseillé de choisir un intervalle de distance d'au moins 1 ou 2 m pour estimer $K(r)$.

Construction d'un intervalle de confiance.

Les différents estimateurs des fonctions de voisinage de second ordre sont des variables aléatoires avec une certaine variance, si bien que pour un même processus de Poisson dans un domaine d'étude borné, on observe généralement de légères fluctuations des valeurs estimées. Pour tester l'hypothèse nulle correspondant à un processus de Poisson à partir de données réelles, il est donc nécessaire de tenir compte de cet aléa. Comme la loi des estimateurs des fonctions de voisinage de second ordre n'est pas connue, on utilise généralement la méthode de Monte Carlo pour estimer leur variation (Goreaud & Pélissier 2000). Pour cela, on simule un grand nombre (N_{sim}) de réalisations d'un processus de Poisson de même densité que le semis réel étudié. Notamment à cause de la correction des effets de bord, et particulièrement pour des domaines d'étude de forme complexe, il est nécessaire de simuler un processus de Poisson sur un même domaine d'étude et avec un même nombre de points que le semis étudié. On calcule alors pour chaque réalisation du processus les valeurs des différents estimateurs aux distances r considérées. En toute rigueur, les N_{sim} simulations devraient être indépendantes pour chaque distance r . Mais en pratique, on peut considérer que le biais introduit en utilisant

les mêmes simulations pour toutes les distances est négligeable (Goreaud & Pélissier 2000).

A r fixé, on peut construire un test statistique de l'hypothèse nulle en comparant la déviation absolue par rapport à la valeur théorique attendue des valeurs estimées, pour le semis réel et pour les différentes réalisations du processus de Poisson (Barot *et al.*, 1999 ; cités par Goreaud & Pélissier (2000)).

Pour cette valeur de r , l'hypothèse nulle ne pourra pas être rejetée lorsque la déviation absolue calculée pour le semis réel sera inférieure ou égale à la déviation absolue calculée pour une réalisation du processus de Poisson. La proportion des N_{sim} simulations qui conduisent au non-rejet de l'hypothèse nulle donne le seuil de signification du test (P-value).

Toujours pour r fixé, on peut construire un intervalle de confiance local pour un risque de première espèce α donné, c'est-à-dire tel que la valeur de la fonction estimée pour un semis de Poisson sorte de cet intervalle avec une probabilité α .

Pour une distance r fixée, la comparaison des fonctions estimées pour le semis réel et des bornes de l'intervalle de confiance est un test de l'hypothèse nulle : si, pour cette valeur de r , la fonction estimée pour le semis réel est en dehors de l'intervalle de confiance, alors on peut conclure (avec un risque α) que la structure du semis à cette distance est significativement régulière ou agrégée, selon le signe de la déviation. Si par contre la fonction estimée pour le semis réel est à l'intérieur de l'intervalle, on ne peut rejeter l'hypothèse d'une structure aléatoire.

On peut donc considérer qu'un intervalle de confiance local calculé avec un risque $\alpha = 1\%$ donne une bonne approximation d'un intervalle de confiance global pour un risque de première espèce de l'ordre de 10%. Par abus de langage, on parlera alors d'agrégation ou de régularité significative lorsque la fonction $L(r)$ sortira de l'intervalle de confiance, bien qu'il ne s'agisse pas dans ce cas d'un test statistique.

Nous avons traité indépendamment l'ensemble des données récoltées par année, car chaque circuit implique un échantillonnage différent pour l'analyse du semis de points.

Ainsi, une fenêtre de type complexe d'échantillonnage est utilisée pour tester le mode de distribution. Les triangles constituent des zones non traversées lors des recensements, ils ne seront pas intégrés dans l'espace d'étude, lors de la simulation.

L'analyse permettant de tester le mode de distribution a par la suite été réalisée pour chacune des espèces de grands mammifères, en utilisant la fenêtre de type complexe correspondante.

A titre d'exemple, nous avons regroupé les observations de toutes les espèces par année et avons testé la distribution de ces données.

Distribution de l'année 1998

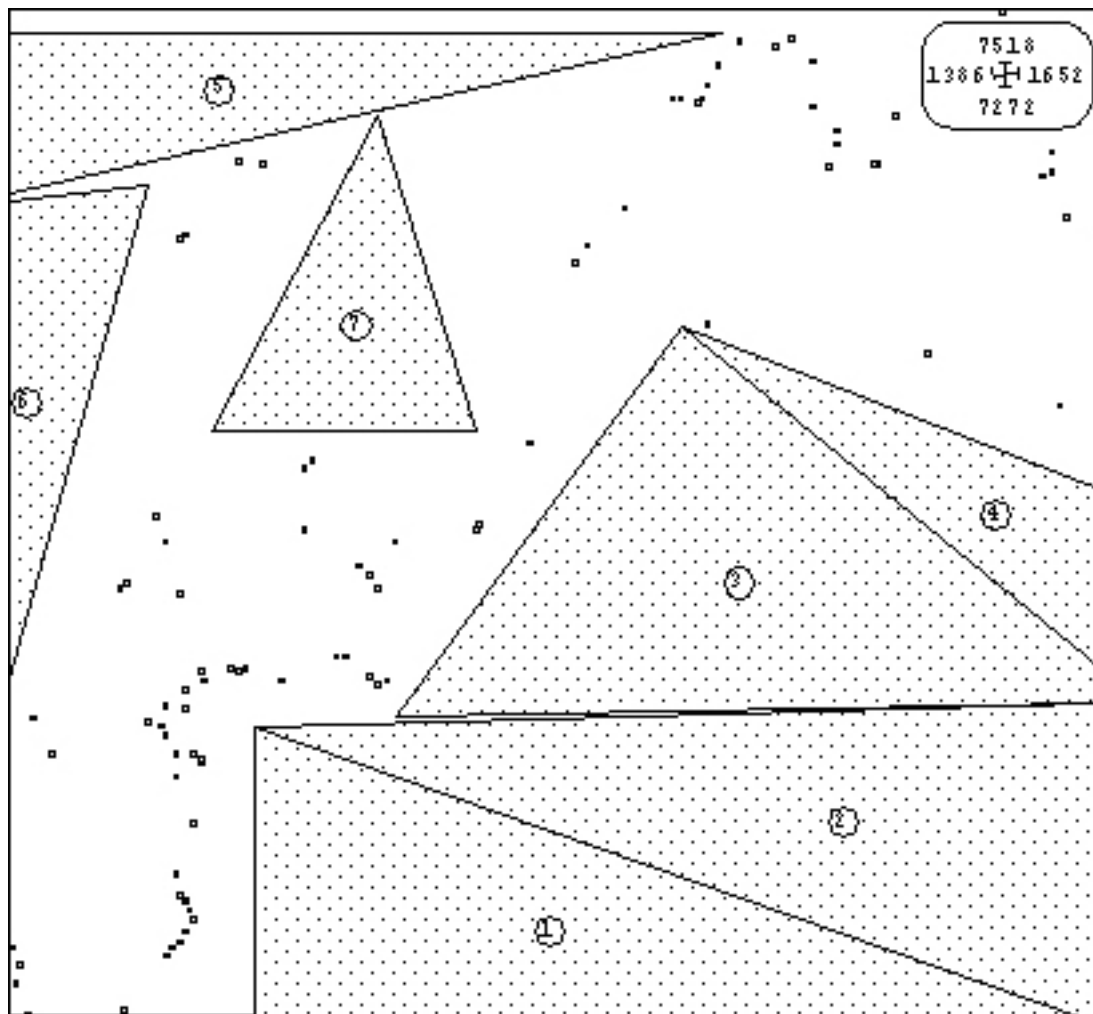


Figure 162. Distribution des grands mammifères lors des recensements en véhicule de l'année 1998.

Cette année, on a réalisé 107 observations, sur un circuit répété 3 fois de manière identique et une fois à l'envers. Les comptages eurent lieu en 3 étapes, en décembre, en février et en avril, ce qui peut expliquer le faible nombre d'observations. Nous avons testé plusieurs distances d'intervalles, afin de les comparer et de retenir la plus adéquate pour l'ensemble de l'analyse de la distribution des semis de points.

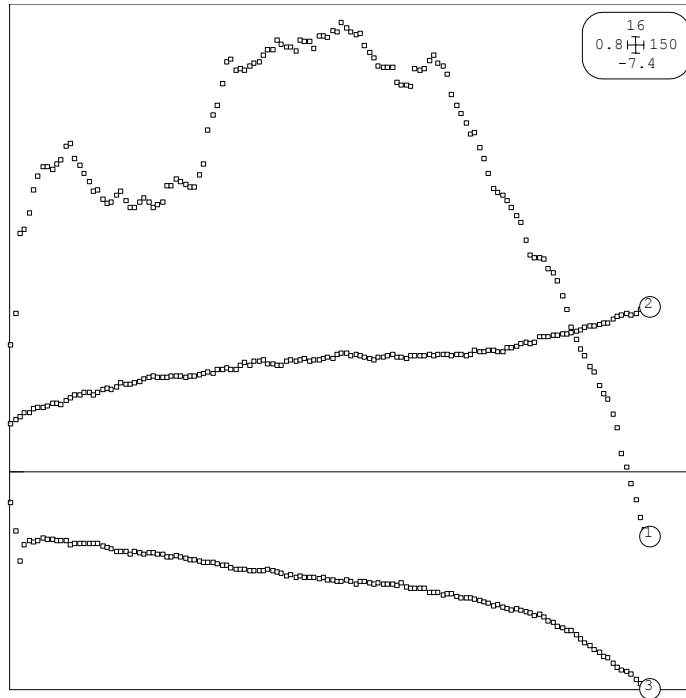


Figure 163. Test de la distribution des données de recensement de 1998 par la méthode de Ripley pour une distance = 1 et un pas de 140, soit 185 m sur 140 intervalles.

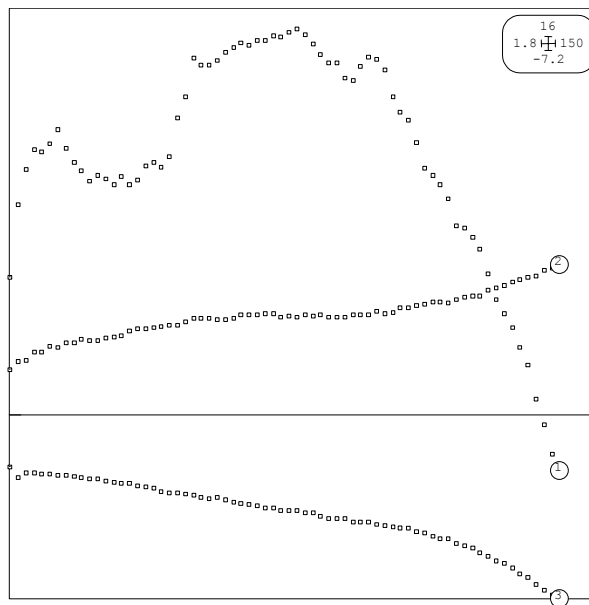


Figure 164. Test de la distribution des données de recensement de 1998 par la méthode de Ripley pour une distance = 2 et un pas de 66, soit 370 m sur 66 intervalles.

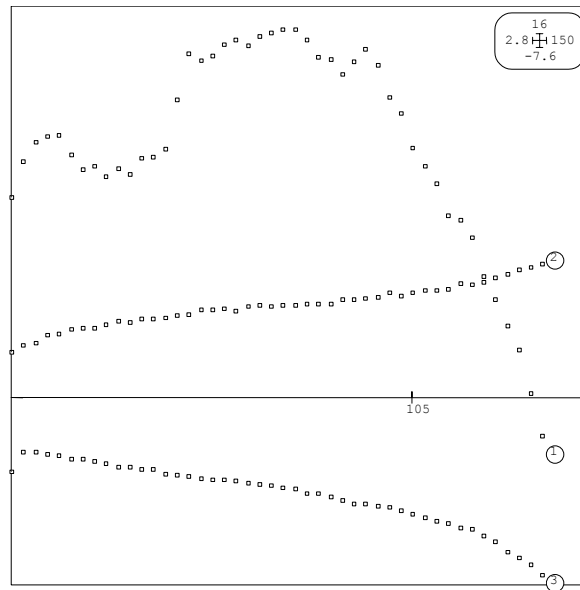


Figure 165. Test de la distribution des données de recensement de 1998 par la méthode de Ripley pour une distance = 3 et un pas de 54, soit 555 m sur 54 intervalles.

Quel que soit la distance entre chaque point, la tendance est identique pour cette distribution. Elle est agrégée pour de petites valeurs de r , mais la courbe tend à revenir dans l'intervalle de confiance pour les grandes valeurs de r , ce qui signifie qu'à cette échelle (grossière) la distribution peut être considérée comme aléatoire.

Pour mettre en évidence les secteurs d'agrégation, on peut analyser la distribution des valeurs de la densité locale de voisinage du 2nd ordre.

La figure 166 souligne pour les petites distances deux pôles d'agrégation, un situé au sud-ouest correspondant à la zone de la Mékrou, l'autre au nord-est faisant référence à la zone du fleuve Niger.

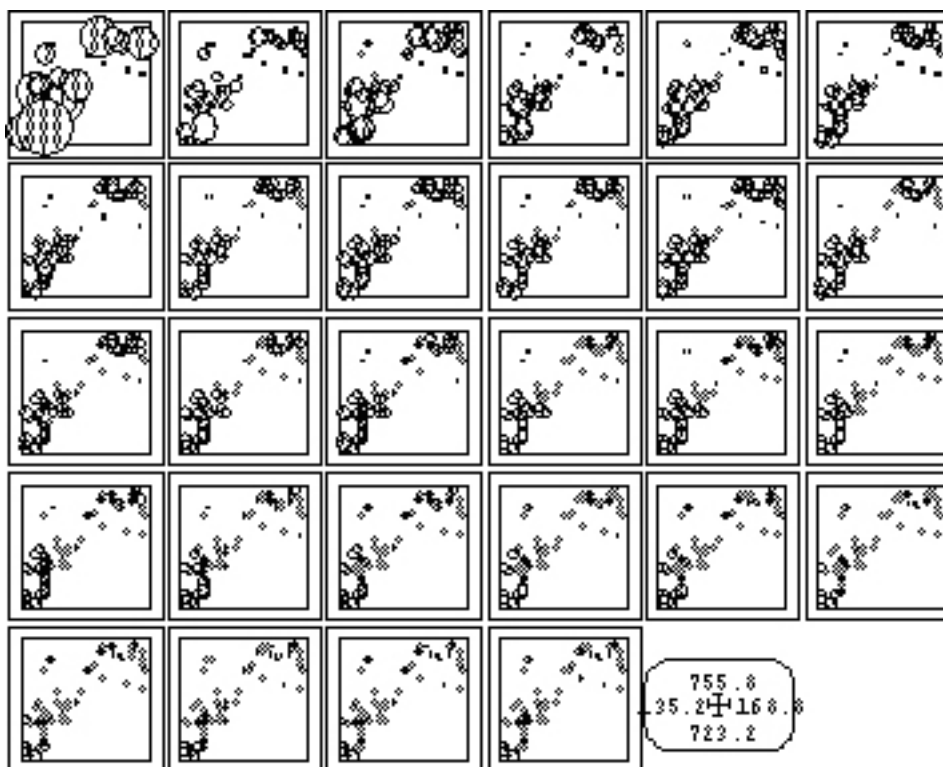


Figure 166. Distribution des valeurs de la densité locale de voisinage du 2nd ordre pour l'année 1998.

Distribution de l'année 1999

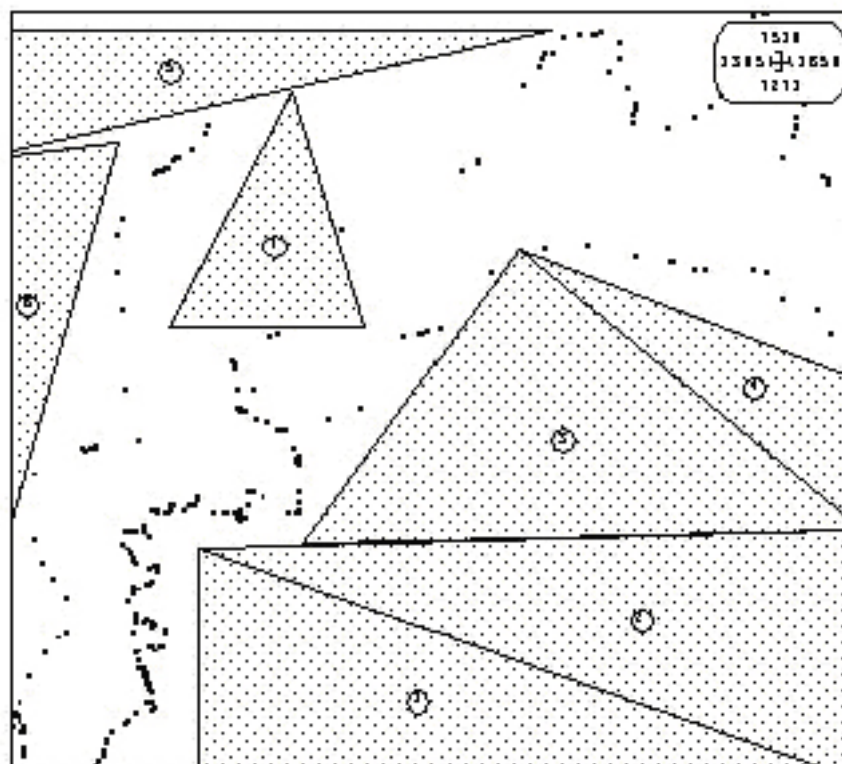


Figure 167. Distribution des grands mammifères lors des recensements en véhicule de l'année 1999.

Cette année là, 324 observations ont été réalisées lors de 4 circuits identiques étalés du 24/02 au 3/03. Cette période est considérée comme la plus propice pour recenser la faune par la méthode du transect linéaire.

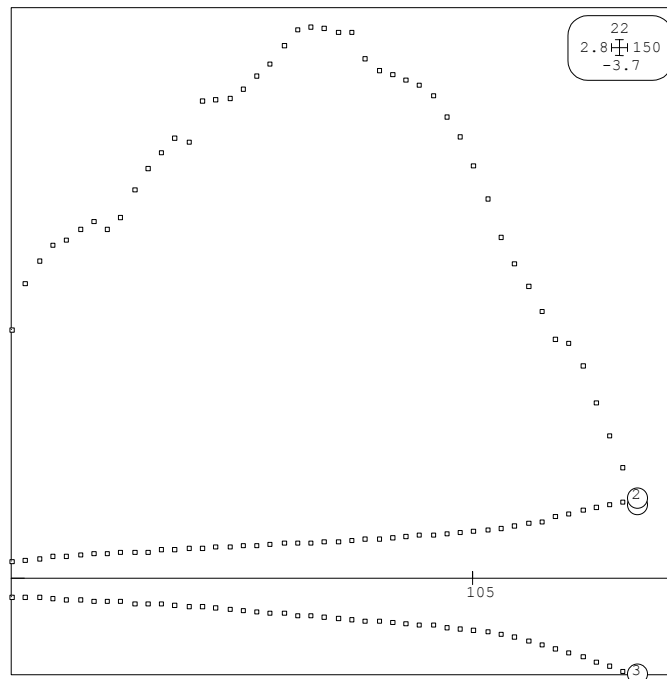


Figure 168. Test de la distribution des données de recensement de 1999 par la méthode de Ripley pour une distance = 3 et un pas de 54, soit 555 m sur 54 intervalles.

Quel que soit l'intervalle choisi entre 2 points pour tester l'hypothèse d'une distribution aléatoire, la courbe représentative du semis de points montre une agrégation importante, puisqu'elle ne figure pas du tout dans l'intervalle de confiance.

Pour l'année 1999, on observe encore une bipolarité quant à la densité locale du voisinage de 2nd ordre, elle apparaît plus continue qu'en 1998. Pour des distances de 3 à 6 km, un nouveau centre d'agrégation apparaît, correspondant à la zone de la Tapoa.

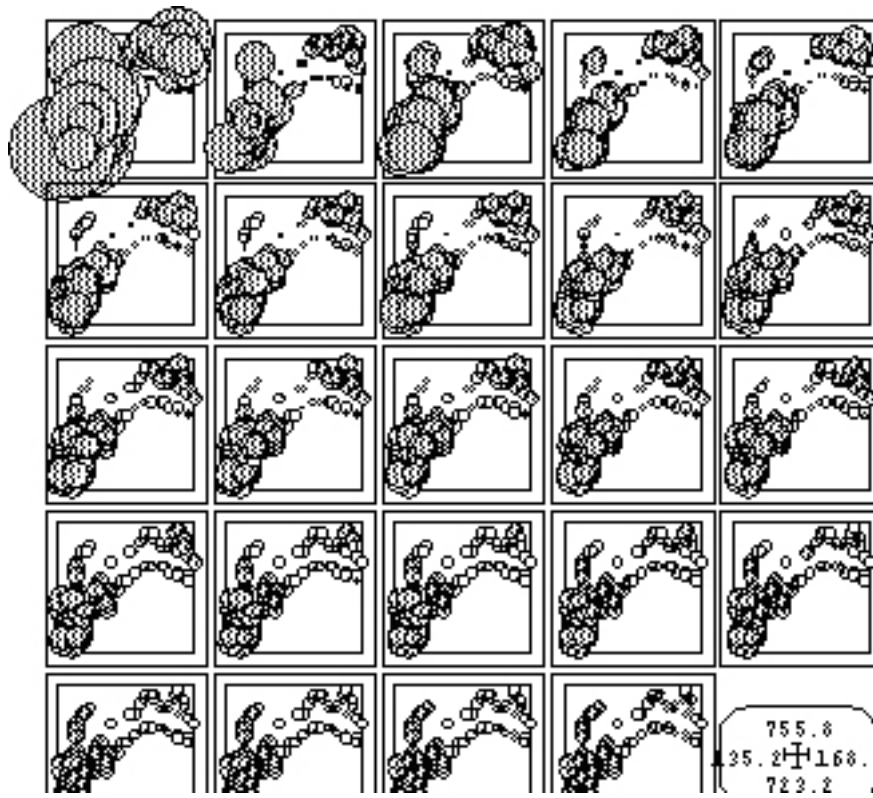


Figure 169. Distribution des valeurs de la densité locale de voisinage du 2nd ordre pour l'année 1999.

Distribution de l'année 2002

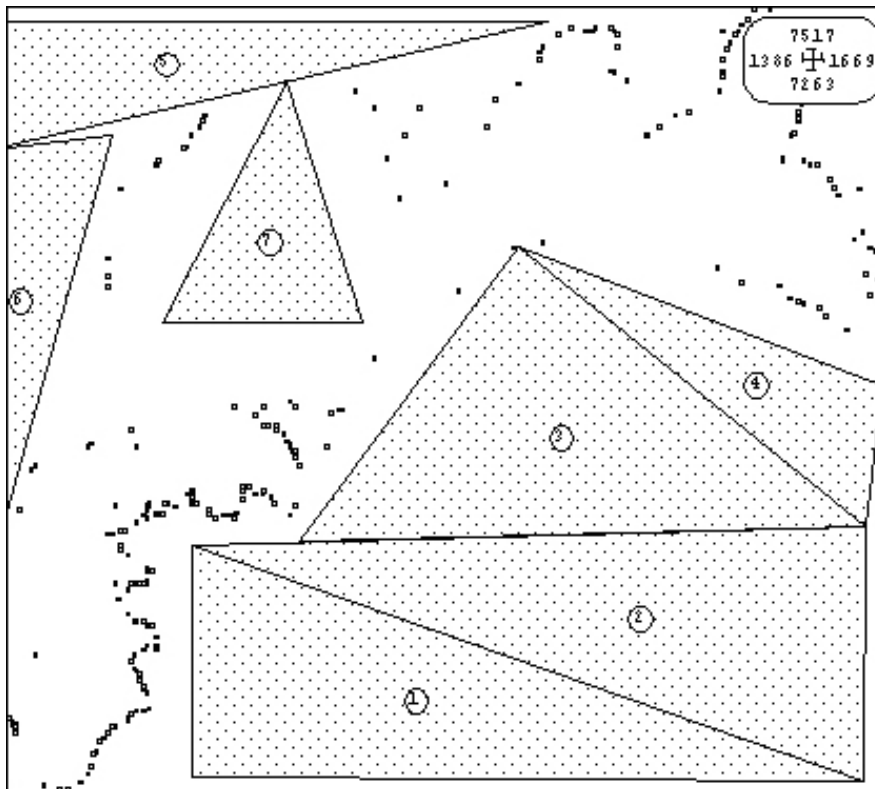


Figure 170. Distribution des grands mammifères lors des recensements en véhicule de l'année 2002. On a ici, 311 observations sur 4 circuits identiques réalisées entre le 01/04 et le 23/04.

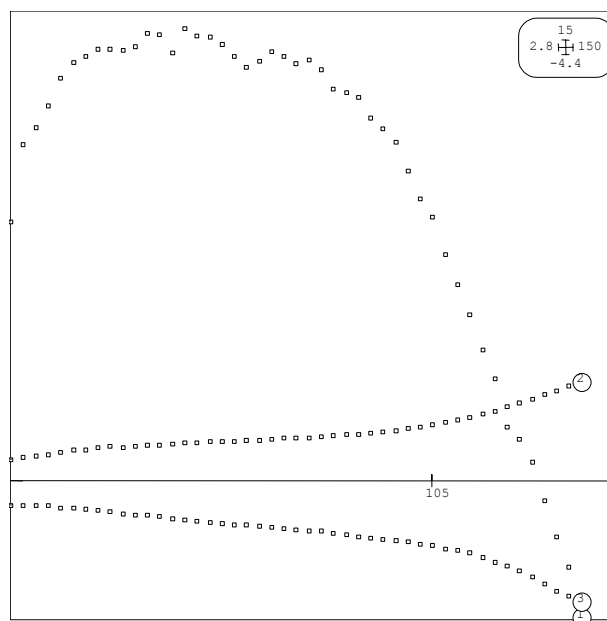


Figure 171. Test de la distribution des données de recensement de 1999 par la méthode de Ripley pour une distance = 3 et un pas de 47, soit 555 m sur 47 intervalles.

La courbe a tendance à revenir dans l'intervalle au niveau d'une échelle grossière. Cela signifie que la distribution de ce semis est aléatoire si on teste l'hypothèse à des distances importantes de l'ordre de 30 km, les points situés à 30 km les uns des autres ont une distribution aléatoire, ce qui semble normal étant donné l'échelle du Parc.

La tendance générale de la courbe que ce soit pour une distance moyenne entre 2 points de 185 mètres, de 370 m ou 740 m, montre une réelle agrégation du semis.

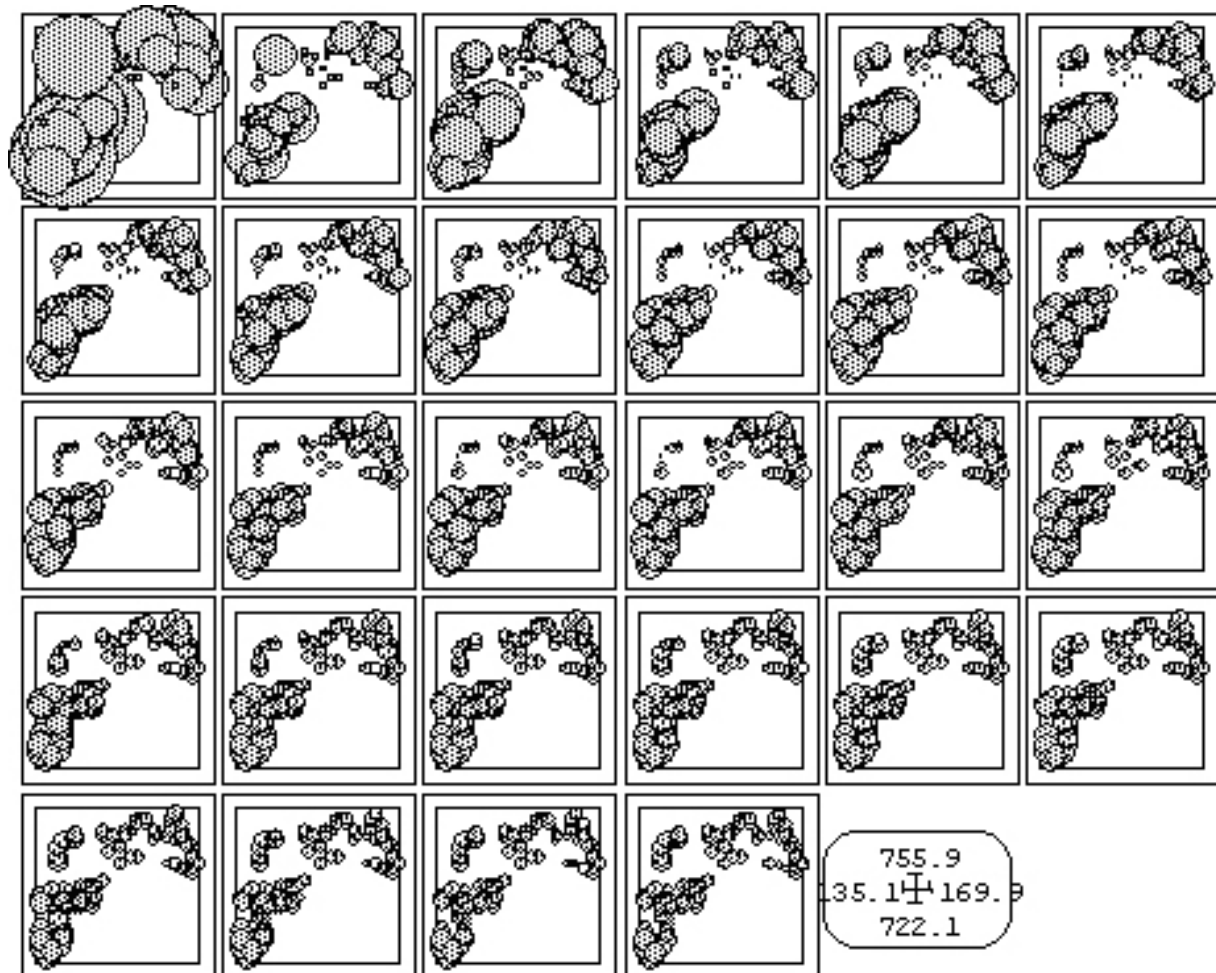


Figure 172. Distribution des valeurs de la densité locale de voisinage du 2nd ordre pour l'année 2002.

La distribution des valeurs de l'année 2002 est très proche de celle de 1999, à l'exception de la partie centrale pour des distances importantes supérieures à 19 km. En effet, sur celui de 1999, on remarque une continuité au niveau de la densité locale de voisinage entre la Mékrou et le Niger, or ici il y a une réelle rupture entre ces deux pôles d'agrégation principaux. Ceci s'explique par la différence des périodes de recensement et par la variabilité inter-annuelle de la pluviométrie. En 1998, les pluies ont été nombreuses (cumul annuel : 862,8 mm) et bien réparties d'avril à octobre, et les comptages de 1999 furent réalisés en février, tandis que les comptages de 2002 eurent lieu en avril et 2001 ne fut pas très arrosé (635 mm). La tendance d'agrégation est logiquement plus forte en 2002, puisque la contrainte hydrique est plus marquée que lors de l'année 1999.

Distribution de l'année 2000

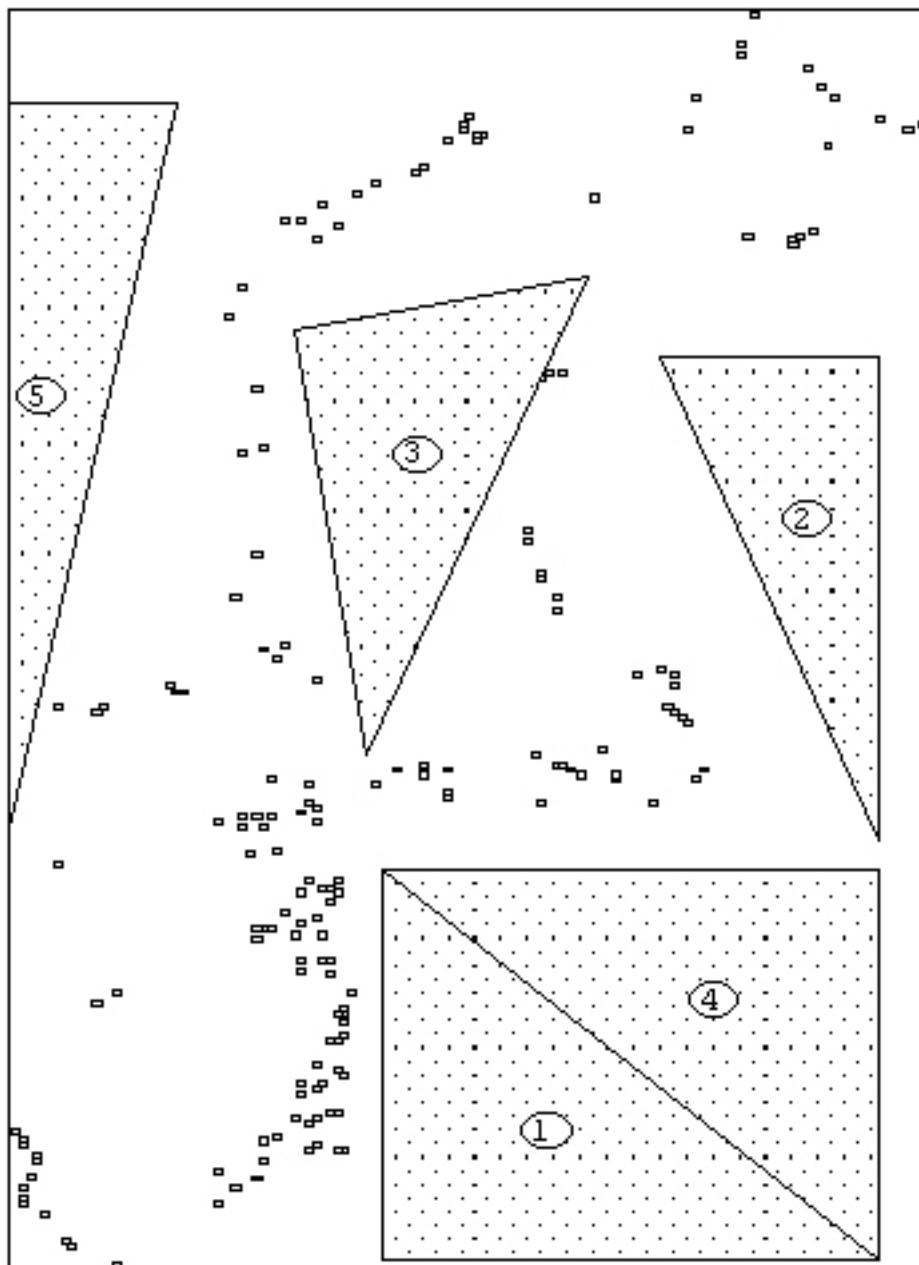


Figure 173. Distribution des grands mammifères lors des recensements en véhicule de l'année 2000.

En 2000, la piste Niger n'étant pas praticable, nous avons dû raccourcir l'itinéraire. Les comptages eurent lieu du 12 au 23 mars, période durant laquelle nous fîmes 252 observations.

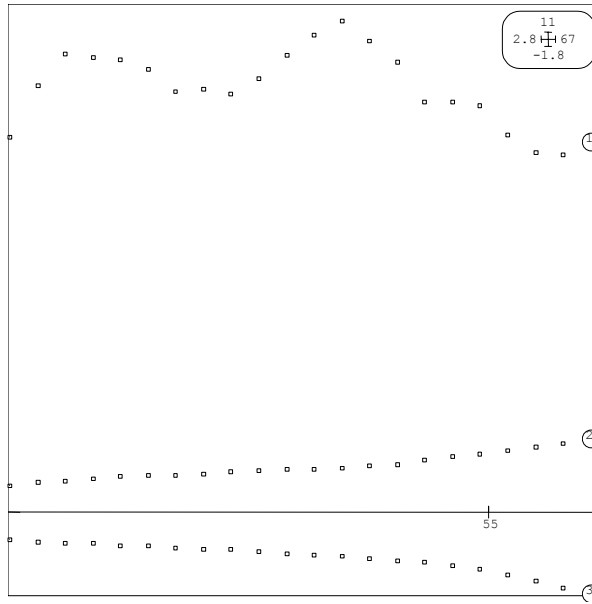


Figure 174. Test de la distribution des données de recensement de 1999 par la méthode de Ripley pour une distance = 3 et un pas de 22, soit 555 mètres sur 22 intervalles.

Lors des comptages en 2000, quel que soit la distance significative entre les points et l'échelle à laquelle on se situe, la distribution est fortement agrégée.

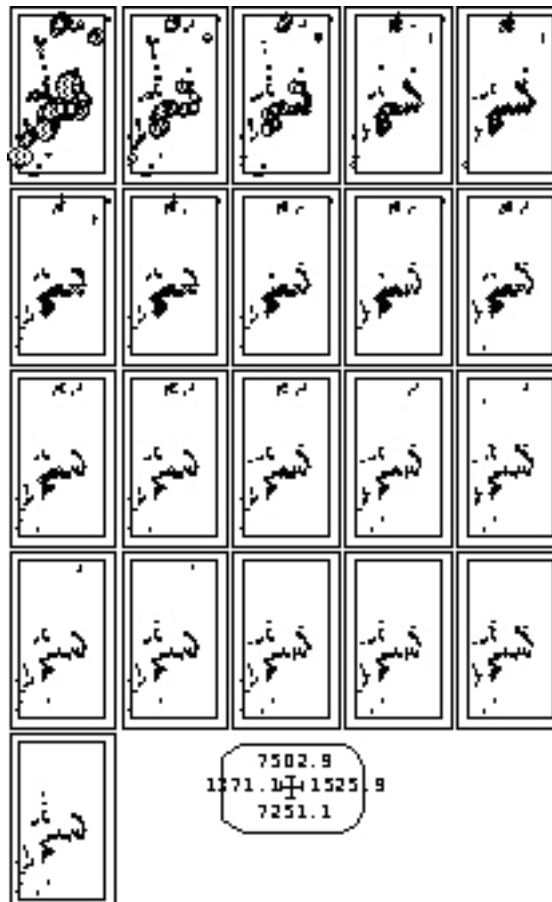


Figure 175. Distribution des valeurs de la densité locale de voisinage du 2nd ordre pour l'année 2000.

On constate pour des petites distances, deux pôles d'agrégation, un principal situé le long de la Mékrou qui prévaut également pour des distances plus grandes (jusqu'à 6 km entre les points), et un second au niveau de la Tapoa, qui s'estompe rapidement après 3 km.

Distribution de l'année 2001

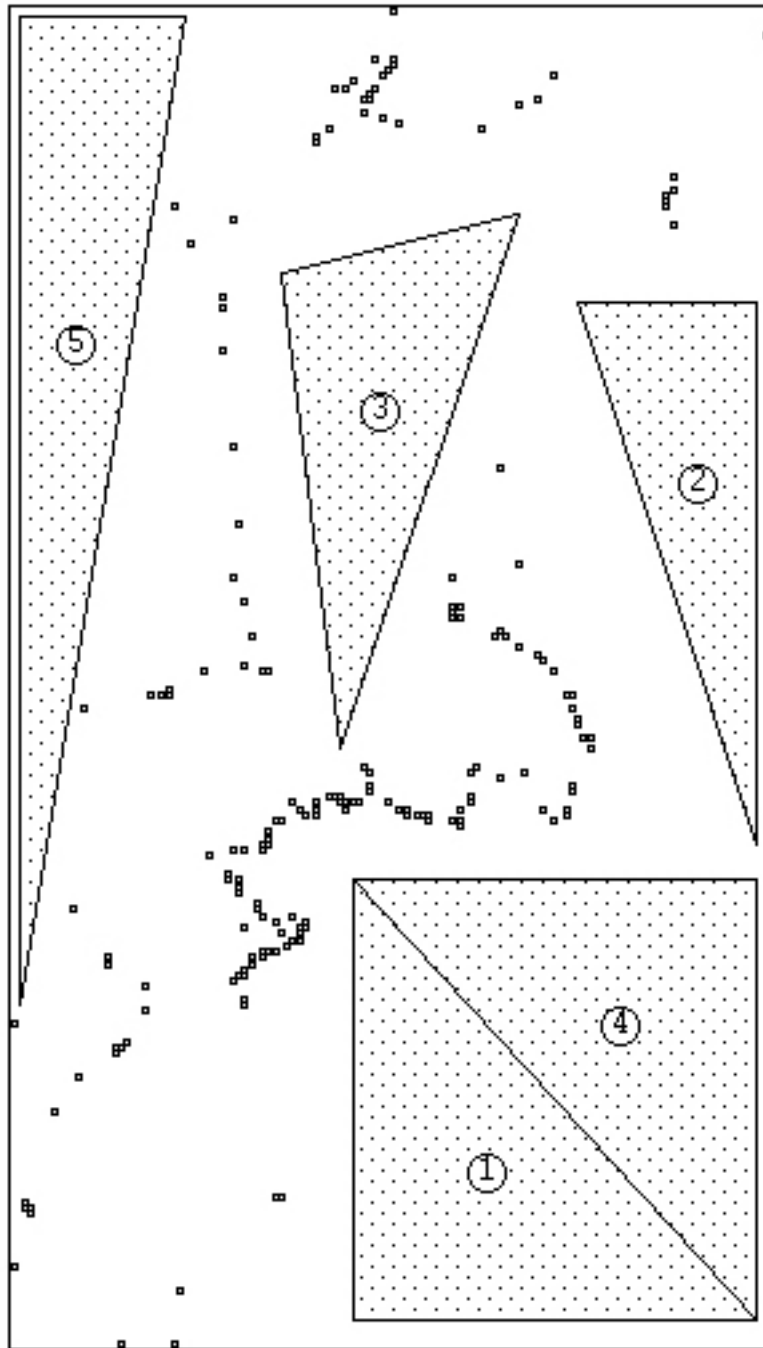


Figure 176. Distribution des grands mammifères lors des recensements en véhicule de l'année 2001.

En 2001, l'itinéraire est quasi identique à celui de 2000, la piste Medyaga fut empruntée lors des 4 comptages et pas une seule fois comme en 2000. Les 208 observations furent relevées entre le 15 et le 24 février.

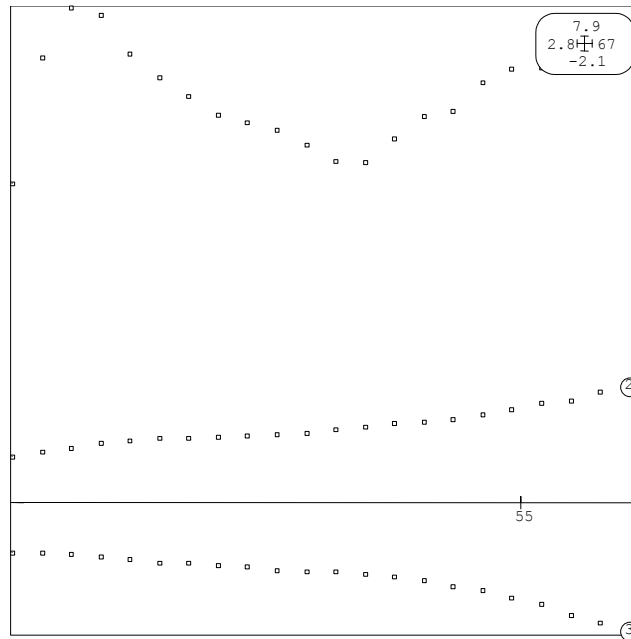


Figure 177. Test de la distribution des données de recensement de 1999 par la méthode de Ripley pour une distance = 3 et un pas de 22, soit 555 mètres sur 22 intervalles.

La configuration de la distribution des grands mammifères en 2001 est exactement identique à celle de 2000, à savoir une distribution agrégée, avec les mêmes pôles d'agrégation.

BIBLIOGRAPHIE

ABDOU S., 1995. *Mise à jour de la liste floristique du Parc National du "W" du Niger.* Mémoire de fin d'études au titre d'ingénieur des techniques forestières, Faculté d'Agronomie, Niamey, 53 p.

ALIO BELLO M., BELLO I.N., OUMAROU N., SALIFOU M., SEYDOU S., 1993. *Plan d'action en faveur de la gestion des zones humides du Parc National du "W" du Niger.* Rapport DFPP, Niamey, 83 p.

ALLAINE D., RODRIGUE I., LE BERRE M., RAMOUSSE R., 1994. Habitat preferences of alpine marmots, *Marmota marmota*. *Can. J. Zool.*, Vol 72 : 2193-2198.

ALLORE E., GIGLINI T., 1998. *Large Mammal survey report / interpretation of W National Park, Niger.* Corps de la Paix US. La Tapoa, Niger, 15 p.

AMADOU R.M., 1985. *Intéraction de l'éléphant et de la savane boisée. Tapoa Parc National du "W".* Mémoire de fin d'études, IPDR, Niamey, 67 p.

ANDRE G., 2003. *La détection et la cartographie des dommages et des marqueurs de catastrophes naturelles par imagerie spatiale optique et radar.* Thèse de doctorat, Université Paris 7, 347 p.

ANONYME, 1987. *Projet aménagement du Parc National du "W" du Niger.* Tapoa, 26 p., dactyl..

ANONYME, 1989. *Rapport sur les recensements de 1987-88-89. Méthode Northon-Griffiths.* Tapoa, 19 p., dactyl..

AUBREVILLE A., 1949. *Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale.* Soc. d'Ed. Géog. Marit. et coloniales, Paris, 351 p.

AUBREVILLE A., 1950. *Flore forestière soudano-guinéenne AOF-Cameroun-AEF.* Soc. d'Ed. Géog. Marit. et coloniales, Paris, 523 p.

BAUDRILLER R., 2000. *Deux méthodes d'étude d'un peuplement de grands mammifères africains.* Rapport d'étude de DEA. Université Claude Bernard, Lyon I. 26 p.

BELLO I.N., 1994. *Les grandes menaces qui pèsent sur le Parc National du "W" et leurs impacts sur les écosystèmes.* DFPP, Niamey, 41 p.

BELLO I.N., 2000a. *Programme annuel des activités d'aménagement du Parc National du "W".* Ministère de l'Environnement et de la lutte contre la désertification, DFPP, PNWN, Tapoa, 9 p.

BELLO I.N., 2000b. *Résultat du dénombrement de la faune du Parc du "W" du Niger, saison 1999-2000.* Rapport DFPP, Niamey, 9 p.

BENOIT M., 1997. Conservation active et chasse au Niger. In *Nature et Faune*, ED. Koné, FAO, Accra, pp. 21-29.

BENOIT M., 1998a. *Statut et usage du sol en périphérie du parc national du "W" du Niger.* Tome 1 : Contribution à l'étude du milieu naturel et des ressources végétales du canton de Tamou et du Parc du "W". ORSTOM, Niamey, Niger, 32 p.

BENOIT M., 1998b. La création des aires protégées ouest-africaines dans leur contexte économique et culturel. In *Dynamiques sociales et environnement*, Table ronde, Bordeaux, les 9, 10 et 11 septembre. 4 p.

BENOIT M., 1999a. *Statut et usage du sol en périphérie du parc national du "W" du Niger.* Tome 3 : Introduction à l'étude des paysages du Canton de Tamou (Périphérie du Parc National du "W" du Niger). ORSTOM, Niamey, Niger, 30 p.

BENOIT M., 1999b. *Statut et usage du sol en périphérie du parc national du "W" du Niger.* Tome 4 : Peuplement et genres de vie dans le Gourma oriental avant la création du Parc National du "W" du Niger (1926). ORSTOM, Niamey, Niger, 30 p.

BENOIT M., 1999c. Peuplement, violence et rémanence de l'espace sauvage en Afrique de l'Ouest. Le no man's land du "W" du Niger. In *Espace, Populations, Sociétés*, 1999-1, Univ. de Lille, CNRS, pp. 29-52.

BENOIT M., 1999d. Opportunisme pastoral et conservation de la savane en Afrique de l'Ouest. In *Horizons nomades en Afrique sahélienne*, ed. Karthala, pp. 446-468.

BEN-SHAHAR R. & SKINNER J.D., 1988. Habitat preferences of african ungulates derived by uni- and multivariate analyses, *Ecology*, Vol 69, n°5: 1479-1485.

BERTRAND G., 1968. Paysage et géographie physique globale. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 42 (2) : 2, 181-198.

BERTRAND C. & BERTRAND G., 1986. La végétation dans le géosystème. Phytogéographie des montagnes Cantabriques centrales, Espagne. *Revue Géographique des Pyrénées et Sud-Ouest*, 57 (3) : 281-312.

BLANCHARD P., FESTA-BIANCHET M., GAILLARD J-M. & JORGENSEN J. T. 2003. A test of long-term fecal nitrogen monitoring to evaluate nitrogen status of bighorn sheep. *Journal of Wildlife Management* 67 (3) : 477-484.

BLONDEL J., 1995. *Biogéographie. Approche évolutive et écologique.* Masson, Paris, 297 p.

BORGO A. & MATTEDI S., 2003. Re-introducing the alpine marmot *Marmota marmota*: the example of the Friulian Dolomites Natural Park (Italy, Eastern Alps) In *Adaptive strategies and diversity in marmots / Stratégies adaptatives et diversité chez les marmottes*, Ramousse. R., Allainé D. & Le Berre M., Eds., International Network on Marmots, 235-238. (sous presse).

- BORRINI-FEYERABEND G., 1997.** Gestion participative des aires protégées : l'adaptation au contexte. IUCN - *Séries sur les politiques sociales*, 80 p. –Gland, Cambridge.
- BOUBACAR I., 1991.** *Caractéristiques et structures du buffle au Parc National du "W"*. Rapport de stage IPDR, Niamey, 21 p.
- BOUDET G., 1978.** *Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères*, I.E.M.V.T., Ministère de la coopération, Paris, 254 p.
- BOURLIÈRE F. & HADLEY M., 1970.** The ecology of tropical savannas. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 1, pp. 25 à 52.
- BOUSQUET B., 1922.** *Guides des parcs nationaux d'Afrique*. Paris, Neuchâtel.
- BOYCE M.S. & Mc DONALD L.L., 1999.** Relating populations to habitats using resource selection functions. *TREE*, Vol. 14, n°7: 268-272.
- BRAUN-BLANQUET J., 1932.** *Plant sociology. The study of plant communities*. New York, London, Mc Gray Hill. 439 p.
- BRAVARD J.P & PETIT F., 2000.** *Les cours d'eau. Dynamique du système fluvial*. Ed. Armand Colin/HER, Paris, 2000, 222 p.
- BROSSARD T., MONTADERT M. & LAFFLY. D., 1993.** Télédétection et potentialités du paysage analyse de texture d'image spot panchromatique pour la reconnaissance des sites à Grand-Tétras (Massif du Risoux, Haut-Doubs), *Manuskript*, 5 S., Besançon.
- BROWN J.H. & MAURER B.A., 1986.** Body size, ecological dominance, and Cope's rule. *Nature* 324: 248-250.
- BUCKLAND S.T., ANDERSON D.R., BURNHAM K.P., & LAAKE J.L., 1993.** *Distance sampling : Estimating of biological populations*. Chapman and Hall, London.
- BURGER J. & ZAPPALORTI R.T., 1988.** Habitat use in free-ranging pine snakes, *Pituophis melanoleucus*. In *New Jersey pine barrens, Herpatologia*, Vol 44, n°1: 48-55.
- BURNAHM K. P., ANDERSON D. R. & LAAKE J. L., 1980.** Estimation of density from line transect sampling of biological population. *Wildl. Mono.* Vol. 72.
- CAMPBELL K. & BORNER M., 1995.** Population Trends and Distribution of Serengeti Herbivores : Implications for Management. . In *Serengeti II. Dynamics, Management, and Conservation of an Ecosystem*, Eds. A.R.E. Sinclair and P. Arcese. University of Chicago Press, 146-168.
- CASPARY H.U, 1999.** *Utilisation de la faune sauvage en Côte d'Ivoire et Afrique de L'Ouest – potentiels, contraintes pour la coopération au développement*. Ed. GTZ, Eschborn, 209 p.
- CHARDONNET P., 1995.** *Faune sauvage africaine. La ressource oubliée*. Fondation internationale pour la Sauvegarde de la Faune. Ed. CIRAD / EMVT, 2 tomes, Luxembourg.

- CLARK J. D., DUNN J. E. & SMITH K. G., 1993.** A multivariate model of female black bear habitat use for a geographic information system. *J. of Wildl. Manag.*, 57 : 519-526.
- COLE M., 1986.** *The savannas : Biogeography and Geobotany*, London, p 264 à 290.
- COLYN M., 2000.** L'analyse des classes d'âge dentaire, pour évaluer le cheptel de céphalophe. *Canopée n°17*, ed. Programme ECOFAC, CIRAD, Montpellier.
- COUTERON P., 1992a.** *Parc National du "W" (Niger). Typologie et cartographie de la Végétation du Parc National et de la réserve de faune de Tamou.* ENGREF-UNESCO, Montpellier, 106 p.
- COUTERON P., 1992b.** *Parc National du "W" (Niger). Etude de la grande faune et de la gestion du Parc.* ENGREF-UNESCO, Montpellier, 103 p.
- CUMMINGS D.H.M., 1982.** *The influence of large herbivores on savanna structure in Africa.* In Huntley, B.S. and Walker, B.H. (eds).
- DANKS F.S. & KLEIN D.R., 2001.** Using GIS to predict potential wildlife habitat: a case study of muskoxen in northern Alaska. *International Journal of Remote Sensing* 23 (21): 4597-4609.
- DELANY M.J. & HAPPOLD D.C.D., 1979.** *Ecology of african mammals.* London.
- DEKEYSER P.L., 1948.** *Les mammifères de l'Afrique noire française.* Grande imprimerie africaine. Dakar, 61 p.
- DE VILLIERS N., 1994.** Discours programme patrimoine africain 2000. In. *Actes de l'atelier régional africain de la commission des parcs nationaux et des aires protégées de l'IUCN.* Parc national de Kruger, Afrique du Sud, 11-17 octobre 1994, UICN-PNUE, pp. 18-23.
- DEVINEAU J.L., 1975.** *Etude quantitative des forêts galeries de Lamto (moyenne Côte d'Ivoire).* Thèse 3ème cycle, Botanique Tropicale, Université Paris VI, 190 p.
- DEVINEAU J.L. & FOURNIER A., 1998.** *Ecologie d'une savane africaine.* Synthèse provisoire des résultats acquis, Ed. ORSTOM / ERMES, Orléans.
- DORST J., 1971.** *La grande encyclopédie de la nature. La vie des oiseaux.* Tomes 1 et 2. Ed. Rencontre, Lausanne. pp 413-430.
- DORST J. & DANDELLOT P., 1976.** *Guide des mammifères d'Afrique.* Delachaux et Niestlé, Lausanne-Paris, 286 p.
- DUBLIN H.T., SINCLAIR A.R.E., BOUTIN S., ANDERSON E., JAGO M. & ARCESE P., 1990.** Does competition regulate ungulate populations ? Further evidence from Serengeti, Tanzania. *Oecologia*, pp. 283-288.

DUBOIS C., 2003. *L'apport des outils géomatiques dans l'étude de la qualité de l'habitat des populations animales vertébrées.* Rapport bibliographique de DEA. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 20 p.

DUCHAUFOR F., 1970. *Précis de pédologie.* Masson, 3^{ème} éd., Paris 481 p.

DUNCAN P., 1975. *Topi and their food supply.* Ph.D. dissertation, University of Nairobi.

DUVIGNEAUD P., 1955. Etudes écologiques de la végétation en Afrique tropicale. *Coll. Reg. Ecol. Globe*, Paris.

EAST R., 1986. Pas de titre, ni d'éditeur. Document dactylographié, La Tapoa, PNWN, 10 p.

EMBERGER L., DAGET P., GODRON M., LONG G., LE FLOC'H E., POISSONET J., SAUVAGE C., WAËCQUANT J.P., 1968. *Relevé méthodologique de la végétation et du milieu. Principes et transcription sur cartes perforées.* CNRS, Paris, 289 p.

ERICKSON W. P., Mc DONALD T. L. & SKINNER R., 1998. Habitat Selection Using GIS Data : A Case Study. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, Vol. 3, No. 3, pp. 296–310.

FRANKLIN S.E., PEDDLE D.R, DECHKA J.A. & STENHOUSE G.B. 2001. Evidential reasoning with Landsat TM, DEM and GIS data for landcover classification in support of grizzly bear habitat mapping. *International Journal of Remote Sensing* 23(21): 4633-4652.

FITCH J.H., 1979. Patterns of habitat selection and occurrence in the deermouse *Peromyscus maniculatus gracilis*, *Publications of the Museum*, Michigan state university, biological series, Vol. 5, N°5: 443-484.

FRITZ H., 1995. *Etude des systèmes mixtes d'herbivores sauvages et domestiques en savane africaine : structure des peuplements et partage de la ressource.* PhD Université Paris 6, Paris, 86 p.

FROMENT J.M., 2000. Gros plan sur les éléphants d'Afrique centrale dans le parc national d'Odzala. *Canopée n°17*, ed. Programme ECOFAC, CIRAD, Montpellier.

FROMENT J.M. & AVELING C., 2002. Le Cybertracker, ou la révolution du monitoring en milieu forestier. *Canopée n°22*, ed. Programme ECOFAC, CIRAD, Montpellier.

FUVEL N., 1998. *Estimation de la densité de grands mammifères dans le parc national du W du Niger.* Rapport de DEA, Université Claude Bernard, Lyon.

FUVEL N., SEYDOU S., LE BERRE M., 1999. *La gestion de la faune sauvage, une des bases du développement durable des populations de la région du W du Niger (République du Niger).* Rapport de la Direction de la Faune de la Pêche et de la Pisciculture, Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement. Niamey, Niger, 7 p.

GAILLARD J.M., DELORME D., BOUTIN J.M., VAN LAERE G. & BOISAUBERT B., 1996. Body mass of roe deer fawns during winter in 2 contrasting populations. *Journal of Wildlife Management*, 60 : 20-36.

- GAILLARD J.M., LOISON A., BOISAUBERT B. & CATUSSE M., 2000.** Estimating population size and trends in ungulates : problems and prospects. Workshop *Wildlife Monitoring*, WSL., 3-4 feb.
- GAUTHIER J.Y., 1982.** *Socioécologie : l'animal social et son univers*. Ed. Privat, Toulouse, 267 p.
- GAVAUD M., 1975.** *Les grands traits de la pédogénèse au Niger médional*. Travaux et Documents ORSTOM, 7. Paris, 102 p.
- GEERLING (DE) C., 1987.** Guide de terrain des ligneux sahéliens et soudano-sahéliens. *Agricultural University Wageningen papers*, 340 p., Deuxième édition.
- GENIE RURAL , 2001.** *Etude préliminaire sur les pistes, ouvrages et mares du Parc du W*. Ministère de l'Environnement et de la lutte contre la désertification, DFPP, Niamey, 72 p.
- GIBOULET O., 2000.** *Processus de colonisation et de sélection de l'habitat chez la marmotte alpine (Marmota marmota, L. 1758)*. Diplôme de Doctorat, Université Lyon 1, pp. 1-135.
- GIRARD M.C & GIRARD C.M., 1989.** *Télédétection appliquée, zones tempérées et intertropicales*. Masson, Paris, 260 p.
- GORDON I.J & ILLIUS A.W., 1994.** The functional significance of the browser-grazer dichotomy in African ruminants. *Oecologia*, pp. 167-175.
- GORAUD F., PELISSIER R., 2000.** *Analyse de la structure spatiale de semis points hétérogènes : exemples d'application à des peuplements forestiers*. ADS in ADE-4 / Fiche thématique 8.1, 49 p.
- GREEN A.A. & LOEVINSOHN M.E., 1981.** *Les mammifères du Parc National de la Pendjari*. Développement des parcs nationaux, Bénin. FAO, rapport technique, Rome, 108 p.
- GREGOIRE J.M., FOURNIER A., EVA H. & SAWADOGO I., 2003.** *Caractérisation de la dynamique des feux et de l'évolution des couverts dans le Parc du W : Burkina Faso, Bénin et Niger*. Mission d'expertise pour l'étude des feux de brousse et leur utilisation dans le cadre d'une gestion raisonnée des aires protégées du Complexe WAP.
- GRETTEMBERGER J., 1982.** *Utilisation des arbres par les éléphants dans le Parc du "W"*. Corps de la Paix US. La Tapoa, Niger, 3 p.
- GRETTEMBERGER J., 1983.** *Une liste des plantes vasculaires du Parc du "W"*. Corps de la Paix US. La Tapoa, Niger, 14 p.
- GRETTEMBERGER J. & SHANE (Mac) T., 1984.** *Un programme pour la gestion du feu au Parc National du "W" du Niger*. Corps de la Paix US. La Tapoa, Niger, 10 p.
- GROBEN G. & BELLO I. N., 1980.** *Carte de la végétation du Parc National du W du Niger*. DFPP, Niamey, 1 p.

GROUZIS M., 1988. *Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'Oursi, Burkina Faso)*. ed. ORSTOM. 336 p.

GUIBERT B., 1997. Une nouvelle approche des populations de chevreuils en forêt : l'indice de pression sur la flore. *Bulletin Technique ONF*, n°32.

GURNELL J., CLARK M.J., LURZ P.W.W., SHIRLEY M.D.F., RUSHTON S.P., 2002. Conserving red squirrels (*Sciurus vulgaris*): mapping and forecasting habitat suitability using a Geographic Information Systems Approach, *Biological conservation*, Vol 105, Issue 1: 53-64.

HAGENER L.I., 1990. *L'estimation de l'utilisation d'herbacées dans le Parc du "W" du Niger*. Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, Niamey, 7 p.

HANSEN M.J., FRANKLIN S.E., WOUDSMA C.G. & PETERSON M., 2001. Caribou habitat mapping and fragmentation analysis using Landsat MSS, TM, and GIS data in the North Columbia Mountains, British Columbia, Canada. *Remote Sensing of Environment* 77, Ed. Elsevier Science Inc., pp. 50-65.

HAPPOLD D. C. D., 1977. *The mammals of Nigeria*. London.

HAYES R. J. & BUCKLAND S. T., 1983. Radial-Distance models for the Line Transect Method. *Biometrics*. Vol. 39, pp. 29-42.

HEIM R., 1954. *L'action de l'homme sur le milieu naturel*. In Colloque INRS, 235 p.

HELM D., 1999. Developpement of a Long-term Ecological Monitoring Program at Denali National Park and Preserve Vegetation. Draft, submitted to *USGS – Alaska Biological Science Center*, 49 p.

HEWISON A. J. M., VINCENT J-P., BIDEAU E., ANGIBAUT J-M. & PUTMAN R. J., 1996. Variation in cohort mandible size as an index of roe deer (*Capreolus capreolus*) densities and population trends. *Journal of Zoology* 239 : 573–581.

HILBORN R. & SINCLAIR A.R.E., 1979. A Simulation of the Wildebeest Population, Other Ungulates, and their Predators. In *Serengeti : Dynamics of an ecosystem*, ed. A. R. E. Sinclair and M. Northon-Griffiths, 287-309. Chicago : University of Chicago Press.

HUNTLEY B., WALKER B.H., 1982. *Ecology of tropical savannas*. Berlin, Heidelberg.

JÄGGI C. & BAUMANN M., 2000. Infrared censusing for ungulate monitoring. Workshop *Wildlife Monitoring*, WSL., 3-4 feb.

JARMAN P.J., 1974. The social organisation of antelope in relation to their ecology. *Behavior*. Vol 1, §. 48, pp. 213-267.

JARMAN P.J. & SINCLAIR A.R.E., 1979. Feeding strategy and the pattern of resource partitioning in ungulates. In *Serengeti : Dynamics of an ecosystem*, ed. A. R. E. Sinclair and M. Northon-Griffiths, 130-163. Chicago : University of Chicago Press.

JOACHIM J., CARGNELUTTI B., CIBIEN C. & NAPPEE C., 1998. Evaluation par télédétection des biotopes à gélinotte des bois (*Bonasa bonasia*) dans le Parc National des Cévennes. *Gibier Faune Sauvage, Game Wild.*, Vol.15 (1), pp. 31-45.

JOULIA F., 1978. Rapport d'activité scientifique 1977-78 (cité par Schull, Beechie et Tabor, 1986).

KELT D.A. & VAN VUREN D.H., 2001. The Ecology and Macroecology of Mammalian Home Range Area. *The American Naturalist*, vol. 157, n. 6, pp. 637-645.

KOSTER S., 1981. *A survey of the vegetation and ungulate populations in Park "W" Niger.* Part 1. Michigan State University, USA, 32 p.

LABORDE M., 1999. *Utilisation de l'habitat et répartition spatio-temporelle du Cobe de Buffon.* Rapport de DEA, Université Claude Bernard, Lyon.

LAFFLY D., BROSSARD T., MONTADERT M., 1993. Reconnaissance automatique sur des images SPOT Panchromatiques des écotopes du Grand Tétrás dans le sud du Jura. *Deuxième réunion sur les changements d'échelle dans les modèles de l'environnement et de la télédétection*, Strasbourg, CNRS-GSTS, 15-17 mai 93, pp. 85-89.

LE BERRE M. & KABALA M.D., 1994. *Conservation et développement en Afrique soudano-sahélienne.* Ouvrage collectif, Ed. ONU, Paris, 315 p.

LE BERRE M., 1995. *Mission d'assistance préparatoire en République du Niger, dans le cadre de la mise en œuvre de la Convention du Patrimoine Mondial.* UNESCO, Paris, 95 p.

LE BERRE M. & MESSAN L., 1995. The W region of Niger: assets and implications for sustainable development. *Nature & Resources*, 31(2): 18-31.

LE CUZIAT J., 2003. Identification des facteurs écologiques et anthropiques influençant la répartition de l'Outarde houbara (*Chlamydotis undulata undulata*), espèce menacée des steppes de l'Oriental marocain. Implication pour une stratégie de conservation. Communication orale aux *Journées Francophones de Conservation de la Biodiversité*, Villeurbanne.

LEHMANN A., OVERTON J. Mc C. & AUSTIN M. P., 2002. Regression model for spatial predictions : their role for biodiversity and conservation. *Biodiversity and Conservation* 11 : 2085-2092.

LEUTHOLD E., 1978. Ecological separation among browsing ungulates in Tsavo East National Park, Kenya. *Oecologia* 35: 241±252.

LEVAUX P., 1990. *Etudes des relations faune-végétation sur transects au Parc National du Pendjari au Bénin*, Montpellier.

LOCKWOOD M., BOS D.G. & GLAZEBROOK H., 1997. Integrated Protected Area Selection in Australian Biogeographic Regions. *Environmental Management*, 21 (3) : 395-404.

LUNDGREN C., (non daté). *Expérience du programme pilote du ranch de gibier de Nazinga*. Association de Développement de l'Élevage de la Faune Africaine (ADEFA) Ed., Ouagadougou, 3 p.

MAERCKLEIN D., 1978. *Une liste préliminaire des plantes vasculaires du Parc National du "W" du Niger*. DFPP, La Tapoa, 9 p.

MAHAMANE L.M., 1988. *Etude de comportement des animaux du Parc, cas spécifique du damalisque*. Mémoire de fin d'études, IPDR, Niamey, 46 p.

MAILLARD D., BOISAUBERT B. & GAILLARD J.M., 1989. La masse corporelle un bioindicateur possible pour le suivi des populations de chevreuils (*Capreolus capreolus*). *Gibier Faune Sauvage*, Paris, 6 : 57-68

MAILLARD D., BOISAUBERT B. & GAULTIER P., 1999. Revue de l'utilisation des différentes méthodes de suivi des populations de chevreuils en France. Acte de Colloque, *Bull. Mens. ONC*, n°244.

MANLY B., Mc DONALD L., THOMAS D., 1993. *Resource selection by animals, statistical design and analysis for field studies*. Chapman & Hall eds., 177 pp. ISBN 0 412 401.

MANKOTO M.M., 2000. Mode d'utilisation : les pratiques déterminent-elles la durabilité des utilisations des ressources renouvelables. Communication orale au Colloque *Pan-Africain sur l'utilisation des ressources naturelles en Afrique*, Ouagadougou.

MAYDELL H.J., 1990. *Arbres et arbustes du Sahel. Leurs caractéristiques et leurs utilisations*. Schriftenreich der GTZ, No. 147, Eschban.

MENAUT J.C., 1971. *Étude de quelques peuplements ligneux d'une savane guinéenne de Côte d'Ivoire*. Thèse de 3ème cycle, Université Paris 6.

MERING C., 1999. *Présentation générale des SIG*. Support de cours du DEA « ETES », option géosystèmes.

MITCHELL M., ZIMMERMAN J. & POWELL R., 2002. Test of a Habitat Suitability Index for Black Bears in the Southern Appalachians. *Wildlife Society Bulletin* 30(3): 794-808.

MONNIER Y., 1981. *La poussière et la cendre : paysages, dynamiques des formations végétales et stratégies des sociétés en Afrique de l'Ouest*. Publication de l'Agence de Coopération culturelle et technique, Paris, 250 p.

MORRIS D.W., 1984. Patterns and scale of habitat use in two temperate-zone, small mammals faunas. *Can.J.Zool.*, Vol 62: 1540-1547.

MORRIS D.W., 1987a. Test of density-dependent habitat selection in a patchy environment, *Ecological Monographs*, Vol 57: 269-281.

MORRIS D.W., 1987b. Spatial scale and the cost of density-dependent habitat selection. *Evolutionary Ecology*, Vol 1 : 379-388.

- MORRIS D. W., 1989.** Density-dependent habitat selection : testing the theory with fitness data. *Evolutionary Ecology* 3 : 80-94.
- NEWBY J., 1988.** *Rapport sur le Pâturage illégal du Parc National du W du Niger*. Niamey, 61 p.
- NOIRARD C., 2003.** *Thermorégulation comportementale de l'hippopotame (Hippopotamus amphibius) en zone sahélienne*. Mémoire DEA Physiologie intégrée en conditions extrêmes, Lyon1, 30p.
- NORTON-GRIFFITHS M., 1978.** *Counting animals*. Nairobi. 139 p.
- ONC., 1996.** Les bio-indicateurs : Futurs outils de gestion des populations de chevreuils ? *Fiche technique n°90, supplément au Bulletin mensuel de l'Office national de la chasse, n°209*.
- ONC., 1999.** La gestion des populations de chevreuils par l'utilisation d'indicateurs population-environnement. *Fiche technique n°95, supplément au Bulletin mensuel de l'Office national de la chasse, n°244*.
- OWEN-SMITH N., 1994.** Foraging responses of kudus to seasonal changes in food resources : elasticity in constraints. *Ecology*, 75 (4), pp. 1050-1062.
- POCHE R.I., 1973.** Niger threatened Park W. *Oryx*, 12 (2) : 216-222.
- POILECOT P., 1989.** *Ecologie des savanes soudano-guinéennes : interactions faune-flore dans le Parc National de la Comoé (Côte d'Ivoire)*. Thèse de 3^{ème} cycle, Université Paris 6.
- POILECOT P., 1991.** *Un écosystème de savane soudanienne : le Parc National de la Comoé (Côte d'Ivoire)*. Ed. UNESCO, Paris, 346 p.
- PONCET Y., 1981.** Images spatiales et paysages sahéliens. *Annales de géographie* n° 499.
- PRINS H.H.T & DOUGLAS-HAMILTON I., 1990.** Stability in a multi-species assemblage of large herbivores in East Africa. *Oecologia*, pp. 392-400.
- PUMAIN D. & SAINT-JULIEN T., 1997.** *L'analyse spatiale. 1. Localisations dans l'espace*. Ed. Armand Collin/Masson, Paris, 167 p.
- PUYRAVAUD J. P., 1989.** *Processus de la production primaire en savane de Côte d'Ivoire. Mesures de terrain et approche satellitaire*. Paris, Université Pierre et Marie Curie: 212.
- RABEIL T., 1998.** *Les conditions d'implantation des marmottes alpines dans les Alpes françaises*. Mémoire de maîtrise, Université Paris VII.
- RABEIL T., 1999.** *Estimation des effectifs de population de marmottes dans le parc de la Vanoise*. Mémoire de DEA ETES, Université Paris VII et Université Lyon I.

RABEIL T., MERING C., RAMOUSSE R., 2002. Using GIS and Remote Sensing in the management of protected areas in West Africa; the example of the W National Park in Niger. Communication affichée, *Conf. Int. Space Applications for Heritage Conservation*, UNESCO, EURISY, Strasbourg, 5-8 novembre.

RABEIL T., MERING C. & RAMOUSSE R., 2003 *Sous presse*. Rating potential distribution of alpine marmot in Vanoise massif using remote sensing and GIS. In *Adaptive strategies and diversity in marmots / Stratégies adaptatives et diversité chez les marmottes*, Ramousse R., Allainé D. & Le Berre M., eds; International Network on Marmots, 261-270.

RADELOFF V. C., PIDGEON A. M. & HOSTERT P., 1999. Habitat and population of roe deer using an interactive geographic information system. *Ecological Modelling*, 114 : 287-304.

RAMADE F., 1984. *Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale*. Ed. Mc. Graw-Hill.

RAMOUSSE R., NEBEL D. & LE GUELTE L., 1996. Cartographie des facteurs écologiques et de la population de marmotte dans la réserve du Mont Valier (Ariège). In *Biodiversité chez les marmottes / Biodiversity in marmots*, Le Berre, R. Ramousse & Le Guelte L. eds. International Marmot Network, 247-248.

RIEGEL J., 2002. *Utilisations pastorales et aires protégées. Le cas des Peuls dans le Parc National du W du Niger*. Mémoire de DEA, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 67 p.

RICHARD J.F., 1989. *Le paysage : un nouveau langage pour l'étude des milieux tropicaux*. Editeur ORSTOM, Paris.

ROBIN M., 1995. *La Télédétection. Des satellites aux systèmes d'informations géographiques*. Editions Nathan, fac. Géographie, Paris, 318 p.

ROBINETTE W. C. P., LOVELESS C. M. & JONES D. A., 1974. Fields techniques of strip census methods. *Journ. Of Wildl. Manag.*, 38 (4), pp. 81-96.

RODRIGUE I., 1992. *Facteurs écologiques intervenant dans la sélection du domaine vital chez les vertébrés sédentaires*. DEA AMSB, Rapport bibliographique, Université Lyon I, 38p.

ROUET P., 1991. *Les données dans les systèmes d'information géographiques*. Hermès, Paris, 278 p.

ROUGERIE G. & BEROUTCHACHVILI N., 1991. *Géosystèmes et Paysages. Bilan et méthodes*. Ed. Armand Colin, Paris, 302 p.

ROURE G., 1956. *Faune et Chasse en Afrique Occidentale Française*. Guide du tourisme de la nature vivante. Ed. GIA, Dakar, 412 p.

RUNYORO V.A., HOFER H., CHAUSI E. B & MOEHLMAN P.D., 1995. Long-term trends in the herbivore populations of the Ngorongoro Crater, Tanzania. In : *Serengeti II. Dynamics, Management, and Conservation of an Ecosystem*, Eds. A.R.E.Sinclair and P.Arcese. University of Chicago Press 1995, 146-168

SAIDOU M., 1995. *Traitement et interprétation des données recueillies des recensements le long des pistes des grands mammifères du Parc National du "W" du Niger de 1991 à 1994.* Mémoire de fin d'études pour le titre d'ingénieur des techniques forestières, Faculté d'Agronomie, Niamey, 97 p.

SCHADT S., REVILLA E., WIEGAND T., KNAUERS F., KACZENSKY P., BREITENMOSER U., BUFKA L., ČERVENÝ J., KOUBEK P., HUBER T., STANIŠA C. & TREPL L., 2002. Assessing the suitability of central European landscapes for the reintroduction of Eurasian lynx. *Journal of Applied Ecology* 39, pp.189-203.

SCHULL B., BEECHIE T., TABOR J., 1986. *A landscape classification system for "W" National Park.* Direction des eaux et forêts et de la Faune, Niamey, Niger, 30 p.

SEDEP, 2000. *Aménagement hydroélectrique de la Mékrou à Dyodyonga.* Rapport d'avant projet, document interne SEDEP (Société d'Etudes et de Développements hydro-techniques Polynésienne).

SEYDOU S., 1994. Un exemple africain d'un projet du Fond de Conservation des Zones Humides : Amélioration de la gestion des zones humides à l'intérieur du Parc National du "W" du Niger. Contribution à *la réunion panafricaine de la convention de RAMSAR*, DFPP, Niamey, 7 p.

SEYDOU S., 1996. *La problématique de la gestion du Parc National du "W" du Niger.* Rapport de l'Atelier sous-régional de Formation pour les Gestionnaire de Sites du Patrimoine Mondial et des Réserves de Biosphère des Pays Francophones d'Afrique Occidentale, Niamey, 24 p.

SEYDOU A., 2000. *Analyse spatio-temporelle de la diversité écologique dans la perspective de gestion intégrée d'une réserve de biosphère (Réserve de Biosphère du "W" du Niger).* Thèse de doctorat en sciences de l'environnement, Université de Quebec, Montréal, 195 p.

SHANE (Mac) T.O., 1985. *Elephant – Fire relationship in Combretum / Terminalia woodland in Southwest Niger.* Direction des eaux et forêts, Niamey, 24 p.

SIMON A., MDUMA R. & SINCLAIR A.R.E., 1994. The function of habitat selection bill oribi in Serengeti. *Afr. J. Ecol.*, Vol. 32, pp. 16-29.

SINCLAIR A.R.E., 1975. The resource limitation of trophic levels in tropical grasslands ecosystems. *J. Anim. Ecol.*, 44 : 497-520.

SINCLAIR A.R.E. & NORTHON-GRIFFITHS., 1982. Does competition or facilitation regulate migrant ungulate populations in the Serengeti ? A test of hypotheses. *Oecologia* 53 : 364-369.

THOMAS L., BUCKLAND S.T., BURNHAM K.P., ANDERSON D.R., LAAKE J.L., BORCHERS D.L & STRINDBERG S., 2002. *Distance sampling.* Ed. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, Vol. 1, pp. 544-552.

TILMAN D., 1982. *Resource Competition and Community Structure.* Monographs in Population Biology, Princeton University Press, 296 p.

TOUTAIN B., COMPAORE A., OUABA J.M., KAGONE H. & DIALLO S., 2001. *Mission d'appui scientifique "Transhumance"*. Rapport provisoire de mission, CIRAD – EMVT n°: 01-43, Montpellier, 67 p.

TRICART J., 1956. *Types de fleuves et systèmes morphogénétiques en Afrique occidentale*. Com. Trav. Hist. et Sc., section géogr., pp. 305-345.

WALKER B. H., 1976. An approach to the monitoring of changes in the composition and utilization of woodland savanna vegetation. *S. Afr. J. of Wildl. Res.*, 6 (1), pp. 1-32.

WEIDMANN J.C., 2000. *La connectivité : Habitat et Mouvements dans le Paysage*. Rapport bibliographique de DEA. Université Claude Bernard, Lyon I. 30 p.

WILSON A., 1989. *Gathered foods in West Africa : a Neglected Component of Village Food Economy*. MS thesis. California Polytechnic State University, San Luis Obispo.

ZIMMERMANN F., 1998. Dispersion et survie des lynx (*Lynx lynx*) subadultes d'une population réintroduite dans la chaîne du Jura. *KORA Bericht* N° 4, 50 pp. , ISSN 1422-5123.

ADIE F., GALAT-LUONG A. & GALAT G.

Copyright Projet Niokolo Badiar FED N°4213/REG et Anh Galat-Luong Editeurs, <http://www.ird.sn/activites/ancienprg/ipmo/gdm/index.shtml> (en ligne, consultée le 14-02-2001).

HUFFMAN B. <http://www.ultimateungulate.com/Artiodactyla.html>, (en ligne, consultée le 03-03-2001).

African Mammals DataBank, <http://gorilla.bio.uniroma1.it/amd/homepage.html> (en ligne, consultée le 07-03-2001).

Données FAO, <http://www.fao.org/docrep/w7540e/w7540e0g.html>, (en ligne, consultée le 10-06-2003).