

UFR SCIENCES & TECHNIQUES COTES BASQUE
Université de Pau et des Pays de l'Adour

Licence de Biologie des Organismes

LA POPULATION D'AIGLES ROYAUX *AQUILA* *CHRYSAETOS* EN VALLEE D'OSSAU ET CARACTERISATION DES SITES DE REPRODUCTION ET DES TERRITOIRES

DOUSSINE Sylvain

Stage effectué du 4/03 au 21/06/2013 au

**Parc National des Pyrénées : Villa Fould 2, rue du IV septembre 65007 Tarbes Cedex
Sous la direction de Mr PLISSON Christian**

**Groupe Ornithologique des Pyrénées et de l'Adour : MJC du Laiü 81 avenue du Loup
64000 PAU**

Sous la direction de Mr HOMMEAU Stéphane



Les Pyrénées
Parc National



«Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'Entreprise ou du Laboratoire d'accueil»

REMERCIEMENTS :

Ils m'ont permis de faire ce stage :

Je remercie tout particulièrement :

M. PLISSON Christian, chef de secteur du Parc National des Pyrénées en vallée d'Ossau, pour avoir validé ma demande de stage et permis d'intégrer le secteur.

Mme. RIEU Linda, chargée de mission faune au Parc National des Pyrénées, pour m'avoir proposé ce sujet de stage.

M. HOMMEAU Stéphane, responsable du suivi aigle royal au sein du GOPA, pour m'avoir permis de faire un long stage en m'intégrant au sein de son association.

Ils ont pris de leur temps pour m'aider et m'accompagner chaque jour dans mon travail :

Je remercie également :

M. ANDRE, M. SOUBIELLE, M. MAINGUENEAU, M. PEYRUSQUE, Mme. LABERDESQUE, tous agents du PNP sur le secteur de la vallée d'Ossau, pour m'avoir suivi tout au long de mon stage au Parc National, m'avoir enseigné leurs savoirs sur la faune pyrénéenne et particulièrement sur l'Aigle royal dans le secteur. Je les remercie aussi de leur disponibilité pour avoir su prendre une, voire plusieurs, journée pour m'amener sur le terrain.

Le **Secteur du VAL D'AZUN** et de la **VALLEE D'ASPE**, pour m'avoir reçu et transmis les informations nécessaires pour la réalisation de mon travail.

M. LAPENU, Responsable du système d'information géographique – paysage, pour avoir pris de son temps pour m'aider dans ma démarche, pour m'avoir appris à utiliser un logiciel de SIG et permis de réaliser ma mission.

M. TENTELIER, chercheur UMR Ecobiop, pour avoir pu répondre à mes nombreuses questions concernant l'écologie de l'espèce.

M. PEREIRA DIAS, M. MAICHER, collègues stagiaires, pour m'avoir aidé dans certaines de mes missions.

Je souhaite également remercier les enseignants et intervenants extérieurs qui nous ont dispensé leur savoir dans leurs domaines de compétences.

Enfin je ne manquerai pas de remercier tout le personnel administratif de l'UPPA qui nous a permis d'évoluer dans les meilleures conditions.

Pour terminer, je tiens à remercier ma famille et mes amis pour m'avoir aidé tout au long de mon stage.

Avant-propos :

Le stage s'est déroulé sur quatre mois en convention partagée entre le Parc National des Pyrénées (PNP) et le Groupe Ornithologique des Pyrénées et de l'Adour (GOPA).

Le PNP a été créé par décret le 23 mars 1967. Au vu de la nouvelle loi de 2006 sur les Parcs nationaux, un nouveau décret, signé en 2009, organise le fonctionnement de l'établissement. Ce territoire s'étend sur une centaine de kilomètres du gave d'Aspe dans les Pyrénées-Atlantiques à la Neste d'Aure dans les Hautes-Pyrénées. Son périmètre répond à des logiques mêlant écologie et politique, ce qui explique sa faible largeur et son implantation en altitude.

On distingue deux zones géographiques : le cœur de parc et l'aire d'adhésion (annexe 1 : *carte du PNP*).

La première de 457 km² est située en amont dans le territoire du PNP. Elle est dépourvue d'habitant permanent et fait l'objet d'une réglementation spécifique. Les activités traditionnelles telles que le pastoralisme et la sylviculture sont développées dans cette zone dans le respect de la faune et de la flore.

La deuxième zone géographique de 2 064 km² répartie sur six vallées (Aspe, Ossau, Azun, Cauterets, Luz et Aure) est composée de quatre-vingt-six communes au développement économique diversifié (agriculture, forêts, pastoralisme, thermalisme, tourisme d'été et d'hiver, industrie, services et tertiaire). Une charte de développement durable à l'instar des parcs régionaux s'appliquera, avec la volonté et l'accord des populations locales, sur les deux zones. Elle permettra de concilier protection et développement territorial. Malgré la forte densité humaine, cette zone renferme également d'exceptionnelles richesses naturelles et culturelles.

Le PNP est avant tout un territoire au patrimoine naturel et culturel qu'il se doit de connaître pour évaluer le caractère exceptionnel de celui-ci. Il est dans les priorités du PNP de pouvoir établir des plans de gestion et de conservation du patrimoine naturel. Enfin, il est aussi une interface entre l'usager et le milieu naturel. Toute l'année, des animations d'éducation à l'environnement sont organisées dans les maisons du PNP et de nombreuses actions pédagogiques pour les scolaires sont menées sur le terrain.

Pour les actions naturalistes, le PNP est soutenu par les associations locales, grâce à une convention de travail. Parmi elles, le GOPA intervient régulièrement dans les comptages de grands rapaces en vallée d'Aspe, Ossau et Val d'Azun. Le GOPA est une association Loi 1901, créée en octobre 2000. Sa mission vise à améliorer les connaissances ornithologiques des Pyrénées occidentales à partir d'un réseau d'observateurs bénévoles. Son domaine d'action s'étend sur tout le sud-ouest délimité par la réserve d'Arjuzanx (Landes) au nord et l'extrémité est du bassin versant de l'Adour (annexe 2 : *Domaine d'action du GOPA*). Ce grand territoire permet à l'association d'organiser de nombreuses études sur l'avifaune des Pyrénées occidentales et du Bassin de l'Adour et diffuser leurs connaissances par l'intermédiaire d'une revue ornithologique de terrain *Le Casseur d'Os*.

Sommaire :

Introduction	1
1. Matériels et méthodes	2
1.1. Espèce étudiée : l'Aigle royal	2
1.2. Contexte géographique et historique de la zone d'étude	3
1.3. Etat de la population d'Aigle royal et répartition spatiale dans le secteur de la vallée d'Ossau.....	4
1.4. Etudes de l'environnement des sites de reproduction	6
1.5. Etudes des territoires des couples d'Aigles royaux en vallée d'Ossau et vallées limitrophes .	8
1.6. Etudes statistiques	8
2. Résultats et Discussions	9
2.1. Etat de la population d'Aigle royal dans la vallée d'Ossau.....	9
2.2. Typologie des sites de reproduction.....	13
2.3. Typologie des territoires.....	16
CONCLUSION.....	18

INTRODUCTION

L'Aigle royal *Aquila chrysaetos*, est l'un des plus grand rapaces pyrénéens (1,90 à 2,20m d'envergure et ± 5 kg). Cette espèce holarctique est largement représentée en Europe. Il existe néanmoins des projets de réintroduction comme celui réalisé en Irlande. Mais si cet oiseau n'est plus une espèce sensible, cela n'a pas été toujours le cas.

Au cours des années 1900 les rapaces étaient considérés comme nuisibles et ont été persécutés activement par des battues, piégeages et empoisonnements. Il a fallu attendre les années 1970 pour que des lois comme l'arrêté du 24/04/1972 abrogeant la chasse des rapaces.

Sa large répartition dans l'hémisphère nord couvre de nombreux habitats différents selon les régions : toundra arctique, forêts boréales, taïga, régions subdésertiques, etc. Ce caractère ubiquiste affirmé permet de dire que l'Aigle royal est une espèce très plastique. C'est sans doute ce qui lui a permis de se réfugier, au cours des années de persécution, dans des régions à faible densité humaine comme la montagne. Malgré les conditions extrêmes de ces milieux, des petites populations ont pu survivre à l'abri de toutes menaces. En France, initialement présent en plaine il est désormais présent seulement dans les Alpes, le sud du Massif Central (Cévennes), la Corse et les Pyrénées. Ce changement de niche écologique est la conséquence des cent cinquante ans de persécution par l'homme. Désormais, on compte en France 390 à 450 couples répartis sur quatre massifs montagnards nettement différents par leurs climats, leurs biotopes et leurs biocénoses.

Depuis la création du PNP en 1967, le secteur de la vallée d'Ossau compte peu de données naturalistes sur l'Aigle royal. Ceci s'explique en partie par la technicité du terrain, la perte des données gardées par d'anciens agents partie en retraite et jamais archivées. D'autre part, l'Aigle royal n'étant pas une espèce prioritaire, le PNP s'est longtemps focalisé sur d'autres espèces comme l'isard *Rupicapra pyrenaica*.

Aujourd'hui, l'Aigle royal fait l'objet d'un suivi naturaliste organisé. Dans ce contexte de conservation, le PNP s'engage aujourd'hui à renseigner des Zones de Sensibilité Majeure (ZSM) qui correspondent aux aires de rapaces actives avec un périmètre de sécurité d'environ 500m de rayon. Ceci est particulièrement utile pour la protection, notamment par rapport aux survols lors des héliportages qui concernent le pastoralisme, l'activité hydroélectrique, le ravitaillement des refuges et le secours en montagne. Pour atteindre les objectifs, il est donc nécessaire de posséder une bonne connaissance de la population d'aigles présents.

Une étude des caractéristiques de l'habitat de l'Aigle permettrait d'anticiper les zones d'installations favorables dans le secteur et peut être améliorer les rendements de prospection.

Dans ce contexte, les objectifs de mon stage seront donc de répondre aux problématiques suivantes :

En 2013, comment la population d'Aigles royaux est-elle répartie dans la vallée d'Ossau ? Est-il possible d'établir une typologie des sites de reproduction voire des territoires des Aigles royaux ?

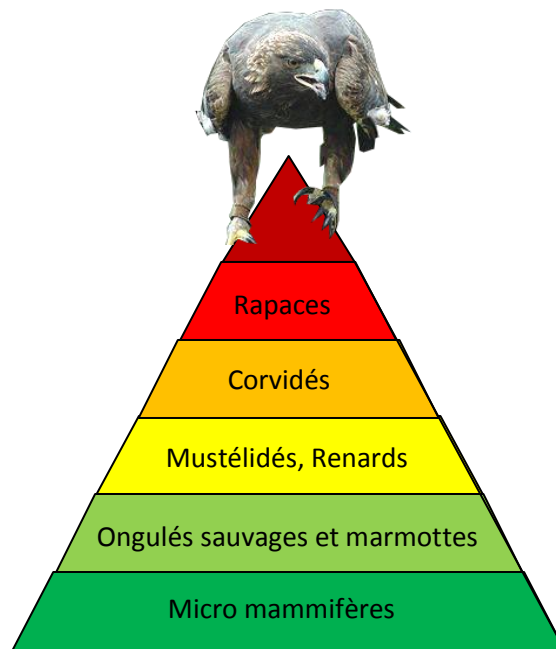


Figure 1 : Représentation pyramidale de la chaîne trophique de l'Aigle royal

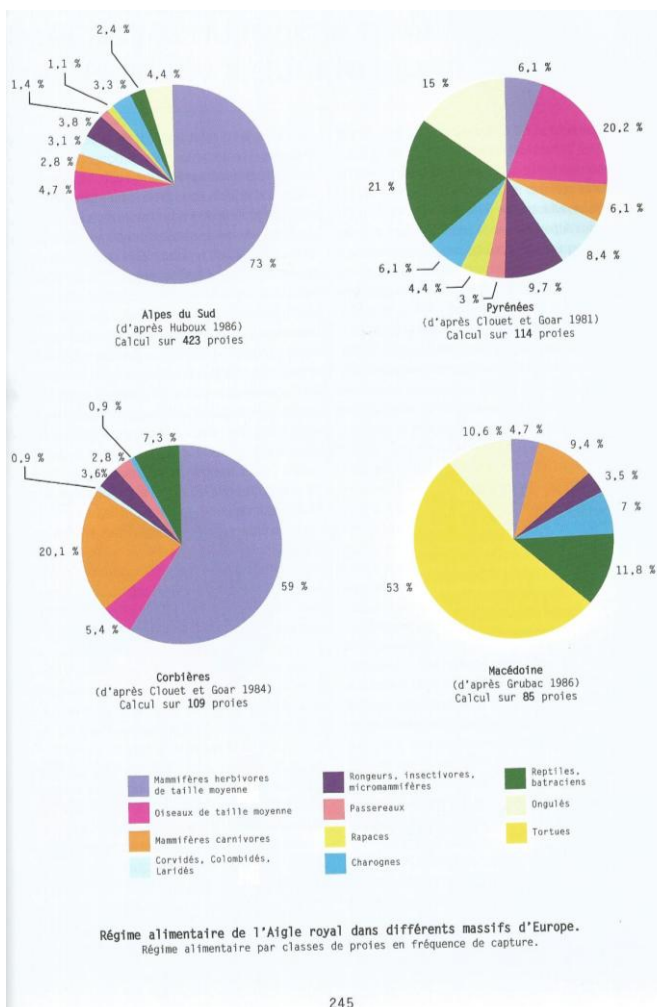


Figure 2 : Régime alimentaire de l'Aigle dans les Pyrénées – source : L'Aigle royal, biologie, histoire et conservation, situation dans le Massif Central. Biotope.

La première partie de ce rapport permettra de déterminer le nombre de couples territoriaux présents en vallée d'Ossau et de recenser leurs aires anciennes ou actives. L'intérêt est de bien connaître la population afin de cerner les exigences environnementales des Aigles royaux.

En effet, la deuxième partie de ce rapport tentera de mettre au point une typologie des sites de reproduction et des territoires des couples d'Aigles royaux. L'objectif final sera d'estimer les sites potentiels d'accueil pour cette espèce en vallée d'Ossau.

Enfin, ce stage s'inscrit dans une démarche orchestrée par l'organisme Parc Nationaux de France (PNF) qui vise à homogénéiser les données naturalistes de l'Aigle royal des différents parcs nationaux. Le stage s'intègre également dans un projet du GOPA qui recherche à établir une typologie des sites de reproduction et des habitats de l'Aigle Royal sur les Pyrénées occidentales.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Espèce étudiée : l'Aigle royal

L'Aigle royal *Aquila chrysaetos*, fait parti de la famille des Accipitridés qui rassemble la majorité des rapaces diurnes. Il fait partie des grands rapaces et reste considéré comme une espèce patrimoniale des Pyrénées au même titre que le Gypaète barbu *Gypaetus barbatus*, le Vautour fauve *Gyps fulvus* et le Vautour percnoptère *Neophron percnopterus*. De surcroit, l'Aigle royal est un super prédateur du fait de sa position dans la chaîne trophique (figure 1 : Représentation pyramidale de la chaîne trophique de l'aigle royal) et de l'étendue de son régime alimentaire qui comprend les rongeurs, reptiles, mammifères herbivores et carnivores, corvidés, gallinacés et rapaces (Clouet et Goar 1981). (figure 2 : Régime alimentaire de l'Aigle dans les Pyrénées – source : L'Aigle royal, biologie, histoire et conservation, situation dans le Massif Central. Biotope).

A l'âge adulte (5 à 6 ans), les oiseaux cherchent un partenaire à qui ils seront fidèle toute leurs vie. Les parades des Aigles royaux débutent à partir du début du mois de janvier. Le couple occupe un territoire qu'ils défendent activement. La réussite de la reproduction dépend de la richesse de ce dernier (élevage des aiglons, etc.). La défense des limites de territoire contre les couples reproducteurs voisins s'effectue par des vols ondulants appelés « festons » (Harmata 1982, Collopy & Edwards 1989).

La reproduction chez l'Aile royal est une succession d'étapes qui se déroulent pendant un ans. Du mois de janvier jusqu'à la fin du mois de mars, le couple construit plusieurs nids, appelés aires, qui sont répartis sur leur territoire. Ce rapace peut ainsi construire jusqu'à dix aires le plus souvent sur milieu rupestre. En Europe, d'après Watson (1997), moins de 10% des aigles royaux utilisent des arbres pour la nidification. Ces aires sont construites de branches de hêtre et de sapin. Elles peuvent mesurer en moyenne entre 0,5 à 1 mètre de hauteur et 1 à 1,5 mètre de diamètre pour un volume de 0,9 à 1,8m³ (Watson 1997). Chaque

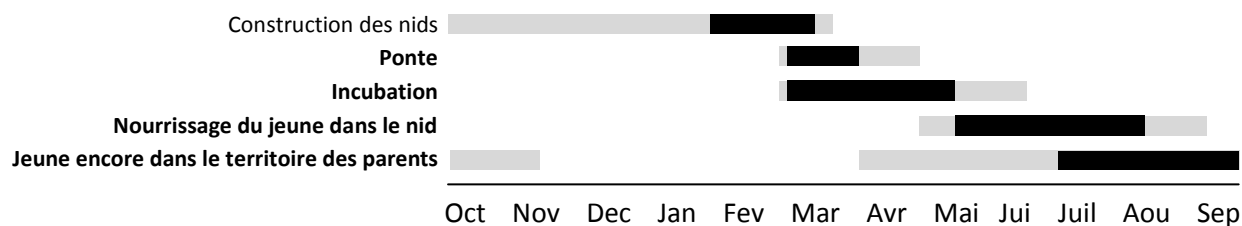


Figure 3 : Cycle annuel de l'Aigle Royal en Ecosse (Watson 1997). Par rapport à l'Ecosse, on constate sur le terrain un léger décalage dans les Pyrénées Atlantique sur le cycle de vie de l'Aigle Royal.



Figure 4 : Carte de la vallée d'Ossau.

année, s'il s'agit du même couple, les aigles rechargent les nids de branches de hêtre si celui-ci est dégradé, sinon, ils apportent seulement des rameaux de sapins. L'hypothèse proposée par certains naturalistes est que les résineux ont des propriétés bactéricides qui assainissent l'aires (Ricaud B. 2009). Ensuite, La femelle choisit le nid le plus adéquat pour la couvaison et l'élevage des aiglons. Les autres aires permettent de marquer leur territoire.

A partir de la fin du mois de mars et ce pendant près de quarante-cinq jours, la femelle (principalement) couve un à deux œufs pondus à trois ou quatre jours d'intervalle. A terme, il est rare que deux aiglons soient élevés à cause du caïnisme (comportement conduisant à la mort de l'aiglon le plus jeune). Ce comportement dépend énormément des ressources trophiques (Ricaud B. 2009). Au bout de quatre mois, l'aiglon quitte le nid et vole aux cotés de ses parents jusqu'au mois de novembre voire plus longtemps si le couple ne se reproduit pas à nouveau ([figure 3 : Cycle annuel de l'Aigle Royal en Ecosse \(Watson 1997\)\)](#).

Cette espèce occupe différents habitats dans le monde qui varient en fonction de la morphologie des paysages, des faciès de végétation et de la ressource trophique. Les Pyrénées occidentales offrent un milieu d'exception qui se distingue des autres massifs, de part son axe ouest/est qui offre une orientation nord/sud de la plupart des vallées, par l'influence atlantique et méditerranéenne et de nombreuses espèces endémiques.

1.2. Contexte géographique et historique de la zone d'étude

La vallée d'Ossau se trouve dans les Pyrénées-Atlantiques (64). Elle est frontalière avec les Hautes-Pyrénées (65) à l'est, l'Espagne au sud et la Vallée d'Aspe à l'ouest. On retrouve dans cette vallée une zone périphérique très étendue ainsi qu'une zone cœur assez conséquente comparé aux autres secteurs ([figure 4 : Carte de la vallée d'Ossau](#)).

Le secteur héberge une importante diversité d'habitats. Il s'étend sur un dénivelé de 400 mètres à 2974 mètres où culmine le Pallas (2974m) et le pic du midi d'Ossau (2885m), le sommet volcanique emblématique de la région. On y retrouve presque tous les étages altitudinaux : l'étage collinéen au nord de 400 à 900 mètres où est concentrée la majeure partie de la population ossaloise, l'étage montagnard de 900 à 1800 mètres, essentiellement forestier formé de hêtres, *Fagus sylvatica*, et sapins, *Abies alba*, l'étage subalpin de 1800 à 2400 mètres avec une végétation formée de forêt claire de pins à crochet, *Pinus uncinata*, landes de rhododendrons ferrugineux, *Rhododendron ferrugineum*, et bouleaux, *Betula pendula*, enfin l'étage alpin de 2400 à 2900 mètres avec une végétation basse tel que le saule herbacé, *Salix herbacea*, (<http://www.parc-pyrenees.com>). En fonction de l'exposition (ubac/adret) les limites de végétations sont légèrement modifiées.

Le secteur PNP-Ossau est en fait partagé en deux vallées principales: une glacière dominée par le pic du Midi d'Ossau et une fluviale à l'est plus encaissée, la vallée de l'Ouzom. En été les deux vallées communiquent par la liaison entre le col du Soulor et le col d'Aubisque. L'hiver l'accès est fermé par sécurité à cause du risque d'avalanche. De ce fait, il existe un accord tacite signé entre le secteur de la vallée d'Ossau et celui du val d'Azun pour que ce dernier s'occupe de la gestion de la vallée de l'Ouzom. Ainsi deux couples d'Aigles royaux présents dans le secteur de la vallée d'Ossau sont suivis par les agents du val d'Azun.

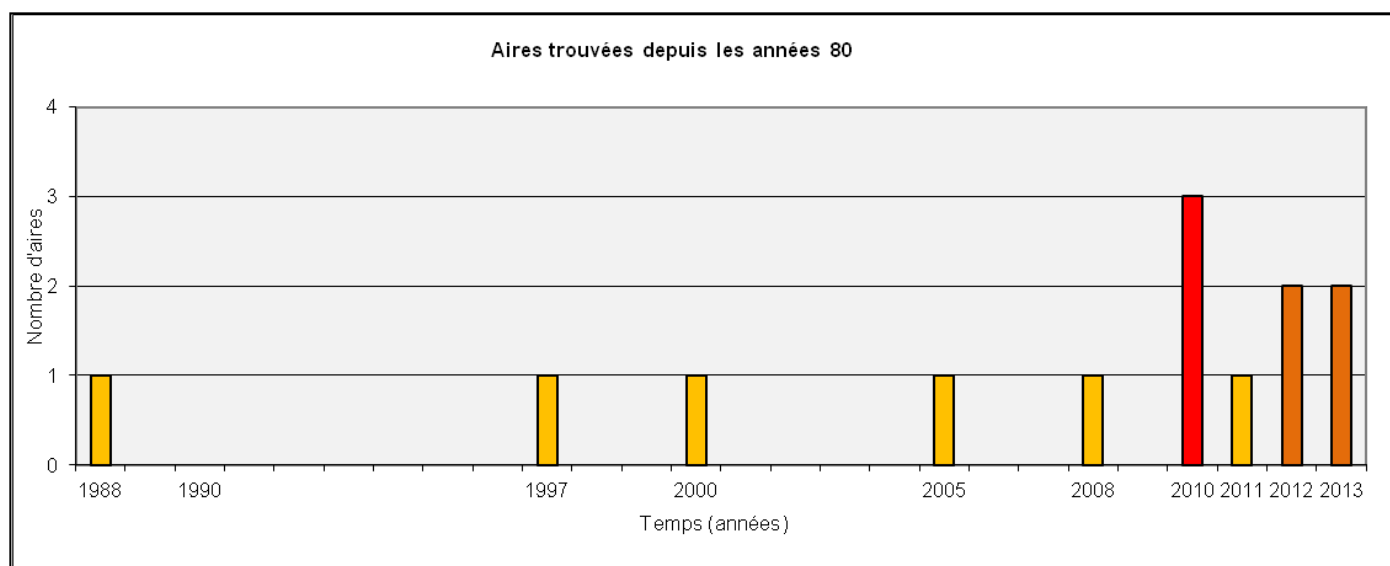


Figure 5 : taux de découverte d'aires d'Aigles royaux en vallée d'Ossau de 1988 à 2013

La vallée d'Ossau héberge une grande richesse faunistique. Depuis 1967, les agents de terrain du PNP ont dû inventorier les effectifs de chaque espèce présente. L'Aigle royal n'étant pas une espèce sensible, il ne pouvait pas être au centre des priorités. Ainsi, avant les années 1980, seulement deux aires étaient connues en vallée d'Ossau, en cœur de parc. A partir des années 1990, l'intérêt des agents de terrain pour l'Aigle royal s'est développé et les premières données de reproduction de quelques couples ont été récoltées sur l'ensemble du territoire. La découverte de dix aires en vingt ans avec un record de trois aires trouvées en 2010 montre l'intérêt croissant du PNP pour cette espèce ([annexe 3 : historique de la population d'Aigle royal en vallée d'Ossau de 1988 à nos jours](#), [figure 5 : taux de découverte d'aires d'Aigle royal en vallée d'Ossau de 1988 à 2013](#))

Les actions de prospection et de suivi menées en 2012 ont fait état de six couples et quinze aires considérées comme appartenant aux couples présents. Aujourd'hui, malgré les nombreux comptages annuels entre les agents du secteur d'Ossau et les adhérents du GOPA, grâce à une convention de travail, le nombre de couples connus dans la vallée n'est probablement pas exhaustif.

1.3. Etat de la population d'Aigle royal et répartition spatiale dans le secteur de la vallée d'Ossau

A ce jour, la donnée naturaliste de terrain est la meilleure façon de se rendre compte de la présence ou de l'absence d'une espèce. C'est pour cela que chaque année en vallée d'Ossau des comptages sont organisés d'un commun accord entre le PNP et le GOPA. Ces missions sont menées dans le courant du mois de mars jusqu'à la moitié du mois d'avril. Cette période correspond à l'activité nuptiale des couples d'aigles royaux au cours de laquelle les deux individus laissent échapper des indices quant à leurs volontés de se reproduire.

1.3.1. Prospections et comptages

Dans un premier temps, les prospections sont organisées à l'échelle de la vallée pour se rendre compte de la densité en aigles royaux et la formation des couples. Pour l'occasion, d'importants moyens humains sont mis en place. Stagiaires, agents du PNP, et adhérents du GOPA sont sollicités pour ce genre d'opération. Chacun est équipé d'une paire de jumelles 8x ou 10x, d'une longue-vue monoculaire 20-60x ou 30x montée sur trépied et d'un poste portatif de radio-communications. Une fiche de saisie normalisée est généralement remise à chaque équipe ([annexe 4 : fiche de renseignements de comptage d'Aigle royal](#)). Les observateurs sont placés à des points stratégiques où la visibilité est maximale et principalement en fond de vallon pour une meilleure qualité de détection (le repérage des oiseaux sur fond de ciel est plus aisée que sur fond de végétation ou sur les parois d'une falaise).

Généralement, les prospections se déroulent sur plusieurs journées (au moins deux par ans) afin de couvrir le haut et le bas de la vallée (l'ensemble de la vallée est difficile à couvrir en une seule fois).

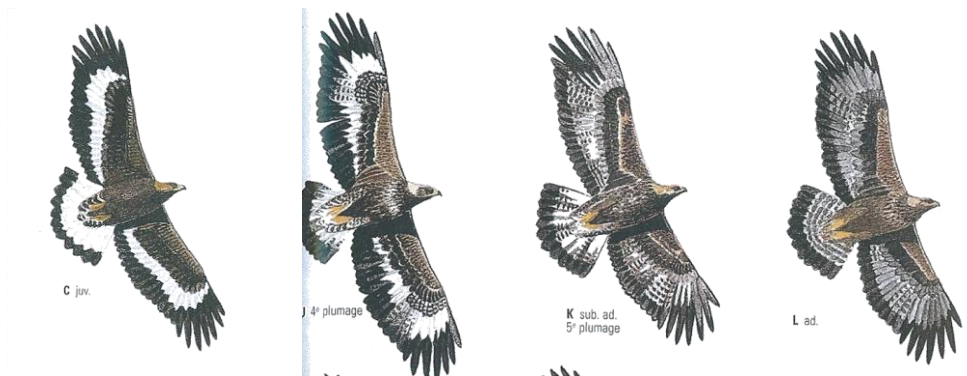


Figure 6 : les différents plumages de l'Aigle royal (de la gauche vers la droite): juvénile, immature, sub-adulte, adulte parfait - source : guide des rapaces diurnes de Benny Gensbol.

A partir du moment où l'on dispose de données naturalistes suffisamment précises pour supposer la présence d'un couples territoriaux dans un secteur, une équipe réduite de deux ou trois observateurs est envoyée sur le site pour confirmer la présence du couple et constater la recharge d'une ancienne aire (présence de branche de résineux) ou la présence d'une nouvelle aire.

1.3.2. Identification des individus de chaque couples territoriaux

A l'issu de ces prospections, il faut être capable d'identifier les oiseaux (âge, sexe), les couples territoriaux, et l'aire qui sera utilisée pour la reproduction. Tous ces renseignements sont obtenus grâce à de nombreux indices.

L'âge de l'Aigle royal peut être déterminer en fonction de son plumage. En effet on distingue globalement quatres plumages différents : juvénile, immature, sub-adulte, adulte parfait ([figure 6 : les différents plumages de l'Aigle royal - source : guide des rapaces diurnes de Benny Gensbol](#)). Le dimorphisme sexuel de l'Aigle royal présent entre le mâle (plus petit) et la femelle (plus grande) permet de déterminer le sexe des oiseaux observés. Néanmoins, ce renseignement est très délicat à déterminer, et nécessite de très bonnes conditions d'observations (oiseaux côte à côte, accouplement).

Les couples territoriaux se distinguent des autres par la défense active d'un territoire. Les « festons » sont des vols acrobatiques rythmés par des piqués et des remontées soudaines. Cette voltige aérienne permet de marquer leur territoire. C'est aussi un vol de parade nuptiale. L'accouplement peut également être un indice de présence d'un couple territorial. D'après Marzluff et *al.* (1997), l'accouplement est réalisé sur le territoire a proximité de l'aire (distance moyenne de 1200 à 1500 mètres du nid).

Enfin, la construction ou l'entretien d'anciennes aires est un indice de poids quant à la présence d'un couple territorial. Les aires trouvées sont géo-localisées à partir de photos aériennes superposées à une carte IGN (manipulation faites à partir du site Géoportail). A ce moment de l'année, le couple recherche activement des branches de hêtre et de sapin qu'ils transportent jusqu'à l'aire.

Une fois les couples reproducteurs identifiés on suit la reproduction jusqu'à l'envol du ou des jeunes. Dans le cadre de mon stage, le temps qui m'a été imparti ne me permettra pas de constater les envols des jeunes qui s'échelonneront du début juillet à la mi-août, soit environ 79 jours après leurs naissances (Ricaud B. 2009).

1.3.3. Estimation des territoires

Les territoires sont contenus dans les domaines de vols. Les Aigles royaux construisent habituellement deux à trois aires mais parfois jusqu'à douze pour un même couple qu'ils répartissent sur leur territoire (Watson 1997). Ensuite, chaque couple dessine un domaine de vol où la tolérance avec les autres oiseaux est plus importante. Pour l'Aigle royal, les domaines de vol se chevauchent (Watson 1997), ainsi il n'est pas rare de voir quatre aigles voler dans un même endroit sans marque d'agressivité, car les zones de chevauchement sont

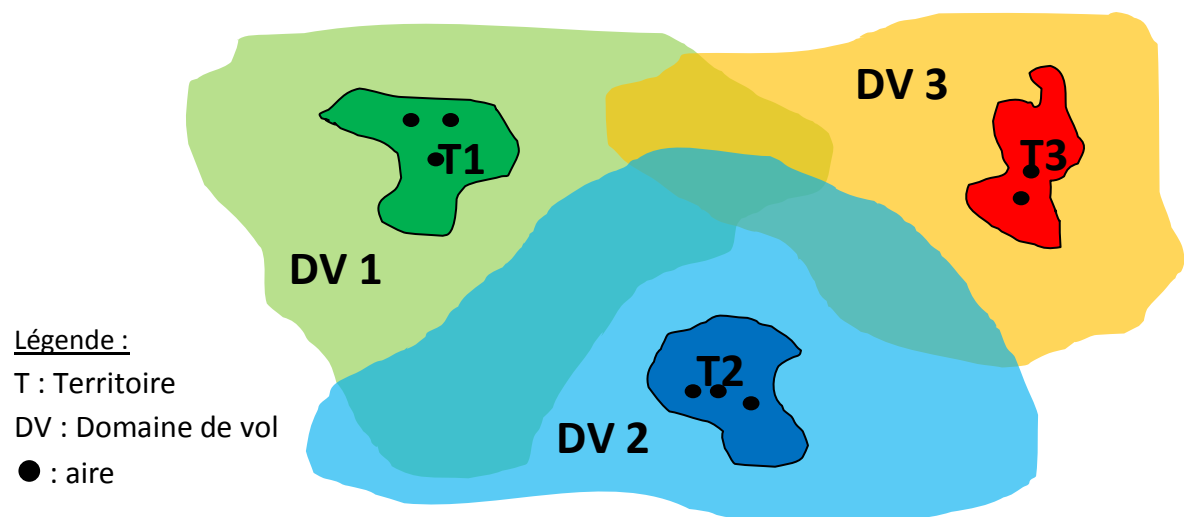


Figure 7 : Schéma de l'organisation des territoires et domaines de vols.

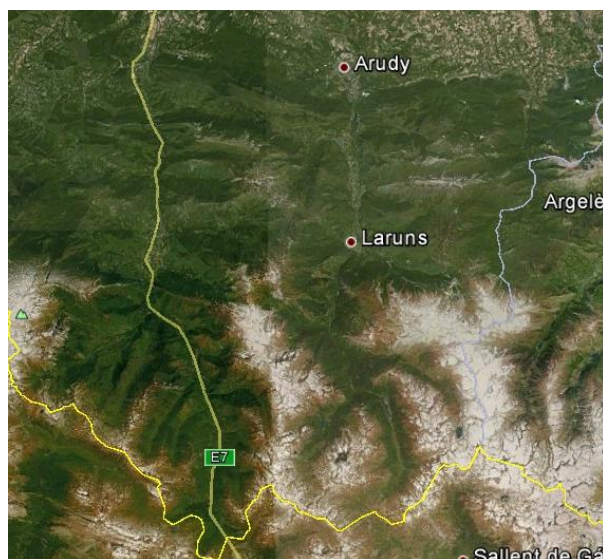


Figure 8 : Carte de la zone d'étude – source : Google Earth.

Variable	Type de données	Méthode de capture	Unité
Type de support	Qualitative nominale	Terrain	/
Nature du support	Qualitative nominale	SIG	/
Orientation	Qualitative nominale	SIG	/
Présence d'un surplomb	Qualitative nominale	Terrain	/
Altitudes	Qualitative discrète	SIG	m
Hauteur du support (arbre ou falaise)	Qualitative continu	Terrain	m
Position de l'aire sur le support	Qualitative ordinale	Terrain	/
Pente aux environs de l'aire	Quantitative continu	SIG	Degré
Caractéristique du site	Qualitative nominale	Terrain	/
Environnement végétal sur un rayon de 100m	Qualitative discrète	SIG	km ²
Distance entre nids de même territoire	Qualitative discrète	SIG	m
Distance entre nids différents	Qualitative discrète	SIG	Km

Tableau 1 : Renseignements des caractéristiques d'une aire et de son environnement.

des zones de tolérance souvent loin de leurs territoires ([figure 7 : Schéma de l'organisation des territoires et domaines de vols](#)).

Pour identifier les territoires, il est important d'être capable de reconnaître les individus du couple considéré à partir des indices présentés précédemment. A ce jour, la meilleure façon d'obtenir précisément le détail l'activités et le mouvement des aigles est d'équiper les oiseaux de radio transmetteur (Watson 1997). Sans ce matériel, il est difficile de caractériser le territoire d'un couple. Cela requière des informations de domaines vitaux qui sont chères et chronophages à collecter. Dans ces conditions, nous définissons cette notion de territoire par une zone géographique où un ou plusieurs nids sont trouvés et appartiennent au même couple territorial, à savoir deux individus qui défendent activement ce territoire.

Pour avoir une notion des territoires occupés par les couples d'Aigles royaux en vallée d'Ossau, seul la modélisation, à l'aide de Système d'Information Géographique (SIG), peut donner une idée partielle de la répartition spatiale.

1.3.4. Modélisation des territoires

Par manque de données naturalistes sur les territoires de chaque couples nous ne pouvons pas tracer précisément un éventuel territoire, ni appliquer une modélisation par logiciel SIG tel que la méthode de Kernel. Ainsi la méthode, qui a été adoptée dans le cadre de cette étude, consiste à réaliser un centroïde, entre les aires d'un même couples, auquel on applique une zone tampon, d'un rayon correspondant à la moitié de la distance la plus proche entre deux centroïdes (Kochert et al 1999). L'intérêt est que le territoire de l'Aigle royal soit compris dans la zone étudiée. Cette méthode permet d'avoir visuellement sur une carte une idée partielle des territoires utilisés en vallée d'Ossau, et peut être se rendre compte des sites potentiels qu'il reste à coloniser.

De surcroit, cette méthode sera utilisée pour l'étude des caractéristiques environnementales des territoires.

Pour les deux études de typologie qui vont suivre, je ne me contenterai pas seulement des couples ossalois mais également des vallées limitrophes dont les territoires sont susceptibles de chevaucher sur les deux vallées. Cette prise en compte est indispensable pour estimer les espaces libres en vallée d'Ossau. De ce fait, la zone d'étude s'étend de la rive droite de la vallée d'Aspe à la rive gauche du gave d'Arrens dans le val d'Azun (65) ([figure 8 : carte de la zone d'étude](#)).

1.4. Etudes de l'environnement des sites de reproduction

L'étude des sites de reproduction prend en considération le nid et une surface de 100 mètres de rayon autour. Le rayon de 100 mètres a été définis par Fabrizio Sergio et al. (2006). Il correspond simplement à la distance nécessaire et suffisante pour étudier les environs d'une aire d'Aigle royal. Dans cette zone, on relève pour chaque aires une série de variables environnementales qui permettront de caractériser les sites de reproductions ([tableau 1 : Renseignements des caractéristiques d'une aire et de son environnement](#)).



Figure 9 : Caractéristique de la falaise : a) falaise forestière b) falaise individualisée c) composante d'un versant rocheux

Pour cette étude, trente deux aires ont été analysées. Ces nids ont été bâtis et utilisés pour la reproduction de 1988 à 2013.

On distingue d'une part les informations propres à l'aire comme l'altitude, la géologie, le support, la présence d'un surplomb ou encore la position dans la falaise, d'autre part, on distingue les informations sur l'environnement immédiat de l'aire sur un rayon de 100 mètres où l'on relève le type de végétation, l'inclinaison, la hauteur de la falaise, et la caractéristique de la falaise : Falaise forestière ou composante d'un versant rocheux ou Falaise individualisée (figure 9 : Caractéristique de la falaise). D'après Watson (1997) le facteur principal influençant les sites de nidifications sont les prédateurs, mammifères carnivores et surtout l'Homme. Aussi, nous prendrons en compte la distance avec les aménagements humains les plus proches (voiries, station de ski, village, cabane).

La présence/absence de surplomb et support, la caractéristique de la falaise ainsi que la position de l'aire dans la falaise se font sur le terrain. La hauteur, reste difficilement mesurable sur le terrain et complètement biaisée sur SIG. Elle est estimée à vu d'œil ou parfois mesurée sur une carte IGN quand il s'agit de falaise importante. Pour le traitement des données, les hauteurs seront fractionnées en 8 classes : [15-29], [30-44], [45-59], [60-74], [75-89], [90-104], [150-164], [165-180]. Cette méthode ne permet pas d'avoir des données précises mais cela permet de distinguer différentes tailles et d'avoir une idée quant aux exigences des oiseaux sur la hauteur.

Les données obtenues par le SIG (MAP INFO et QUANTUM GIS), comme l'exposition, l'altitude, l'inclinaison sont fournies à partir d'une base de données numériques de terrain de l'Institut Géographique National (IGN). L'étude de la couverture végétale sur 100 mètres autour de l'aire se fait à partir de la trame verte et bleue. Il s'agit d'un outil d'aménagement du territoire qui vise à constituer un réseau écologique cohérent dans le cadre du Grenelle Environnement. On distingue six recouvrements végétaux : les bocages, milieux fermés (forêts), les milieux ouverts (estives), les minéraux, les zones urbaines, les zones humides. L'intérêt d'utiliser une telle information permettra de distinguer principalement les aires situées en milieu ouvert ou fermé / support végétal ou minéral. Les informations sur la géologie sont données à partir d'une carte fournie par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM). Ces dernières étant trop détaillées, j'ai simplifié les données à quatre groupes majeurs: Granite, Calcaire, Pérites et Eboulis.

Enfin, nous avons relevé sur IGN la distance entre les nids d'un même territoire et la distance entre les nids de territoire voisin. L'intérêt est de pouvoir déterminer la distance qui sépare deux territoires pour la modélisation sur SIG présentée précédemment. De plus, cette donnée nous permettra, à terme, d'anticiper la localisation de territoires potentiels en fonction de ceux qui seront connus.

Pour la vallée d'Ossau les données ont été collectées lors de la phase de prospection. Pour les vallées limitrophes les données naturalistes m'ont été transmises par le secteur de la vallée d'Aspe et du Val d'Azun.

Ce qui va vraiment suscité un intérêt de construction d'une aire pour l'Aigle royal c'est la qualité de son territoire, car son succès de reproduction en dépend étroitement (J. Watson, S.R. Rae, R. Stillman 1992). Ainsi, il est indispensable, si on veut mieux comprendre l'installation d'un couple d'Aigles royaux, d'étudier les territoires des couples actuellement connus en vallée d'Ossau et dans les vallées limitrophes.

1.5. Etudes des territoires des couples d'Aigles royaux en vallée d'Ossau et vallées limitrophes

Avec la méthode présentée dans la partie 1.3.4. *Modélisation des territoires* on obtient, pour chaque couple, des zones d'études de surfaces égales modélisant approximativement leurs territoires. Sur ces zones tampons seront ensuite étudiées différentes variables environnementales comme la couverture végétale, et les aménagements humains.

L'intérêt de connaître l'affinités des Aigles royaux pour certains sites de reproduction et territoires, en mettant en place une typologie, permettra peut être de pouvoir anticiper les prospections futures.

Une étude du régime alimentaire aurait été intéressante afin d'évaluer les ressources trophiques comprises dans les zones tampons (territoires). Cependant, dans le temps qui m'a été imparti pendant mon stage il n'était pas possible de réaliser ces inventaires.

Néanmoins, la typologie réalisé à l'aide du logiciel SIG MAP INFO et QUANTUM GIS repose d'une part, sur l'étude de la couverture végétale à partir d'une carte des Unités Elémentaires de Paysages (UEP), mise au point par le PNP. Ceci permettra de mettre en évidence les habitats qui sont probablement recherchés par l'Aigle royal. La carte des paysages prend en compte vingt-six faciès différent ([annexe 5: Légende des Unités Elémentaires de Paysages](#)).

D'autre part, sur la typologie prendra en compte les aménagements humains compris dans la zone tampon de chaque territoire. Du fait de la persécution dont l'Aigle royal a été victime, il est évident que la présence humaine représentée par les divers aménagements (voieries, lignes haute tension, station de ski, etc.) est un facteur déterminant pour le choix d'un territoire a fortiori d'un site de reproduction (Watson 1997 et David R.A. Mc Leod et al. 2002). Les divers aménagements sont d'une part renseignés par la carte des UEPs : village, carrières, station de ski, agglomération hors village, parkings, d'autre part, j'ai relevé sur SIG (avec fond de carte IGN) les routes principales et secondaires, les routes à moyenne viabilité et pistes forestières, et les lignes de hautes de tension et les remontées mécaniques qui représentent une nuisance aérienne pour ces grands rapaces.

1.6. Etudes statistiques

Dans un premier temps, les données seront organisées, à l'aide du logiciel Excel, en un tableau complexe de données. Sur ce même logiciel seront exécutés tous les calculs propres à l'étude statistique descriptive (modes, moyennes, médianes, écart types, quartiles, graphiques).

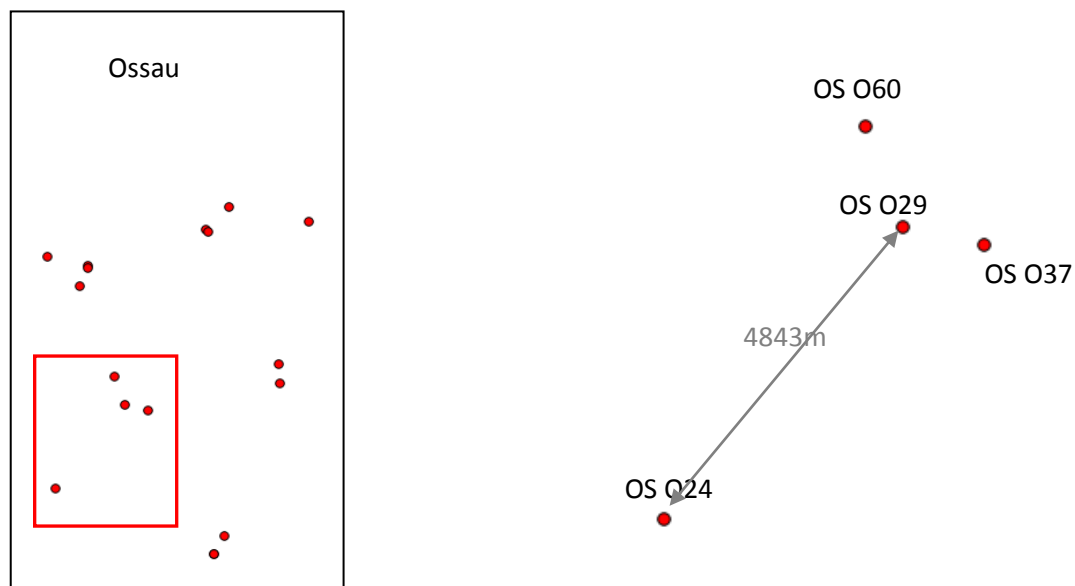


Figure 10 : Répartition des aires connues en vallée d'Ossau.

Tableau 2 : Distance entre nids de même territoire et entre nids de territoires voisins.

	Résultats
Distance entre nids de même territoire	Moyenne = $692 \pm 789\text{m}$
Distance entre nids différents	Moyenne = $5511 \pm 1112\text{m}$
Distance OS029-OS023	4843m

Dans un second temps, pour la typologie des sites de reproduction nous ferons une analyse multivariée de Hill et Smith. Ceci permettra d'obtenir des corrélations entre les variables. Pour la typologie des territoires, n'ayant que des variables quantitatives, une analyse en composantes principales sera calculée à partir du logiciel R (2.15.2). L'intérêt de cette méthode statistique est de fournir une représentation de la population décrite par un ensemble de caractères dont les modalités sont quantitatives, à l'instar des différents faciès de végétations et les aménagements humains.

2. RESULTATS ET DISCUSSIONS

2.1. Etat de la population d'Aigle royal dans la vallée d'Ossau

2.1.1. Résultats des prospections

Après de nombreux comptages nous avons identifiés quatre couples et leurs aires respectives (Balour, Soussouéou, Estrémère, Bitet).

Dans le secteur de Bious Artigues, quatre aires sont connues, mais les données naturalistes ne permettent pas de savoir si elles appartiennent à un même territoire. Au vu de la carte de répartition des aires en vallée d'Ossau ([figure 10 : Répartition des aires connues en vallée d'Ossau](#)) et plus particulièrement de la distance entre OS023 d'une part et OS060, OS029, OS037 d'autre part il semblerait qu'il y ait deux territoires dans ce secteur. Il est difficile de définir un territoire sans la présence des oiseaux, d'autant que l'un des deux est difficile d'accès en saison hivernale. Cependant plusieurs observations nous portent à croire qu'il s'agit bien de deux territoires :

- Tout d'abord, la présence de quatre aigles, sans comportement agressif, vu ensemble dans le secteur, entre les deux « pseudo-territoires ». Ceci s'explique par le fait que les aigles étaient certainement présents sur une zone de chevauchement de domaine de vol où les aigles se tolèrent.
- De plus, après cinq jours de prospections et de suivis dans ce secteur, un couple (mâle au plumage parfait + femelle subadulte) semble être fidèle au territoire à proximité de l'OS 023. En outre, des vols en « festons », de ce même couple, ont été observés juste en amont des 3 autres aires, peut être pour marquer la limite de territoire...(Ricaud B. 2009).
- Les aires OS 029 et OS 023 ont été trouvées la même année alors que sur l'OS 029 les oiseaux étaient nicheurs.
- Enfin, à l'échelle de la zone d'étude (rive droite vallée d'Aspe, vallée d'Ossau, rive gauche du Val d'Azun) la distance moyenne entre les aires de même territoire et la distance avec le nid voisin le plus proche a été calculée ([tableau 2 : distance entre nids de même territoire et entre nids de territoires voisins](#)). Ces résultats nous permettent de voir que la distance entre OS 023 et les trois autres aires (4843 mètres) est proche de la distance moyenne calculée entre deux nids de couples

Tableau 3 : Résultats du suivi des couples territoriaux en vallée d'Ossau en 2013.

Couples	Aires	Recharge	Constat de la couvaison	Constat de la Naissance ou Echec	Nb. D'Aiglon	Constat de l'envol
Estrémère	OS 019	oui	27/03/2013	E : 3/06/2013		
	OS 020	non				
	OS 021	non				
Soussouéou	OS 045	oui				
	OS 061	oui	10/04/2013	N : 19/05/2013	1	
Balour	OS 023	non				
	OS 044	non				
	OS 057	oui	Pas de reproduction			
	OS 059	non				
Bitet	OS 038	non				
	OS 017	oui	21/03/2013	N : 3/06/2013	1	
	OS 058	non				
	OS 016	non				
Biscaü	OS 029	non				
Biscaü	OS 037	non				
Biscaü	OS 060	non				
Roumassot	OS 024	oui	Pas de reproduction			

: aire active pour l'année 2013

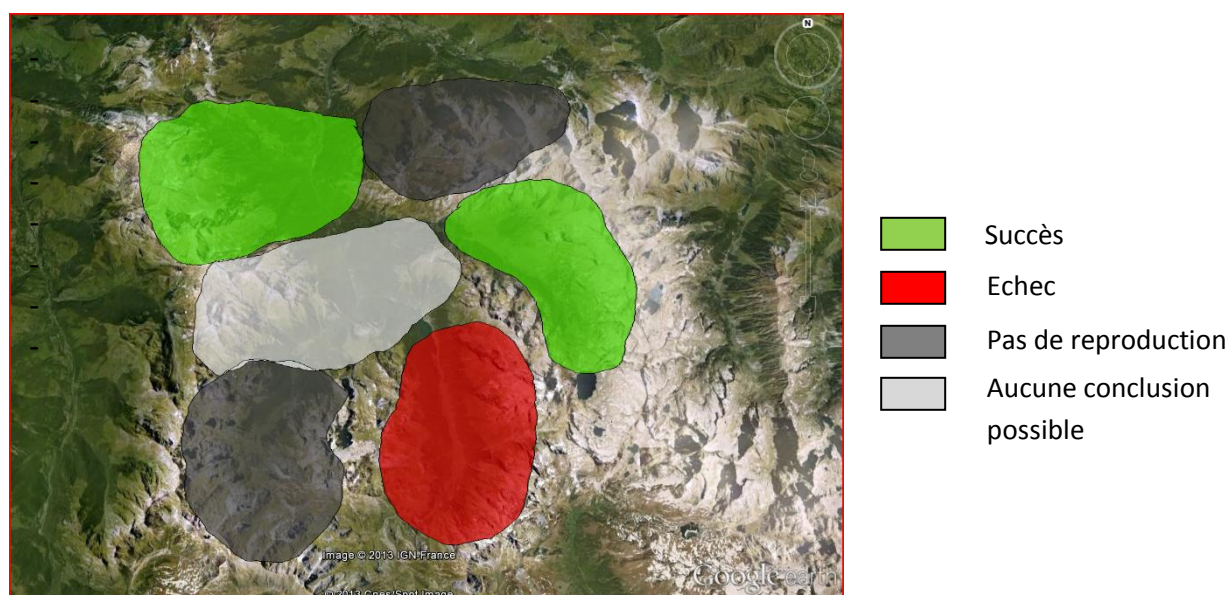


Figure 11 : Identification des couples dans la partie sud de la vallée et bilan de la reproduction en 2013. Les patatoïdes ne représentent ni les territoires ni les domaines de vols, elles sont utilisées pour la confidentialité des sites de reproduction et comme objets visuels pour rendre compte de la situation de la population.

différents (5511 ± 1112 mètres). En outre, cette mesure est nettement supérieure à la distance moyenne calculée entre deux nids d'un même territoire (692 ± 789 mètres).

Finalement en 2013, nous pouvons conclure à la présence de six couples territoriaux en vallée d'Ossau dont trois couples nicheurs ([tableau 3 : Résultats du suivi des couples territoriaux en vallée d'Ossau en 2013](#) et [Figure 11 : identification des couples dans la partie sud de la vallée et bilan de la reproduction en 2013](#)). Pour deux couples, la reproduction a été un succès car ils ont chacun donné naissance à un aiglon. Le troisième couple a échoué dans sa reproduction.

De ce fait, à partir de la méthode décrite en amont ([1.3.4. Modélisation des territoires](#)), nous avons modélisé les territoires avec des cercles de trois kilomètres de rayon (correspondant à la moitié de la distance entre deux centroïdes voisins) ([tableau 4 : Distance entre les centroïdes de territoires différents](#)). Ceci nous a permis d'obtenir une carte illustrant la répartition des couples territoriaux et l'occupation de la vallée d'Ossau pour cette population ([figure 12 : Modélisation des territoires d'Aigles royaux en vallée d'Ossau](#)). Cette carte prend en compte les couples des vallées limitrophes pour avoir plus de cohérence quant à la répartition de la population en vallée d'Ossau.

2.1.2. Discussion

Cette année, six territoires ont été contrôlés. Cinq d'entre eux ont révélé la présence de couples actifs. Néanmoins, seulement trois se sont reproduits, dont un ayant conduit à un échec. Lors de la couvaison de ce couple, d'important travaux ont été réalisés sur une route à proximité. Ce dérangement inhabituel est peut être une des raisons de cet échec (Ricaud B. 2009). En France, la population tend à croître depuis les années 1970 (Goar 2004). Pour les deux autres couples, l'absence de reproduction est probablement la conséquence de la densité-dépendance (augmentation du pourcentage de couple et baisse du succès de reproduction) (Fasce 2011).

Les résultats obtenus pour l'analyse des territoires, révèlent une forte concentration de couples territoriaux dans le haut de la vallée d'Ossau. La carte présentée précédemment ([figure 12 : Modélisation des territoires d'Aigles royaux en vallée d'Ossau](#)) permet de constater géographiquement qu'il reste cinq territoires potentiels.

A ce jour, l'inoccupation de ces cinq territoires ne peut s'expliquer autrement que par des hypothèses :

1- Manque de données naturalistes

Une des premières hypothèses, la plus évidente, est peut être le manque de données naturalistes, car à la création du PNP les agents ont porté leurs attentions sur d'autres espèces plus prioritaire que l'Aigle royal. De plus, par habitude la zone cœur suscite davantage d'intérêt pour les agents du PNP ce qui implique une pression d'observation plus faible dans le bas de la vallée.

2- Nature des territoires potentiels

Tableau 4 : Distance entre les centroïdes de territoires différents.

	RESULTATS													
Distances entre les centroïdes (km)	5,178	5,178	6,972	6,884	6,373	5,294	5,294	7,678	6,763	6,196	6,196	6,159	6,026	6,026
Moyenne	6,158													
Ecart type = s	0,753													
Variance = s ²	0,566													
Médiane	6,178													
Max	7,678													
Min	5,178													
Etendue	2,500													
Q1	5,477													
Q3	6,666													

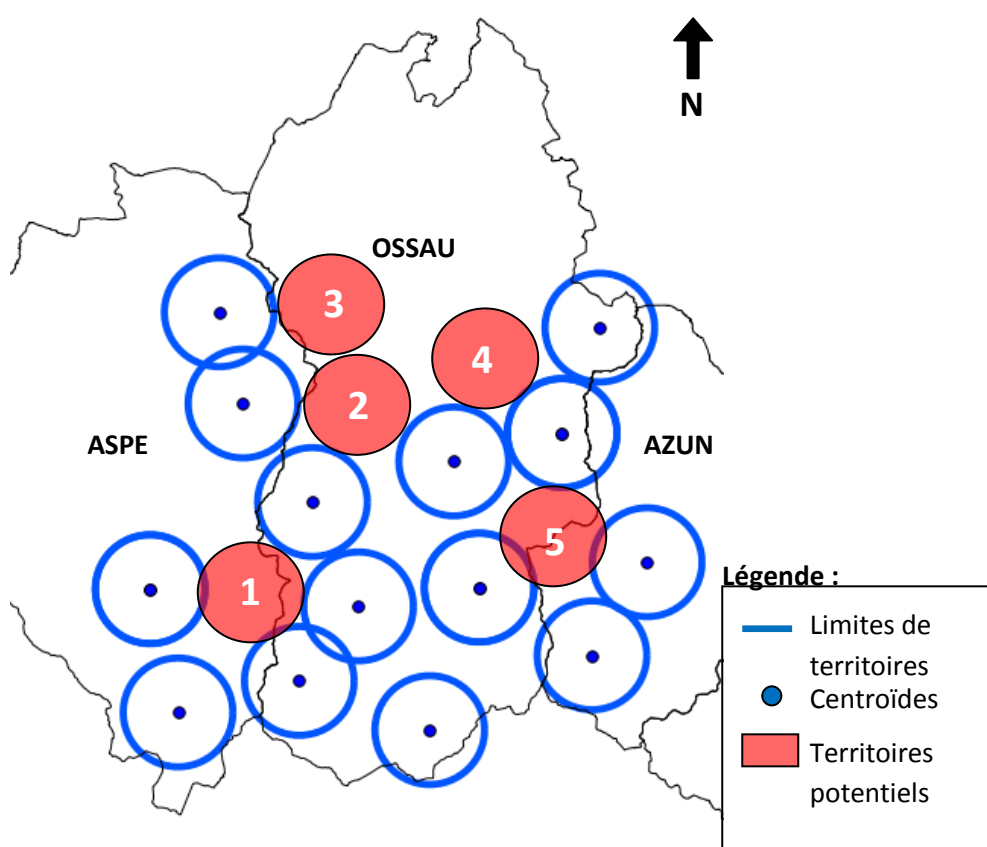


Figure 12 : Modélisation des territoires d'Aigles royaux en vallée d'Ossau et vallées limitrophes, réalisé sur le logiciel SIG : Quantum GIS.

L'absence de couples territoriaux d'Aigle royal dans les zones déterminées sur la figure 12 peut être la conséquence d'un milieu trop pauvre, trop haut en altitude, ou avec de faibles ressources trophiques. Par exemple, le nord de la vallée est fortement anthropisé, la présence de territoire supplémentaire est fortement compromise à ce jour, de part le manque de ressource trophique et surtout la forte concentration humaine. Néanmoins, comme l'explique Benny GENSBOUL dans son Guide des Rapaces Diurnes d'Europe, Afrique du Nord et Moyen-Orient, « Manifestement, l'Aigle royal est capable de s'adapter au monde moderne et il semble même qu'il puisse trouver des conditions d'existence favorables dans les steppes cultivées (sous entendu, les paysages issus de l'agriculture moderne) ». Des observations d'aigles ont été faites au nord de la vallée, certainement sont-elles le fait d'individus erratiques (un Aigle immature adopte un comportement erratique dans les cinq premières années de leurs vies en quête d'un partenaire et d'un territoire (Watson 1997)).

Pour valider l'hypothèse selon laquelle l'habitat des sites potentiels est responsable de l'absence d'aigles, il faut au préalable définir la typologie d'un territoire d'Aigle royal pour pouvoir comparer.

3- Compétition intraspécifique

Par manque de données naturalistes, on ne peut pas appliquer les équations différentielles classiques que l'on connaît pour mesurer la compétition intraspécifique, à savoir : $\frac{dN}{dt} = rN\left(\frac{K-N}{K}\right)$ avec $\frac{dN}{dt}$: taux d'accroissement de la population

r : taux d'accroissement individuel intrinsèque

N : effectif

K : capacité d'accueil

Néanmoins, la figure 12 met en évidence que les territoires d'Aigles royaux, centrés sur le centroïde des aires correspondantes, s'excluent d'une distance d'environ 6,158 km. Notons, que la modélisation des territoires comme elle a été faite ne donne qu'une idée partielle et ne représente pas la surface totale d'un territoire d'Aigle royal.

Cependant, cette distance correspond à ce que l'on peut trouver dans d'autres populations du monde (Alaska 6km - McIntyre 2006, Alpes Suisse 3 à 6 km - Haller 1982, Pyrénées Orientales 5 à 10 km - Clouet 1982). Cette donnée, limite l'occupation de la vallée d'Ossau car les territoires potentiels devront systématiquement être éloignés d'une distance moyenne de 6 km. L'espacement entre les territoires, ou les sites de nidifications de deux couples distincts, varie selon l'état de colonisation du milieu (Ricaud B., 2009). Ainsi, nous pouvons conclure que la compétition intraspécifique rentre en jeu quant à la répartition spatiale des territoires.

L'étude des relations entre les Aigles royaux de la vallée d'Ossau et des vallées limitrophes ne fait pas l'objet de ce rapport de stage, cependant la compétition intraspécifique est une hypothèse pouvant expliquer l'absence d'aigle royal dans la partie basse de la vallée.

4- Compétition interspécifique

La vallée d'Ossau est partagée en deux sites ([figure 13 : Partage de la vallée d'Ossau entre le Vautour fauve et l'Aigle royal](#)) : le sud (jaune) où sont présents les Aigles royaux et le

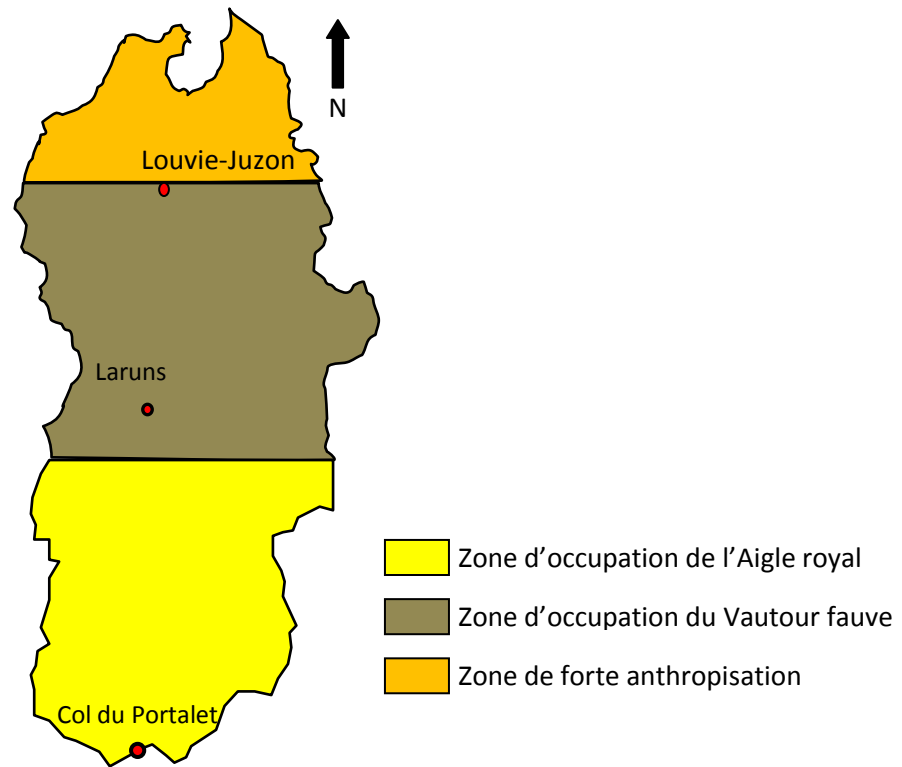


Figure 13 : Partage de la vallée d'Ossau entre le Vautour fauve et l'Aigle royal.

nord (marron) de la vallée où résident les Vautours fauves. La partie la plus au nord représentée en orange, est vide de Vautour Fauve et d'Aigle royal s'explique par un étage altitudinal différent, correspondant à l'étage collinéen, et à une forte anthropisation du milieu.

Les deux sites (jaune et marron) sont séparés par une ligne verticale passant au sud de Laruns. Le constat fait par la figure 13 est que là où l'Aigle est présent le Vautour est absent et vice-versa.

Dans la partie Sud de la vallée, la plus haute en altitude, l'Aigle n'est en compétition avec aucun rapace pour les ressources trophiques car c'est le prédateur au sommet de la chaîne trophique. Cependant pour les sites de reproduction le Gypaète barbu *Gypaetus barbatus* pourrait être un compétiteur potentiel. Cette année, on dénombre seulement deux couples dans le secteur ce qui est négligeable dans ce cas d'étude. D'autant que, d'après certains naturalistes, il peut y avoir une légère tolérance entre les deux espèces, selon les individus.

Dans la partie marron de la figure 13, de Laruns à Louvie-Juzon, au nord, on dénombre une forte concentration de Vautours fauves *Gyps fulvus* (149 couples). La première hypothèse qui est faite est que le Vautour nuit à l'installation de l'Aigle royal, malgré le caractère agressif que l'on connaît de l'Aigle, le vautour est potentiellement capable de compromettre son installation car il est se reproduit plus tôt dans l'année (mois de janvier) et s'installe en colonie saturant les falaises sur lesquelles il aura élu domicile. On peut penser que l'Aigle royal, qui s'installe dans le courant du mois de mars, se retrouve contraint de changer de site. De plus, des agents du PNP et des naturalistes du GOPA ont pu constater, à plusieurs reprises, que des Vautours fauves nichaient dans une aire d'Aigle royal.

Pour mettre en évidence une compétition interspécifique il faut appliquer la formule suivante : $\frac{dN1}{dt} = rN1\left(\frac{K1-N1-\alpha1 \rightarrow 2 * N2}{K1}\right)$

avec : $dN1/dt$: taux d'accroissement de la population 1 (Vautour)

r : taux d'accroissement individuel intrinsèque

$N1$: effectif de la population 1

$K1$: capacité d'accueil de l'espèce 1

$\alpha1 \rightarrow 2$: intensité de compétition de l'espèce 1 sur l'espèce 2 (Aigle).

D'une autre façon, pour vérifier cette hypothèse, il faudrait prendre en compte la présence/absence des vautours dans l'étude des territoires, comme une variable environnementale après avoir justifié que la relation est unilatérale (Vautour fauve $\rightarrow$ Aigle royal). Ensuite, il faut intégrer cette donnée à l'étude des territoires, et rechercher des sites aux conditions similaires dépourvus d'Aigle royal. Il est alors nécessaire de voir si la présence ou l'absence du prédateur sur les sites favorables est expliquée par la densité du Vautour fauve à l'aide d'une régression logistique qui permet de tester l'effet d'une variable quantitative sur une variable binaire (méthode conseillée par M. Tentelier, chercheur UMR Ecobiop).

Tableau 5 : résultats de l'étude des sites de reproduction.

TYPOLOGIE DES SITES DE REPRODUCTION	Résultats
Type de support	Vire
Nature du support	Calcaire
Orientation	Nord-est
Présence d'un surplomb	Surplomb
Altitudes	Moyenne = 1433 ± 228m
Hauteur du support (arbre ou falaise)	Moyenne = 59,5 ± 43,8m
Position de l'aire sur le support	Supérieur
Pente aux environs de l'aire	35 à 45°
Caractéristique du site	Falaise forestière
Environnement végétal sur un rayon de 100m	Milieu fermé et milieu minéral
Distance entre nids de même territoire	Moyenne = 715 ± 764m
Distance entre nids différents	Moyenne = 5426 ± 1073m

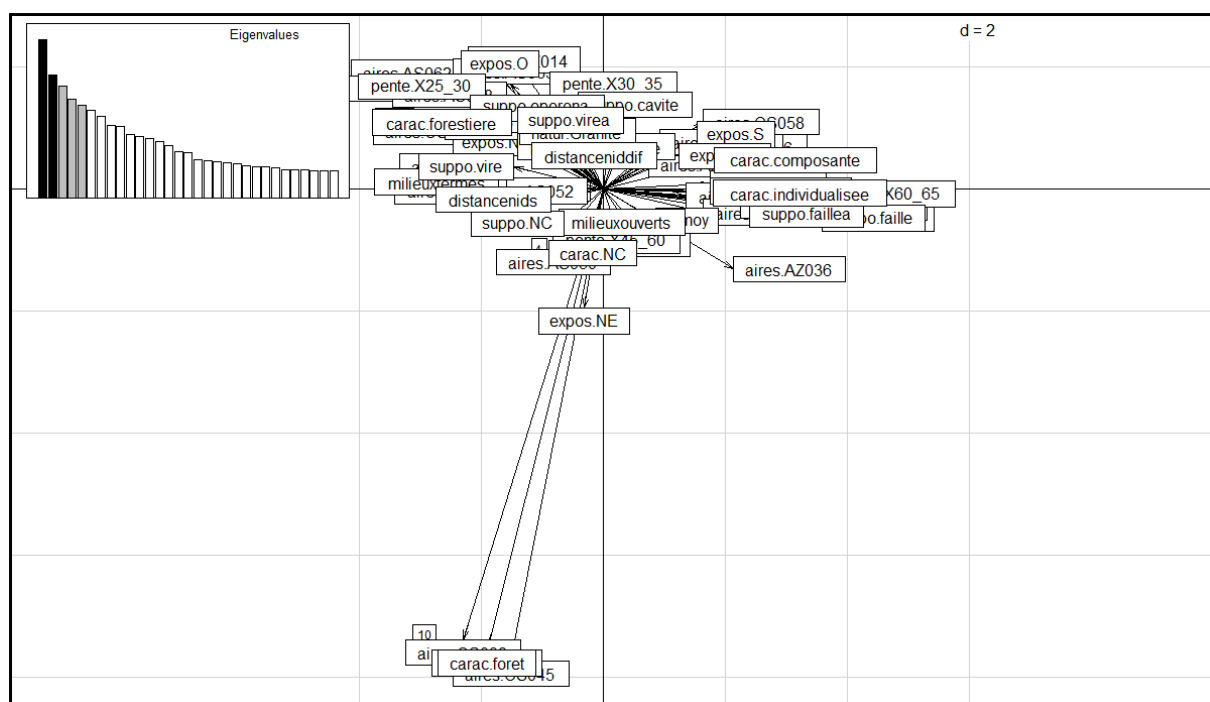


Figure 14 : Test de Hill & Smith realized avec le logiciel R.

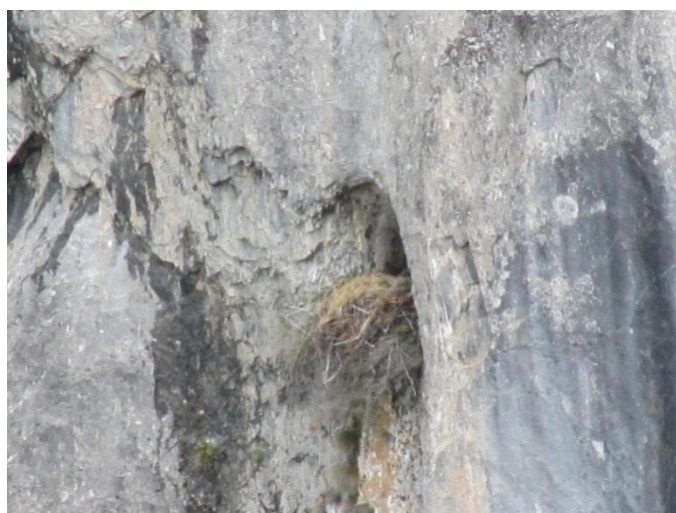


Figure 15 : Photo d'une aire d'Aigle royal

– source personnelle

L'étude des relations interspécifiques ne fait pas l'objet de ce rapport de stage. Néanmoins, la compétition interspécifique entre le Vautour fauve et l'Aigle royal est une hypothèse permettant d'expliquer l'absence d'Aigle royal dans la partie basse de la vallée.

2.2. Typologie des sites de reproduction

2.2.1. Résultats

Les deux mois passé sur le terrain m'ont permis d'avoir une bonne connaissance des aires d'Aigle royal présent en compte pour la typologie. Ceci m'a permis de renseigner les variables présentées précédemment. Tous les résultats ont été obtenus à partir d'un échantillon de 32 aires. Dans ce rapport, il sera présenté juste le résultat final. Les données ainsi que l'analyse statistique descriptive seront détaillées en [annexe 6 : résultats de l'étude des sites de reproduction](#).

Plusieurs échelles ont été considérées pour l'analyse des sites de reproduction : l'aire, le site de reproduction, le paysage (relation entre les aires). ([Tableau 5 : résultats de l'étude des sites de reproduction](#)).

Tous les résultats ont été mis en évidence par des diagrammes. Pour l'analyse de l'environnement végétal, les moyennes de « milieu fermé » et « milieu minéral » sont sensiblement identiques. Pour vérifier cela, un test statistique avec le logiciel R 2.15.2 (<http://www.r-project.org/>) a été réalisé. Le test de Shapiro-Wilk est significatif, la distribution est non-normale ($W = 0,8059$, $p\text{-value} = 5,278e-05$, indice de confiance $\alpha = 5\%$). De fait, on applique un test non paramétrique de comparaison de moyenne de Wilcoxon ($V = 363$, $p\text{-value} = 0.06498$, $\alpha = 5\%$). Ce test permet de vérifier si les moyennes sont égales ou non, dans ce cas aucune différence est détectée entre les moyennes des deux distributions ($p\text{-value} > \alpha$): l'environnement semble être constitué d'autant de milieux minéraux que de milieux fermés.

Finalement, on obtient une typologie moyenne sur 32 aires d'Aigles royaux ([Tableau 5 : résultats de l'étude des sites de reproduction](#)). Une analyse statistique descriptive à partir d'un test de Hill et Smith permet de traiter à la fois les données quantitatives et qualitatives ([Figure 14 : Test de Hill & Smith](#)). L'intérêt de ce test statistique est de définir, non pas une typologie moyenne, mais de distinguer différentes typologies en fonction du regroupement des aires entre elles par les variables qu'elles ont en communs.

2.2.2. Discussion

Certains résultats obtenus confirment les informations que l'on peut trouver dans de nombreuses monographies sur l'Aigle royal : à savoir, une aire rupestre posées sur une vire sous un surplomb ([Figure 15 : Photo d'une aire d'Aigle royal](#)).

L'exposition des aires est majoritairement nord-est. Ce choix peut s'expliquer par le fait que l'Aigle évite les expositions aux fortes insulations (sud) et aux intempéries (entrées maritimes par l'ouest) (Ricaud B. 2009). Le résultat obtenu est différent de celui trouvé dans les Ecrins où les aires sont principalement exposées à l'ouest (Couloumy C. 2011 – Parc

National des Ecrins) et dans les Cévennes où les aires sont exposées d'avantages à l'est (Ricaud B. 2009). Cette différence est probablement la conséquence de l'orientation différente des massifs (Pyrénées : nord/sud, Cévennes : nord-ouest/sud-est : Alpes : ouest/est).

L'altitude moyenne trouvée pour une aire d'Aigle royal est légèrement inférieure à celle trouvée par Clouet en 1982 dans les Pyrénées qui était de 1500 à 1700 m d'altitude. Cela s'explique par l'influence méditerranéenne qui remonte les limites de zonation dans les Pyrénées Orientales. L'altitude des aires peut être discutée également, du fait que celles qui ont été prises en compte au cœur de la chaîne des Pyrénées sont plus hautes et que les territoires de chasses correspondants sont également situés plus haut. De plus, les aires connues avant les années 1970 correspondent à une époque où l'Aigle royal, fortement persécuté, trouvait refuge haut en altitude.

La nature du support est majoritairement calcaire pour l'échantillon considéré. Ceci peut s'expliquer par trois hypothèses :

- la géologie du secteur révèle une majorité de roche calcaire : néanmoins, nous pouvons voir sur la [figure 16 : géologie de la zone d'étude](#), que celui-ci n'a pas une géologie à dominante calcaire.
- le calcaire ayant un pH neutre voire basique est peut être une roche moins agressive pour l'élevage de l'aiglon, contrairement aux roches granitiques et quartzites riches en silice, responsable de l'acidité. Cette hypothèse paraît absurde du fait que l'aiglon est protégé du sol avec un nid composé d'un épais branchage sur une épaisseur de 50cm à 1m (Watson 1997).
- Le granite et le quartzite sont des roches dures à érosion lentes, qui forment des boules de granites sans vire plate avec surplomb dans la majorité des cas. Par opposition, le calcaire est une roche fragilisée par des strates d'argiles qui facilitent l'érosion. Cette dernière, plus rapide que pour le granite, forme des cavités à fond plat(vire) et paysage abrupte alors que les falaises granitiques apparaissent sous la forme d'un escalier.

Ainsi, il semblerait que, dans cette partie des Pyrénées-Atlantiques, l'Aigle ne soit pas sensible à la géologie et à la géochimie de la roche mais davantage à la géomorphologie du site.

L'étude de l'environnement de l'aire sur un rayon de 100m révèle un habitat essentiellement forestier et minéral. Les aires sont majoritairement construites des falaises de taille moyenne (30-44 mètres) dans un versant d'une inclinaison de 35 à 45°. Notons qu'avec ce degré de pente il y a moins de présence humaine, peu d'exploitation forestière et pas de pastoralisme.

Le choix de cette inclinaison s'explique probablement par le fait que les aires sont majoritairement à l'étage montagnard dans lequel ce genre de biotope est courant. De plus, l'aigle a pour habitude de construire ses aires en dessous des terrains de chasses (étages subalpin, alpin) pour profiter de la gravité pour ramener les proies lors du nourrissage de

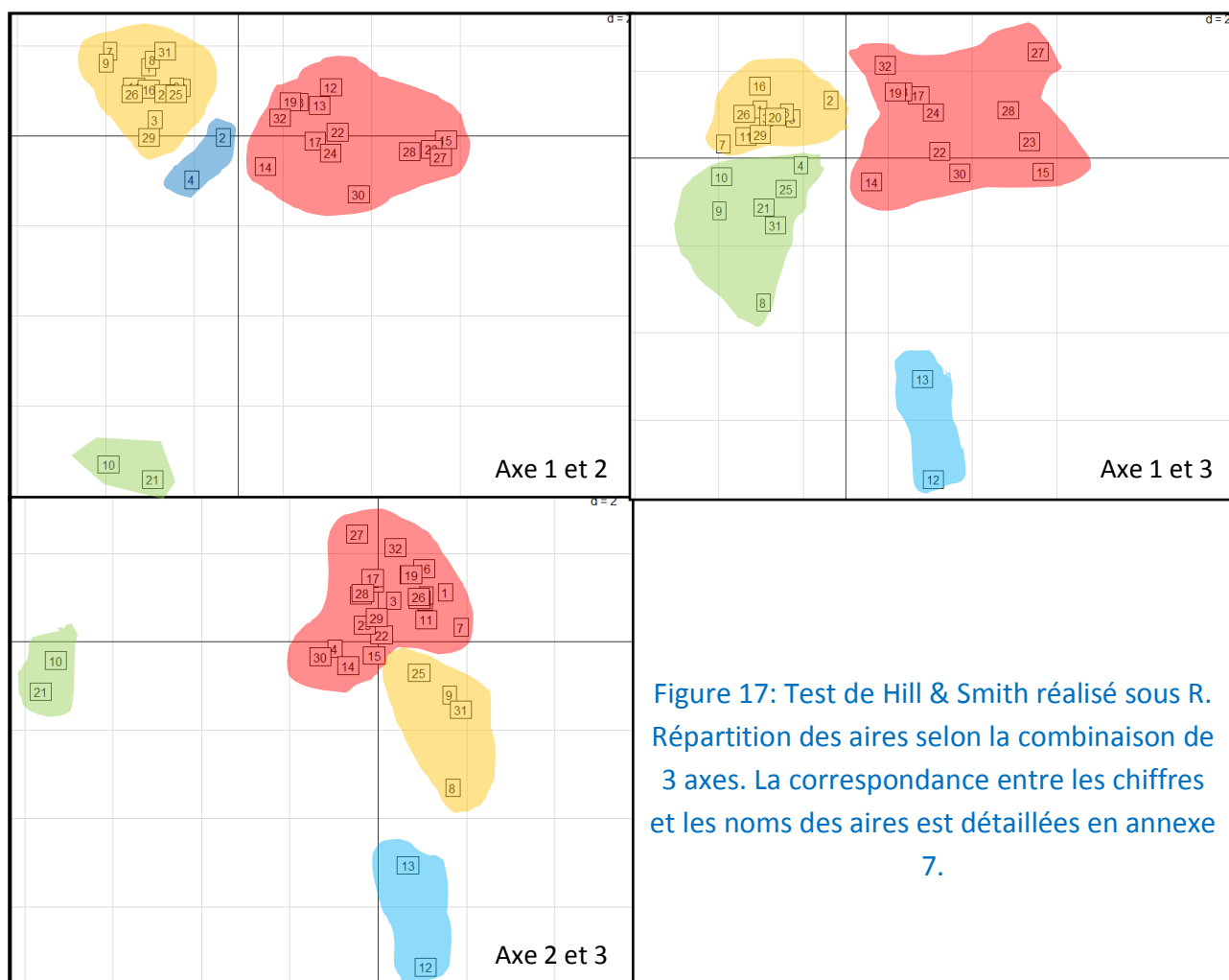


Figure 17: Test de Hill & Smith réalisé sous R. Répartition des aires selon la combinaison de 3 axes. La correspondance entre les chiffres et les noms des aires est détaillées en annexe 7.

l'aiglons. Ceci expliquerait que de nombreux site de reproduction soient dans un environnement forestier.

En revanche, la position des aires, majoritairement dans la partie supérieure des supports de nidification, ne peut réellement s'expliquer. Là encore, on ne peut que formuler des hypothèses. Il est imaginable qu'il est plus simple pour ces grands rapaces de décoller du point le plus haut pour faciliter l'envol. D'autant que, lors de mes observations je me suis rendus compte, que lors de l'atterrissage dans l'aire les oiseaux plongent en piqué dans le vallon pour finalement se poser sur l'aire en arrivant par-dessous afin de perdre de la vitesse. Dans ce contexte, il paraît plus sûr d'avoir l'aire sur le point le plus haut. De plus, lors de la couvaison la femelle est sans cesse en train de surveiller les alentours pour anticiper une menace ou un danger. Encore une fois la position de l'aire dans la partie supérieure paraît la plus adéquate.

L'un des objectifs de cette typologie est d'anticiper les prochains sites de reproduction. Il était donc indispensable de connaître sur qu'elle distance s'espace les aires d'un même territoires. Il est également important de connaître la distance au bout de laquelle nous pouvons conclure à un territoire différent. Cette dernière distance correspond environ à ce que l'on peut trouver dans d'autres populations du monde (Alaska 6km : Mc Intyre 2006, Alpe Suisse 3 à 6 km : Haller 1982, Pyrénées Orientale 5 à 10 km : Clouet 1982).

Les résultats présentés ci-dessus ont été obtenus à partir de la moyenne des variables des 32 aires prises en compte. Cependant, avec le test de Hill & Smith, on peut remarquer que certaines aires se « ressemblent » et forment des clusters. Sur la [figure 17](#), on distingue cinq clusters. Deux d'entres eux se détachent nettement des autres : il s'agit d'un cluster composé de deux aires forestières et un autre avec deux aires construites dans une cavité et géographiquement proche. Sinon, trois grands groupes dominant représentés, respectivement, par 13, 4 et 11 aires.

Pour conclure, un modèle linéaire généralisé (GLM) permettra déterminer la combinaison de variables expliquant le plus la variance observée. L'intérêt sera de distinguer les variables qui pèsent le plus dans le choix d'un site de reproduction.

Rappelons que cette typologie est basé sur l'étude de 32 aires réparties entre la rive droite de la vallée d'Aspe jusqu'à la vallée du gave d'Arrens dans le Val d'Azun, et ne peut en aucuns cas être extrapolées à l'ensemble de la chaine des Pyrénées, de part le faible échantillon et l'hétérogénéité des milieux le long de la chaine. Néanmoins, ce rapport est la base d'un projet qui sera mené par le GOPA, dans lequel l'association réalisera une typologie avec un échantillon plus important qui s'étend du Pays Basque aux Hautes Pyrénées.

Les sites de reproductions sont largement dépendant des territoires de chasses qui se caractérisent par une visibilité sur de grandes distances et une aérologie permettant les vols libres thermodynamiques (Cramp et Simmons 1980). Qui plus est la présence humaine est un facteur déterminant pour le choix d'un territoire (Watson 1997 et David R.A. Mc Leod et al. 2002). Ainsi, pour comprendre le choix des aigles royaux il faut prendre en compte ce qu'ils recherchent et ce qu'ils évitent. Pour le présent rapport, je n'ai pas pu prendre en compte

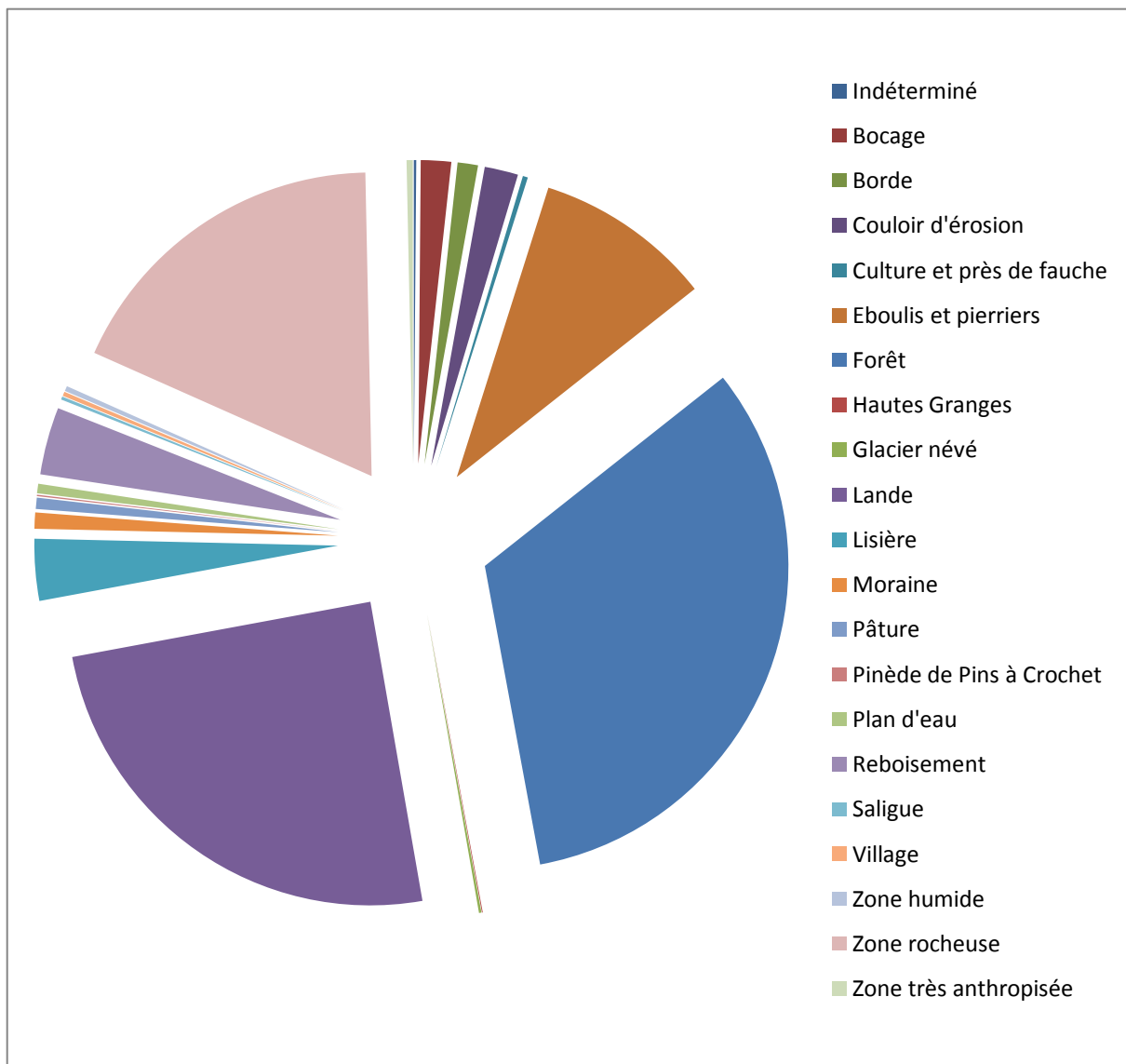


Figure 18 : Résultats de l'étude des paysages dans les territoires d'Aigles royaux

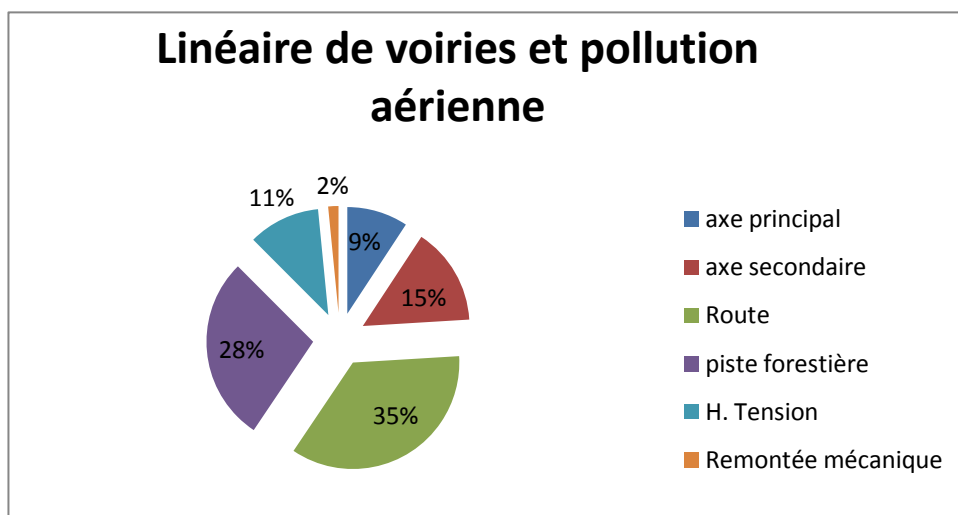


Figure 19 : Résultats de l'étude des aménagements humain dans les territoires d'Aigles royaux

l'aérologie et les ressources trophiques par manque de données mais à partir de carte SIG j'ai pu étudier le paysage des territoires préalablement définis, de même que les aménagements humains (voieries, lignes hautes tensions, remontées mécaniques, etc.).

2.3. Typologie des territoires

2.3.1. Résultats

Pour la typologie des territoires nous nous sommes intéressés principalement aux paysages et aux aménagements humains. Une analyse statistique descriptive est réalisée sur les données « paysages » et les données « aménagements humains » (Figure 18 et 19).

Pour l'étude des paysages, nous pouvons constater que les territoires sont principalement composés de landes (25%), de zones rocheuses (18%), d'éboulis, pierriers (9%) et de forêts (33%). Pour vérifier statistiquement si les surfaces moyennes des quatre habitats sont identiques, un test de comparaison de moyenne sera réalisé après avoir vérifié l'égalité des variances avec le test de Bartlett. De fait, les variances ne sont pas égales ($p\text{-value}=0,04524 < \alpha=5\%$). Ainsi, un test non paramétrique de Kruskal-Wallis est utilisé. On émet deux hypothèses : la première selon laquelle les surfaces des quatre habitats dominants sont identiques et la seconde où les surfaces sont différentes. Le test révèle que les surfaces moyennes des quatre habitats majeurs ne sont pas égales ($p\text{-value}=0,003712 < \alpha=5\%$).

Néanmoins, pour déterminer l'habitat dominant sur les territoires d'Aigles royaux, un test de comparaison de moyenne entre la lande et la forêt sera réalisé. Avant, on vérifie l'égalité des variances avec le test F. Dans ce cas d'étude, les variances sont égales ($p\text{-value}=0,1437 > \alpha=5\%$). Cela permet de conclure qu'il n'y a pas de différence significative entre la surface moyenne de landes et de forêts. Cependant, Ces deux faciès de végétation dominant par rapport aux autres (Figure 18).

L'étude des aménagements, montre que les routes sont présentes en moyenne à 35% dans les territoires d'Aigles royaux. Néanmoins, à l'exception des remontées mécaniques, la proportion de chaque aménagement semble identique. Comme précédemment, un test de comparaison de moyenne permet de vérifier si les aménagements sont en proportions égales dans les territoires. Le test de Bartlett donne une $p\text{-value}$ de 0,00128 inférieure à $\alpha=5\%$. De fait, les variances ne sont pas égales ce qui nous oblige à réaliser un test non paramétrique de comparaison de moyenne : le test de Kruskal-Wallis. Le test donne une $p\text{-value}$ de 0,003804, inférieur à α (5%). Ainsi, les aménagements qui dominent, à savoir, les axes principaux, secondaires, routes, pistes forestières et lignes hautes tensions, ne couvrent pas un linéaires identiques, en moyennes. En effet, ça confirme que les routes et les pistes forestières ont une proportions plus importantes, respectivement 35 et 28% (figure 19).

L'analyse statistique en composante principale (ACP) est une autre méthode pour décrire et visualiser les données. L'intérêt de cette analyse est qu'elle peut prendre en compte des données de nature hétérogène à la condition que ces variables soient quantitatives. L'ACP permet également d'avoir une intuition rapide des effets conjoints entre ces variables (figure 20 : ACP des données propres à l'étude des territoires).

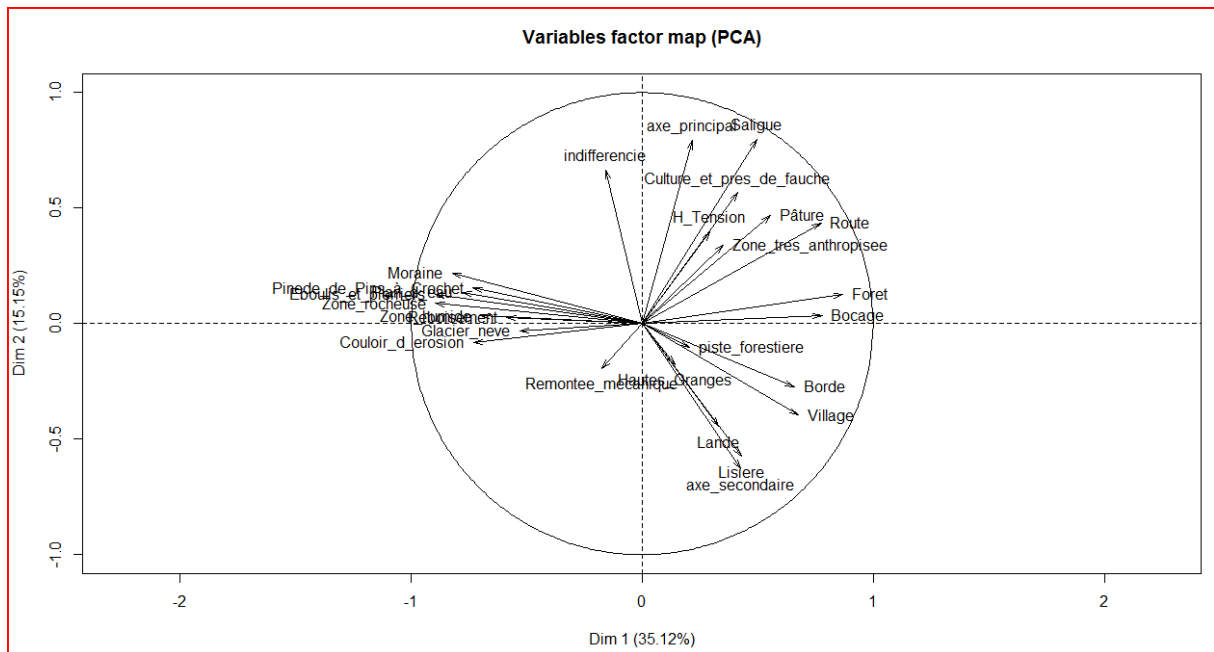


Figure 20 : ACP des données propres à l'étude des territoires réalisée sous R.

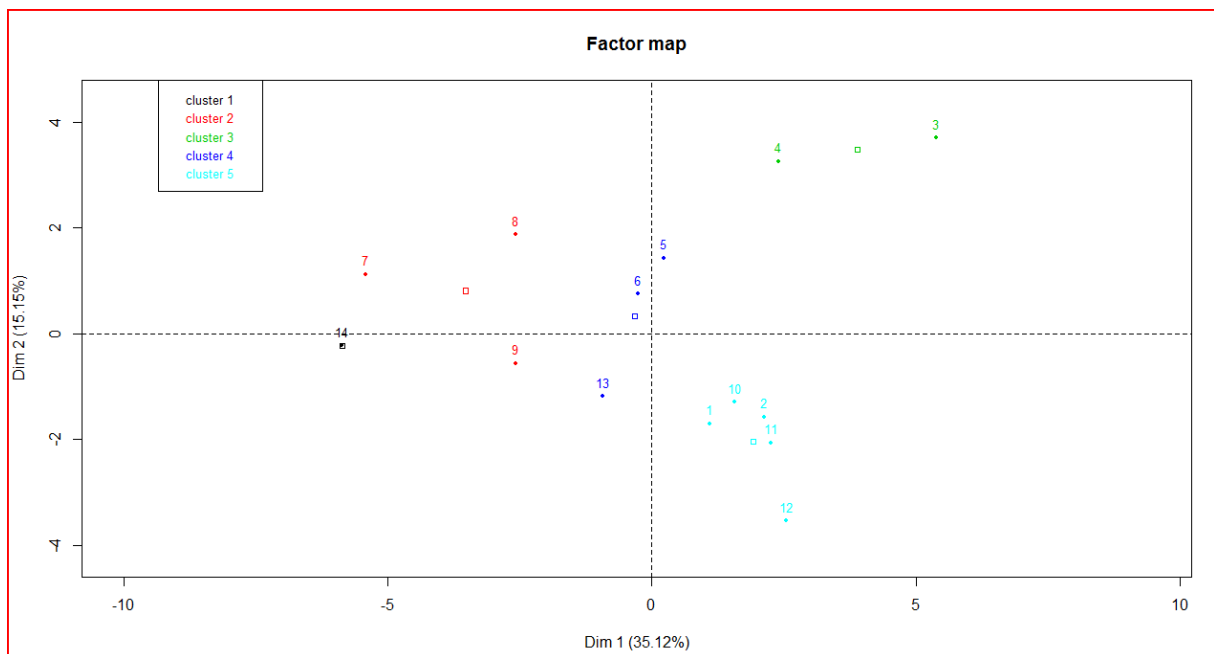


Figure 21 : Cluster des différents territoires à partir d'une ACP (ci-dessus) réalisée sous R. La correspondance entre les nombres et le nom des territoires est détaillée en annexe 8.

Le résultat de cette analyse montre que certaines variables sont fortement corrélées entre elle par rapport aux autres. On distingue un groupe composé de dix variables. On y retrouve toutes les variables correspondant à un milieu subalpin voire alpin (moraine, glacier, couloir d'érosion, pinèdes et pin à crochet, etc.). Les autres groupes sont moins marqués de part la faible corrélation entre les variables. On distingue deux groupes correspondant à l'activité pastorale de montagne avec une forte corrélation entre les villages, bordes, landes, lisières et hautes granges pour le premier groupe, et entre la saligue, les cultures et prés de fauches, pâtures, zone très anthropisée pour le second groupe. Enfin, un quatrième groupe représenté par deux variables correspond au milieu forestier (forêt, bocage).

En conclusion, l'ACP a permis de distinguer quatre types de paysage : forestier, alpin, estive, lande. Les deux derniers étant fortement marqués par le pastoralisme (granges, cultures). Cette analyse a permis également de regrouper les territoires entre eux en fonction des variables corrélées qu'ils partagent ([figure 21 : clusters des différents territoires](#)). On distingue cinq groupes différents.

2.3.2. Discussion

L'étude a été réalisée à partir des données recueillies sur quatorze territoires. Les résultats peuvent facilement être biaisés par le faible effectif de l'échantillon. Néanmoins, nous avons pu conclure que les territoires sont majoritairement composés de forêts et de landes. Ce résultat est quelque peu surprenant car dans les monographies de l'Aigle royal, il est habituellement exposé que ce rapace recherche des terrains ouverts (landes) pour faciliter les actions de chasses.

Rappelons que la zone prise en compte pour l'étude des territoires est une représentation cartésienne des domaines vitaux. De fait, cela ne prend pas en compte les barrières naturelles que s'imposent les Aigles royaux comme les hautes lignes de crêtes. Ainsi, l'idée que l'on se fait des territoires n'est pas la représentation exacte des domaines vitaux de l'Aigle royal. Ceci peut expliquer le fait que les résultats obtenues se distinguent légèrement de ce que l'on trouve dans la bibliographie.

Cependant, le résultat obtenu est en adéquation avec ce que l'on trouve pour les sites de reproduction, à savoir, une aire située dans un environnement minéral mais avant tout forestier. Or, les territoires sont construits à partir du centroïde du polygone reliant les aires d'un même couples. Ainsi, il n'est pas surprenant que le milieu forestier domine dans la typologie des territoires.

L'étude des aménagements compris dans le territoire de l'Aigle royal révèle un linéaire plus important pour les routes et pistes forestières. Plus courtes mais plus nombreuses que les routes principales, elles représentent une source de dérangement non négligeable. L'installation d'Aigles royaux à proximité d'un axe routier principal nous laisse penser que les oiseaux arrivent à s'adapter à une nuisance sonore plus ou moins constante. En revanche, une piste forestière faiblement fréquentée permet l'installation d'un couple mais étant utilisée occasionnellement pour l'exploitation forestière cela paraît être plus dérangeant pour l'Aigle,

du fait que la nuisance est ponctuelle et ne permet pas à l'oiseau de se conditionner (Ricaud B. 2009).

Comme pour l'étude des sites de reproduction, pour conclure, un modèle linéaire généralisé permettra de déterminer la combinaison de variables expliquant le plus la variance observée. L'intérêt sera de distinguer les variables qui pèsent le plus dans le choix d'un territoire. De plus, pour que l'étude des territoires soient exhaustives, il faudra, à terme, prendre en compte les ressources trophiques, l'aérologie, la topographie, car c'est autant de facteurs qui peuvent influencer le choix d'un Aigle royal pour son territoire (Forman 1995, McGrady et al. 1997, McLoed et al. 2002).

Il est important de tenir compte de l'habitat de l'Aigle royal. Le réchauffement climatique auquel nous assistons, fait remonter les limites de végétations (Sturm et al. 2001). A terme, cela tend à augmenter la limite supérieure de répartition de la forêt et à fermer les milieux. Jusqu'à présent, l'Aigle royal a su s'adapter et s'acclimater aux environnements changeants (migration des Aigles royaux du nord de l'Europe) mais en tant qu'espèce « parapluie » les impératifs écologiques de son vaste espace vital englobent ceux de nombreuses autres espèces fréquentant le même milieu. Ainsi, la protection de son habitat profitera à l'ensemble de l'écosystème.

CONCLUSION

Après cent cinquante ans de persécution active contre l'Aigle royal et quarante ans de protection, le bilan de la population en vallée d'Ossau est positif. Cette année six couples ont été contrôlés. Cinq d'entre eux ont révélé la présence de couples actifs. Parmi eux, trois couples se sont effectivement reproduits et un échec a été enregistré.

L'analyse de la répartition spatiale des couples territoriaux a révélé une forte concentration dans la partie haute de la vallée d'Ossau, avec seulement deux territoires potentiels. A contrario, dans le nord de la vallée on dénombre trois sites disponibles pour l'installation potentielle d'un couple d'Aigles royaux.

La typologie mise en place pour les sites de reproduction et les territoires permet de comprendre davantage les exigences environnementales de l'Aigle royal dans l'ouest des Pyrénées-Atlantiques. Celle qui a été retenue dans ce rapport est la présence d'une aire rupestre située dans la partie supérieure d'une falaise calcaire exposée nord-est, à une altitude d'environ 1400 mètres posée sur une vire, sous un surplomb dans un environnement fermé et minéral avec une pente de 35 à 45°. Le territoire se caractérise par un paysage composé de forêts et de landes. Les aménagements humains les plus présents sont les routes et les pistes forestières. En parallèle, une étude des sites potentiels permettra de valider si ces territoires sont susceptibles ou non d'être colonisés. Dans le cas d'une conclusion favorable pour un site, une prospection pourrait être organisée tous les ans avec un à trois passages en notant

systématiquement la présence ou l'absence des oiseaux. L'intérêt est de pouvoir constater la colonisation d'un nouveau site.

Même si moins de 10% des aires d'Aigles royaux sont forestières en Europe (Watson 1997), cette possibilité ne doit pas être négligée. Ce rapace a une forte capacité d'adaptation. De fait, si les conditions sont réunies pour constituer un territoire sans pour autant avoir des sites rupestre disponible pour la nidification, l'Aigle peut nicher sur un arbre, à l'instar des pays du nord de l'Europe.

L'aboutissement de cette étude serait de pouvoir regrouper les aires et les territoires selon des variables communes. Une première étape a été réalisée dans ce rapport, à partir du test de Hill & Smith, pour les sites de reproduction, et l'Analyse en Composantes Principales. Cependant, un modèle linéaire généralisé permettrait de mettre en évidence les variables qui dirigent le choix des sites de reproduction d'une part et des territoires d'autres part. De plus, pour davantage de viabilité, le projet doit être mené sur un échantillon plus grand.

A terme, un protocole de terrain devrait être établis en regroupant les intérêts du PNP (renseignements annuel des ZSM), et ceux du GOPA (étude de la reproduction). En début de saison il serait organisé une recherche exhaustive des couples territoriaux dans un premier temps et reproducteurs dans un second temps. Ensuite, en tenant compte de la typologie définie, le suivi pourrait se dérouler sur quelques aires représentant chacune un cluster différent et par extrapolation statistique obtenir un bilan pour l'ensemble de la population. Cette méthode permettrait de gagner du temps sur le suivi en limitant les journées sur le terrain sans pour autant perdre la donnée naturaliste.

L'étude du régime alimentaire pourrait se faire à partir de dispositif automatique d'enregistrement photo ou vidéo installés sur quelques sites de reproduction. Une fois le spectre alimentaire déterminé, la mise en place d'une application web pour le suivi de la reproduction des rapaces et la gestion des zones de sensibilité, permettra de renseigner une base de données, dans laquelle chaque agent indiquera le genre et l'espèce de la proie observée, ainsi que la densité. Cette application sera un outil essentiel pour la gestion et la conservation de l'Aigle royal.

Bibliographie

CLOUET M. & GOAR J.-L. 1981. – Elements de comparaison de deux populations d'aigle royal dans le midi de la France: Pyrénées et Languedoc. Rapaces méditerranéens. Annales du C.R.O.P. 1 88-91.

CLOUET Michel, 1982. L'aigle Royal dans les Pyrénées française. *Grande Faune sauvage des montagnes d'Europe et écosystème d'altitude*, p269-273.

COLLOPY, M. W., and T. C. EDWARDS, JR. 1989. Territory size, activity budget, and role of undulating flight in nesting Golden Eagles. *Journal of Field Ornithology* 60: 43-51.

CRAMP, S. & SIMMONS, K.E.L. 1980. *The birds of the Western Palearctic*. Vol. 2 University Press, Oxford.

EVANS Richard J., PEARCE-HIGGINS James, WHITFIELD D. Philip, GRANT Justin R., MACLENNAN Alison, REID Robin, 2010. Comparative nest habitat characteristics of sympatric White-tailed *Haliaeetus albicilla* and Golden Eagles *Aquila chrysaetos* in western Scotland. *Bird Study* 57, 473-482

FASCE Paolo, FASCE Laura, VILLERS Alexandre, BERGESE Franco, BRETAGNOLLE Vincent 2011. Long-term breeding demography and density dependance in an increasing population of golden Eagles *Aquila chrysaetos*. *Ibis*

FORMAN, R.T.T. 1995. Land mosaic, the ecology of landscapes and regions. *Cambridge University Press*, Cambridge, U-K.

GOAR, J.-L. 2004. Aigle royal *Aquila chrysaetos*. Thiollay, J.M. & Bretagnolle, V. (eds) *Rapaces Nicheurs de France, Distribution, Effectifs et Conservation* : 96-99. Paris : Delachaux et Niestlé.

HALLER, H. 1982. Raumorganisation und Dynamik einer Population des Steinadlers *Aquila chrysaetos* in den Zentralalpen. *Der Ornithologische Beobachter*, 79: 163-211.

HARMATA, A. R. 1982. What is the function of undulating flight display in Golden Eagles? *Raptor Research* 16: 103-109

HAWORTH Paul F., MCGRADY Michael J., WHITFIELD D. Philip, FIELDING Alan H., MCLEOD David R.A., 2006. Ranging distance of resident Golden Eagles *Aquila chrysaetos* in western Scotland according to season and breeding status: Capsule Home-range of resident pairs of Golden Eagle was usually smaller during a successful breeding season than during winter and during an unsuccessful breeding season. *Bird Study* 53, 265-273

KOCHERT Michael N., STEENHOF Karen, CARPENTER Leslie B., MARZLUFF John M., 1999. Effects of fire on Golden Eagle territory occupancy and reproductive success. *Journal of wildlife management* 63(3): 773-780.

MARZLUFF John M., KNICK Steven T., VEKASY Mark S., SCHUECK Linda S., ZARRIELLO Thomas J., 1997. Spatial use and habitat selection of golden eagles in southwestern Idaho. *The Auk* 114 (4): 673-687

McGRADY, M.J., MCLEOD D.R.A., PETTY S.J., GRANT J.R., AND BAINBRIDGE I.P. 1997. Golden Eagles and forestry. Resources Information Note 292. *Forestry Commission Research Agency*, Aberdeen, U-K.

McINTYRE Carol L., COLLOPY Michael W., KIDD Janet G. and STICKNEY Alice A., PAYNTER Jon, 2006. Characteristics of the landscape surrounding golden eagle nest sites in Denali national park and preserve, Alaska. *The raptor Research Foundation, Inc.* 40 (1): 46-51

McLEOD David R. A., WHITFIELD D. Philip, FIELDING Alan H., HAWORTH Paul F. and McGRADY Michael J., 2002. Predicting home range use by golden eagles *Aquila chrysaetos* in western Scotland. *Avian Science* Vol. 2 No.

OGGIER Pierre-Alain 1981. L'Aigle Royal (*Aquila chrysaetos*) en Valais : Effectif et Densité. *Bull. Murithienne* 98 : 55-66

RICAU B., DECORDE V. (Goupe Rapaces), 2009. – *L'Aigle royal, biologie, histoire et conservation, situation dans le Massif central*. Biotope, Mèze (Collection Parthénopé), 320p.

SERGIO Fabrizio, PEDRINI Paolo, RIZZOLLI Franco, MARCHESI Luigi, 2006. Adaptive range selection by golden eagles in a changing landscape : A multiple modelling approach. *Elsevier Ltd.*

STURM, M., RACINE C., AND TAPE. K. 2001. Increasing shrub abundance in the Arctic. *Nature* 411:546-547.

WATSON J., RAE S.R., STILLMAN R., 1992. Nesting Density and Breeding Success of Golden Eagles in Relation to Food Supply in Scotland. *Journal of Animal Ecology*, Vol 61, No. 3, pp. 543-550

WATSON Jeff, 1997. *The Golden Eagle*. T & AD POYSER, 374p.

ANNEXES :

Calendrier du stage	2
Annexe 1: carte du Parc National des Pyrénées	3
Annexe 2: Domaine d'action du GOPA	3
Annexe 3 : historique de la population d'aigle royal en valle d'Ossau de 1988 à nos jours.	4
Annexe 4 : fiche de renseignements des comptages d'Aigle royal	5
Annexe 5: Légende des Unités Élémentaires de Paysages	6
Annexe 6 : résultats de l'étude des sites de reproductions	7
Annexe 7 : Correspondance entre les chiffres et les noms des aires pour le test de Hill & Smith.....	9
Annexe 8 : Correspondance entre les nombres et les noms des territoires pour l'ACP.	9

CALENDRIER DU STAGE

Intervenant	Idée Originale	Bibliographie	Mise en place du protocole	Collecte des données	SIG	Analyses Statistiques	Rédaction
Principal	CP	SD	SD	SD	PL	SD	SD
Secondaire	LR		SH	SH	SD	VM	

SD : Sylvain DOUSSINE, Stagiaire

CP : Christian PLISSON, Maitre de Stage Parc National des Pyrénées (PNP)

LR : Linda RIEU, Chargé de mission faune au PNP

SH : Stéphane HOMMEAU, Maitre de Stage GOPA

PL : Pierre LAPENU, Chargé de mission Système Informatique Géographique au PNP

VM : Vincent MAICHER, collègue stagiaire

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
1																
2																
3																
4																
5																
6																

1 : Prospection d'Aigle Royal

2 : Bibliographie

3 : Collecte des données des couples d'Aigles Royaux des vallées limitrophes.

4 : Suivi de la reproduction (naissance, élevage des jeunes)

5 : SIG et Traitement Statistique

6 : Rédaction

ANNEXE 1: CARTE DU PARC NATIONAL DES PYRENEES



ANNEXE 2: DOMAINE D'ACTION DU GOPA



ANNEXE 3 : HISTORIQUE DE LA POPULATION D'AIGLE ROYAL EN VALLE D'OSSAU DE 1988 A NOS JOURS.

Aires		Av 1988	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Code	Année de découverte																											
OS 017																												
OS 016																												
OS 058																												
OS 038	2000																											
à renseigner																												
OS 019	1988																											
OS 020																												
OS 021																												
OS 029	2011																											
OS 037	1964																											
OS 060	2010																											
OS 045	2012																											
OS 061	2013																											
OS 023	2005																											
OS 057	19/03/2013																											
OS 044	2012																											
OS 059	1997																											
Andreyt	2010																											
OS 024	2010																											

Pas de nidification :	0
Recharge :	R
Succès de reproduction :	S
Couaison :	C
Echec de reproduction :	E
Non renseigné :	
Année de découverte ou première info :	
Inconnues :	

FICHE DE COMPTAGE AIGLE ROYAL



Secteur : Date : .../.../... Heure de début :
Poste d'observation : Observateur : Heure de fin :
Numéro de Poste :

N° Obs.	APPARITION			IDENTIFICATION				DISPARITION		
	Heure	Lieu et/ou numéro du poste ayant signalé l'oiseau	Orientation de l'apparition	SILHOUETTE (oiseau vu de dessous)	Nombre d'individu	AGE (Juvénile, Immature, Sub-adulte, Adulte Parfait)	REMARQUES (mue, comportements particuliers, Attitudes de vols ...)	Heure	Lieu et/ou numéro du poste à qui est signalé l'oiseau	orientation de la disparition
										
										
										
										
										

ANNEXE 5: LEGENDE DES UNITES ELEMENTAIRES DE PAYSAGES

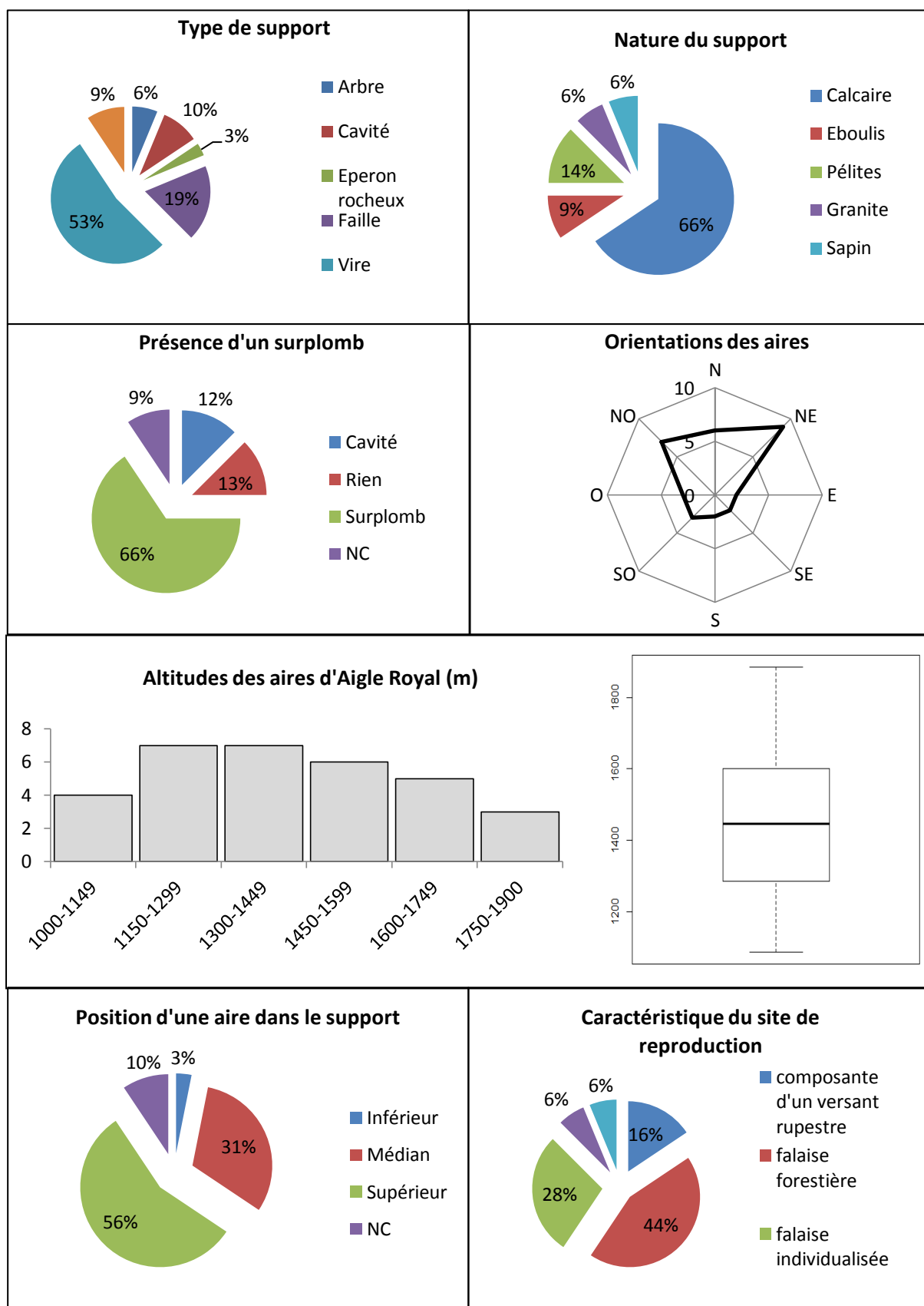
Le tableau qui suit résume la structure de la légende

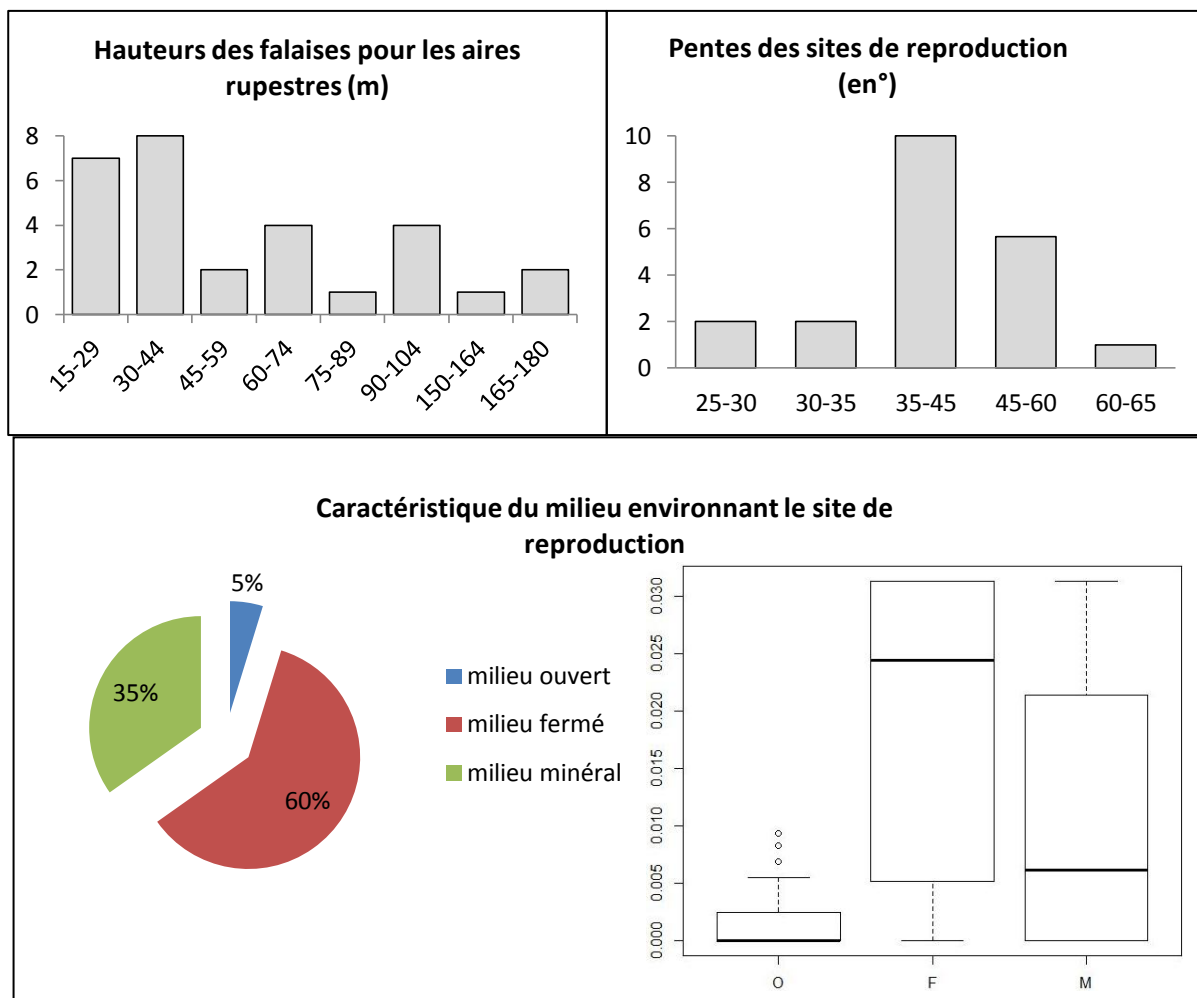
Ensemble paysagers rémanents		UEP
	De la « rivière »	Les saligues
	Des bas et moyens versants	« Bocages » bien conservés
		Forêt dense (hêtraie et hêtraie sapinière)
		Pâturage de versant non enfrichées
		« Bordes » bien conservées
		Forêt « claires »
		« Granges hautes »
	Les estives	Estive « ouverte », à pelouse-lande basse
		Pinède de pins à crochets
Ensembles paysagers naturels		
		Les « rius » (torrents, avalanches) et zones d'érosions
		Les espaces rocheux
		Les zones humides
		Eboulis et pierriers
		Edifices morainiques
		Lacs
		Glaciers
Ensembles paysagers en mutation		
	De la « rivière »	« Saligues » mises en valeur
		Cultures-prés de fauche
		Villages et bourgs
	Des bas et moyens versants	« Bocages » dégradés
		Pâturages de versants enfrichés
		« Bordes » dégradées
		Sapinière en plantation
		Lisières
	Des estives	Estives en « fermeture » avec lande haute
		Zones d'anthropisation contemporaines

Parc national des Pyrénées, UNE CARTOGRAPHIE DES PAYSAGES → Typologie des paysages

Parc national des Pyrénées - décembre 2012 → Page 9

ANNEXE 6 : RESULTATS DE L'ETUDE DES SITES DE REPRODUCTIONS





ANNEXE 7 : CORRESPONDANCE ENTRE LES CHIFFRES ET LES NOMS DES AIRES POUR LE TEST DE HILL & SMITH.

Territoires	Aires	Code Hill&Smith	Territoires	Aires	Code Hill&Smith
Gey	AS 078	1	Roumassot	OS 024	17
Aydius	AS 052	2	Estremere	OS 020	18
Aydius	AS 051	3	Estremere	OS 021	19
Aydius	AS 050	4	Estremere	OS 019	20
Belonce	AS 056	5	Soussoueu	OS 045	21
Belonce	AS 075	6	Soussoueu	OS 061	22
Lazaque	AS 062	7	Balour	OS 057	23
Lazaque	AS 065	8	Balour	OS 044	24
Lazaque	AS 071	9	Balour	OS 023	25
Bitet	OS 038	10	Balour	OS 059	26
Bitet	OS 017	11	Mondragon	AZ 031	27
Bitet	OS 058	12	Mondragon	AZ 028	28
Bitet	OS 016	13	Mont laid	AZ 055	29
Biscau	OS 060	14	Mont laid	AZ 036	30
Biscau	OS 029	15	Tech	AZ 014	31
Biscau	OS 037	16	Berdoulet	AZ 035	32

ANNEXE 8 : CORRESPONDANCE ENTRE LES NOMBRES ET LES NOMS DES TERRITOIRES POUR L'ACP.

Territoires	Nombres
Gey	1
Aydius	2
Belonce	3
Lazaque	4
Bitet	5
Biscau	6
Roumassot	7
Estremere	8
Soussoueu	9
Balour	10
Mondragon	11
Mont laid	12
Tech	13
Berdoulet	14

RESUME

L'Aigle royal, *Aquila chrysaetos*, est une espèce considérée comme vulnérable. Partie intégrante du patrimoine naturel des Pyrénées, ce rapace suscite, aujourd'hui, toute notre attention. Cette année, en vallée d'Ossau, six couples ont été déterminés et cinq ont été identifiés. Parmi eux, trois couples se sont reproduits. Un a échoué en cours d'incubation. L'analyse de la répartition spatiale des couples territoriaux a révélés une forte concentration dans la partie haute de la vallée d'Ossau, avec seulement deux territoires potentiels. A contrario, dans le bas de vallée on dénombre trois sites disponibles à l'installation d'un couple d'Aigles royaux.

La typologie qui a été déterminée se résume à la présence d'une aire rupestre située dans la partie supérieure d'une falaise calcaire exposée nord-est, à une altitude d'environ 1400 mètres posée sur une vire, sous un surplomb dans un environnement fermé et minéral avec une pente de 35 à 45°. Le territoire se caractérise par un paysage composé de forêt et de landes.

Le présent rapport s'inscrit dans plusieurs projets menés par le PNP et le GOPA, à savoir le renseignement des aires actives d'Aigles royaux active, l'état de la population en vallée d'Ossau, et la typologie des sites de reproduction et territoires des couples d'aigles des Pyrénées Occidentales.

ABSTRACT

The Golden Eagle, *Aquila chrysaetos*, is a species which is considered vulnerable. As a constituent part of the Pyrenean heritage, this bird of prey arouses all of our attention. This year, in the Ossau valley, six couples were spotted, and five were identified. Among them, three couples reproduced. One failed during incubation. Analysis of spatial distribution of territorial couples showed a high concentration at the top of the Ossau valley, with only two potential territories. On the contrary, at the bottom of the valley, there are three available sites for the installation of a couple of golden eagles.

The typology which was determined comes down to the presence of a rupestral area at the top of a north east exposed limestone cliff, at an altitude of approximately 1400m, laying on a ledge, under an overhang in a closed and mineral environment, and with a 35 to 45° slope. The territory is characterized by a landscape made of forests and moorlands.

The present report fits into several projects lead by the PNP and the GOPA, which are the information about the active areas of Golden eagles, the state of the population in the valley, and the typology of the reproduction sites and territories of golden eagle couples of the western Pyrenees.

Mots clés : *Aquila chrysaetos*, prospection, population, typologie, territoire, vallée d'Ossau.

Key words : *Aquila chrysaetos*, prospecting, population, typology, territory, Ossau valley