



Govern d'Andorra
Ministeri de Turisme i Medi Ambient



Ministère du Tourisme et de l'Environnement (Gouvernement d'Andorre)
Département de l'Environnement - Département du Patrimoine Naturel
Maître de stage : Anna MOLES

IDENTIFICATION DES ZONES HUMIDES ANDORRANES PRIORITAIRES A LA CONSERVATION

PRECONISATIONS POUR LEUR GESTION CONSERVATOIRE



Maria MARTIN

Rapport de Stage
Master 2 Professionnel « Gestion de la Biodiversité »

Septembre 2007

Je tiens, tout d'abord, à exprimer ma profonde reconnaissance à Mme. Anna Moles pour m'avoir accueillie au sein du ministère et pour avoir encadré mon travail avec beaucoup de compétence et de disponibilité. Merci Anna pour la patience que tu as manifestée à mon égard, pour tes conseils et pour la confiance que tu m'as accordée depuis le début de ce stage.

Mes remerciements vont également à M. Josep Naudí, parce que son regard critique et ses conseils judicieux m'ont toujours fait énormément avancer.

Mes plus sincères remerciements s'adressent également à M. Sergi Riba, qui a bien voulu me co-encadrer tout le long de ce stage. Un grand merci pour le savoir qu'il a su me transmettre et pour tout le temps qu'il m'a accordé.

Je tiens aussi à exprimer ma plus sincère reconnaissance à M. Arnaud Elger, qui a su, en tout moment, orienter ma démarche. Merci pour tous vos conseils et remarques qui m'ont permis de mener à bien cette étude.

Je remercie enfin toutes les personnes qui m'ont transmis des données et celles qui m'ont accordé des entretiens : Jacques Thomas, Pierre-Emmanuel Reçh, Gérard Largier, Michèle Dessavre, Laure Bourraqui, Audrey Lemaire, Dominique Teisseire, Jordi Palau, Jordi Nicolau, Carles Miquel, Jérôme Bussièrès, Charles Gers, Thierry Gauquelin, Eric Tabacchi, Magali Gerino et Micky Tackx.

A mes parents, ma grand-mère et mon ami, pour leur soutien inconditionnel...

DETERMINATION DES ZONES HUMIDES ANDORRANES PRIORITAIRES A LA CONSERVATION PRECONISATIONS POUR LEUR GESTION CONSERVATOIRE

INTRODUCTION.....	1
I. CONTEXTE ET PRÉSENTATION DE L'ETUDE.....	2
1. Le Ministère du Tourisme et de l'Environnement.....	2
2. Contexte de l'étude.....	2
a. La naissance du projet.....	2
b. L'inventaire des zones humides andorranes : de 2002 à 2006.....	2
c. Les données obtenues.....	2
3. Objectifs de mon stage et cahier des charges.....	3
II. L'ANDORRE ET SES ZONES HUMIDES.....	3
1. L'Andorre, un pays particulier.....	3
a. Renseignements d'ordre général.....	3
b. Contexte socio-économique.....	3
2. Les zones humides andorranes.....	4
a. Bref descriptif des principaux résultats de l'inventaire.....	4
b. Typologie établie par le CECRV de Bayonne.....	5
- Complexes d'habitats aquatiques	
- Complexes de bas-marais oligotrophes	
- Complexes de bas-marais minérotrophes	
c. Fonctions et valeurs associées à ce type de milieux.....	6
- Fonctions hydrologiques	
- Autres fonctions écologiques	
- Fonctions biologiques et intérêts patrimoniaux	
- Autres intérêts: paléo-écologique, paysager, pédagogique...	
3. Sur le plan législatif.....	8
III. IDENTIFICATION DES ZONES HUMIDES PRIORITAIRES A LA CONSERVATION.....	9
1. Méthodologie mise en œuvre.....	9
a. L'évaluation du patrimoine naturel.....	9
- Richesse biologique	
- Rareté, vulnérabilité et intérêt patrimonial des espèces inventoriées	
- Contribution d'un site à la biodiversité locale	
b. L'évaluation du rôle fonctionnel.....	11
2. Système de notation.....	15
3. Résultats obtenus.....	15
4. Limites.....	15
IV. ORIENTATIONS DE GESTION.....	16
1. Principales menaces répertoriées sur les sites.....	16
a. Destruction physique du milieu.....	17
b. Perturbation ou modification du fonctionnement hydrologique.....	18
c. Atteinte à la qualité des eaux et à la propreté des milieux.....	19
d. Fermeture des écosystèmes.....	19
2. Recommandation générales pour la gestion conservatoire de ces zones humides.....	20

V.	ETUDES DE CAS.....	24
1.	Le domaine skiable d'Arcalís.....	25
a.	Présentation de la zone.....	25
b.	Diversité répertoriée et tendance évolutive de l'ensemble humide.....	25
c.	Gestion et utilisation de la zone.....	26
d.	Menaces et risques identifiés.....	26
e.	Objectifs de gestion et exemples d'opérations à mettre en œuvre.....	27
2.	La Vall d'Incles.....	28
a.	Présentation de la zone.....	28
b.	Diversité répertoriée et tendance évolutive de l'ensemble humide.....	28
c.	Gestion et utilisation de la zone.....	30
d.	Menaces et risques identifiés.....	30
e.	Objectifs de gestion et exemples d'opérations à mettre en œuvre	30
3.	La Barracota.....	32
a.	Présentation de la zone.....	32
b.	En quoi s'agit-il d'une tourbière exceptionnelle à l'échelle de l'Andorre ?.....	32
c.	Quelles sont les mesures à prendre pour la gestion conservatoire de ce site ?.....	32

	CONCLUSION et PERSPECTIVES.....	34
--	---------------------------------	----

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

*Il n'y a pas que les cimes aériennes qui méritent
le regard en montagne...*



INTRODUCTION

Depuis près d'un demi-siècle, l'Europe a connu de profonds changements économiques et sociaux, qui ont largement bouleversé les relations entre l'Homme et son environnement. De nombreux milieux naturels, parmi lesquels les zones humides, ont payé un lourd tribut à cette évolution (Barnaud, 1997 ; Michelot, 2004).

Une zone humide est une région où le principal facteur d'influence du biotope et de la biocénose est l'eau. La grande diversité des formes de zones humides et de leurs modes de fonctionnement sont à l'origine des difficultés pour les définir (Barnaud, 1997). Selon l'article premier de la *Convention de Ramsar* (1971), traité international pour la conservation et l'utilisation durable de ces milieux, « les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur n'excède pas six mètres ; la végétation quand elle existe y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ». Situées à l'interface entre les milieux terrestres et aquatiques, les zones humides constituent un patrimoine naturel exceptionnel, en raison de leur richesse biologique remarquable et des fonctions naturelles qu'elles remplissent. Fragiles et vulnérables, ces milieux n'étaient autrefois considérés que comme des marais insalubres et inintéressants, ce qui a conduit à leur destruction massive. On estime que plus de la moitié des zones humides européennes ont disparu au cours des cinquante dernières années ! (Dupieux, 1998 ; Thomas, 1999 ; Fustec et Lefeuvre, 2000). Ce n'est que très récemment que l'on a pu mieux cerner et comprendre le rôle majeur qu'assurent ces hydrosystèmes, et admettre la nécessité de leur conservation. Milieux parmi les plus menacés à l'échelle mondiale (Barnaud, 1997), les zones humides se trouvent donc actuellement au cœur des préoccupations des protecteurs de la nature et des écologues, d'autant plus que l'Homme a un rôle majeur à jouer dans leur fonctionnement et leur devenir.

L'Andorre renferme un patrimoine naturel riche et diversifié (Julve, 2001). Depuis les années 90, le développement accéléré des domaines skiables, mais aussi des processus d'urbanisation, y a dégradé de façon croissante les écosystèmes montagnards, notamment au sein de secteurs riches en milieux humides. Le Ministère du Tourisme et de l'Environnement du Gouvernement d'Andorre, conscient de l'importance de ces hydrosystèmes et soucieux de leur dégradation, entreprend en 2001 l'élaboration d'une méthodologie d'étude et d'inventaire de l'ensemble des zones humides du pays. Les objectifs sont les suivants : connaître ce type de milieux ainsi que les biocénoses qui leur sont associées, et permettre leur prise en compte dans les projets d'aménagement du territoire. Or, l'étude de ces mouillères d'altitude met en évidence un patrimoine naturel d'une valeur exceptionnelle. Riches et diversifiés mais souvent soumises à de fortes pressions anthropiques, les zones humides andorranes nécessitent la mise en place de mesures de protection. L'identification des stations (ou des ensembles humides) prioritaires à la conservation est alors apparue indispensable. En effet, l'identification des secteurs à grand enjeux patrimoniaux et/ou fonctionnels et des menaces qui pèsent sur ceux-là, a pour but de faciliter les actions de préservation à mettre en place sur un territoire (Thomas, 2007). Après l'inventaire et la caractérisation de ses zones humides, le ministère responsable de l'environnement souhaite donc connaître les mesures nécessaires pour leur gestion conservatoire, tout en tenant compte de l'expérience et des acquis de ses pays voisins, la France et l'Espagne.

Ce document, qui s'articule en cinq parties distinctes, a pour objectif d'engager une réflexion sur la préservation à long terme des milieux humides andorrans. Après avoir présenté cette étude et son contexte(I), nous expliquerons quels sont les types de zones humides présentes sur le territoire et les fonctions et valeurs qui leur sont associées (II). Nous exposerons ensuite la méthode qui a été choisie pour l'identification des zones prioritaires à la conservation (III). Enfin, et après avoir identifié les principales menaces pesant sur ces sites, nous présenterons diverses orientations pour leur gestion conservatoire (IV) qui seront illustrées par trois études de cas (V).

I. CONTEXTE ET PRÉSENTATION DE L'ETUDE

1. Le Ministère du Tourisme et de l'Environnement : organisme porteur du projet

Intéressé par le sujet de stage proposé et objet de ce document, le Ministère du Tourisme et de l'Environnement (Gouvernement d'Andorre) a été ma structure d'accueil. Au sein du ministère j'ai travaillé en parallèle avec deux départements :

- le Département de l'Environnement (25 personnes y travaillent sous la direction de M. Silvia Calvó), le budget du département pour l'année 2007 a été de 14.754.768,49 euros, ce qui représente 3,7% du budget total de l'Etat pour cette année. Ce département a conduit l'inventaire des zones humides depuis 2002 jusqu'à la fin de l'étude en 2007.
- le Département du Patrimoine Naturel (10 personnes y travaillent sous la direction de M. Pere Roquet), le budget du département pour l'année 2007 a été de 893.862,02 euros, ce qui représente 0,2% du budget total de l'Etat pour cette année. Ce département est, entre-autres, chargé de la gestion du patrimoine naturel andorran.

Au cours de ce stage de fin d'études (Master 2 Professionnel en Gestion de la Biodiversité) j'ai été co-encadrée par mon maître de stage, Mme. Anna Moles (à la tête de l'*Aire d'Etude, Préservation et Restauration des Milieux Naturels*, Département de l'Environnement), par M. Josep-Maria Naudí (à la tête de l'*Aire du Patrimoine Naturel*, Département du Patrimoine Naturel), ainsi que par M. Sergi Riba du bureau d'études andorran *Silvagrina SL* (chef de projet et coordinateur de l'inventaire des zones humides).

2. Contexte de l'étude

a. La naissance du projet

La connaissance des écosystèmes présents sur un territoire, de leur distribution, leur structure et leur dynamique, permet la mise en place d'outils pour une gestion efficace du patrimoine naturel. Les zones humides sont des complexes d'écosystèmes qui constituent un patrimoine exceptionnel, en raison de leur richesse biologique remarquable et des fonctions naturelles qu'ils remplissent. C'est pourquoi, en 2002, le Département de l'Environnement lance l'inventaire des zones humides en Andorre, afin d'en avoir une connaissance suffisante pour pouvoir prendre les mesures nécessaires à la préservation de ces milieux.

b. L'inventaire des zones humides andorranes : de 2002 à 2006

Cette étude a été réalisée par le bureau d'études *SILVAGRINA SL*. Mr. Sergi Riba en est le chef de projet sous la direction scientifique du Dr. Jean-Jacques Lazare (Directeur du *Centre d'Etude et de Conservation des Ressources Végétales -C.E.C.R.V.-*, basé à Bayonne). Des collaborations ont eu lieu avec des équipes françaises et espagnoles, et le recours à des spécialistes des groupes taxonomiques liés aux tourbières (par exemple, les bryophytes) a été indispensable. Cette étude a eu un coût de 120.000 euros et s'est déroulée sur 5 ans. Il est à noter qu'il s'agit de l'étude pour laquelle le ministère a investi le plus depuis ses débuts, en 1995.

c. Les données obtenues

Les données de terrain ont été saisies dans une base de données (format Access 2000) qui rassemble les informations suivantes pour chacune des zones humides inventoriées : superficie, altitude, coordonnées Lambert III, conditions d'alimentation en eau, habitats floristiques présents sur le site, espèces végétales répertoriées au sein de chaque habitat et liste des facteurs influençant (ou susceptibles d'influencer) l'évolution du milieu. La totalité des sites a en plus été délimité et digitalisée moyennant un système d'information géographique sur un fond orthophotogramétrique. Ces données sont disponibles en format shp. (ESRI) et nous pouvons les visualiser

et les traiter avec le programme ArcGis (8.3). Les données sont également consultables sur les fiches de terrain ou encore sur les orthophotographies de l'Andorre, qui balayent l'ensemble du territoire Andorran à une échelle 1/5000 et à 50 cm de résolution au sol.

3. Objectifs de mon stage et cahier des charges

Une fois l'inventaire des zones humides achevé, il a semblé judicieux de poursuivre l'étude sur le plan de la conservation de ces milieux. Mon stage s'inscrit donc dans une optique de préservation des zones humides andorranes. Les objectifs étaient les suivants :

- Mener des recherches bibliographiques approfondies afin de caractériser finement les zones humides andorranes ainsi que les fonctions et valeurs qui leur sont associées,
- Etablir des entretiens avec les professionnels et gestionnaires de milieux humides des deux pays voisins afin de comprendre leurs stratégies de gestion et les difficultés rencontrées. (Il semblait en effet important de tenir compte de l'expérience et des acquis de la France et de l'Espagne en ce domaine),
- Mettre en œuvre une méthodologie permettant d'identifier les zones humides andorranes de grand intérêt et donc prioritaires à la conservation,
- Visiter sur le terrain les ensembles de zones humides prioritaires afin d'évaluer leur état de conservation, les principales menaces pesant sur les sites et leur tendance évolutive,
- Préconiser des mesures pour leur gestion conservatoire,
- Concevoir et développer un outil pédagogique visant le grand public,
- Identifier les différents acteurs locaux concernés par cette problématique et engager les premières réunions informatives et de sensibilisation sur ce sujet.

II. L'ANDORRE ET SES ZONES HUMIDES

1. L'Andorre, un pays particulier

a. Renseignements d'ordre général

L'Andorre est un petit pays du Sud-ouest de l'Europe situé au sein des Pyrénées, entre l'Espagne et la France. D'un point de vue politique, il s'agit d'une coprincipauté parlementaire.

La superficie totale de l'Andorre est de 468km². Le territoire y est divisé en sept « paroisses » (ou régions) dont les décideurs politiques (indépendants de ceux du gouvernement) détiennent la gestion du territoire: Canillo, Encamp, Ordino, La Massana, Andorra la Vella -capitale du pays-, Sant Julià de Lòria et Escaldes-Engordany (Carte 1). En raison de sa localisation dans le massif des Pyrénées Orientales, le pays est principalement constitué de montagnes siliceuses d'une hauteur moyenne de 1997m, et dont le point le plus élevé est le Pic de Coma Pedrosa (2946m). Le pays est donc soumis à un climat de type montagnard, avec des tendances qui varient en fonction du gradient altitudinal, de l'orientation des vallées, de leur disposition...

b. Contexte socio-économique

A l'heure actuelle, l'Andorre compte près de 82.000 habitants. Le secteur tertiaire y est très développé : en effet, l'économie du pays repose principalement sur le tourisme qui profite des prix de certains produits (un peu plus bas qu'en France ou en Espagne) et de l'offre des sports d'hiver qui y sont pratiqués dans 5 stations de ski (Pas de la Casa - Grau Roig, Soldeu - El Tarter, Ordino - Arcalís, Pal – Arinsal, La Rabassa). A la fonte des

neiges, de nombreuses activités de plein air sont proposées aux touristes : randonnée, VTT... Enfin, la relance récente du thermalisme vient compléter cette offre riche en loisirs.

Bien qu'utilisant l'euro comme ses deux pays voisins, l'Andorre ne fait pas partie de l'Union Européenne.

2. Les zones humides andorranes : des mouillères d'altitude...

a. Bref descriptif des principaux résultats de l'inventaire

A la fin de l'année 2006, ce sont **1731 zones humides** qui ont été localisées et décrites selon une fiche de terrain standardisée. Elles ne se répartissent pas de façon homogène sur le territoire, mais sont concentrées sur les bassins versants du Nord et Nord-est du pays (Annexe 1).

Ce sont des mouillères d'altitude : le site situé à la plus basse altitude se trouve à 1310 mètres, celui situé à la plus haute altitude se trouve à 2715 mètres, avec une moyenne qui se situe autour de 2295 mètres (médiane = 2335m). Il est à noter que 50% des zones humides d'Andorre se localisent entre les 2186 et les 2465 mètres d'altitude à l'étage subalpin.

Leur superficie est extrêmement variable : nous pouvons distinguer, d'une part, les sites dont la superficie est inférieure ou égale à 200 m² (353 sites), cartographiés sous forme de points, et pour lesquels la superficie exacte n'est pas signalée dans la base de données ; d'autre part, les sites de superficie supérieure à 200 m² cartographiés sous forme de polygones (1368 sites). Parmi ces derniers, les dimensions vont de 201 m² à 215 185 m². Il est tout de même à noter que 80% de ces zones humides ont des surfaces inférieures à 4120 m².

Le résultat de la somme des surfaces supérieures à 200 m² est de 6 042 447 m², et nous pouvons évaluer que la somme des surfaces des sites ponctuels s'élève au plus à 70 600 m² (353 x 200 m²). En Andorre, la surface occupée par les zones humides est donc d'un **peu plus de 6 km²**. A l'échelle nationale (468 km²), **ces milieux recouvrent donc environ 1,3% du territoire**.

Les zones humides d'altitude sont des milieux complexes où l'on y trouve des mosaïques d'habitats (Lazare, 2005a). Le ministère avait pris le parti de s'appuyer sur la typologie Corine Biotope, établie sur des critères phytosociologiques et géomorphologiques, pour décrire les habitats observés et les groupements végétaux qu'ils abritent. Du point de vue taxonomique, ont été inventoriés les végétaux macrophytes et les bryophytes. En voici les principaux résultats :

- 71 habitats ont été décrits, dont 37 sont d'intérêt communautaire (parmi lesquels 8 sont prioritaires). Le nombre moyen d'habitats par zone humide est de 4 (valeur minimale = 0, valeur maximale = 13, médiane = moyenne)
- le nombre total d'espèces végétales identifiées dans ces habitats est de 539, dont un grand nombre (par leur rareté, leurs spécificités...) sont d'intérêt patrimonial. Ce résultat représente plus du tiers des espèces répertoriées dans la « Check List » de la flore andorrane (Carrillo et al., 2003). Le nombre moyen d'espèces inventoriées par zone humide est de 18 (valeur minimale = 0, valeur maximale = 59, médiane = 17)

Remarque : Tous les habitats et les espèces inventoriés ne sont pas intimement inféodés aux mouillères, mais ils font partie de la mosaïque végétale qui recouvre ces milieux et figurent donc sur l'inventaire.

Dans tous les cas, nous pouvons affirmer que les zones humides andorranes abritent une richesse floristique remarquable. L'inventaire de la faune n'était pas le but premier de cette étude, cependant sont signalées sur la base de données quelques observations d'espèces animales de grand intérêt patrimonial (micromammifères, amphibiens, lépidoptères...).

b. Typologie établie par le C.E.C.R.V. de Bayonne :

Les zones humides sont des milieux qui évoluent dans le temps et dans l'espace (Barnaud, 1997 ; Viñals, 2004). Or, cet aspect dynamique, complique la tâche de catégorisation. En 2005, le Centre d'Etude et de Conservation des Ressources Végétales a établi, sous la direction du Dr. Lazare, une première typologie des zones humides andorranes à travers l'étude des habitats humides présents sur les 1064 sites jusqu'alors inventoriés (Riba et Lazare, 2004). L'interprétation des résultats issus de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) a permis de discriminer trois grands groupes de complexes d'habitats humides.

- complexes d'habitats aquatiques (Photographies 1, 2 et 3) :

On retrouve dans ce groupe, les étangs et les lacs de montagne, d'origine majoritairement glaciaire. Il s'agit de cavités d'eau stagnante de profondeur très variable. Ces biotopes présentent des ceintures d'habitats purement aquatiques dont les cortèges caractéristiques sont les communautés amphibies à *Sparganium angustifolium* 22.3114a d'après le code Corine, les communautés amphibies à *Isoetes lacustris* & *I. echinospora* avec *Subularia aquatica* 22.3113, et les groupements à *Veronica scutellata* et à *Alopecurus aequalis* 22.3114b (Riba et Lazare, 2004).

- complexes de bas-marais (Photographies 4, 5 et 6) :

Un bas-marais ou ce que l'on appelle plus couramment une tourbière basse est un type particulier de zone humide. Ces écosystèmes se caractérisent, en premier lieu, par un sol saturé en permanence d'une eau stagnante ou très peu mobile (qui provient de la nappe phréatique ou de ruissellement), qui rend le milieu asphyxiant. La flore microbienne du sol (bactéries et champignons) est privée d'oxygène ce qui ralentit les processus biochimiques de décomposition de la matière organique. Ainsi, la litière végétale ne se minéralise que très lentement et très partiellement, formant un sol constitué d'un dépôt de matière organique mal ou non décomposée : la tourbe. La condition indispensable à la formation de ces biotopes est un bilan hydrique excédentaire : les apports hydriques doivent être supérieurs aux pertes par évapotranspiration ou écoulements. A l'engorgement du milieu, peuvent s'ajouter d'autres facteurs qui contribuent à limiter la décomposition, tels que les faibles températures et l'acidité du milieu (Manneville *et al.*, 1999). Ces hydrosystèmes se caractérisent par leurs formations herbacées où dominent des végétaux hygrophiles. On distingue :

■ Les bas-marais oligotrophes pauvre en éléments nutritifs, qui se trouvent principalement sur des roches silicatés et présentent des conditions acidiphiles (Manneville *et al.*, 1999 ; Thomas, 1999). Le cortège des habitats caractéristiques de ce groupe sont les communautés acidiphiles à *Carex nigra* (*Caricetum fuscae*) 54.424, les communautés à *Scirpus cespitosus* avec *Carex echinata* et *Primula integrifolia* (*Primulo integrifoliae - Trichophoretum caespitosi*) 54.452a. Dans ces milieux oligotrophes, il est fréquent de trouver des buttes à sphaignes 51.111, 51.1114, 51.1117, qui présentent la capacité d'acidifier le milieu. Il s'agit du type de zone humide le plus fréquemment représenté en Andorre (Riba et Lazare, 2004).

■ Les bas-marais minérotrophes (plus rares) riches en éléments minéraux, qui se trouvent principalement sur des roches carbonatés et présentent des conditions neutrophiles ou basophiles (Manneville *et al.*, 1999 ; Thomas, 1999). Les principaux habitats caractéristiques sont les groupements à *Carex davalliana* (*Caricetum*

davallianae) 54.24, les communautés alcalines à *Carex nigra*, les prairies humides à *Molinea caerulea* 31.11 accompagnée parfois par *Sanguisorba officinalis* et *Succisa pratensis* 31.111, et les groupements fontinaux des eaux dures carbonatées (*Cratoneurion*) 54.12 (Riba et Lazare, 2004).

Remarque : Cette typologie a été réalisée en 2005. Le C.E.C.R.V. est à l'heure actuelle en train de faire un deuxième traitement qui tient compte de la totalité des zones humides recensées jusqu'en 2006 (1731 sites, soit 667 sites supplémentaires). Les résultats ne sont pas encore disponibles.

Du point de vue de leur mode de formation, en Andorre, on observe majoritairement des complexes tourbeux d'alimentation géotrophique (l'eau d'alimentation est en contact avec le sol, par opposition à ombrotrophique) et soligène (les eaux proviennent de la nappe d'eau affleurante sous forme de sources, de suintements ou d'écoulements latéraux et ruissellent sur de faibles pentes). Comme il a été dit précédemment, il est toutefois fréquent de trouver sur les versants orientés vers le Nord ou sur des secteurs plus humides, des buttes à sphaignes qui, n'étant plus alimentées que par les eaux météoritiques (apports atmosphériques par la pluie ou la neige), témoignent d'une alimentation ombrotrophique localisée (Riba, 2004, 2005, 2006 et 2007).

c. Fonctions et valeurs associées à ce type de milieux

Espaces de transition entre la terre et l'eau, les zones humides remplissent de nombreuses fonctions qui leur confèrent des valeurs hydrologiques, écologiques et biologiques remarquables (Viñals, 2004). Ceci a souvent conduit à les assimiler à des infrastructures naturelles (Thomas, 1999 ; Michelot, 2004).

- Fonctions hydrologiques :

Malgré des superficies relativement faibles et leur dispersion dans l'espace montagnard, ces milieux jouent un rôle important dans la régulation de la ressource en eau à l'échelle du bassin versant (Marble, 1992). Leur intérêt fonctionnel majeur réside dans leur grande capacité de stockage de l'eau due à la porosité de la tourbe et au pouvoir de rétention des mousses. Leur rôle à l'échelle du bassin versant peut être assimilé à celui d'une éponge : l'eau stockée sera restituée progressivement en période déficitaire. Ces milieux permettent donc le soutien d'étiage en période sèche, évalué à environ 500 litres/m²/an (Thomas, 1999), garantissant en aval le fonctionnement de nombreux écosystèmes aquatiques. De la même façon, elles contribuent à l'atténuation des effets de crues (Michelot, 2005a). Enfin, il s'agit d'importants réservoirs d'eau douce, souvent propre à la consommation. De manière générale, on attribue aux zones humides des fonctions d'épuration des eaux (Barnaud, 1997). Dans le cas des mouillères de montagne, comme celles que nous trouvons en Andorre, cette fonction est largement controversée (Thomas, 1999). Il est vrai que les eaux d'infiltration sont mécaniquement filtrées à leur passage dans les couches de tourbe : les matières en suspension sont retenues, les sédiments et autres particules (métaux lourds...) piégés. Or, si ce rôle de filtre physique est communément admis, il en est moins pour celui de filtre biologique, notamment à cause des faibles températures que l'on trouve dans ces milieux (Thomas, 1999).

- Autres fonctions écologiques :

Les zones humides contribuent à la régulation du microclimat : en effet, leur surface est le siège d'une évapotranspiration importante. Les fortes conditions d'humidité qui en découlent peuvent tamponner les effets de sécheresse à leur voisinage. De plus, elles constituent d'importants puits de carbone ; leur destruction entraîne donc un rejet inévitable de CO₂ dans l'atmosphère (qui se traduit par un accroissement de l'effet de serre).

- Fonctions biologiques et intérêts patrimoniaux :

Les zones humides de montagne sont des milieux de vie remarquables pour leur biodiversité (Thomas, 1999 ; Fustec et Lefeuvre, 2000).

Du point de vue de la faune, les milieux humides sont des sites essentiels pour l'hivernage, la migration et la reproduction de nombreux oiseaux (Manneville *et al.*, 1999). De plus, les zones lacustres mais aussi les bas-marais abritent de nombreuses espèces de poissons (comme par exemple la truite fario) et amphibiens (le triton palmé, la grenouille rousse). Certains ruisseaux traversant des sites tourbeux constituent des zones de frayères de qualité pour les truites, où l'on peut également y trouver le desman, micromammifère endémique des Pyrénées et très emblématique. Ils accueillent aussi une multitude d'invertébrés, dont certains, rares et intimement inféodés à ces milieux ont une grande valeur patrimoniale. Cette diversité faunistique s'explique par le rôle de ces zones dans les différentes fonctions essentielles à la vie des organismes qui y sont inféodés : alimentation, reproduction, abri...

La grande variété des facteurs écologiques qui régissent les zones tourbeuses sont à l'origine d'une incroyable diversité végétale (Manneville *et al.*, 1999). En effet, l'excès permanent d'eau confère des caractéristiques suffisamment particulières et contraignantes pour que les communautés floristiques qui les peuplent leur soient hautement spécifiques. Ces biotopes abritent donc une flore et une faune dont la richesse s'exprime plus dans la singularité que dans l'abondance. On y trouve des espèces rares (*Salix lapponum = ceretana* -espèce dite relictuelle glaciaire-, *Triglochin palustre*, *Comarum palustre*, *Isoetes sp.*), endémiques (*Sparganium angustifolium* subsp. *borderei*, *Primula integrifolia*), des espèces en marge de leur aire de répartition géographique (*Narthecium ossifragum*, espèce atlantique en limite de son aire orientale de répartition), pour la plupart reconnues d'intérêt patrimonial. Parmi les adaptations les plus spectaculaires, on peut citer les plantes insectivores (*Drosera rotundifolia*, *Pinguicula sp.*), qui survivent aisément dans les conditions extrêmes des milieux tourbeux acides et pauvres en éléments nutritifs. En effet, elles trouvent dans leurs proies les matières nutritives qui font défaut dans le sol. Véritables réservoirs de biodiversité, ces milieux abritent donc des biocénoses spécialisées, participant ainsi à la conservation de notre patrimoine naturel.

Les zones humides offrent ainsi une multitude de ressources naturelles (fourragères, halieutiques, cynégétiques) qui peuvent trouver des débouchés économiques dans le cadre de certaines activités humaines.

- autres intérêts : paléo-écologique, paysager, pédagogique...

Grâce aux conditions d'anaérobiose qui règnent dans leur sol, les zones tourbeuses sont d'excellents milieux conservateurs qui fossilisent les particules organiques : l'étude des pollens ainsi conservés nous renseigne sur les conditions écologiques passées du site (conditions de formation, communautés floristiques présentes...). Dans le même sens, l'étude de macrorestes d'origine anthropique parfaitement conservés ont également permis de mieux connaître l'organisation des civilisations anciennes de cette région des Pyrénées (Thomas, 1999).

Enfin, l'originalité et la diversité des biotopes et des biocénoses de ces milieux en font des secteurs de grand intérêt paysager. Ainsi, elles sont souvent le support d'activités de loisirs (sous réserve d'une utilisation respectueuse et durable du milieu), et constituent des lieux intéressants pour l'éducation à l'environnement, car elles permettent de faire prendre conscience de la diversité, de la dynamique et du fonctionnement des écosystèmes.

3. Sur le plan législatif ...

La convention de Berne, signée le 19 septembre 1979, a pour objet d'assurer la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel en Europe, par une coopération entre les États. L'Andorre, en tant que pays signataire s'est engagé à :

- mettre en œuvre des politiques nationales de conservation de la flore et de la faune sauvages, et des habitats naturels,
- intégrer la conservation de la vie sauvage dans les politiques d'aménagement, de développement et de l'environnement,
- encourager l'éducation et promouvoir la diffusion d'informations sur la nécessité de conserver les espèces et leurs habitats.

En 2002, et en accord avec les objectifs fixés par la Convention de Berne, est entré en vigueur sur le territoire andorran, la « *Llei de pesca i de gestió del medi aquàtic* » (Loi pour la pêche et la gestion des milieux aquatiques). Il s'agit donc d'une loi pour la gestion et la protection de l'environnement aquatique. Elle a pour objectif de préserver la faune et la flore aquatiques et leurs habitats naturels. Pour cela, en plus de réglementer l'activité de pêche, elle cherche à protéger la ressource en eau aussi bien d'un point de vue qualitatif que quantitatif. Elle permet de garantir un débit minimum écologique favorable à l'évolution naturelle des organismes et des populations. En outre, cette loi préserve rigoureusement les zones de frayères de la truite (parfois situés au niveau de sites tourbeux traversés par un ruisseau) et d'alimentation de la macrofaune aquatique. Tout projet d'aménagement susceptible de porter atteinte à un milieu aquatique ou une zone humide requiert donc une étude d'impact préalable soumise à l'avis du Ministère du Tourisme et de l'Environnement qui garde le droit de modification voire d'interdiction du projet en question. Enfin, tout acte non autorisé ou non soumis à cette procédure légale et portant préjudice à un milieu aquatique ou aux espèces qui s'y trouvent est poursuivi légalement et encourt des sanctions économiques et pénales.

Malheureusement, il existe encore des projets d'aménagements qui affectent des zones humides, dont l'autorisation est finalement accordée parce que l'étude d'impact identifie mal ou sous-estime l'impact sur le milieu et pour lesquels les enjeux économiques sont très importants.

III. IDENTIFICATION DES ZONES HUMIDES PRIORITAIRES A LA CONSERVATION

Note importante :

Quelle que soient leur nature, leur localisation, leur étendue, leur faune et leur flore, toutes les zones humides présentent un intérêt fonctionnel majeur. L'emploi d'une hiérarchisation des sites n'a pas pour objet de sélectionner certains sites à conserver et de délaisser d'autres voués à une destruction éventuelle ; et s'il est vrai que certains apparaîtront comme étant d'intérêt hautement prioritaire, cette classification ne veut en aucun cas sous-entendre que certaines zones humides sont dépourvues d'intérêt. L'objectif est simplement d'orienter les choix des professionnels de la conservation de la nature et des décideurs politiques, afin qu'ils déploient les moyens dont ils disposent pour assurer la conservation des sites.

1. La méthodologie mise en œuvre (méthode de diagnostic basée sur une analyse multicritères)

La mise en œuvre d'actions en faveur de la conservation des milieux naturels nécessite d'opérer certains choix, ce qui nous conduit ici à proposer une hiérarchisation des sites.

Les méthodes d'évaluation de la valeur intrinsèque d'un espace naturel sont, à l'heure actuelle, en plein développement. Constamment critiquées et repensées, elles sont encore à l'origine de nombreux débats entre les différentes écoles de pensée (Barnaud, 1997 ; Du Bus De Warnaffe et Devillez, 2002). Certains auteurs ont établi des listes de critères (*paramètres descripteurs ou indicateurs utilisés pour quantifier la valeur biologique ou fonctionnelle d'un système écologique*) à prendre en compte pour l'évaluation de l'intérêt d'un milieu naturel (Mallarach, 1999). Malheureusement, nous ne disposons pas toujours des données nécessaires pour mettre en œuvre ces méthodes de diagnostic recommandées. Ce que nous présentons ici est donc un véritable compromis entre une méthodologie « idéale » et celle que nous pouvions développer avec les données dont nous disposons. La méthode d'évaluation que nous avons choisi de mettre en œuvre se base sur des critères de biodiversité et des critères de fonctionnalité. Elle se veut la plus objective possible. Cependant, certains des critères (notamment en termes de fonctionnalité) qui ont servi à établir cette classification ont un caractère quelque peu subjectif, ce qui nous obligera par la suite à discuter de certains résultats.

Rappel des données disponibles par site :

- *superficie, altitude (maximum et minimum), coordonnées (latitude et longitude Lambert III),*
- *conditions d'alimentation en eau (type de formation soligène, limnogène ou ombrogène),*
- *habitats présents, décrits selon la typologie Corine Biotope,*
- *espèces végétales présentes au sein de chaque habitat,*
- *liste des facteurs influençant l'évolution du site.*

a. L'évaluation du patrimoine naturel (6 critères)

Pour évaluer l'intérêt biologique de nos sites, nous faisons appel à divers critères indicateurs de leur richesse biologique, de la rareté et de l'intérêt patrimonial des espèces et des habitats qu'ils abritent. Enfin, nous faisons une estimation de la contribution de chaque zone humide à la biodiversité locale.

▪ **Richesse biologique :** Il est important de prendre en compte le nombre d'espèces ou d'habitats inventoriés sur chaque site, même si ceux-là ne présentent pas d'intérêt patrimonial (Mathieu, 2006). En effet, un nombre élevé d'espèces ou d'habitats est un indicateur d'un fonctionnement écologique correct des écosystèmes (Du Bus De Warnaffe et Devillez, 2002).

→ Richesse spécifique = nombre d'espèces végétales présentes dans le site.

→ Richesse en habitats = nombre d'habitats floristiques présents dans le site

Il aurait été intéressant de calculer des indices de diversité (par exemple l'indice de Shannon ou celui de Simpson). Cependant, le taux de recouvrement des espèces et des habitats, nécessaire à ce calcul, n'était pas signalé dans tous les cas. Par ailleurs, cette estimation du recouvrement reste relativement subjective et ayant été effectuée par de multiples observateurs, elle aurait pu introduire un certain biais dans les résultats.

▪ **Rareté, Vulnérabilité et Intérêt patrimonial** : Les espèces et les habitats rares, menacés ou en danger sur le territoire doivent obligatoirement être pris en compte dans une optique de conservation du patrimoine naturel (Blackstock *et al.*, 2004). Ces biocénoses sont souvent de grand intérêt patrimonial.

→ Nombre d'espèces végétales rares et menacées présentes sur chacun des sites :

Pour juger de la rareté et la vulnérabilité des espèces inventoriées sur nos zones humides, nous avons pris le parti de nous appuyer sur la **Liste Rouge des espèces rares et menacées d'Andorre** réalisée par l'équipe du Dr. Ninot de l'Université de Barcelone (Carrillo *et al.*, 2003). Nous tenons compte des espèces appartenant aux catégories : **CR** = en danger critique (Critically Endangered), **EN** = en danger (Endangered) et **VU** = vulnérable (Vulnerable).

Ce premier document de référence, réalisé à partir d'inventaires de terrain sur tout le pays, de recherches bibliographiques et de données d'herbiers, n'inclut pas certaines espèces des zones humides inventoriées en parallèle ou a posteriori. Nous avons donc envisagé dans un premier temps de travailler, en parallèle, avec les Listes Rouges des régions voisines. Malheureusement, la Catalogne et l'Aragon (côté espagnol) ne disposent pas encore de leurs propres listes régionales. La Liste Rouge Espagnole n'est quand à elle pas du tout représentative des enjeux de conservation propres à l'Andorre. Du côté français, Midi-Pyrénées travaille actuellement dans la réalisation de sa propre Liste Rouge (qui est encore provisoire). Nos interlocuteurs français nous avaient envoyé la Liste préliminaire de flore vasculaire déterminante qui a servi à la modernisation de l'inventaire des ZNIEFF en Midi-Pyrénées.

A partir de ces documents et de données locales issues des divers inventaires et de la bonne connaissance de la flore du pays par M. Riba, nous avons considéré quelques espèces supplémentaires qui ont été prises en compte lors de ce travail. Il ne s'agit en aucun cas d'un complément de liste officiel, mais plutôt de quelques espèces que nous prenons en compte et dont le statut démographique et le degré de menaces mériteraient d'être officiellement réévalués.

→ Nombre d'habitats rares et menacés présent sur chacun des sites :

Pour juger de la rareté et la vulnérabilité des habitats inventoriés sur nos zones humides, nous avons pris le parti de nous appuyer sur la **Liste des habitats dits d'intérêt communautaire selon l'Annexe I de la Directive Habitats, 92/43/CEE**.

Quelques mots sur la Directive Habitats Faune Flore...

Cette directive concerne la conservation des habitats naturels ainsi que des espèces de faune et de flore sauvages. C'est une mesure prise par l'Union Européenne afin de promouvoir la protection et la gestion des espaces et des espèces à valeur patrimoniale que comportent ses états membres. L'annexe I liste les habitats naturels ou semi-naturels d'intérêt communautaire. L'effort de conservation et de protection doit être particulièrement intense en faveur de ces habitats qui :

- sont en danger de disparition dans leur aire de répartition naturelle,*
- présentent une aire de répartition réduite du fait de leur régression ou de caractéristiques intrinsèques,*
- présentent des caractéristiques remarquables.*

Parmi ces habitats, la directive en distingue certains dits prioritaires du fait de leur état de conservation très préoccupant.

Dans le même sens que précédemment, lors de mes entretiens en France, avec des gestionnaires et autres professionnels de la conservation du patrimoine naturel, il en est souvent ressorti le fait que, à l'échelle des Pyrénées, la liste de ces habitats d'intérêt communautaire pourrait être améliorée. Comme pour les espèces végétales, la région Midi-Pyrénées a élaboré une Liste des habitats déterminants pour les Pyrénées qui a servi à la modernisation de l'inventaire des ZNIEFF dans la région, et que nous prenons également en compte.

▪ **Contribution d'un site à la biodiversité locale (Thomas, 1999)** : Cet indice tient compte de la fréquence des espèces et des habitats au niveau local et d'après notre inventaire:

→ Calcul de la contribution d'un site à la biodiversité en espèces végétales : A chaque espèce est attribué un coefficient de rareté. Moins l'espèce est fréquente, plus son coefficient est élevé.

Espèce inventoriée	Ne = nb de sites où l'espèce est présente	C = coefficient de rareté de l'espèce = 1/Ne
Ex ₁ : <i>Scirpus cespitosus</i>	1435	1/1435 = 0.0006
Ex ₂ : <i>Drosera rotundifolia</i>	39	1/39 = 0,03

Ensuite, pour chaque site on effectue la Σ des coefficients de rareté de toutes les espèces qui y ont été inventoriées. On obtient ainsi l'indice de Contribution à la Biodiversité locale en espèces (CB_e) pour chaque site. Plus cet indice est grand, plus le site contribue à cette diversité locale.

$$CB_e = \sum_{e=1}^n (1/Ne)$$

→ Calcul de la contribution d'un site à la biodiversité en habitats : Le principe reste le même. Moins l'habitat est fréquent, plus son coefficient est élevé.

Habitat inventorié	Nh = nb de sites où l'habitat est présent	C = coefficient de rareté de l'habitat = 1/Ne
Ex ₁ : Bas-marais acides à <i>Carex nigra</i> (54.424)	1304	1/1304 = 0,0007
Ex ₂ : Buttes de <i>Sphagnum fuscum</i> (51.1112)	4	1/4 = 0,25

Pour chaque site on effectue ensuite la Σ des coefficients de rareté de tous les habitats qui y ont été inventoriés. On obtient ainsi l'indice de Contribution à la Biodiversité locale en habitats (CB_h) pour chaque site. Plus cet indice est grand, plus le site contribue à la diversité locale en habitats.

$$CB_h = \sum_{e=1}^n (1/Nh)$$

Remarque : Les espèces et les habitats rares, vulnérables et de grand intérêt patrimonial doivent absolument faire l'objet d'une attention particulière. Mais aussi doit être prise en considération, ce qu'on appelle à l'heure actuelle la « nature ordinaire » (Mathieu, 2006). C'est une façon de prendre des précautions, car le statut des biocénoses aujourd'hui considérées comme courantes peut à tout moment évoluer.

b. L'évaluation du rôle fonctionnel

Une gestion intégrée des espaces naturels doit aussi reposer sur la connaissance et la prise en compte, souvent difficile, des fonctionnalités des écosystèmes (Marble, 1992 ; Ando et Getzner, 2006). S'il est vrai que l'évaluation du patrimoine naturel est relativement simple et objective, l'évaluation du rôle fonctionnel s'avère très complexe et demande d'évaluer certains aspects de façon plus subjective. Le but de cette évaluation n'est donc

pas de faire une expertise fonctionnelle approfondie mais plutôt d'identifier des grands ensembles de zones humides qui peuvent être intéressants d'un point de vue fonctionnel.

En ce qui concerne les zones humides, il en ressort globalement deux grands groupes de fonctions :

- les fonctions hydrologiques (régulation des régimes hydrologiques...)
- les autres fonctions écologiques (réservoir de carbone, régulation du microclimat...)

Pour ce qui est de ces dernières fonctions, nous ne disposons pas des données nécessaires à leur évaluation. Des analyses de sédiments (entre autres) auraient été nécessaires, mais ce type d'analyses s'avèrent très longues et coûteuses. Par manque de temps mais aussi de moyens humains et financiers, ces mesures n'étaient pas envisageables au cours de mon stage. En outre, certains auteurs corrélaient positivement le nombre d'habitats présents dans un milieu et ses potentialités fonctionnelles. Il s'agit là d'un sujet largement controversé, sur lequel on a très peu de connaissances (Loreau, 2000). Étant donné que le nombre d'habitats est un critère que nous avons utilisé pour évaluer la richesse biologique des sites, nous ne le prendrons pas en compte en termes de fonctionnalité.

La fonctionnalité hydrologique des sites peut quant à elle être évaluée de manière satisfaisante, à partir des données dont nous disposons. Tout d'abord, il est important de replacer les zones humides dans leur bassin topographique. Nous travaillerons donc à l'échelle du bassin versant, en utilisant une couche SIG propriété du Ministère du Tourisme et de l'Environnement dans laquelle chaque bassin versant andorran (79 au total) est renseigné par sa superficie. Ainsi, nous partons du principe que la fonctionnalité hydrologique d'une zone humide d'altitude est importante si :

- sa superficie absolue est élevée (Thomas, 2007) ou si sa superficie relative par rapport aux autres zones du groupe dans le bassin versant est élevée (critère individuel),
- elle appartient à un groupe important de zones humides sur le bassin versant (Thomas, 2007), autrement dit si cette zone humide n'est pas isolée sur le bassin versant mais qu'elle fait partie d'un ensemble de zones humides, plus le groupe comporte un nombre élevé de sites, plus l'ensemble est hydrologiquement fonctionnel, (critère de groupe)
- la superficie du groupe est importante par rapport à la superficie du bassin versant (critère de groupe),
- elle se situe en tête de bassin versant : en effet, nous sommes face à des systèmes humides de type soligène où, dans la plupart des cas, les zones humides à l'amont alimentent en eau celles à l'aval. Ainsi, nous pouvons penser qu'une mouillère se situant dans la partie supérieure du groupe aura un rôle fonctionnel très important du point de vue de l'alimentation du système en eau (critère individuel).

Un autre facteur extrêmement intéressant à prendre en compte est la connectivité entre les zones humides d'un même ensemble. En effet, lorsque les connexions hydrologiques d'un groupe de mouillères ne sont pas perturbées, le fonctionnement hydrique de l'ensemble est optimal. Par ailleurs, et même si nous ne rentrerons pas dans ces aspects, un ensemble de zones humides bien interconnectées, offre un cadre favorable à l'accueil d'espèces fonctionnant en métapopulation. Ce critère (de groupe) n'est donc pas négligeable, mais il est en revanche très difficile à évaluer, surtout quantitativement.

Les aménagements urbains et les équipements de loisirs (réseau routier, bâtiments, pistes de ski...) sont à la base d'importantes fragmentations sur le territoire. Partant de ce principe, nous avons fait le choix d'évaluer la connectivité superficielle des zones humides au sein d'un bassin versant en nous appuyant sur les différentes couches SIG (dont dispose le ministère) qui concernent ces aménagements : la couche des domaines skiables, celle des routes, parkings et pistes de montagne, et celle des bâtiments. Notre évaluation se veut purement qualitative. Nous distinguons :

- les bassins versants vierges de tout aménagement, ou avec des aménagements qui de par leur situation n'interfèrent en aucun moment avec l'ensemble de zones humides. Nous considérons dans ces cas là que le réseau hydrographique fonctionne correctement.
- les bassins versants davantage anthropisés, qui concentrent installations sportives, routes et autres aménagements urbains. Dans ces conditions, certaines connexions hydrologiques entre les sites ont été perturbées, ce qui a probablement amoindri le rôle fonctionnel de l'ensemble humide.

Pour les cas de figures douteux, où il était difficile d'apprécier par cette méthode la fragmentation hydrologique des milieux, nous avons examiné le territoire à l'aide des ortho-photographies (datant de 2003) qui couvrent tout le pays au 1/5000 avec une très bonne résolution (50 cm au sol). Cette méthode est beaucoup plus longue et laborieuse que la précédente, de sorte que nous l'avons uniquement utilisée pour nous éclairer sur des cas ponctuels.

Remarques : Malheureusement, nous ne disposons d'aucun moyen pour évaluer la connectivité souterraine entre les sites. Par ailleurs, cette estimation du rôle hydrologique rempli par nos stations humides étant en partie basée sur des critères de superficie, il nous est impossible de prendre en compte les sites ponctuels (pour lesquels la superficie n'est pas renseignée).

2. Le système de notation

En ce qui concerne l'évaluation du patrimoine naturel, chacun des 6 critères évalués aura sa propre note allant de A à D (pour une large gamme de variation): A = très important, B = important, C = moyen, D = faible.

Pour ce qui est de l'évaluation fonctionnelle, la procédure est quelque peu différente. Chaque site aura une note individuelle pour chacun des critères :

- superficie absolue et superficie relative (A = Très grande ou grande superficie, B = superficie moyenne, C = superficie faible), nous garderons la meilleure des 2 notes,
- situation altitudinale par rapport aux autres zones du groupe (zone altitudinalement située : A= dans le tiers supérieur du groupe, B = dans le tiers moyen, C = dans le tiers inférieur).

Ensuite, nous donnerons des « notes de groupe », que toutes les mouillères d'un même bassin versant auront en commun :

- appartenance à un groupe où l'on dénombre : A = un nombre très élevé ou élevé de zones humides, B = un nombre moyen, C = un nombre faible ou très faible,
- appartenance à un groupe dont la superficie relative à celle du bassin versant est : A = Très grande ou grande, B = moyenne, C = faible)

La connectivité hydrologique entre les zones sera évaluée qualitativement, à postériori. Grossièrement on distinguera les ensembles humides qui voient leurs connexions hydrologiques pas du tout perturbées par les infrastructures urbaines et sportives de ceux dont la connectivité est perturbée par ces infrastructures.

L'attribution des notes pour chaque critère de biodiversité se fait à l'aide du box-plot de la distribution, lorsque celle-ci est régulière, autrement dit lorsque l'ensemble des valeurs est bien représenté (*par exemple, la richesse spécifique de nos sites peut aller de 1 à 59 avec des sites concernés par chacune des valeurs intermédiaires*). Cet outil d'aide à la décision nous permet d'attribuer la note A = de la valeur maximale (recensée en Andorre pour ce critère) à la valeur du 1^{er} quartile, B = depuis le 1^{er} quartile à la valeur médiane, C = de la valeur médiane au 3^{ème} quartile et D = du 3^{ème} quartile à la valeur minimale. Basée sur des critères mathématiques, cette méthode présente l'avantage d'être objective. Lorsque la distribution des valeurs pour un critère donné est irrégulière (ensemble des valeurs non représentées), ou que la gamme de variation est

moindre et ne nécessite pas 4 classes de notation (critères fonctionnels), nous travaillons de manière plus subjective : en effet, les limites entre les différentes classes sont établies arbitrairement, en faisant appel à des critères de logique.

Chaque zone humide a donc, pour chaque critère évalué, une note qui lui est propre. Il est fréquent de trouver dans la littérature l'attribution d'une note globale à chaque station, qui est en fait la synthèse de toutes ces notes. Certains auteurs donnent des notes numériques à chaque critère (par exemple 4-3-2-1 au lieu de A-B-C-D) ce qui leur permet d'en faire la somme afin d'obtenir une note finale. De notre point de vue, cette méthode est discutable : en effet, l'ensemble des critères ne sont pas du même ordre et ne présentent pas la même gamme de variation. De ce fait, on peut s'interroger sur la portée de la note finale. Par ailleurs, cette façon de procéder semble plus judicieuse si l'on pondère les différents critères entre eux, ce qui peut s'avérer extrêmement subjectif. C'est pour ces raisons que nous avons choisi de travailler différemment.

Nous traitons séparément nos deux grandes familles de critères (biodiversité, fonctionnalité) : une note globale qui « mélangerait » ces deux types de critères n'est donc pas envisagée. Après traitement des données, nous obtenons trois tableaux. L'un présente l'intérêt biologique des sites (Annexe 2), les deux autres présentent (i) l'intérêt fonctionnel individuel des sites (Annexe 3), (ii) l'intérêt fonctionnel des ensembles humides à l'échelle de bassin versant (Annexe 4). Au sein de ces tableaux, chaque station a sa propre combinaison de lettres : en haut des tableaux, on retrouve les sites présentant une combinaison de type AAAAA, puis AAAAB, puis AAABB... jusqu'aux sites n'ayant obtenu que des C ou des D et que l'on retrouve en bas des tableaux. Chacun de ces tableaux nous permet d'identifier 4 groupes (Tableau 1) :

Tableau 1 : Récapitulatif des 4 groupes (G) qui diffèrent par leur degré d'intérêt biologique ou fonctionnel.

	BIODIVERSITÉ 6 critères : richesse spécifique, richesse en habitats, présence d'espèces Liste Rouge, présence d'habitats Directive ou Déterminants Pyrénéens, contribution à la diversité locale en espèces et en habitats.	FONCTIONNALITÉ HYDROLOGIQUE	
		A l'échelle individuelle 2 critères : superficie individuelle, position altitudinale	A l'échelle du groupe de zones humides 2 critères : nombre de zones du groupe, superficie de l'ensemble par rapport au bassin versant
G 1	Sites de très grand intérêt floristique Hautement prioritaires à la conservation (141 sites) <i>Notes : que des A ou majorité de A</i>	Sites hautement fonctionnels (167 sites) Combinaisons : AA	Ensembles hautement fonctionnels (7 ensembles sur 62*) Combinaisons : AA
G 2	Sites de grand intérêt floristique Prioritaires à la conservation (365 sites) <i>Notes : encore des A, majorité de B</i>	Sites fonctionnels (631 sites) Combinaisons : AB ou BA	Ensembles fonctionnels (12 ensembles sur 62*) Combinaisons : AB ou BA
G 3	Sites d'intérêt moyen (613 sites) <i>Notes : encore un A et des B mais majorité de C</i>	Sites moyennement fonctionnels (566 sites) Combinaisons : BB ou BC	Ensembles moyennement fonctionnels (15 ensembles sur 62*) Combinaison : BB ou AC
G 4	Sites de faible intérêt (612 sites) <i>Notes : pas de A ni de B, majorité de C</i>	Sites faiblement fonctionnels (367 sites) La note superficie est C	Ensembles faiblement fonctionnels (27 ensembles* sur 62) Combinaison : BC, CB ou CC

* Il y a des zones humides sur 62 bassins versants sur les 79 identifiés.

Ceci nous permet de générer trois couches d'information géographique en accord avec les tableaux : l'une présente l'intérêt biologique des sites (Annexe 5), les deux autres présentent (i) l'intérêt fonctionnel individuel des sites (Annexe 6), (ii) l'intérêt fonctionnel des ensembles humides à l'échelle de bassin versant (Annexe 7). Sur ces cartes, nous représentons les sites selon leur groupe d'intérêt et suivant le code de couleurs ci-dessus.

Prise en compte du caractère exceptionnel de certains sites :

Il est possible que cette méthodologie puisse masquer l'intérêt de certaines stations qui présenteraient une particularité exceptionnelle. Prenons le cas d'une zone humide globalement pauvre en biodiversité mais qui serait l'unique site andorran abritant une espèce rare. Par cette méthode, la seule présence de cette espèce ne compenserait pas une faible richesse spécifique, en habitats, et l'absence d'autres taxons ou groupement végétaux remarquables. Ainsi, la station en question se verrait accorder une catégorie de « faible intérêt biologique ». C'est pourquoi, nous nous gardons la possibilité d'améliorer ponctuellement la catégorie de sites qui présentent un caractère exceptionnel qu'il soit de type biologique, paysager, culturel...

3. Résultats obtenus

Nos résultats sont présentés en annexe, sous la forme de trois documents cartographiques : Annexes 5, 6 et 7. Les sites ou les ensembles de sites représentés en **rouge** ou en **orange**, sont à protéger en priorité. Ils présentent un grand intérêt biologique et/ou fonctionnel et sont représentatifs de la richesse du territoire andorran en matière de zones humides. A défaut de pouvoir préserver la totalité des stations inventoriées, les actions de conservation devront surtout porter sur ces catégories prioritaires.

Cependant, la conservation des zones humides ne peut se contenter d'actions exemplaires menées sur quelques sites à grands enjeux. De ce fait, l'ensemble des milieux humides devront être pris en compte dans le cadre de projets de développement durable et d'aménagement raisonné. Nous développerons par la suite (IV) quelques mesures techniques à mettre en œuvre en fonction du type de menaces pesant sur ces sites.

4. Limites

D'après le coordinateur de l'inventaire et son expérience de terrain, ces résultats semblent satisfaisants. La méthodologie mise en œuvre révèle correctement les zones à grands enjeux. Or, s'il est vrai que ces résultats nous permettent d'y voir plus clair sur les intérêts des 1731 zones humides andorranes décrites et d'identifier des grands ensembles prioritaires à la conservation, un effort devra être fait pour actualiser régulièrement les données et pour poursuivre cette évaluation sur d'autres aspects. En effet, l'évaluation de l'intérêt biologique de nos sites repose uniquement sur leur patrimoine floristique. Or, un site pauvre floristiquement pourrait abriter une espèce animale remarquable, voire toute une communauté faunistique exceptionnelle. De plus, les inventaires n'ont pu être réalisés qu'en un seul passage, où parfois la végétation n'était pas à son stade optimal de végétation (vue la quantité de stations à inventorier, cela a déjà représenté 5 ans de travail...). Certains inventaires ont été complétés par les prospections de terrain effectuées au cours de mon stage, mais il est probable que la phénologie des espèces n'ait pas permis de déceler l'ensemble des taxons intéressants sur tous les sites. Nous ne pouvons donc pas parler d'un inventaire exhaustif.

Par ailleurs, si on examine de près le statut d'intérêt biologique des lacs et des étangs andorrans, notre couche d'information les révèle la plupart du temps comme étant d'un intérêt moyen à faible. En effet, la plupart des lacs d'altitude abritent rarement plus de 10 espèces et plus de 3 habitats, alors qu'au sein des tourbières andorranes la richesse floristique atteint presque 60 taxons, avec plus de 10 habitats. Ainsi, face aux milieux tourbeux, extrêmement riches en diversité biologique (et où la probabilité d'y trouver des biocénoses rares y est plus importante), les complexes d'habitats strictement aquatiques apparaissent sous-évalués. Heureusement, la grande majorité de ces sites apparaissent, de par leur superficie souvent importante, comme étant hautement fonctionnels et donc de grand intérêt à ce niveau là. Toutefois, et en ce qui concerne l'évaluation du patrimoine biologique, il aurait été judicieux de traiter les lacs et les étangs de montagne indépendamment des autres types de zones humides.

C'est pour palier ce type de problèmes que nous nous sommes donné la possibilité de « reclasser » ponctuellement certains sites présentant un caractère exceptionnel que la méthodologie mise en œuvre aurait masqué (Tableau 2).

Tableau 2 : Trois exemples de sites exceptionnels reclassés

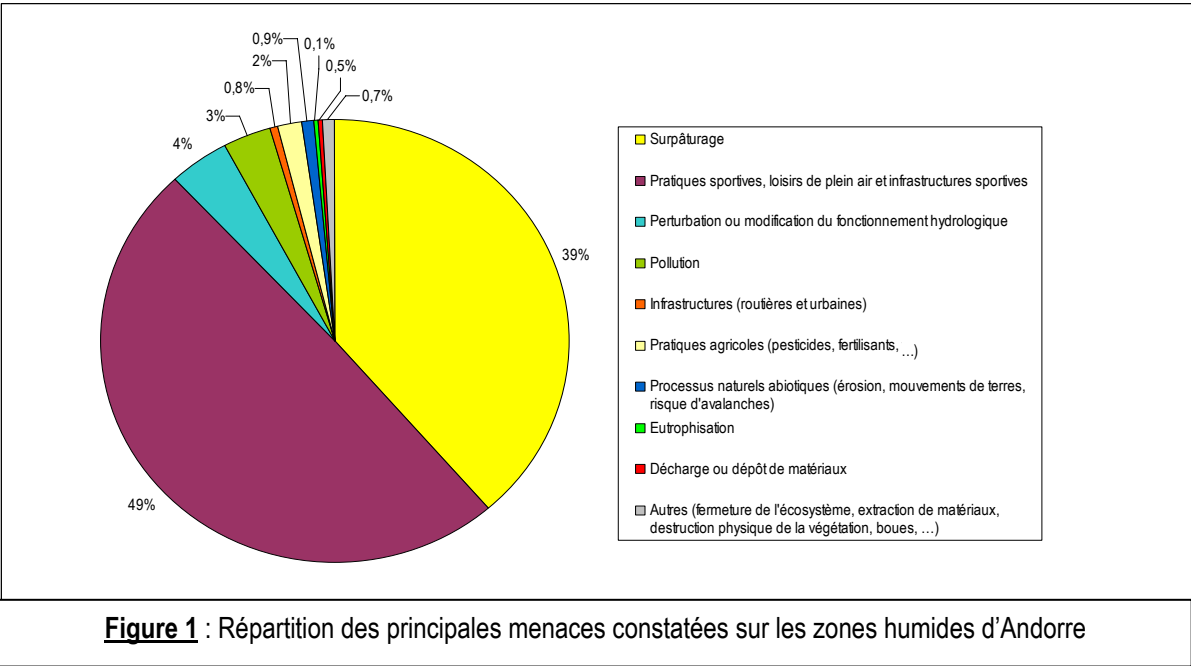
Nom de la zone humide (Code)	Statut actuel	Caractère exceptionnel	Proposition d'un nouvel statut
Prats d'Incles III (02074010)	Grand intérêt biologique	Unique station andorrane à <i>Equisetum fluviatile</i> (Photographies 7, 8 et 9)	Site hautement prioritaire à la conservation
Estany de Creussans (02012002)	Intérêt biologique moyen	Unique station andorrane d' <i>Isoetes lacustris</i> avec un recouvrement supérieur au 80%. (Photographies 10 et 11)	Site hautement prioritaire à la conservation
Estany del Querol (02072013)	Faible intérêt biologique	Présence et probable site de reproduction du triton palmé <i>Triturus helveticus</i>	Site hautement prioritaire à la conservation

IV. ORIENTATIONS DE GESTION

Malgré leur grande valeur patrimoniale et en dépit de la multiplicité des fonctions qu'elles assurent, et dont l'Homme est souvent le bénéficiaire direct, les zones humides européennes ont subi, durant de nombreuses décennies, d'importantes dégradations découlant des activités humaines. On estime que plus de la moitié de ces milieux a disparu, en Europe, au cours des cinquante dernières années (Barnaud, 1997 ; Dupieux, 1998 ; Ricaud, 1998). Bien qu'il soit difficile d'évaluer le nombre de sites détruits en Andorre par le passé (manque de données), il est certain que le pays n'a pas été épargné par ce phénomène. Or, les zones humides d'altitude sont des milieux rares et très fragiles, dont la destruction est quasiment irréversible (Chouard, 1938).

Les données dont nous disposons ne nous renseignent pas directement sur l'état de conservation de nos sites. Les personnes qui ont participé aux différentes campagnes de terrain parlent, à l'heure actuelle, d'un bon état de conservation global, notamment en ce qui concerne les zones humides de plus haute altitude. Cependant, de nombreux sites andorrans voient aujourd'hui leur richesse biologique menacée par des pressions anthropiques diverses et variées. Afin de pouvoir mettre en œuvre des mesures pour la gestion conservatoire des zones humides en Andorre, il est essentiel d'identifier les principales menaces qui dégradent ou sont susceptibles de dégrader ces milieux.

1. Principales menaces (réelles ou potentielles) répertoriées sur les sites



Contrairement à nos pays voisins, les principales menaces qui pèsent à l'heure actuelle sur les zones humides andorranes sont les lourds aménagements que requièrent certaines pratiques sportives de pleine nature (Figure 1), notamment le ski. Or, la pratique de ce sport d'hiver représente l'une des principales sources de revenus du pays et les enjeux économiques liés à cette activité sont très importants.

a. Destruction physique du milieu

On entend par destruction physique toute modification de la structure ou de la nature du sol, qui peut s'avérer irréversible pour la conservation des biotopes (Dupieux, 1998).

→ Activités de plein air et tourisme (49% des sites menacés par ce facteur)

- le ski :

L'exploitation des stations de ski requiert la mise en place de nombreux équipements. De lourds aménagements sont nécessaires : terrassements, comblements de terrain... Par ailleurs, les engins mécaniques qui travaillent sur les pistes tassent le sol ce qui peut perturber de façon non négligeable le fonctionnement écologique des zones humides. Celles principalement concernées par cette menace sont les mouillères situées au sein des stations du Pas de la Casa-Grau Roig, Soldeu-El Tarter et Ordino-Arcalís (les autres domaines skiables ne présentant pas ce type d'hydrosystèmes). Ces perturbations sont d'autant plus préoccupantes qu'on assiste actuellement à de nombreux agrandissements des domaines skiables et à des réaménagements qui ont pour but d'accroître la sécurité des skieurs. Enfin, bien que les effets soient encore méconnus, l'enneigement artificiel pourrait lui aussi représenter une menace.

En plus de ces dégâts, les équipements liés à ce type d'activités génèrent d'autres perturbations (pollutions, discontinuités hydriques...) que nous expliquerons par la suite.

- les motos de montagne et les quads :

Tout comme précédemment, le passage de ces engins motorisés modifie la morphologie du terrain. Il est à l'origine du tassement du sol, du décapage du milieu et d'autres destructions physiques. Cette pratique concerne divers secteurs andorrans riches en zones humides. Nous pouvons par exemple citer la zone de Rialb (dans la paroisse d'Ordino), mais aussi la vallée du Madriu où, pourtant ces activités sont strictement interdites en raison du classement de la vallée en patrimoine culturel mondial par l'Unesco.

- la randonnée, le piquenique :

Les zones humides facilement accessibles (par exemple, le bas-marais des Prats de l'Obac -02113008- situé dans le secteur des Cortals d'Encamp) font parfois les frais du sur-piétinement. Les passages humains répétés sur les sentiers de randonnée, sur les aires de piquenique, sur les parcours de pêche en bords de lacs représentent un danger non négligeable pour ces milieux. Les habitats les plus sensibles au piétinement sont les formations à sphaignes (buttes, tapis) et tous les tremblants (zones instables gorgées d'eau et formées par les végétaux et leurs racines qui colonisent le plan d'eau).

Par ailleurs, les marais tourbeux, présentent des groupements végétaux riches et diversifiés pouvant faire l'objet d'une cueillette excessive d'espèces rares ou ayant des vertus thérapeutiques (par exemple les Droseras).

→ Surpâturage (39% des sites menacés par ce facteur)

Les communautés végétales des prairies tourbeuses se prêtent au pâturage. Ce fourrage n'est pas d'une qualité excellente (pauvre en matière azotée et en élément minéraux du fait du caractère souvent oligotrophe de ces formations) mais convient à une ration d'entretien, notamment pour la production de viande. Aux étages

subalpin et alpin, les zones tourbeuses sont couramment pâturées (pleine saison estivale). Lorsque celles-ci présentent de faibles pentes, les troupeaux peuvent y passer d'assez longues périodes : le pâturage est donc un facteur important de leur évolution. A l'étage montagnard, les troupeaux passent de longues périodes sur les zones tourbeuses, notamment en début et en fin de saison estivale.

En densité raisonnée, la fréquentation des sites par les troupeaux ne représente pas un menace notable et peut même être un outil de gestion (lutte contre la fermeture du milieu par les ligneux ou contre les espèces envahissantes). Mais il faut veiller à ce que la charge pastorale ne soit pas trop forte à l'hectare, notamment sur les habitats fragiles. Or, les grosses buttes à sphaignes sont particulièrement appréciées par les bovins et les équins : ils y plongent leur museau pour rechercher de la fraîcheur en été. Le surpâturage entraîne le piétinement et le défoncement du sol. De plus, un apport en excréments trop important peut provoquer l'eutrophisation des milieux oligotrophes. Le secteur de Perafita est particulièrement en danger à cause de ce phénomène.

→ Infrastructures liées aux processus d'urbanisation : bâtiments, routes, parkings (0,8% des sites menacés par ce facteur)

Ce type d'aménagements entraîne la destruction physique du milieu, sa fragmentation et la perte d'espaces naturels (de par leur emprise sur le territoire). Dans le cas des milieux humides, les comblements et remblaiements ont souvent des impacts irréversibles sur le fonctionnement hydrologique et écologique d'une mouillière, et peuvent même en compromettre son existence. Les processus d'urbanisation affectent des zones humides sur l'ensemble du territoire andorran, mais surtout en fond de vallée.

Remarque : En France, l'exploitation massive de la tourbe est l'une des principales menaces qui pèsent encore actuellement sur les zones tourbeuses (Thomas, 1999). Ce phénomène est inexistant en Andorre, où la ressource en bois n'a jamais fait défaut (Source : Ministère du Patrimoine Culture du Gouvernement de l'Andorre).

b. Perturbation ou modification du fonctionnement hydrologique (concerne 4% des sites)

A quelques exceptions près, l'ensemble de zones humides andorranes sont alimentées en eau de façon géotrophique, principalement soligène : l'eau qui les alimente circule sur le sol du BV avant de les humecter. Les perturbations hydrologiques sont de 2 types :

- sur les sites : **assèchement** (drainages, captages...)
- en amont des sites : **détournement des flux** (fossés, captages...)

> L'assèchement des terres humides par des aménagements de type ouverture de fossés profonds, mise en place de drains... peut avoir des conséquences néfastes sur le fonctionnement écologique de ces milieux. Il provoque :

- l'accélération des écoulements de surface ce qui réduit l'effet d'atténuation des crues,
- l'abaissement prolongé de la nappe d'eau, jusqu'à dans certains cas, dépasser le niveau de saturation permanente. Les conséquences dans ce cas là sont multiples : diminution du volume d'eau stocké qui aurait pu être libéré lentement, contribuant au soutien d'étiage. Dans les sols oligotrophes il peut y avoir activation des processus de minéralisation de la matière organique dans le niveau supérieur et donc enrichissement du sol, ce qui provoquerait un changement des communautés. L'assainissement bénéficie ainsi à des espèces plus banales et minérotrophes (callune, molinie) au détriment de la flore typique des tourbières (Manneville et al., 1999).

En Andorre, les drainages ne sont pas souvent à vocation agricole, ce sont plutôt les aménagements urbains (routes, canalisations) ou encore sur les pistes de ski qui conduisent à réaliser des assèchements.

› Modifications des écoulements sur le bassin versant : tout aménagement qui intercepte les écoulements (superficiels ou souterrains) alimentant une zone tourbeuse contribue à l'assécher. Ainsi, au-delà de ce qui a été dit précédemment, les infrastructures urbaines et sportives provoquent dans certains cas des discontinuités hydrauliques dommageables. Par ailleurs, les prélèvements d'eau pour les besoins de l'alimentation en eau potable ou pour l'enneigement artificiel peuvent compromettre quantitativement la ressource en eau disponible. En Andorre, les points de captage d'eau potable sont régulièrement répartis sur tout le territoire, et plusieurs se situent en amont de ces écosystèmes.

c. Atteinte à la qualité des eaux et à la propreté des milieux

Contrairement aux idées reçues, les zones tourbeuses n'auraient pas une capacité d'autoépuration importante (Thomas, 1999). Or, la plupart des activités citées précédemment génèrent différents types de pollutions.

› Eutrophisation (concerne 0,1% des sites) :

Tout rejet d'effluent sur une zone tourbeuse est susceptible de provoquer un enrichissement du milieu en éléments minéraux. Cet enrichissement peut être dû à des apports externes (par l'alimentation en eau) ou à des actions sur les sites eux-mêmes (accumulation de végétaux coupés et laissés sur place, cendres issues d'écobuages, chargement pastoral trop intense = apport trop important d'excréments). Il peut se traduire par une eutrophisation du milieu qui a des conséquences d'autant plus néfastes que le site a un caractère oligotrophe. Dans ce cas, on assiste à un changement radical des communautés végétales et donc à une perte de la végétation adaptée à ces milieux.

› Autres types de pollutions (concerne 3,5% des sites) :

De manière générale, tout rejet polluant (qu'il soit urbain ou autre) dans l'eau d'alimentation d'un site ou sur le site lui-même est susceptible de dégrader le milieu.

Le passage répété de véhicules à moteur (engins à neige, motos, quads) génèrent inévitablement une source de pollution par les hydrocarbures, ainsi qu'une source de pollution sonore qui peut déranger la faune sauvage. Il en est de même pour les activités de décharge ou de dépôts de matériaux sur les milieux humides : elles peuvent générer des particules en suspension, des métaux lourds... Le sel de déneigement (secteurs urbains) peut lui aussi avoir des effets néfastes si, par ruissellement, il atteint une zone humide. Par ailleurs, les zones surfréquentées sont souvent détériorées par la présence de sacs en plastique, papiers et emballages (tel est le cas de la zone d'Arcalís, riche en zones humides). Enfin, tout pesticide (herbicide, insecticide, fongicide) utilisé sur les terres agricoles peut, par ruissellement, se retrouver sur une zone humide, perturbant sa composition biologique ainsi que son fonctionnement écologique.

Remarque : On estime actuellement qu'environ 3.6% des sites sont concernés par ces menaces (0,1% eutrophisation + 3,5% autres). Or, appréhender ces phénomènes requiert des mesures biochimiques parfois approfondies. Il est donc probable que ce nombre de sites ait été sous-estimé.

d. Fermeture des écosystèmes (moins de 1% des sites menacés par ce facteur)

Jusqu'à l'étage subalpin, la plupart des tourbières basses (mis à part certains bas-marais oligotrophes et très acides pouvant atteindre un stade non boisé très stable) évoluent spontanément selon une dynamique de la végétation qui tend à orienter leur végétation vers des formations boisées. L'arrêt du pâturage sur certains sites

tend à favoriser ce phénomène. Or, à mesure que l'ensemble du milieu se ferme, les espèces animales et végétales typiques des tourbières régressent, voire disparaissent, laissant place à des espèces plus banales, à plus vaste amplitude écologique.

2. Recommandations générales pour la gestion conservatoire de ces zones humides

La gestion conservatoire des zones humides d'altitude est un domaine délicat : les milieux concernés sont fragiles, souvent contraignants et leur fonctionnement écologique est très complexe (Chouard, 1937 et 1938). Il est toutefois primordial de se fixer des objectifs de conservation :

- maintenir le fonctionnement écologique des écosystèmes et notamment les conditions hydriques,
- limiter la destruction directe des sites ainsi que les perturbations d'origine anthropique qui tendent à banaliser les écosystèmes,
- limiter la perte de surface des zones humides et la perte d'espèces et d'habitats associés
- favoriser les conditions favorables au maintien ou à l'accueil des habitats humides et des espèces inféodées à ce type de milieux, les sites contenant les habitats et les espèces les plus rares devraient faire l'objet de mesures de conservation strictes (il ne s'agira en aucun cas d'intervenir pour figer des sites d'une façon purement artificielle, cf. études de cas)
- mais aussi, appliquer des mesures de gestion durables sur l'ensemble des sites et pas uniquement sur les plus intéressants, et favoriser l'utilisation rationnelle de ces milieux

La diversité des configurations et l'intensité de leurs interactions avec l'environnement est si importante qu'il est impossible de disposer de « recettes-miracles » en matière de gestion. Nous présentons ici des grandes orientations pour la gestion conservatoire de ces milieux, qui s'articulent principalement autour de deux axes : la gestion du couvert végétal et la gestion des conditions hydrologiques. Cependant, chaque site doit être considéré comme unique avec tout ce que cela implique en termes de réflexion et de mesures d'action. Voici donc quelques mesures et techniques pour la gestion conservatoire des zones humides d'Andorre.

■ La destruction des sites :

Il faut éviter tout nouveau projet qui a pour conséquence la destruction irréversible d'une zone humide, notamment si celle-ci est de grand intérêt (catégories rouge et orange) que ce soit sur le plan biologique ou fonctionnel. Le comblement et l'ennoïement (aménagement de voiries, parkings, infrastructures urbaines, lacs artificiels) sont à proscrire.

■ Passage d'engins mécaniques :

Sur les pistes de ski, le passage des engins à neige sur les zones tourbeuses doit être limité, surtout en début et en fin de saison, où à priori la couche de neige est plus fine et donc le tassement du terrain est plus important. Par ailleurs, la pratique des motos et quads en montagne sont des activités qu'il convient de contrôler de manière stricte (compétence des mairies). La réglementation devrait être cohérente à l'échelle du territoire : permettre le passage dans certains secteurs où il existe des pistes adaptées et bannir sous peine d'amende le passage en zone humide ou autre écosystème fragile (Voir plus bas « les instruments de protection juridique »).

■ Piétinement humain :

Il est primordial que les chemins pédestres qui traversent ou contournent des zones humides (par exemple au niveau de la station *Pletes del Siscaró*) soient parfaitement balisés. A priori aucun des chemins existants n'aurait besoin d'être détourné.

■ **Surpâturage versus pâturage raisonné :**

Comme nous avons vu dans la partie précédente, le surpâturage menace fortement les zones humides andorranes. Dans ce sens, il serait nécessaire de mettre en défend de pâturage certains secteurs parmi les plus sensibles, où l'on note la présence de tapis, de buttes de sphaignes ou de tremblants avec un grand recouvrement. L'installation d'exclos préserve les communautés les plus vulnérables, et dans le cas des tremblants, cela protège les animaux contre un enlèvement éventuel. Sur les complexes tourbeux fragiles non préservés où sur les sites très oligotrophes, la charge pastorale devrait être la plus faible possible. Enfin, les sites où a été constaté un très fort impact du surpâturage (comme le secteur de Perafita cité précédemment) devraient faire l'objet d'une diminution de la charge pastorale ou d'une période de stationnement des troupeaux plus courte.

En revanche, à condition d'être pratiqué de manière extensive, le pâturage présente l'intérêt de maintenir une végétation hétérogène, favorisant ainsi une grande variété de conditions écologiques et permettant d'accueillir un grand nombre d'espèces et d'habitats (Manneville, 1996). Par conséquent, une activité pastorale raisonnée est à privilégier sur certains sites, car l'abandon des pratiques pastorales conduit à la fermeture rapide du milieu et/ou à des formations plus banales.

Si on souhaite entretenir une zone humide à travers cette pratique, le chargement pastoral doit être faible, de l'ordre de 1 UGB (Unité de Gros Bétail) à l'hectare pour limiter les effets du sur-piétinement ainsi que l'apport trop abondant d'excréments. Par ailleurs, l'idéal est que la période de pâturage soit étendue dans l'année afin de permettre la consommation des plantes fourragères au moment où elles sont le plus appétentes, ce qui limite les refus de pâturage (plantes peu consommées qui se développent excessivement et sont susceptibles de mettre en danger la biodiversité du couvert végétal du site). La race des animaux est un facteur important pour la gestion conservatoire des zones humides. Or, les élevages andorrans sont à finalité économique (production de viande), et le choix des races de bovins et équins est guidé par les objectifs de production. Heureusement, la principale race bovine du pays est la « Bruna del Pirineu », une vache peu lourde qui possède des caractères de rusticité. C'est donc une race que l'on peut privilégier sur les zones tourbeuses (moindre défoncement du sol et moins de sélectivité dans le choix des espèces ingérées) tout en contrôlant les effectifs.

■ Toute **modification du fonctionnement hydrologique** peut s'avérer fatale aux zones humides...

Il convient d'en étudier finement l'impact en cas de projet, si petit soit-il : routes et infrastructures routières, pistes de ski, travaux d'assainissement agricoles ou de domaines skiables, points de captage... L'étude des conditions d'alimentation en eau est complexe et nécessite des observations in situ pour chaque projet. En tout cas, ce type d'aménagement devrait être conçu de manière à ne jamais détourner les flux. Par ailleurs, il faut prêter une attention particulière aux zones situées en tête de bassin versant car, souvent, elles alimentent les zones humides à l'aval : la perturbation d'un site fonctionnellement important (en rouge ou orange, Annexe 6) pourrait donc entraîner la condamnation de l'ensemble humide.

Lorsque les travaux de drainage sont inévitables une solution alternative est d'avantager les petites rigoles de surface (environ 25 cm de profondeur et 30 cm de largeur contre environ 1 m de profondeur pour un fossé) : elles évacuent l'excès d'eau de surface tout en laissant le sol suffisamment humecté, ainsi le développement de groupements végétaux caractéristiques des zones humides reste possible et les fonctionnalités attribuées à ce type de milieux sont maintenues.

Il serait judicieux de définir des périmètres de protection autour des sites hautement prioritaires à la conservation afin d'assurer l'intégrité hydrologique de chaque zone humide. Enfin, sur les zones asséchées, ayant fait l'objet de drainages lourds, des techniques de restauration des conditions d'alimentation en eau peuvent être envisagées : colmatage (à l'aide de tourbe) ou déviation des fossés profonds...

■ **Eutrophisation et autres pollutions:**

Il faut éviter de conduire tout effluent vers une zone lacustre ou une zone tourbeuse, notamment pour celles identifiées comme étant oligotrophes. Sur les parcelles agricoles (en Andorre, les cultures de tabac) à proximité des zones humides oligotrophes, il est nécessaire de limiter le lessivage d'éléments fertilisants (engrais, MO). Il est souhaitable de mettre en place des techniques de fertilisation raisonnée. Pour les parcelles jouxtant les zones tourbeuses de plus grand intérêt, la mise en place de bandes enherbées périphériques serait souhaitable.

De manière générale, il est primordial d'éviter de conduire des rejets polluants sur les zones humides, qu'elles soient d'une grande valeur ou d'un intérêt plus relatif. En effet, de par leur fonctionnement en réseau, tout produit se retrouvant sur une station (même si celle-ci ne présente aucun intérêt biologique) peut facilement en atteindre d'autres de plus grande valeur patrimoniale.

■ **Dégagements des ligneux :**

Dans certains cas, il peut être nécessaire de limiter le développement spontané d'espèces ligneuses, tout au moins sur les habitats présentant un intérêt patrimonial ou lorsque les ligneux résultent de plantations artificielles (à priori, ce dernier cas n'est pas représenté en Andorre). Ces travaux d'ouverture auront pour but principal de diversifier les communautés, notamment en permettant le développement des petites espèces héliophiles (Manneville *et al.*, 1999). Dans ce cas, préférer les interventions sur les jeunes pieds (arrachement manuel), les interventions sur les vieux bois étant techniquement beaucoup plus compliquées et entraînant souvent un autre type de risques (piétinement, passage d'engins). Les traitements chimiques doivent être interdits! Les matières végétales dégagées devront obligatoirement être retirés du site, notamment si celui-ci présente un caractère clairement oligotrophe. En aucun cas ils ne seront déposés ou brûlés sur place (le brûlage libérant brutalement les éléments minéraux).

■ La **maîtrise foncière** et la maîtrise d'usage (ou la gestion déléguée) pour la préservation du milieu naturel :

La gestion voire l'achat d'un terrain par un organisme dont la vocation est la protection de la nature est une mesure de protection envisageable pour des sites remarquables du domaine privé. En France, les Conservatoires Régionaux des Espaces Naturels acquièrent des parcelles privées qu'ils gèrent par la suite dans une optique de conservation du patrimoine naturel. En Andorre (où le prix du terrain est exorbitant), ces acquisitions pourraient se faire par le gouvernement, les collectivités territoriales, des fondations ou d'autres associations. L'entretien du site pourrait alors se faire par l'organisme acheteur lui-même ou par un organisme tiers, un groupe de professionnels... La maîtrise d'usage pourrait être réalisée par acte contractuel (pour une période plus ou moins longue) et renouvelable.

■ Les **instruments de protection juridique** :

Comme il existe actuellement une loi des espèces animales protégées, il serait souhaitable de développer un outil réglementaire de protection des espèces végétales. Celles qui figurent sur la Liste Rouge des espèces rares et menacées d'Andorre (Carrillo *et al.*, 2003) pourraient inspirer ce document, mais aussi d'autres espèces recensées plus récemment, et celles qui sans être menacées, sont emblématiques ou présentent un intérêt patrimonial. Par ailleurs, une loi permettant la mise en place et la gestion d'espaces protégés au niveau national s'avère indispensable.

Il serait également souhaitable de concevoir un outil réglementaire qui régle la pratique des activités de loisirs, et notamment celles qui représentent une lourde menace pour les milieux naturels (par exemple, le passage des motos en montagne).

■ La création d'espaces protégés :

Les sites contenant les habitats et les espèces les plus rares et menacés de disparition devraient faire l'objet de mesures de conservation strictes, applicables dans le cadre d'espaces protégés de type Parc Naturel, Réserve ou Micro-réserve Naturelle... L'Andorre ne faisant pas partie de l'UE, elle ne bénéficie pas des mesures établies par le programme Natura 2000. Or à long terme, il serait judicieux de créer un réseau d'espaces naturels protégés. Cela serait non seulement favorable à la conservation des mouillères mais aussi à celle de l'ensemble des écosystèmes présents sur le territoire et sur les contrées limitrophes. En termes de zones humides, il serait intéressant de pouvoir préserver des sites d'une valeur biologique exceptionnelle, et dont leur appartenance à un ensemble hautement fonctionnel et peu perturbé par les activités humaines serait une première garantie du maintien de leur équilibre écologique.

■ Le suivi régulier des sites :

L'inventaire des zones humides andorranes est actuellement achevé. Or, conserver ces milieux requiert la mise en place de programmes de suivi de leur évolution qui permettent une actualisation régulière des données disponibles.

■ La poursuite des inventaires et la mise en œuvre d'études approfondies, un objectif sur le long terme :

L'inventaire des zones humides andorranes et des communautés végétales associées a été une étude longue et couteuse, mais qui a fourni des résultats remarquables : en effet, peu de pays ont répertorié, à l'heure actuelle et de manière exhaustive (ou presque) l'ensemble de leurs milieux humides et des biocénoses végétales qu'ils abritent. Il serait très intéressant de compléter ces inventaires floristiques par quelques inventaires faunistiques, du moins pour quelques groupes taxonomiques tels que les vertébrés, ou encore les lépidoptères (ou autres groupes d'invertébrés) que l'on considère organismes bio-indicateurs du fonctionnement des écosystèmes. Pour mieux comprendre l'histoire de ces milieux et leur évolution, il serait souhaitable d'entreprendre des études approfondies sur quelques sites prioritaires : des analyses physico-chimiques régulières des eaux d'alimentation et du substrat, peuvent s'avérer nécessaires pour repérer d'éventuelles sources de pollution, mais aussi pour comprendre les fonctions écologiques qu'accomplissent ces écosystèmes.

■ La communication :

La préservation des zones humides implique une multitude d'acteurs. Il est indispensable de lancer un programme d'information et de sensibilisation vis-à-vis des principaux acteurs concernés par cette problématique en Andorre (Tableau 3). Cette campagne d'information viserait à faire connaître l'importance de ces milieux qui constituent un patrimoine naturel exceptionnel.

Tableau 3 : Propositions d'actions selon les différents interlocuteurs concernées

Acteurs locaux	Stratégie de communication
Les techniciens en environnement des mairies, les techniciens des domaines skiables, les éleveurs	Journée d'information + journée de formation sur le terrain. L'objectif à court terme serait de produire un document de référence, de type Guide Technique, à l'usage de ces gestionnaires, qui définisse les mesures et techniques de gestion adaptées à chaque cas.
Les hommes politiques et les dirigeants des domaines skiables	Journées d'information et de présentation du projet de gestion conservatoire pour les élus et des conseillers des différentes communes + gouvernement
Les jeunes (scolaires, lycéens)	Développement d'un programme pédagogique sur l'importance de ces milieux. Interventions au sein des classes (tranche d'âge choisie en fonction du contenu des programmes scolaires) avec éventuellement des sorties terrain.
Le grand public	Exposition sur le thème des zones humides au « Centre d'Interpretació de la Natura » de la Cortinada (Ordino) et/ou itinérante

Au cours du stage, nous avons entamé ce que pourrait être le futur plan de communication (plus longuement développé au cours de l'année prochaine). En effet, diverses réunions d'information ont été organisées. La première a eu lieu sur le terrain, avec les techniciens en environnement de la mairie d'Encamp, paroisse très riche en zones humides. Il s'agissait d'une journée de formation et de sensibilisation sur le sujet. La deuxième s'est déroulée dans la mairie d'Escaldes-Engordany à la fois avec les techniciens et avec un décideur politique local (celui-ci étant biologiste de formation, il n'était surement pas très représentatif de la classe politique habituelle...). Le bilan a été positif dans les deux cas : le projet semblait intéresser nos interlocuteurs qui ont fait part d'une forte implication.

Vis-à-vis du public jeune une première campagne de sensibilisation s'est déroulée sur trois jours dans la vallée du Madriu (classée au Patrimoine Culturel Mondial par l'UNESCO) à Escaldes-Engordany. Nous sommes intervenus au sein d'une colonie de vacances interculturelle (20 jeunes de 10 nationalités différentes) sur le thème de l'impact de l'Homme sur les milieux naturels. Nous avons fait passer le message auprès des jeunes sous la forme d'ateliers d'interprétation d'une zone humide, avec loupes, livres, plaquettes d'information et photographies à l'appui. Là encore, les jeunes interlocuteurs ont très bien réagi à la problématique qui leur a été exposée.

Nous avons conçu une plaquette informative sur le thème des zones humides d'altitude (Annexe 5). Ce n'est pas la version définitive qui sera ultérieurement distribuée au public. Elle a d'ailleurs été « mise à l'épreuve » au cours de ces journées de sensibilisation, ce qui nous a progressivement permis d'améliorer sa conception. A l'heure actuelle, un maquettiste professionnel s'occupe du *design* final.

Sur le plan de la communication, ces premières prises de contact étaient, pour nous, des essais pilotes : elles nous ont permis d'informer des personnes très diverses, tout en appréhendant la sensibilité de ces différents interlocuteurs. S'il est vrai que ces journées se sont déroulées sans difficultés particulières, la sensibilisation sera probablement plus difficile lorsqu'elle s'adressera à des catégories socioprofessionnelles avec lesquelles les conflits d'usages sont parfois inévitables. Il est toutefois très important de développer ces campagnes d'information car la conservation du patrimoine naturel passe nécessairement par une bonne éducation environnementale...

En ce qui concerne ces diverses pistes d'action :

Ces propositions n'ont pas la prétention d'apporter des réponses définitives à l'ensemble des problèmes énumérés précédemment. La gestion conservatoire des zones humides, notamment des zones tourbeuses, est encore à ses débuts dans les pays voisins : les expériences sont peu nombreuses et les suivis n'ont pas toujours été assurés. Par ailleurs, les mécanismes de réponse des milieux naturels sont souvent complexes et parfois imprévisibles, ce qui doit nous inciter à agir avec de grandes précautions...

V. ETUDES DE CAS

Afin d'illustrer ce rapport, j'ai choisi de présenter trois études de cas. J'ai choisi des cas parmi les plus riches biologiquement, et qui diffèrent par leur typologie, mais surtout par les menaces qui pèsent sur ces territoires. L'objectif n'est pas d'étudier une zone humide individuelle mais plutôt un groupe de sites. En effet, comme il a été dit précédemment, les zones humides présentent la particularité de fonctionner en réseau, et de ce fait, se préoccuper d'une station individuellement n'a pas beaucoup de sens. Pour construire une stratégie de gestion conservatoire durable, il semble cohérent de raisonner à l'échelle d'un ensemble de zones humides.

1. Le domaine skiable d'Arcalís

a. Présentation de la zone

Arcalís est un domaine skiable d'environ 6km² qui se situe dans la paroisse d'Ordino, au Nord-ouest de l'Andorre (Photographies 12 et 13). Le substrat y est siliceux et les eaux présentent un caractère oligotrophe.

b. Diversité répertoriée et tendance évolutive de l'ensemble humide

- types de zones humides et mode de formation

Près d'une quarantaine de zones humides ont été répertoriées sur le secteur d'Arcalís (dont 12 stations présentent une superficie inférieure à 200m²). Le domaine skiable est donc riche en mouillères, notamment dans sa partie supérieure (Carte 2). Il s'agit de bas-marais oligotrophes à tendance acidiphile et dont le mode de formation est principalement de type soligène (naissant à la faveur d'un écoulement lent et continu le long d'une faible pente). On y trouve un seul étang, de nature fortement oligotrophe : l'*Estany de Creussans*, situé dans la partie supérieure de la station de ski, à 2445 mètres d'altitude. Nous nous intéresserons principalement à ce secteur supérieur, riche en zones humides de grand intérêt.

Du point de vue de sa fonctionnalité hydrologique, et malgré un nombre important de sites, l'ensemble n'apparaît pas comme étant hautement fonctionnel (Annexe 7). En effet, la plupart des zones humides de ce secteur ont une faible superficie (inférieure à 1ha). A cela s'ajoute le fait que l'environnement y est fortement anthropisé : les aménagements sportifs (pistes de ski, équipements de remontée) sont multiples et on remarque de nombreuses voies d'accès, des bâtiments... Or, ces aménagements sont à la base d'une importante fragmentation du territoire qui a déjà provoqué quelques discontinuités hydrologiques.

- habitats et espèces inventoriés

Contrairement à nos attentes, la richesse floristique de ce secteur, fortement anthropisé, est remarquable. En effet, dans la zone supérieure de la station, on y trouve un ensemble de zones humides de grand intérêt floristique (Tableaux 4 et 5) et donc prioritaires à la conservation (Annexe 5).

Tableau 4 : Exemples d'habitats de grande valeur patrimoniale inventoriés sur le secteur d'Arcalís.

Nom de l'Habitat (Code Corine)	Statut	Exemple de Localisation -code de la zone-
Buttes colorées de Sphaignes (51.111)	Habitat d'intérêt communautaire prioritaire Habitat déterminant pour les Pyrénées	Coma del Forat III -02014015-
Communautés amphibies à <i>Callitriche</i> sp. (22.432b)	Habitat d'intérêt communautaire Habitat déterminant pour les Pyrénées	Coma del Forat VII -02014022-
Gazons d'Isoètes euro-sibériens (22.3113)	Habitat d'intérêt communautaire Habitat déterminant pour les Pyrénées	Estany de Creussans -02012002-
Communautés amphibies à <i>Ranunculus aquatilis</i> (22.3114a)	Habitat d'intérêt communautaire Habitat déterminant pour les Pyrénées	Basses del Port del Rat I -02014001-

Tableau 5 : Exemples d'espèces de grande valeur patrimoniale inventoriées sur le secteur d'Arcalís.

Nom de l'espèce	Statut ou caractéristiques	Exemple de localisation -code de la zone-
<i>Callitriche palustris</i>	Espèce en danger critique d'extinction (Liste Rouge andorrane)	Coma del Forat VII -02014022-
<i>Sorbus chamaemespilus</i>	Espèce en danger critique d'extinction (Liste Rouge andorrane)	Abarsetar d'Arcalís I -02014037-
<i>Carex pulcaris</i>	Espèce en danger d'extinction (Liste Rouge andorrane)	Port de Rat I -02014002-
<i>Juncus squarrosus</i>	Espèce vulnérable (Liste Rouge andorrane)	Coma del Forat VII -02014022-

<i>Sparganium angustifolium</i> subsp. <i>borderei</i> (Photo 16)	Espèce endémique pyrénéenne	Estany de Creussans -02012002-
<i>Pinguicula vulgaris</i> (Photo 15)	Espèce insectivore emblématique et intimement inféodé aux milieux tourbeux	Creussans II -02012005-
<i>Eriophorum vaginatum</i> (Photo 14)	Espèce d'intérêt patrimonial	Coma del Forat V -02014020-

- tendance évolutive de l'ensemble humide

Ce secteur est soumis à une très forte pression anthropique. De ce fait, il est difficile de croire au maintien de ses zones humides : en effet, elles se trouvent souvent entourées d'équipements divers et variés (pistes de ski, pistes routières, équipements de télésiège, restaurant...). Il est possible que sur certains secteurs, on ait atteint un stade de stabilisation, mais du point de vue de l'ensemble humide et vu les fréquents agrandissements de pistes, on va probablement assister à une perte de surface de ces milieux.

c. Gestion et utilisation de la zone

Sur le secteur d'Arcalís se développent plusieurs activités socio-économiques (Tableau 6). Quant aux infrastructures présentes sur le territoire, elles sont présentées sur la Carte 2.

Tableau 6 : Principales activités socio-économiques se développant sur ce territoire.

Usages de la zone	Acteurs
Sports d'hiver : ski alpin, ski de fond, raquettes... (De décembre à avril/mai selon les années)	Touristes et personnes autochtones
Randonnée (Saison estivale)	Touristes principalement
Pâturage (Saison estivale)	Éleveurs privés

d. Menaces et risques identifiés

Une centaine de vaches et quelques chevaux pâturent sur la totalité du secteur (plus de 6km²). La charge pastorale est donc modérée si bien que, lors de nos prospections de terrain, nous n'avons observé des traces de piétinement que très rarement. L'activité pastorale y est raisonnée, c'est pourquoi elle ne semble pas mettre en danger les zones humides d'Arcalís.

Les menaces que nous avons identifiées sur les sites sont issues des principales activités socio-économiques présentes sur le secteur : les sports de pleine nature.

Dans un premier temps, la pratique du ski requiert des aménagements lourds. Dans ce secteur les mouvements de terrains sont très fréquents : opérations de terrassement pour aménager les pistes de ski, comblement de certains secteurs pour niveler le terrain... Ces actions ont entraîné des perturbations multiples vis-à-vis de l'ensemble de zones humides et de leur fonctionnement écologique (Photographies 17, 18 et 19). Nous ne disposons pas de données concernant l'état initial des zones humides à Arcalís, mais il est probable que ce type d'aménagements ait déjà fait disparaître des sites intéressants. De plus, le passage régulier d'engins motorisés, tels que les machines tassant la neige, sur une zone humide est une source de pollution par les hydrocarbures (qui vont se retrouver dans l'eau de la mouillère à la fonte des neiges). En outre, le poids de la machine provoque le tassement du terrain, notamment lorsque la couche de neige n'est que de quelques centimètres, ce qui perturbe la capacité de stockage des eaux de la zone, qui perd donc de ses capacités fonctionnelles.

Pendant la période estivale, la randonnée vient remplacer les sports d'hiver sur le secteur. Le piétinement humain ne représente pas une menace pour les zones humides de la station. En effet, les chemins de randonnée, correctement balisés, sont systématiquement empruntés par les promeneurs. En revanche, les bas-marais situés au cœur de la station sont sales : on y a trouvé de très nombreux déchets (sacs et emballages en

plastique, papiers et canettes), sources de pollution chimique mais aussi visuelle pour la station (Photographies 20 et 21).

e. Objectifs de gestion et exemples d'opérations à mettre en œuvre (avec éventuelle planification temporelle et/ou humaine):

- Il est nécessaire de **limiter la perte de surface des zones humides sur ce secteur et la perte d'espèces et d'habitats associés**. Pour cela, la destruction directe des sites est à proscrire. Par ailleurs, il faudra rester vigilant sur d'éventuels comblements accidentels. En effet, la zone *Coma del Forat III* -02014015-, hautement prioritaire à la conservation, a récemment fait les frais d'un glissement de terrain accidentel : des gravats, mal stabilisés, issus de la piste longeant la mouillère se sont retrouvés sur une partie du site. Des travaux de restauration auraient pu être envisagés. Cependant, retirer les éboulis de la mouillère requerrait une intervention mécanique qui pourrait s'avérer encore plus néfaste que l'impact du comblement lui-même. Pour l'instant, la restauration de cette partie du site n'est donc pas envisagée, mais il faudra mener un suivi régulier de son état de conservation, afin de pouvoir prendre les mesures nécessaires si ce phénomène se reproduit. Il serait également souhaitable de repérer d'autres points de possibles effondrements afin d'essayer de les renforcer avec des palissades ou autres techniques manuelles.
- Pendant la période hivernale, **le passage d'engins motorisés sur les zones humides devrait être limité** au strict minimum, **voire interdit** en début et en fin de saison.
- Le **maintien des conditions hydrologiques** est un objectif essentiel pour conserver le fonctionnement écologique de ces écosystèmes. L'étude d'impact, nécessaire à l'autorisation de tout nouveau projet, devra absolument prendre en compte les voies (si petites soient-elles) qui alimentent en eau les zones humides de l'ensemble ainsi que leurs connexions hydrologiques. Par ailleurs, il ne faudra sous aucun prétexte utiliser l'eau de l'*Estany de Creussans* pour la fabrication de neige artificielle. Rappelons que la présence d'*Isoetes lacustris* (avec un très fort recouvrement) rend cette station exceptionnelle et prioritaire à la conservation. Or, une surexploitation de la ressource en eau pourrait compromettre la présence abondante de cet Isoetaceae.
- La **propreté des lieux devrait impérativement être rétablie**. En effet, l'accumulation de déchets sur ces écosystèmes peut nuire à leur fonctionnement écologique. Pour nettoyer le secteur à l'heure actuelle, il serait concevable de procéder par un système de « battues ». Un minimum de 4 personnes, collectant les débris, serait souhaitable. Ensuite, il suffirait de maintenir l'état des lieux à travers deux campagnes annuelles : une journée après la fonte des neiges (en effet, nous retrouvons à ce moment là, dans les milieux naturels, les déchets qui se sont accumulés pendant l'hiver sur les pistes de ski, enfouis sous la neige) et une journée à la fin de l'été. Ces actions ne serviraient toutefois à rien, si le contenu des poubelles installées au cœur de la station n'est pas régulièrement évacué.
- Il faut également **maintenir l'activité pastorale actuelle**. En effet, pratiqué de manière raisonnée, le pâturage maintient une végétation hétérogène qui favorise une grande variété de conditions écologiques. L'abandon des pratiques pastorales sur ce secteur conduirait à la fermeture du milieu (rapidement colonisé par les landes à rhododendron avoisinantes) et à la mise en place de communautés floristiques plus banales.

- Afin de faire cesser les perturbations vis-à-vis des zones humides, il faudrait **informer régulièrement les dirigeants du domaine skiable ainsi que les techniciens** qui opèrent sur le terrain de la richesse biologique présente au sein de la station et des conséquences que peut avoir la destruction de ces milieux. La difficulté réside principalement dans le fait que les enjeux économiques liés à la pratique du ski en Andorre sont très importants. En effet, pour la plupart des acteurs locaux qui vivent de cette activité, l'agrandissement du domaine skiable et la multiplication des aménagements est synonyme de gain économique. Il faudrait donc procéder de manière à faire comprendre que, dans le contexte actuel de réchauffement climatique, baser toute l'économie locale sur les sports d'hiver présente des risques importants. Or, si les lieux présentent un bon état de conservation à toutes les saisons, ils pourraient valoriser cette richesse biologique et paysagère, hors période hivernale (ou lors de futurs hivers où l'enneigement se ferait rare...), dans le cadre d'autres activités durables et respectueuses de l'environnement.

2. La Vall d'Incles

a. Présentation de la zone

La vallée d'Incles se situe au Nord-est de l'Andorre, dans la paroisse de Canillo (Photographies 22 et 23). Sa superficie est d'environ 25 km². Elle se compose de 4 secteurs : le fond de vallée, le secteur de Siscaró, le secteur de Juclar, et le secteur de Cabana Sorda (Carte 3)

Le substrat y est majoritairement siliceux. D'après la carte géologique de l'Andorre (*Source : Centre de Recerca en Ciències de la Terra et Université de Barcelone*), ce substrat est principalement composé par du Gneiss même si, de façon ponctuelle, on y trouve des intercalations de roches carbonatées. Ceci explique la chimie de l'eau provenant de certaines résurgences : ce sont des eaux bicarbonatées riches en éléments minéraux. En revanche, les eaux des écoulements superficiels sont plutôt de type oligotrophe.

b. Diversité répertoriée et tendance évolutive de l'ensemble humide

- types de zones humides et modes de formation

On y dénombre près de 160 zones humides (dont une trentaine sont de surface inférieure à 200m²). La vallée est donc riche en zones humides (certaines de grande superficie) et les connexions hydrologiques, notamment dans les secteurs les plus hauts, ne sont pas perturbées. De ce fait, l'ensemble apparaît comme étant très intéressant du point de vue de sa fonctionnalité hydrologique (Annexe 7).

De manière globale sont représentés dans la vallée d'Incles les trois grands types de mouillères andorranes. En altitude (partie supérieure de la vallée) on y trouve de nombreux lacs et étangs (Estanys de Juclar, Estany de Siscaró, Estany de Cabana Sorda, Estany de l'Isla...) et distribués aussi bien en hauteur qu'en fond de vallée se trouvent des bas-marais. Certains présentent un caractère oligotrophe et acidophile (Photographies 24 et 25), d'autres plus ponctuels présentent quelques communautés basophiles, ce qui témoigne d'une certaine minérotrophie. Dans la plupart des cas, nous nous trouvons face à des systèmes de type soligène (avec des situations très ponctuelles d'ombrotrophie).

- habitats et espèces inventoriés

Nous ne listerons pas ici la totalité des habitats et des espèces inventoriés sur l'ensemble de la vallée. Mais, du point de vue de la biodiversité, on remarque un ensemble de très grand intérêt biologique (Tableaux 7 et 8) qui se localise du fond de vallée jusqu'au secteur de Siscaró (Carte 3). La plupart de ces sites y apparaissent comme étant hautement prioritaires (rouge) ou prioritaires (orange) à la conservation (Annexe 5):

ils sont riches en espèces et en habitats, certains abritent des espèces emblématiques, certaines menacées, et/ou des habitats d'intérêt communautaire. Ainsi, l'ensemble contribue fortement à la biodiversité andorrane.

Tableau 7 : Exemples d'habitats de grande valeur patrimoniale inventoriés sur la vallée d'Incles.

Nom de l'Habitat (Code Corine)	Statut	Exemple de Localisation (Secteur) -code de la zone-
Buttes de sphaignes à <i>Sphagnum capillifolium</i> (51.1117)	Habitat d'intérêt communautaire prioritaire Habitat déterminant pour les Pyrénées	Prats d'Incles XVII (Fond de vallée) -02081005-
Buttes de sphaignes à <i>Sphagnum rubellum</i> (51.1114)	Habitat d'intérêt communautaire prioritaire Habitat déterminant pour les Pyrénées	Pletes del Siscaró (Secteur Siscaró) -02081014-
Buttes basses et pelouses de Sphaignes vertes (51.111)	Habitat d'intérêt communautaire prioritaire Habitat déterminant pour les Pyrénées	Prats d'Incles XXII (Fond de vallée) -02081006-
Communautés flottantes de <i>Sparganium angustiflorum</i>	Habitat d'intérêt communautaire Habitat déterminant pour les Pyrénées	Pletes del Siscaró (Secteur Siscaró) -02081014-
Tourbières basses à <i>Carex davalliana</i> et <i>Trichophorum cespitosum</i> (54.232)	Habitat d'intérêt communautaire	Prats d'Incles XVII (Fond de vallée) -02072010-
Pelouses pyrénéo-alpines hygrophiles à <i>Nardus stricta</i> (36.312)	Habitat d'intérêt communautaire prioritaire	Pleta dels Borrecs -02081002-
Tourbières basses alcalines pyrénéennes (54.24)	Habitat d'intérêt communautaire Habitat déterminant pour les Pyrénées	Prats d'Incles XII (Fond de vallée) -02072005-
Prairies calcaires à Molinie (37.311)	Habitat d'intérêt communautaire Habitat déterminant pour les Pyrénées	Prats d'Incles XII (Fond de vallée) -02072005-

Autres habitats répertoriés sur les lieux (moindre valeur patrimoniale) : Bas-marais acides pyrénéens à *Carex nigra* (54.424), Sources d'eaux douces (54.11) à Bryophytes (54.111) ou à Cardamines (54.112), Cariçaies à *Carex rostrata* (53.2141) ou à *Carex paniculata* (53.216), Tourbières basses acides subatlantiques à *Carex sp.* et *Juncus sp.* (54.4222)...

Tableau 8 : Espèces de grande valeur patrimoniales inventoriées sur la vallée d'Incles.

Nom de l'espèce	Statut, caractéristiques	Exemple de localisation (Secteur) -code de la zone-
<i>Subularia aquatica</i>	Espèce en danger critique d'extinction (Liste Rouge andorrane)	Prats d'Incles II (Fond de vallée) -02074009-
<i>Salix lapponum</i> = <i>Salix ceretana</i> (Photographie 28)	En danger d'extinction (Liste Rouge andorrane)	Pletes del Siscaró (Secteur Siscaró) -02081014-
<i>Listera cordata</i>	En danger d'extinction (Liste Rouge andorrane)	Prats d'Incles XXI (Fond de vallée) -02081002-
Potamogeton alpinus	Espèce vulnérable (Liste Rouge andorrane)	Riu de Siscaró I (Secteur Siscaró) -02081009-
<i>Drosera rotundifolia</i> (Photographie 26)	Espèce insectivore emblématique et intimement inféodé aux milieux tourbeux	Prats d'Incles XXI (Fond de vallée) -02081005-
<i>Pinguicula vulgaris</i> .	Autre espèce insectivore emblématique et intimement inféodé aux milieux tourbeux	Prats d'Incles XII (Fond de vallée) -02072005-
<i>Eriophorum vaginatum</i>	Espèce caractéristique des zones humides	Pleta del Borrecs -02081002-
<i>Comarum palustre</i> (Photographie 29)	Espèce rarissime en Andorre (Complément Liste Rouge)	Pletes del Siscaró (Secteur Siscaró) -02081014-
<i>Primula integrifolia</i>	Endémique pyrénéenne	Pala sobre les basses VI (Secteur Siscaró) -02081020-
<i>Carex davalliana</i>	Espèce d'intérêt patrimonial (Julve, 2001)	Prats d'Incles XII (Fond de vallée) -02072005-
<i>Narthecium ossifragum</i> (Photographie 27)	Espèce d'intérêt patrimonial (Julve, 2001) en limite de son aire de répartition	Prats d'Incles XVIII (Fond de vallée) -02072011-

Autres espèces inventoriées sur les lieux (de valeur patrimoniale ou pas) : *Scirpus cespitosus*, *Equisetum fluvatile* (nouvelle espèce pour la Check List andorrane), *Triglochin palustre*, *Eleocharis quinqueflora*, *Parnassia palustris*, *Briza media*, *Swertia perennis*, *Sphagnum fuscum*, *S. fallax*, , *Molinia coerulea*, *Nardus stricta*, *Carex panicea*, *C. nigra*, *C. pulicaris*, *C. flava*, *Juncus filiformis*, *J. trifidus*, *J. triglumis*, *Ranunculus aquatilis*, *Saxifraga stellaris*, *Montia fontinalis*, *Subularia aquatica*, *Viola palustris*, *Caltha palustris*, *Veronica beccabunga*, *Eriophorum latifolium* et *E. angustifolium*, , *Succisa pratensis*, *Tofieldia calyculata* ...

- tendance évolutive des zones humides

Il est difficile de donner la tendance évolutive de l'ensemble des zones humides de la vallée d'Incles. Il s'agit d'une information qui doit être vérifiée au cas par cas. A travers la campagne de terrain que nous avons effectuée au cours de mon stage, il ressort globalement que les sites en amont, épargnés par les pressions anthropiques, sont en phase de stabilisation (si les conditions écologiques actuelles se maintiennent) et il ne serait pas surprenant de constater le développement de certaines zones. Leur état de conservation est satisfaisant. Dans le fond de la vallée, les activités humaines, telles que l'urbanisation, se développent, et la tendance évolutive des sites semble différente : on assiste à une perte de la surface des espaces naturels, ce qui est susceptible d'entraîner la régression de nombreuses zones humides.

c. Gestion et utilisation de la zone

Sur le secteur d'Incles se développent plusieurs activités socio-économiques (Tableau 9). Quant aux infrastructures présentes sur le territoire, elles sont présentées sur la Carte 3.

Tableau 9 : Principales activités socio-économiques se développant sur ce territoire.

Usages de la zone	Acteurs	Localisation
Pâturage (Fin du printemps et été)	Eleveurs privés	Fond de vallée
Urbanisation	Propriétaires privés	Fond de vallée
Tourisme, Activités de plein air : randonnée, pêche, chasse (Fin du printemps et été)	Touristes et personnes autochtones	Sentiers de randonnée, lacs et étangs d'altitude (Secteurs : Siscaró, Juclar, Anrodat et Cabana Sorda)

d. Menaces et risques identifiés

Les menaces que nous avons identifiées sur les sites sont issues des activités socio-économiques décrites précédemment. La principale menace au niveau du fond de vallée est l'urbanisation (Photographies 31, 32 et 33). En effet, les terrains qui s'y trouvent sont urbanisables et appartiennent à des propriétaires privés. Actuellement on y dénombre une quinzaine de constructions modernes depuis l'entrée de la vallée jusqu'à la fin de la route. De plus, on aperçoit des équipements routiers en cours de construction qui donneront accès aux propriétés privées. Or, comme il a été dit en IV, les aménagements liés aux processus d'urbanisation peuvent perturber, fragmenter et même détruire un ensemble humide.

Le pâturage pourrait poser des problèmes sur certains sites de fond de vallée. Sur le terrain, nous avons dénombré près de 60 bovins (environ 45 adultes et 15 jeunes) sur la zone privée Prats d'Incles XVII (02072010) dont la superficie dépasse à peine les 2 hectares! Il s'agit principalement d'un bas-marais acide et oligotrophe à *Carex rostrata* qui pâtit du surpâturage pendant la belle saison (Photographies 34, 35 et 36).

Quant aux activités de loisirs qui ont lieu sur cette vallée, elles semblent relativement respectueuses de l'environnement. Malgré une importante fréquentation touristique, les sites sont propres et le piétinement des promeneurs ne semble pas mettre en danger les zones tourbeuses du secteur (du moins celles que nous avons visité cette année).

e. **Objectifs de gestion et exemples d'opérations à mettre en œuvre** (avec éventuelle planification temporelle et/ou humaine):

Les objectifs de gestion doivent nous permettre de maintenir la diversité biologique des zones humides de la vallée mais aussi leurs capacités fonctionnelles.

- Dans un premier temps, il est essentiel d'éviter tout **nouveau projet qui aurait pour conséquence la destruction directe d'une zone humide**. Par ailleurs, les plans d'urbanisme devraient **prendre en compte les zones humides mais aussi les connexions hydrologiques entre milieux**, de façon à ce que les aménagements urbains ne condamnent pas le fonctionnement hydrologique de ces écosystèmes. Pour cela, il faut qu'il y ait une cohérence entre les plans d'urbanisme et la loi pour la gestion et la protection des milieux aquatiques, il est fondamental que ces plans ne contredisent pas la réglementation existante pour la protection de l'environnement. D'une manière générale, il faudra rester vigilant de façon à ce que l'urbanisation ne devienne pas massive. Le cas échéant, la plupart des mouillères de fond de vallée risquent de disparaître.
- Il serait intéressant de **protéger de manière stricte certaines zones** : ceci garantirait la conservation à long terme de stations de grand intérêt. Lors des récentes prospections de terrain sur la vallée d'Incles, un site remarquable et très fragile (forte présence de buttes à sphaignes recouvertes de droséras) a attiré toute notre attention. Il s'agit de la zone *Prats d'Incles XXI* (02081005) dont la superficie est égale à 1,3ha. De par sa situation sur une propriété privée urbanisable du fond de vallée, ce site risque fortement de disparaître si des mesures concrètes ne sont pas entreprises. Après discussion avec son propriétaire et si celui-ci ne prévoit pas la préservation du site, la maîtrise foncière de la mouillère pourrait être envisagée. En effet, l'achat du terrain par le gouvernement, le Comú de Canillo ou par une fondation à vocation environnementale permettrait d'en détenir la gestion. Il serait possible d'en faire une micro-réserve naturelle, préservée de toute activité humaine. Afin d'en faire un site représentatif de la richesse biologique du secteur, de petites interventions pourraient être envisagées : par exemple, le creusement d'une petite mare amènerait des espèces aquatiques et amphibiens (plantes aquatiques, libellules, amphibiens...) qui donneraient davantage de valeur au site.
- Le **surpâturage est à éviter**, notamment s'il concerne des zones de grand intérêt. Là encore, il faudrait informer les responsables de cette gestion pastorale privée des effets de cette pratique, tout en leur proposant des solutions alternatives : diminuer le nombre d'animaux à l'hectare en augmentant la surface pâturée, par exemple.
- Les sites hautement prioritaires devraient faire l'objet d'un **suivi régulier** car s'il est vrai que, par exemple la fréquentation humaine, ne semble pas au jour d'aujourd'hui, menacer les stations humides, la sur-fréquentation touristique reste tout de même un risque réel, qu'il ne faut pas négliger. Une campagne de suivi tous les 5 ans permettrait de repérer, dans l'avenir, des éventuels problèmes de conservation. D'un point de vue opérationnel et vu le nombre de sites intéressants, cela représenterait le travail d'une personne initiée sur environ 10 jours de terrain (à la belle saison).
- Il faut **veiller à ce que les chemins de randonnée qui contournent ou traversent des zones humides soient bien balisés**. C'est la *Federació Andorrana de Muntanyisme*, sous-traitée par le Département du Patrimoine Naturel, qui s'occupe actuellement du balisage des chemins de montagne. Leurs actions doivent absolument être maintenues au niveau des stations humides.

- Les **usagers de cette vallée devraient être informés** sur l'incroyable patrimoine naturel qui s'y trouve. En ce qui concerne la thématique des zones humides, il serait intéressant de mettre en place sur les lieux un panneau informatif. Il pourrait brièvement présenter les principaux ensembles humides du secteur, les fonctions et valeurs qui leur sont associées, les principales menaces pesant sur les sites et les actions que l'on peut entreprendre individuellement pour participer à la conservation de ces milieux (suivre les chemins balisés, éviter la cueillette d'espèces végétales, ne pas déranger la faune sauvage, ne pas jeter ses déchets sur les lieux...). Ce panneau pourrait être placé à l'arrivée du site Pletes del Siscaró (02081014, Photographie 38), station hautement prioritaire à la conservation. Un tel emplacement présente l'avantage de se situer sur un secteur très fréquenté (car facile d'accès) par les randonneurs du GRP, mais aussi par les pêcheurs qui se rendent aux lacs situés en amont.



Photographie 38 :

Arrivée au site Pletes del Siscaró, possible emplacement pour un panneau informatif.

3. La Barracota

Contrairement à mes autres études de cas, la station de la Barracota ne constitue pas un ensemble de zones humides. Il s'agit d'une mouillère individuelle dont le caractère exceptionnel a attiré toute mon attention. Exceptionnellement, je ne raisonnerai donc pas à l'échelle du bassin versant. Je ne développerai pas non plus de manière exhaustive la diversité biologique qui y a été inventoriée, mais je m'attarderai surtout sur le caractère inhabituel de ce site. Présenter cette station va me permettre de traiter un aspect intéressant en gestion de la biodiversité, que je n'ai pas abordé jusqu'à présent.

a. Présentation de la zone

La Barracota -02153073- se situe à l'Est de l'Andorre dans la vallée du Madriu, récemment déclarée Patrimoine Culturel Mondial par l'Unesco. Cette zone se trouve à 2175 mètres d'altitude, au sein de la forêt *Bosc dels Estanyons*, sur substrat siliceux. Sa superficie est de 1,1ha (Photographie 39).

En dépit d'une présentation individuelle, il est tout de même à noter que ce site appartient à un ensemble de zones humides de très grand intérêt biologique et fonctionnel qui se localise depuis le secteur de l'*Estall Serrer* jusqu'à l'*Estany Rodó* (Annexes 5, 6 et 7).

b. En quoi s'agit-il d'une tourbière exceptionnelle à l'échelle de l'Andorre?

Cette tourbière acidiphile et oligotrophe, doit tout d'abord son originalité à ses divers modes de formation. En effet, la station donne naissance à divers secteurs qui se différencient par les conditions de leur formation. Au centre du site se trouve une zone limnogène, issue de l'atterrissement progressif de la pièce d'eau centrale à partir de radeaux végétaux flottants. C'est le secteur des bourbiers tremblants à *Carex rostrata* (54.431). Ensuite, naissant de quelques écoulements latéraux lents et continus, se trouvent des zones soligènes. On y trouve

principalement les bas-marais acides à *Carex nigra* (54.424) et les pelouses pyrénéo-alpines hygrophiles à *Nardus stricta* (36.312). Enfin, le fort recouvrement de la zone ombrogène, dont les précipitations constituent la seule source hydrique responsable des processus de turbification, donne à la station un caractère tout à fait exceptionnel. En effet, nous avons vu jusqu'à présent que l'ombrogénèse est un mode de formation extrêmement rare sur le territoire Andorran, et lorsqu'il est présent, il présente un caractère très ponctuel. Or, nous assistons là à une station qui est recouverte à 80% par des buttes à sphaignes (Photographie 40 et 41) : buttes à *Sphagnum rubellum* (51.1114), buttes à *Sphagnum papillosum* (51.1116) et buttes à *Sphagnum capillifolium* (51.1117). Tous ces habitats, extrêmement fragiles, sont d'intérêt communautaire prioritaire.

De plus, 54 espèces végétales y ont été inventoriées (c'est un site parmi les plus riches floristiquement) dont trois figurent sur la Liste Rouge andorrane : *Callitriche palustris* (en danger critique d'extinction), *Rumex acetosa amplexicaulis* et *Carex curta* (toutes les deux vulnérables sur le territoire andorran). Ce site contribue donc fortement à la diversité locale en espèces végétales et en habitats.

Du point de vue de la faune, lors de nos prospections de terrain, nous avons pu constater la présence de très nombreux papillons et libellules ; nous n'avons pas procédé à leur identification mais il se peut qu'il y ait des espèces d'intérêt patrimonial. De plus, des prospections antérieures signalent la présence du Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*) sur cette zone humide, ce qui la rend encore plus précieuse.

Enfin, de par sa richesse biologique, l'originalité de cette mosaïque d'écosystèmes, et son caractère sauvage, la station offre un paysage tout à fait exceptionnel...

c. Quelles mesures à prendre pour la gestion conservatoire de ce site ?

L'état de conservation du site est excellent. A l'heure actuelle, aucune activité socio-économique ne s'y développe. En effet, pour trouver le site il faut suivre le GR11 pendant 3 heures, quitter le chemin de randonnée puis rentrer dans la forêt sur environ 150 mètres. De ce fait, la station, inconnue du grand public, n'est pas fréquentée. La zone s'auto-protège donc, de par sa situation géographique. Par ailleurs, malgré une activité pastorale fréquente sur le secteur, la zone n'est pas pâturée : il y a quelques années, un berger craignant l'enlèvement de ses animaux au niveau des tremblants, a clôturé le site ! Il s'agit certes d'une clôture rudimentaire (qu'il faudrait peut-être refaire à neuf...), mais elle a épargné cette zone vulnérable des effets du piétinement et de la minéralisation, facteurs qui auraient été catastrophiques sur ce type de milieu. Ceci a sans doute permis l'évolution naturelle de la station jusqu'à son état actuel. En outre, cette mosaïque d'écosystèmes très oligotrophe et très acide semble avoir atteint un stade non boisé très stable : la fermeture de l'écosystème ne menacerait donc, elle non plus, les communautés présentes sur le site (du moins sur le court terme).

Actuellement, la Barracota ne subit donc aucune atteinte. De plus, la zone possède un fonctionnement écologique naturel qui semble permettre la conservation des habitats et des biocénoses associées.

La conservation de cette tourbière exceptionnelle devrait consister à ne pas intervenir sur l'évolution du milieu (notion de non-intervention), mais juste à la préserver d'éventuelles menaces qui pourraient un jour peser sur elle, et à assurer le suivi de son évolution.

CONCLUSION et PERSPECTIVES

L'Andorre renferme un patrimoine naturel riche et diversifié. L'inventaire de ses zones humides a été une première étape dans la connaissance de ces milieux, pivots naturels pour l'équilibre de la montagne et jusqu'alors largement méconnus. Or, les mouillères d'altitude constituent un patrimoine exceptionnel, en raison de leur richesse biologique remarquable et des nombreuses fonctions naturelles qu'elles remplissent. La présente étude a permis de révéler les zones et les ensembles humides à grands enjeux au sein du territoire andorran. Il faut tout de même rester vigilant, car les résultats que nous avons obtenus ne sont autre chose qu'une image de leur état biologique et écologique actuel. Ces complexes d'hydrosystèmes sont hautement dynamiques, et de ce fait, la classification que nous avons établie présente un caractère tout à fait éphémère si les données ne sont pas régulièrement actualisées. Ce travail constitue donc la première étape d'une évaluation de la valeur de ces milieux qui doit se poursuivre. De plus, une meilleure compréhension des fonctions accomplies par les zones humides et des paramètres influençant leur évolution apparaît indispensable pour une préservation à long terme de ces milieux.

En termes de gestion conservatoire, les actions doivent donc s'articuler autour de plusieurs axes : la gestion du couvert végétal, pour maintenir voire améliorer l'état écologique des habitats naturels, le respect des conditions hydrologiques et donc la préservation de la ressource en eau, aussi bien d'un point de vue qualitatif que quantitatif. Par ailleurs, une gestion efficace de l'environnement passe aussi par l'implication des populations locales, souvent bien en amont de toute prise de décision. Or, la préservation de ces milieux humides d'altitude concerne une multitude d'acteurs, dont les intérêts sont différents voire contradictoires. Ceci peut compliquer la mise en œuvre des actions favorables au maintien de ces hydrosystèmes. C'est pourquoi, le dialogue entre les personnes impliquées dans la connaissance et la gestion des zones humides est essentiel. En effet, un manque de dialogue peut à tout moment aboutir à des conflits d'intérêts.

Ce document a donc pour objectif d'engager une réflexion sur la préservation à long terme des zones humides andorranes, en proposant des mesures adaptées à la situation locale actuelle. Mais outre ces quelques recommandations, la gestion conservatoire des sites inventoriés implique nécessairement de déterminer des politiques publiques, adaptées aux différents objectifs de conservation. En effet, contrer la destruction des zones humides en Andorre, requiert la mise en place d'une politique globale de préservation des ces milieux, conçue de manière intégrée dans le cadre de projets de développement durable et d'aménagement raisonné.

A l'heure actuelle, les outils juridiques et réglementaires en faveur de la préservation des milieux naturels andorrans sont malheureusement très limités. De plus, l'Andorre ne faisant pas partie de l'Union Européenne, elle ne bénéficie pas des politiques de conservation mises en place par le programme Natura 2000. Or, la sauvegarde des milieux naturels est aujourd'hui devenue une urgence au sein d'un pays comme l'Andorre, qui connaît une incroyable croissance urbaine. Ainsi, la préservation de la nature exige des décideurs politiques des outils juridiques et des moyens humains et financiers suffisants. Une loi, actuellement en cours de rédaction, pourrait mettre un terme à la dégradation des écosystèmes andorrans. Il s'agit de la *Loi pour la Protection du Patrimoine Naturel*, qui aurait pour objectifs :

- la protection des espaces naturels remarquables, à travers la création de Parcs et de Réserves Naturelles. A long terme, le but serait de mettre en place un réseau d'espaces naturels protégés « *Xarxa Natura del Principat* », instrument de gestion et de protection du territoire et des paysages, à l'image du réseau Natura 2000 européen,

- la conservation de la biodiversité en Andorre, à travers la protection voire la restauration des habitats naturels,
- la mise en place d'un statut légal de protection vis-à-vis des espèces végétales emblématiques, rares, endémiques et/ou menacées, qui ne bénéficient à l'heure actuelle d'aucun instrument de protection juridique,
- la régularisation stricte des activités humaines en milieu naturel (activités de loisirs, passage de véhicules motorisés...),
- l'utilisation durable des ressources naturelles présentes au sein du pays.

Ce type d'outils est indispensable à la protection des milieux naturels sur le long terme (Babin, non daté). En Andorre, la sauvegarde du patrimoine naturel reste donc tout à fait possible, mais sous condition d'une réelle volonté politique. Or, ce texte de loi est en cours de réalisation depuis bientôt un dizaine d'années ! Nous pouvons donc nous demander pourquoi un tel projet, qui ne peut être que favorable à l'Andorre, n'aboutit pas... Outre cette loi qui profiterait à l'ensemble des écosystèmes présents sur le territoire, l'adhésion du pays à la *Convention de Ramsar* pourrait améliorer la situation actuelle de ses zones humides. En effet, ce traité international a pour but la conservation et l'utilisation durable de ces milieux, notamment en enrayant la dégradation et la perte des zones humides au sein de ses pays signataires. Il y a quelques années, l'Andorre avait exprimé son souhait d'adhérer à cette convention, mais là encore, le projet semble échouer.

Pourtant, la protection des milieux naturels n'implique pas forcément l'arrêt de toute pratique humaine. De manière générale, la gestion des espaces naturels consiste à trouver un compromis entre les activités présentes sur le territoire et les fonctions écologiques, biologiques et paysagères des écosystèmes. Néanmoins, combiner les objectifs de protection de l'environnement et ceux de développement du territoire représente souvent un réel défi. Enfin, même si la *Loi pour la protection du Patrimoine naturel* aboutit et que l'Andorre finit par adhérer à la *Convention de Ramsar*, la conservation des zones humides andorranes ne pourra se contenter d'actions exemplaires menées sur quelques sites à grands enjeux. Un effort devra être fait afin d'appliquer des mesures de gestion durables sur un maximum de stations. Ces mesures devront à la fois intégrer les préoccupations du développement local mais aussi la sauvegarde du milieu naturel et la préservation de la ressource en eau. Gestionnaires, propriétaires, usagers et décideurs politiques devront alors œuvrer de concert pour une meilleure préservation de ces milieux naturels. A une époque où les activités humaines déterminent de plus en plus les dynamiques paysagères, il donc est impératif de promouvoir la gestion intégrée des zones humides dans le cadre d'un développement territorial durable.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ando AW et Getzner M.** 2006. *The roles of ownership, ecology and economics in public wetland-conservation decisions*. Ecological Economics 58 : 287-303.
- Associació per a la Defensa de la Natura.** 2003. *Identificació de zones prioritàries per a la conservació als fons de vall d'Andorra*. Projecte Fons de Vall, 94p.
- Babin D.** (Non daté). *Des espaces protégés pour concilier conservation de la biodiversité et développement durable : fondements et recommandations d'une stratégie de coopération pour la gestion des espaces protégés*. Les Cahiers IFB, Paris, 52p.
- Barnaud G.** 1997. *Conservation des zones humides : concepts et méthodes appliqués à leur caractérisation*. Thèse de Doctorat, Université de Rennes, Coll. Patrimoines Naturels, Volume 34. MNHN, Paris, 451p.
- Basset P.** 2005. *Les tourbières d'Uls, Site Natura 2000 : Etude et conservation d'un milieu tourbeux*. Mémoire de stage BTS GPN, Lycée d'Aix-Valabre, 41p.
- Blackstock TH, Stevens DP, Howe EA.** 2004. *Biological components of sites of Special Scientific Interest in Whales*. Biodiversity and Conservation 5 : 897-920.
- Briand M.** 2000. *Les zones humides du site Natura 2000 Néouvielle (Hautes Pyrénées) : identification des habitats naturels, mise en place de protocoles de suivi et propositions de gestion*. Mémoire MST AMVR, Université de Rennes I, 51p.
- Carrillo E, Mercadé A, Ninot JM, Carreras J, Ferré A et Font X.** 2003. *Check-list i llista vermella de la flora d'Andorra*. Grup de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació, Universitat de Barcelona, 68p.
- Chiffaut A.** 2006. *Guide méthodologique des plans de gestion de réserves naturelles*. MEED/ATEN, Cahier technique n° 79, 72p.
- Chouard P.** 1937. *Les tourbières de montagne dans les Pyrénées*. Bull. Soc. Bot. Fr. 20 : 89-97.
- Chouard P.** 1938. *Les types de tourbières de montagne dans les Pyrénées*. Bull. Soc. Bot. Fr. 24 : 123-129.
- Du Bus De Warnaffe G et Devillez F.** 2002. *Quantifying the ecological value of forests in order to integrate nature conservation in management planning: a multicriteria method*. Annals of forest science 59 : 369-387.
- Dupieux N.** 1998. *La gestion conservatoire des tourbières de France : premiers éléments scientifiques et techniques*. Espaces Naturels de France, Programme Life « Tourbières de France », 244p.
- Forot B et Roques N.** 2007. *La conservation des tourbières en France*. Mémoire réalisé dans le cadre du module « Pratiques de la Gestion », Université Paul Sabatier, Toulouse, 32p.
- Forum des Gestionnaires V.** 1999. *Activités de pleine nature : comment concilier fréquentation et préservation des espaces naturels*. Paris, 41p.
- Fustec E et Lefeuvre JC.** 2000. *Fonctions et valeurs des zones humides*. Paris, Dunod, 426p.
- Generalitat de Catalunya.** 2006. *Pla de protecció de les zones humides de Catalunya*. Departament de Medi Ambient i Habitatge, 72p.
- Groupe d'Etude et de Recherche en Ecologie Appliquée.** 1991. *Les tourbières du lac de Lourdes : expertise écologique et éléments pour leur protection et leur gestion conservatoire*. Université de Bordeaux I, 29p.
- Julve P.** 2001. *La flore et la végétation des tourbières andorranes*. 9p.
- Lacroix P.** 1997. *Plan d'action Régional en faveur des tourbières de Franche-Comté. Volume 1 : Haute-Saône et territoire de Belfort*. Conservatoire des Espaces Naturels de Franche-Comté, Programme Life « Tourbières de France », 77p.

Lacroix P. 1997. *Plan d'action Régional en faveur des tourbières de Franche-Comté. Volume 2 : Doubs et Jura.* Conservatoire des Espaces Naturels de Franche-Comté, Programme Life « Tourbières de France », 72p.

La documentation française. 2002. *Habitats humides : Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire.* Coll. Cahiers d'habitats Natura 2000, 457p.

Lazare JJ. 2005a. *Miscellanées phytosociologiques.* J. Bot. Soc. Bot. France 31 : 9-16.

Lazare JJ. 2005b. *Comarum palustre : nouveau pour l'Andorre.* J. Bot. Soc. Bot. France 31 : 85-88.

Loreau M. 2000. *Biodiversity and ecosystem functioning: recent theoretical advances.* Oikos 91 : 3-17.

Malamoud A. 2004. *Quelle gestion pour les tourbières du massif des Pyrénées français?* Pôle Relais Tourbières, Mémoire de stage, Université de Franche-Comté, 56p.

Mallarach JM. 1999. *Críteris i mètodes d'avaluació del patrimoni natural.* Documents dels quaderns de medi ambient n° 2. Departament de Medi ambient. Generalitat de Catalunya, 106p.

Manneville O. 1996. *Utilisation du pâturage extensif dans la gestion conservatoire des écosystèmes tourbeux et paratourbeux, intérêts et limites.* Cahiers scientifiques et techniques du réseau « Tourbières de France » n° 2, 91p.

Manneville O, Vergne V, Villepoux O et le Groupe d'Etude des Tourbières. 1999. *Le monde des tourbières et des marais.* Guide Delachaux et Niestlé SA, Paris, 320p.

Marble AD. 1992. *A guide to wetland functional design.* Lewis Publisher, Florida, 222p.

Mathieu S. 2006. *Evaluation de l'intérêt des zones humides ordinaires : arguments pour les valoriser auprès du public.* ENGREF/Office International de l'Eau.

Michelot JL. 2004. *Les zones humides et l'eau.* Programme National de Recherche sur les Zones Humides, Ed. Ministère de l'Ecologie et du développement durable. Coll. Cahier thématique n° 1, 63p.

Michelot JL. 2005a. *Caractérisation des zones humides.* Programme National de Recherche sur les Zones Humides, Ed. Ministère de l'Ecologie et du développement durable. Coll. Cahier thématique n° 2, 70p.

Michelot JL. 2005b. *Gestion des zones humides.* Programme National de Recherche sur les Zones Humides, Ed. Ministère de l'Ecologie et du développement durable. Coll. Cahier thématique n°3, 63p.

Ministère de l'Ecologie et du Développement durable et les Agences de l'Eau. *Les zones humides et la ressource en eau.* Guide technique n° 89, 4p.

Ministère de l'Environnement et les Agences de l'Eau. (Non Daté). *Entre terre et eau : agir pour les zones humides.* Plaquette informative.

Muller M, Manneville O, Drapier N, Hénon JM, Martinant S, Gilbert D, Mitchell E, Goubet P, Le Bihan O, Thomas J et Spsychala L. 2005. *Le dossier Tourbières.* Espaces naturels n°11, p 7-20.

Natura 2000. (Non daté). *Cahiers d'habitats Natura 2000 : Tome 3, Habitats Humides.* Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. 456p.

Nature Midi-Pyrénées. (Non daté). *Les zones humides et l'écu en Midi-Pyrénées.* Plaquette informative.

Néri F. 2005. *Travaux de restauration et conservation de zones humides remarquables dans le Tarn.* Bilan final pour la période Juillet 2003-Juillet 2005, CREN Midi-Pyrénées, 15p

Reed FN et Larry DH. 1986. *Preserving diversity at all scales.* Environmental Management 10 : 299-309.

Riba S. 2002. *Inventari i estudi de les molleses i potamolls d'Andorra : Primera fase.* Govern d'Andorra, Ministeri d'Agricultura i Medi Ambient, 34p.

Riba S. 2004. *Inventari i estudi de les molleses i potamolls d'Andorra : Segona Fase.* Govern d'Andorra, Ministeri d'Agricultura i Medi Ambient, 34p.

Riba S et Lazare JJ. 2004. *Complexes d'habitats humits d'Andorra: Elements de síntesi.* Govern d'Andorra, Ministeri d'Agricultura i Medi Ambient, 33p.

- Riba S.** 2005. *Inventari i estudi de les molles i patamolls d'Andorra: Quarta fase*. Govern d'Andorra, Ministeri d'Agricultura i Medi Ambient, 27p.
- Riba S.** 2005. *Nouvelles additions à la flore d'Andorre*. J. Bot. Soc. Bot. France 32 : 73-74.
- Riba S.** 2006. *Inventari i estudi de les molles i patamolls d'Andorra: Quarta fase*. Govern d'Andorra, Ministeri d'Agricultura i Medi Ambient, 33p.
- Riba S.** 2007. *Inventari i estudi de les molles i patamolls d'Andorra: Quinta fase*. Govern d'Andorra, Ministeri d'Agricultura i Medi Ambient, 32p.
- Ricaud J.** 1998. *Tourbières aux pieds des Pyrénées*. Prod. AREMIP (Film documentaire).
- Rosin D et Rougé C.** 2006. *Les zones humides en France : de la régression à la conservation*. Mémoire réalisé dans le cadre du module « Pratiques de la Gestion », Université Paul Sabatier, Toulouse, 42p.
- Sáez L, Rosselló JA et Vigo J.** 1998. *Catàleg de plantes vasculars endèmiques, rares o amenaçades de Catalunya*. Acta Botanica 45 : 309-321.
- Thomas J.** 1999. *Les tourbières de Midi-Pyrénées : comment les conserver?* Conservatoire des Espaces Naturels de Midi-Pyrénées, Programme Life Nature « Tourbières de Midi-Pyrénées », 116p.
- Thomas J.** 2002. *Plan de gestion de la tourbière de la Plaine des Rauzes en Aveyron*. Programme Life Nature « Tourbières de Midi-Pyrénées », CREN Midi-Pyrénées, 62p.
- Thomas J et Spsychala L.** 2005. *Le dossier Tourbières*. Espaces naturels n°11, p 7-20.
- Thomas J.** 2007. *Inventaire typologique et cartographique des milieux tourbeux des Pyrénées Orientales*. Rapport technique de la SCOP SAGNE – PNR des Pyrénées Catalanes, 55p.
- Viñals MJ.** 2004. *Los valores i funciones de los humedales*. V Congrés Internacional de Medi Ambient d'Andorra, Actes du colloque.

Sources internet :

- Centre National de la Recherche Scientifique. Site web: www.cnrs.fr. Consulté le 04/04/2007.
- Convention de Ramsar. Site web: www.ramsar.org. Consulté le 08/03/2007.
- Generalitat de Catalunya. Site web : www.mediambient.gencat.net. Consulté le 06/04/2007
- Institut Français pour l'Environnement. www.ifen.fr/zoneshumides. Consulté le 19/03/2007
- Ministère de l'Ecologie. Site web: www.ecologie.gouv.fr. Consulté le 05/03/2007.
- Plan National de Recherche sur les Zones Humides. Site web: www.pnrzh.org. Consulté le 21/03/2007
- Pôle Relais Tourbières. Site web: www.pole-tourbieres.org. Consulté le 19/03/2007