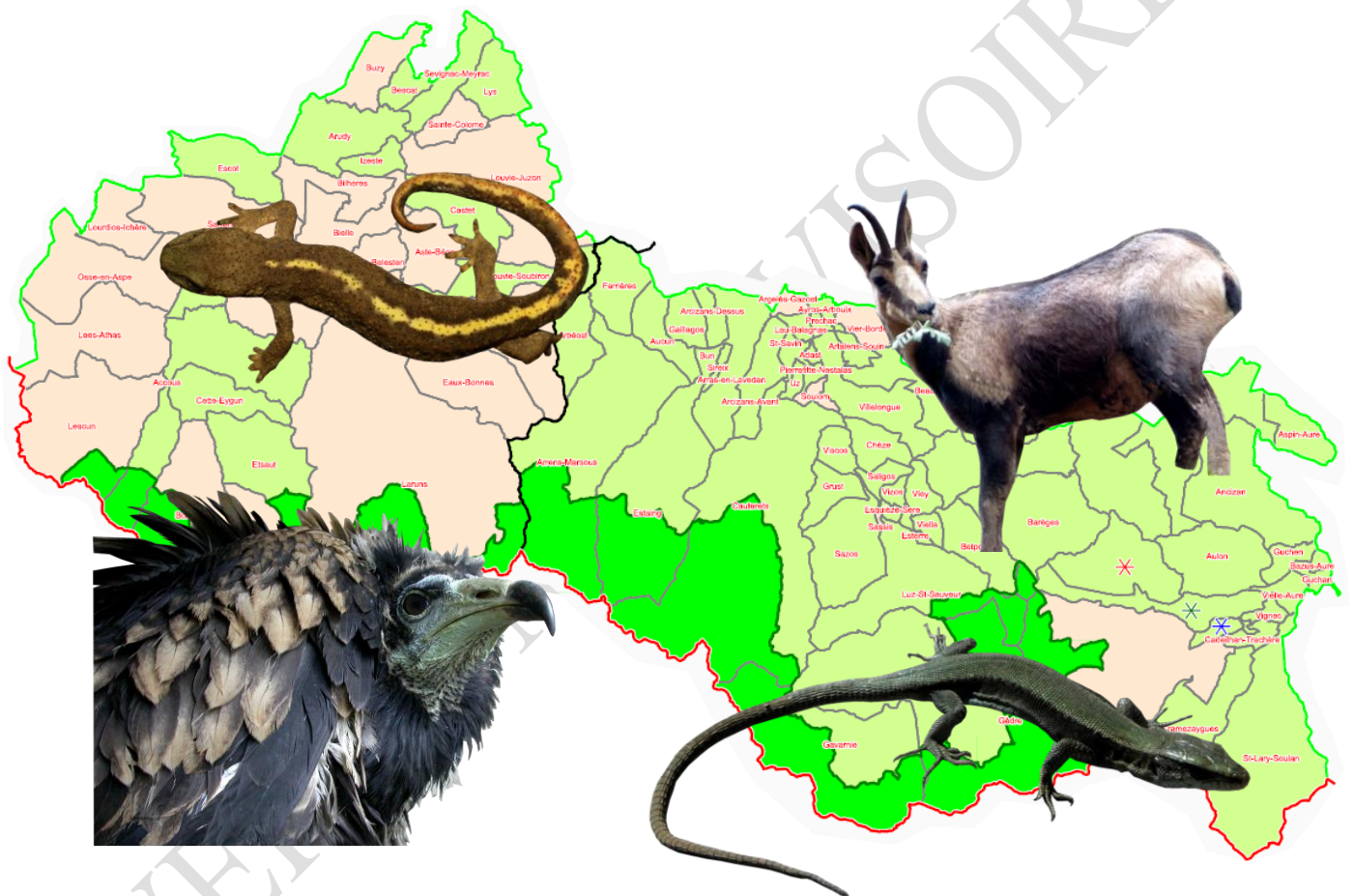


Hiérarchisation des enjeux de conservation des espèces de Vertébrés terrestres du Parc National des Pyrénées - Amphibiens, Reptiles, Oiseaux, Mammifères -



Coordinateurs scientifiques et rédacteurs : Jean-Marc THIRION (OBIOS) et Julie VOLLETTE (OBIOS)

Comité scientifique : Gérard CAUSSIMONT (FIEP), Jérôme CAVAILHES (PNP) MARC CHEYLAN (EPHE-CEFE-CNRS), Philippe FONTANILLES (PNP), Jérôme LAFFITE (PNP), Emmanuel MENONI (ONCFS), Jean-Philippe SIBLET (Muséum National d'Histoire Naturelle), Éric SOURP (PNP).

Hiérarchisation des enjeux de conservation des espèces de Vertébrés terrestres du Parc National des Pyrénées - Amphibiens, Reptiles, Oiseaux, Mammifères -

Objectifs BIOdiversités - OBIOS

Jean-Marc THIRION

Julie VOLLETTE

Objectifs BIOdiversités - OBIOS

22 Rue du Docteur Gilbert 17250 Pont l'Abbé d'Arnoult

association.obios@gmail.com



Parc National des Pyrénées

Éric SOURP, responsable scientifique

Jérôme LAFFITE, responsable faune

Villa Fould - Siège du parc national

2 Rue du IV septembre 65007 Tarbes

Tél : 05 62 54 16 40

contact@pyrenees-parcnational.fr



Remerciements : Nous souhaitons remercier l'ONCFS et le GOPA pour l'aide apportée dans la validation de la liste des oiseaux du Parc National des Pyrénées ainsi que le Muséum national d'histoire naturelle.

Couverture : photos de Didier Peyrusqué (Vautour percnoptère) et OBIOS (autres photos) ; carte du Parc National des Pyrénées.

Sommaire

INTRODUCTION.....	6
LES LISTES EXISTANTES D'ESPECES FAUNISTIQUES.....	8
1. Réglementaire	8
2. Inventaire du patrimoine naturel.....	9
3. Listes rouges.....	9
4. Bilan des outils existants	11
QUELS CRITERES POUR EVALUER LES ENJEUX DE CONSERVATION DES ESPECES ?	12
1. Références bibliographiques.....	12
2. Bilan des critères mentionnés dans les références bibliographiques	19
ETABLISSEMENT DES LISTES TAXONOMIQUES DES VERTEBRES DU PARC NATIONAL DES PYRENEES	21
1. Liste des espèces de Vertébrés présentes dans le Parc National des Pyrénées	21
2. Référentiel taxonomique.....	21
CRITERE 1. ENDEMICITE PYRENEO-CANTABRIQUE.....	23
1. Définition du critère d'endémicité	23
2. Evaluation du critère d'endémicité	28
3. Résumé pratique du critère d'endémicité.....	29
4. Exemple de notation pour le critère d'endémicité	29
CRITERE 2. RARETE GEOGRAPHIQUE	30
1. Définition du critère de rareté géographique	30
2. Evaluation du critère de rareté géographique	31
3. Résumé pratique du critère de rareté géographique	31
4. Exemple de notation pour le critère de rareté géographique	32
CRITERE 3. INTERET PHYLOGENETIQUE	33
1. Définition du critère d'intérêt phylogénétique	33

2.	Evaluation du critère d'intérêt phylogénétique	35
1.	Résumé du critère d'intérêt phylogénétique	35
5.	Exemple de notation du critère d'intérêt phylogénétique	36
CRITERE 4. NIVEAU DE REGRESSION		37
1.	Définition du critère de niveau de régression	37
1.	Evaluation du critère de niveau de régression	38
2.	Résumé pratique du critère de niveau de régression	38
6.	Exemple de notation du critère de niveau de régression	39
CRITERE 5. VULNERABILITE DEMOGRAPHIQUE		40
1.	Définition du critère de vulnérabilité démographique	40
1.	Evaluation du critère de vulnérabilité démographique	43
2.	Résumé pratique du critère de vulnérabilité démographique	44
3.	Exemple de notation du critère de vulnérabilité démographique	44
CRITERE 6. ROLE ECOLOGIQUE		46
1.	Définition du critère de rôle écologique	46
2.	Evaluation du critère de rôle écologique	48
3.	Résumé pratique du critère de rôle écologique	49
4.	Exemple de notation du critère de rôle écologique	49
CRITERE 7. SENSIBILITE CLIMATIQUE		51
1.	Définition du critère de sensibilité climatique	51
2.	Evaluation du critère de sensibilité climatique	53
3.	Résumé pratique du critère de sensibilité climatique	54
4.	Exemple de notation du critère de sensibilité climatique	55
CRITERE 8. RESPONSABILITE NATIONALE		56
1.	Définition du critère de responsabilité nationale	56
2.	Evaluation du critère de responsabilité nationale	56
3.	Résumé pratique du critère de responsabilité nationale	57

4.	Exemple de notation du critère de responsabilité nationale.....	57
----	---	----

**RESULTAT DE L’EVALUATION PATRIMONIALE DES VERTEBRES DU
PARC NATIONAL DES PYRENEES 59**

1.	Evaluation patrimoniale des espèces d’Amphibiens	59
----	--	----

2.	Evaluation patrimoniale des espèces de Reptiles.....	61
----	--	----

3.	Evaluation patrimoniale des espèces d’Oiseaux	63
----	---	----

4.	Evaluation patrimoniale des espèces de Mammifères	70
----	---	----

CONCLUSION ET PERSPECTIVES 75

BIBLIOGRAPHIE 77

Introduction

Ces dernières années, l'augmentation et la modification des pratiques anthropiques ont amené des déséquilibres sans précédent dans l'histoire du vivant et ce, à l'échelle planétaire. Or, c'est le succès démographique humain qui a amené le monde à cette crise majeure de la biodiversité (Wilson, 1993). Ceci a conduit Wilson à dire, lors de la conférence de Washington, en septembre 1986 : « Quasiment tous ceux qui étudient les processus d'extinction reconnaissent que la diversité biologique est en train de passer par une sixième grande crise, entièrement provoquée, cette fois par l'homme. » (Leakey & Lewin, 1997). Bien que l'extinction soit un phénomène naturel, le taux d'extinction actuel est 100 à 1000 fois supérieur à celui connu dans des temps géologiques passés (ce dernier étant considéré comme le taux naturel sans impact des activités de l'homme) (P. ex. Wilson, 1993 ; Pimm & Lawton, 1998 ; Pimm & Jenkins, 2005). Plus récemment, la recherche menée par De Vos *et al.* (2015) réévalue le taux actuel d'extinction à plus de 1000 fois supérieurs et qui pourrait être 10 000 fois supérieurs dans le futur. La prise en compte de groupes d'invertébrés permet d'évaluer à la hausse le taux d'extinction qui a été jusqu'à maintenant, sous-estimé car seuls les vertébrés étaient évalués (Régnier *et al.*, 2015).

Les listes rouges établies par l'UICN permettent de suivre ce déclin. Dans la dernière édition de la Liste rouge mondiale (version 2015.3), 77340 espèces ont été évaluées dont 22784 sont considérées comme menacées soit 30 % (UICN, 2015). Le pourcentage d'espèces menacées varient en fonction des groupes faunistiques évalués : Amphibiens 41% (31-56%); Caméléons 38% (36-41%); récifs coralliens 33% (27-44%); Requins et raies 31% (17-62%); Crabes d'eau douce 31% (16-65%); Crevettes d'eau douce 28% (18-55%); Mammifères 26% (22-37%); Mérous 18% (12-43%); Oiseaux 13% (13-14%); Cônes 8% (6-20%); Blennies 7% (6-15%) (*Ibidem*)... La destruction des habitats est l'une des plus importantes menaces pour 85 % des espèces menacées (*Ibidem*).

L'Indice Planète Vivante 2014, établi en mesurant plus de 10 380 populations représentatives de 3038 espèces de mammifères, d'oiseaux, de reptiles, d'amphibiens et de poissons, indique un déclin de la taille des populations de 52 % depuis 1970 (McLellan *et al.*, 2014).

La France figure parmi les 10 pays hébergeant le plus grand nombre d'espèces menacées avec 1069 espèces menacées au niveau mondial présentes sur son territoire, en métropole et en outre-mer (UICN France & MNHN, 2014).

Face à cette crise mondiale de la biodiversité, la communauté internationale a défini un plan stratégique lors de la convention internationale sur la diversité biologique de 2010 à Nagoya qui définit à l'horizon 2020 un objectif de 17 % des zones terrestres et 10 % des zones côtières protégées (Convention on Biological Diversity, 2010). Cet objectif ne sera pas suffisant pour préserver la biodiversité et il faudrait pour l'atteindre augmenter fortement le pourcentage d'espaces protégés dans le monde (P. ex. Cantú-Salazar *et al.*, 2013 ; Venter *et al.*, 2014).

En France métropolitaine, la superficie du territoire terrestre protégé est de 1,35 % en 2015 avec comme objectif 2% à l'horizon 2020 (Observatoire National de la Biodiversité, 2015).

Les parcs nationaux français sont des territoires composés d'une zone cœur à la réglementation stricte et une aire d'adhésion où est développée une dynamique de développement durable (Lefebvre et Moncorps, 2010). Un des objectifs est de mener une politique exemplaire et intégrée de protection et de gestion de la biodiversité et du patrimoine culturel (*Ibidem*).

Pour cela, il est nécessaire d'établir des priorités de conservation de la biodiversité (P. ex. Primack et *al.*, 2012).

Depuis sa création le parc national des Pyrénées a fortement amélioré la connaissance du patrimoine de son territoire notamment celle concernant la faune. Cependant au regard de l'évolution de la connaissance de la faune, des évolutions récentes des missions des parcs nationaux (loi 2006), des orientations de la charte et de la stratégie scientifique du Parc national des Pyrénées, des contextes nationaux et internationaux et des carences constatées, la politique de la connaissance sur la faune doit être réorientée pour mieux répondre aux missions du parc national et aux besoins de la charte dans un contexte de baisse générale des moyens : elle doit aussi poursuivre l'amélioration de la qualité des données et mieux intégrer les problématiques de gestion et le contexte des changements globaux. En conséquence, et comme cela est inscrit dans la stratégie scientifique du Parc national, il est nécessaire de mettre à jour l'évaluation patrimoniale des espèces pour engager sur des bases objectives cette réflexion de priorisation des actions de connaissances au vue de l'évaluation patrimoniale des enjeux faunistiques. Cette réflexion permettra aussi d'affiner les orientations du plan d'action quadriennal qui décline la stratégie scientifique du PNP concernant les actions de connaissance de la faune. L'élaboration de la stratégie étant en cours, il apparaît nécessaire d'avancer rapidement sur l'évaluation patrimoniale pour préciser les choix de priorités sur les espèces et leurs habitats. Elle visera à apporter plus de rigueur, d'efficacité, de cohérence et de lisibilité dans la politique de connaissance de la faune. Elle devra aussi permettre d'afficher clairement et objectivement les choix pour la durée de la charte en lien étroit avec ses missions, les enjeux du territoire, les enjeux nationaux et les orientations de la charte.

C'est dans cette dynamique que le Parc National des Pyrénées a confié à l'association OBIOS un programme dressant l'état des lieux des connaissances naturalistes disponibles sur les Amphibiens, les Reptiles, les Oiseaux et les Mammifères et proposant une hiérarchisation des priorités pour la faune du parc. Cette hiérarchisation permettra de cibler les espèces présentant un intérêt élevé pour la mise en place de suivis de leurs populations, pour la poursuite de prospections et d'inventaires de leur distribution ou pour une surveillance globale de leur état de conservation. Ce travail devra à terme, permettre de définir les priorités de conservation, de recherche et de connaissance sur le territoire du Parc national des Pyrénées.

Cette hiérarchisation ne peut s'établir que sur des bases solides inspirées de la biologie de la conservation, discipline de crise (P. ex. Pullin, 2002). C'est dans ce concept transversal d'écologie théorique et appliquée que nous avons mis en place une méthode nouvelle de hiérarchisation des espèces.

Les listes existantes d'espèces faunistiques

Il existe de nombreuses listes d'espèces établies dans différentes dynamiques de protection réglementaire, d'inventaire biologique et de l'état de conservation.

1. Réglementaire

Dans les listes réglementaires, la première à avoir été établie est celle de la protection nationale de la faune et de la flore établie par la loi sur la protection de la nature du 10 juillet 1976 et revue par la suite pour une transcription des directives européennes en droit français. Les listes actuelles d'espèces protégées énumèrent les espèces sans les hiérarchiser entre elles plaçant le Rougegorge familier *Erithacus rubecula* au même niveau que l'Ours brun *Ursus arctos*.

Il existe également des conventions internationales réglementaires comme la convention de Berne réalisée en 1979 et ratifiée par la France en 1990. Les espèces mentionnées à l'annexe II de cette convention sont toutes protégées ainsi qu'une partie de leur habitat. Il y a une disparité entre les groupes faunistiques avec plus de 90 % de vertébrés.

La directive n°79-409 CEE relative à la conservation des Oiseaux sauvages comporte 74 espèces classées en annexe I qui bénéficient de mesures de protection spéciales de leur habitat par la mise en place de Zones de Protection Spéciale. Parmi, ces 74 espèces, certaines ont eu leur statut qui a fortement évolué, plutôt favorablement depuis 1979 comme : *Egretta garzetta*, *Ciconia ciconia*, *Cygnus cygnus*, *Branta leucopsis*, *Pandion haliaetus*, *Elanus caeruleus*, *Haliaeetus albicilla*, *Gyps fulvus*, *Porphyrio porphyrio*, *Larus audouinii*, *Appus caffer* (Burfield & van Bommel, 2004). Parmi ces dernières, des espèces africaines sont en expansion d'aire du fait du réchauffement actuel du climat comme *Egretta garzetta*, *Elanus caeruleus*, *Appus caffer*.

La directive européenne 92/43 CEE « habitats, faunes, flores » a été ratifiée en 1992 par la France qui comprend plusieurs annexes dont l'annexe II qui regroupe des espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation et l'annexe IV qui énumère les espèces animales et végétales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte. Il y a là encore une disparité entre les groupes faunistiques avec plus de vertébrés, 56 % pour l'annexe II et 61 % pour l'annexe IV. Pour l'annexe II, il y a autant d'espèces à répartition méditerranéenne que d'espèces à répartition hors méditerranée. Cependant, le bassin méditerranéen fait partie des 25 zones « hot spots » recensés dans le monde tout en étant l'un des plus menacés et des plus remarquables (P. ex. Myers et al., 2000). En effet le bassin méditerranéen est une entité biogéographique qui comporte de nombreuses endémiques. Pour les 1802 espèces de vertébrés recensés dans le Bassin méditerranéen, 597 sont endémiques : 16 espèces d'Oiseaux, 89 espèces de Mammifères, 170 espèces de Reptiles, 71 espèces d'Amphibiens, 253 espèces de Poissons (Cox et al., 2006 ; Dernegi, 2010 ; Smith et al., 2006 ; Temple et al., 2009) . Certaines espèces de vertébrés endémiques et menacées au niveau mondial du bassin méditerranéen concernées par la présente directive ne sont pas mentionnées aux annexes II et IV, comme : *Lepus corsicanus*, *Lepus castroviejoi*, *Crocidura zimmermanni*, *Dinaromys bogdanovi*, *Macroprotodon brevis*, *Anguis cephalonnica*, *Darevskia praticola*, *Iberolacerta aurelioi*, *Iberolacerta cyreni*, *Iberolacerta martinezricai*, *Podarcis bocagei*, *Podarcis carbonelli*, *Podarcis gaigeae*, *Podarcis raffonei*, *Timon lepidus*, *Chalcides minutus*, *Alytes*

dickhilleni, Pelophylax cerigensis, Pelophylax cretensis, Pelophylax epeiroticus, Pelophylax kl. Grafi, Pelophylax shqipericus, Rana pyrenaica, Pleurodeles waltl, Triturus pygmaeus, Barbatula pindus, Salaria economidisi, Cobitis arachthosensis, Cobitis calderoni, Cobitis dalmatina, Cobitis hellenica, Cobitis meridionalis, Cobitis narentana, Cobitis ohridana, Cobitis paludica, Cobitis punctilineata, Cobitis stephanidisi...

2. Inventaire du patrimoine naturel

L'inventaire du patrimoine naturel en France permet d'établir un réseau de Zones Naturelles d'Intérêts Ecologiques, Faunistiques et Floristiques (ZNIEFF). Pour cela, il est établie une méthodologie qui prend en compte une liste d'espèces déterminantes qui caractérise la ZNIEFF. Les critères retenus pour mettre en place la liste des espèces déterminantes dans chaque région sont : la rareté, le degré de menace, le statut de protection, l'endémisme, la limite de répartition (Elissalde-Videment et al., 2004). La liste des espèces d'oiseaux déterminants en Aquitaine comprend des espèces en pleine expansion d'aire de répartition du fait du réchauffement climatique comme : Héron garde bœuf, Crabier chevelu, Bihoreau, Martinet à ventre blanc, Martinet pâle... Certaines espèces de cette liste doivent être considérées comme des raretés administratives car les effectifs de ces espèces sont plutôt en augmentation à plus grande échelle, avec : Autour des palombes, Busard des roseaux, Faucon pèlerin, Gorge bleue à miroir, Tadorne de Belon (Burfield & van Bommel, 2004)... Concernant la liste des espèces déterminantes de la région Midi-Pyrénées, nous pouvons faire les mêmes réflexions que précédemment. La définition de la rareté utilisée dans le cadre de la modernisation de l'inventaire des ZNIEFF en Midi-Pyrénées est tout à fait caractéristique des démarches employées dans différentes régions de France : « Cette rareté s'étend à la fois pour des espèces animales ou végétales présentes dans un assez grand nombre d'habitats mais avec des effectifs restreints et pour des espèces à faible amplitude écologique, aux populations éventuellement denses mais fréquentant des habitats restreints. Si on reprend les définitions données par Gaston (1994), une espèce rare est une espèce à faible abondance ou à aire de répartition restreinte. Les deux notions d'abondance et d'aire de répartition sont donc étroitement mêlées. Les degrés de rareté peuvent être évalués au niveau national (voire international) et plus généralement au niveau régional. Certaines régions proposent de les moduler par une approche départementale ou, au contraire, sur un territoire plus grand. » (Durand et al., 2004). Cette approche de la rareté régionale amène des espèces qui peuvent être qualifiées de rares dans une région administrative mais pouvant à plus grande échelle avoir une dynamique favorable.

3. Listes rouges

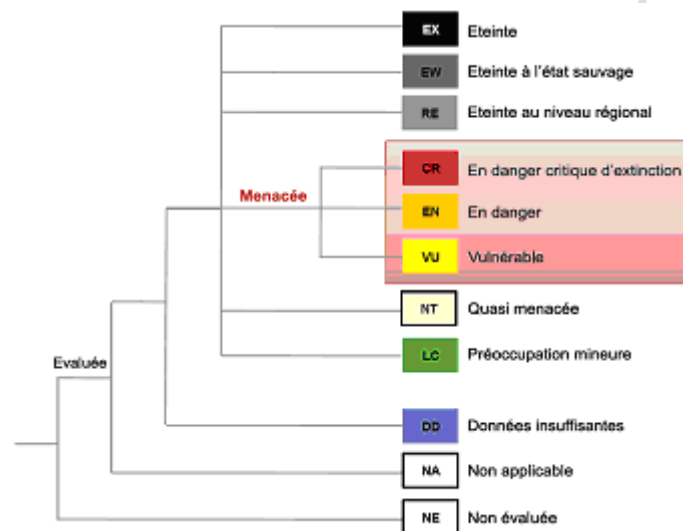
L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) est créée en 1963 afin d'évaluer l'état de conservation global des espèces animales et végétales. Ainsi l'UICN alerte le public et les responsables politiques et incite la communauté internationale à agir dans le sens de la conservation des espèces menacées. En 1992 est créé le comité français de l'UICN organisé en réseau d'organismes et d'experts en France.

Les listes rouges sont les outils de l'UICN constituant l'inventaire de l'état de conservation des espèces. L'établissement de ces listes s'appuie sur une série de critères, fondés sur une base scientifique, afin d'évaluer les risques d'extinction des espèces. Le Conseil de l'UICN a adopté depuis 1994 un nouveau système de catégories pour les listes rouges. Les critères d'évaluation

et les catégories peuvent être utilisés de manière cohérente par différents acteurs. Des orientations claires sont fournies aux utilisateurs sur les moyens d'évaluer les facteurs influençant le risque d'extinction. Egalement la démarche de classement des espèces est plus lisible. Les catégories de l'UICN pour les listes rouges ont une reconnaissance internationale et sont désormais utilisés par de nombreuses organisations gouvernementales et non gouvernementales.

Le classement d'une espèce dans les différentes catégories de la liste rouge répond donc à cinq critères quantitatifs reposant sur différents facteurs biologiques liés au risque d'extinction : taux de déclin, population totale, zone d'occurrence, zone d'occupation, degré de peuplement et fragmentation de la répartition.

Ces critères sont les mêmes pour toutes les espèces, ce qui permet une comparaison de statut de conservation entre espèces. Ainsi les évaluations prennent en compte la réduction de la taille de la population, la répartition géographique en s'appuyant sur des données chiffrées.



Lorsque les données sont suffisantes pour pouvoir évaluer l'état de conservation d'une espèce, celle-ci est inscrite dans 7 catégories différentes. Le classement allant de « Préoccupation mineure » lorsqu'il a été jugé que les critères des catégories supérieures ne sont pas remplies (incluant les taxons largement répandus et abondants) à « Eteint » lorsque les études réalisées n'ont pas permis de noter la présence d'un seul individu. Il y a différentes listes rouges en fonction des échelles d'évaluation. Par exemple, il y a des listes rouges : mondiale, européenne, bassin méditerranéen, France.

D'après les données de la Liste rouge mondiale de l'UICN, la France se classe au 8ème rang des pays hébergeant le plus grand nombre d'espèces animales et végétales mondialement menacées (situation due principalement aux espèces présentes dans les collectivités françaises d'outre-mer). Depuis 2007, le comité français de l'UICN et le Muséum National d'Histoire Naturelle se sont associés pour dresser la liste des espèces menacées en France métropole et en outre-mer.

Depuis certaines listes nationales ont d'ores et déjà été publiées. Celle concernant les Reptiles et les Amphibiens a été réalisée en 2008 en partenariat avec la Société Herpétologique de France et réactualisé en 2015. Elle a permis de mettre en avant le statut préoccupant des Lézards du Val d'Aran et d'Aurelio classés en danger. Le Lézard de Bonnal et la Vipère de

Seoane sont considérés comme vulnérables. La Couleuvre vipérine est considérée comme quasi menacée. La Grenouille des Pyrénées, qui a une répartition mondiale très limitée, est considérée en danger. Le Calotriton des Pyrénées est classé comme vulnérable et le Triton marbré est placé dans la catégorie quasi menacée. Le Lézard ocellé *Timon lepidus* est considéré comme vulnérable. Cette espèce avait été classée en 2006 dans la catégorie NT (quasi menacée) sur la liste rouge des reptiles du bassin méditerranéen et plus récemment en 2009 dans la même catégorie sur la liste rouge européenne des reptiles. La liste rouge nationale donne un statut en danger (EN) au Pélobate brun *Pelobates fuscus* et un statut quasi menacé (NT) pour une espèce considérée il y a peu comme commune en France, la Grenouille verte de Lessona.

La liste rouge de France métropolitaine des 568 espèces d'oiseaux recensées a été publiée en 2008. Le pourcentage d'oiseau nicheur menacé est de 26%, avec : le Vautour percnoptère en danger, le Gypaète barbu en danger, le Grand Tétraz vulnérable, le Milan Royal vulnérable, l'Aigle royal vulnérable, l'Aigle botté vulnérable, le Pic à dos blanc vulnérable, le Gobemouche gris vulnérable, le Bouvreuil pivoine vulnérable, le Torcol fourmilier quasi menacé, le Traquet motteux quasi menacé... Parmi les oiseaux hivernants, le Milan royal est classé dans la catégorie vulnérable.

La liste rouge des mammifères de France métropolitaine réalisé en 2009, montre qu'une espèce de mammifère sur dix est menacée. Parmi les 119 espèces évaluées, le Bouquetin des Pyrénées est dans la catégorie disparue, l'Ours brun est considéré comme en extinction critique, le Vison d'Europe en danger et le Minoptère de Schreibers classé comme vulnérable. On y retrouve également le Lapin de garenne *Oryctolagus cuniculus* (NT, quasi menacée), espèce tantôt considérée comme nuisible bien qu'essentielle dans nos écosystèmes et subissant un déclin généralisée dans le sud de la France et de l'Europe. Le rôle des listes rouges est important afin d'orienter les politiques et les mesures de conservation des espèces menacées. Notamment le risque d'extinction des espèces, déterminé en fonction de leur classement établies dans les listes rouges par l'UICN, est le critère déterminant le choix des espèces pour la mise en œuvre d'un plan national d'action.

4. Bilan des outils existants

Il y a une multiplicité des listes d'espèces en fonction des outils de protection et du statut de conservation entraînant souvent des redondances. Les méthodologies d'évaluation des espèces sont différentes en fonction des outils. Certaines listes n'ont pas évolué depuis leur établissement alors que certaines espèces ont leur statut qui peut avoir évolué vers un meilleur état de conservation ou au contraire se retrouvent dans un état préoccupant de conservation.

Certaines listes sont établies sans aucune méthodologie, simplement sur des dires d'experts, avec parfois des rapports de force entre les origines des experts dans les comités scientifiques.

Certains groupes faunistiques par manque de spécialistes ne sont pas ou peu évalués, tout particulièrement chez les invertébrés.

Nous pouvons constater également un traitement très hétérogène des espèces au sein des différents groupes. En effet, certaines espèces au statut de conservation plutôt favorables se retrouvent dans des listes d'espèces alors que certaines espèces prioritaires en termes d'actions de conservation y sont absentes.

L'approche à différentes échelles demande une cohérence afin d'aborder la réflexion sur des bases biologiques et non sur des limites territoriales artificielles. Par exemple, les listes rouges à plus petites échelles sont alors établies sur des limites plus administratives que biogéographiques. Un bon exemple pour illustrer cette réflexion est l'Hirondelle rousseline classée comme vulnérable en France du fait de faibles populations. Ce classement entraîne des actions de conservation de cette espèce. Si cette espèce est évaluée à une échelle mondiale alors elle peut être considérée commune dans une grande partie de son aire de répartition avec d'importants effectifs et une large distribution (del Hoyo et *al.*, 2004). La taille des zones d'occurrence et d'occupation définie dans la méthodologie UICN peut nous interpeller car elles sont les mêmes pour des espèces imposantes comme un Ours brun ou minuscule comme le Maillot de Desmoulin (Mollusque). De plus, les critères UICN ne prennent pas en compte les aspects génétiques des espèces comme la phylogénie par exemple.

Il peut être ainsi établi que l'ensemble de ces dynamiques entraîne un manque de clarté et les espèces retenues sont parfois discutables. Par expérience, cela amène un manque de crédibilité envers les acteurs institutionnels sur la pertinence de ces listes.

Quels critères pour évaluer les enjeux de conservation des espèces ?

Différentes méthodes d'évaluation et de hiérarchisation du statut de conservation d'espèces existent, avec des critères qui diffèrent selon les méthodes. Plusieurs références bibliographiques sont présentées (A à J) puis un bilan est réalisé afin de sélectionner les critères les plus pertinents à prendre en compte dans le cadre de l'évaluation des Vertébrés du Parc National des Pyrénées.

1. Références bibliographiques

Les références bibliographiques A à J sont présentées par ordre chronologique.

A) Rareté des espèces

Les espèces « rares » sont souvent considérées comme des priorités de conservation. Rabinowitz (1981) puis Krebs (1994) considèrent la rareté des espèces en fonction de trois caractères : aire de répartition, habitat spécifique et taille des populations locales.

Les différentes catégories de rareté sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau I. Classification des taxons rares d'après Rabinowitz (1981).

Distribution géographique	Etendue		Réduite	
Spécificité de l'habitat	Large	Etroite	Large	Etroite
Taille des populations				
Grande, abondante	Localement abondant, sur une large distribution et dans de nombreux habitats	Localement abondant, sur une large distribution et dans un habitat spécifique	Localement abondant dans de nombreux habitats mais restreint géographiquement	Localement abondant dans un habitat spécifique et restreint géographiquement
Petite, non dominante	Toujours disséminé, sur une large distribution et dans de nombreux habitats	Toujours disséminé, dans un habitat spécifique mais sur une large distribution	Toujours disséminé et géographiquement restreint dans de nombreux habitats	Toujours disséminé et géographiquement restreint dans un habitat spécifique

B) Listes rouges UICN

Dans le cadre des listes rouges de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), l'évaluation des espèces est réalisée selon différents critères : répartition, taille des populations, nombre d'individus matures, temps de génération, habitats... Les espèces menacées correspondent aux catégories « en danger critique d'extinction », « en danger » et « vulnérable » (CR, EN et VU). Les évaluations sont hétérogènes en fonction des groupes systématiques et une réactualisation a lieu plus ou moins tous les 10 ans.

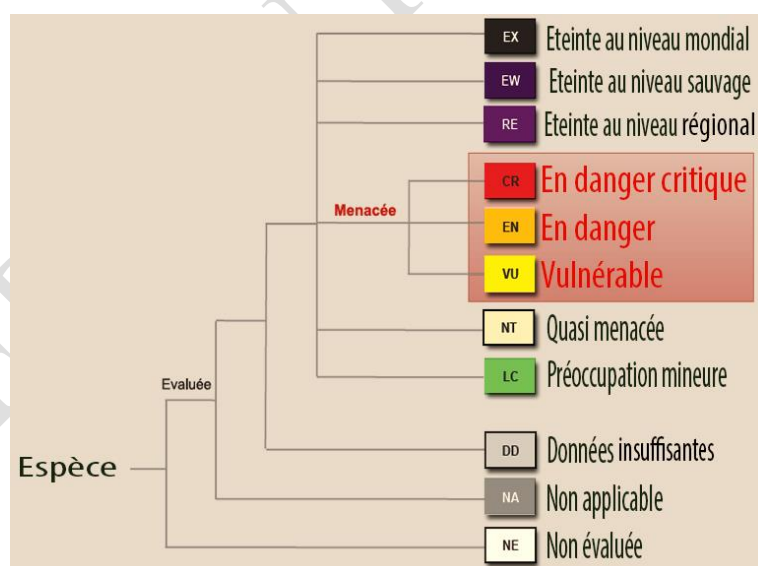


Figure 1. Classification des espèces dans les listes rouges de l'UICN.

C) Oiseaux menacés et à surveiller en France

En 1994, Birdlife International prend en compte de nouveaux critères pour évaluer le statut des espèces d'Oiseaux européens : l'importance numérique des populations, les estimations

de tendance d'évolution des effectifs et de la distribution. Les espèces d'Oiseaux sont ainsi classées en 5 catégories SPEC (Species of European Conservation) en fonction de leur statut européen et de la proportion de l'effectif mondial présent en Europe (Tucker & Heath, 1994).

Suite à ce travail, Rocamora et Yeatman-Berthelot, (1999) établissent des priorités de conservation pour les oiseaux de France avec différentes catégories nommées CMAP (espèces dont la Conservation Mérite une Attention Particulière). Les catégories, allant de CMAP 1 (espèces les plus menacées) à CMAP 6 (espèces les moins menacées) sont définies à partir de 3 grands critères : le niveau de vulnérabilité en Europe (traduit par les catégories SPEC « Species of European Conservation »), le niveau de vulnérabilité en France et le pourcentage de l'effectif européen en France.

Les catégories ainsi définies sont les suivantes :

CMAP 1 : Espèce menacée à l'échelon mondial

CMAP 2 : Espèce très menacée (E, V) à la fois en France et en Europe

CMAP 3 : Espèce dont le niveau de vulnérabilité est moyen en France comme en Europe (R)

CMAP 4 : Espèce très abondante mais en déclin aussi bien en France qu'en Europe

CMAP 5 : Espèce dont le statut français n'est ni défavorable ni fragile contrairement au statut européen

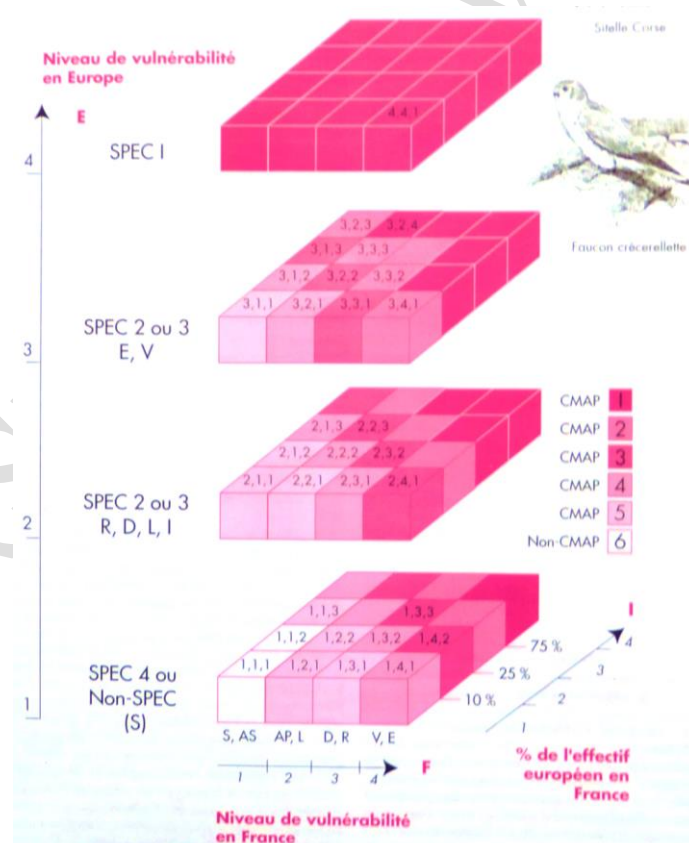


Figure 2. Classification des espèces d'Oiseaux menacés et à surveiller en France (Rocamora et Yeatman-Berthelot 1999)

D) Zones prioritaires de conservation

Au Portugal, des zones prioritaires de conservation du Lézard de Schreiber ont été définies selon plusieurs critères (Brito *et al.*, 1999) : la marginalité (zone favorable au centre de la distribution) ; l'isolement (population isolée ou en voie d'isolement), la variabilité génétique (population à forte diversité génétique) ; la qualité de l'habitat ; l'effectif des populations ; la probabilité d'occurrence (probabilité de présence de l'espèce par modélisation).

En fonction des connaissances sur ces critères, des zones prioritaires et des zones à risque d'extinction ont été définies.

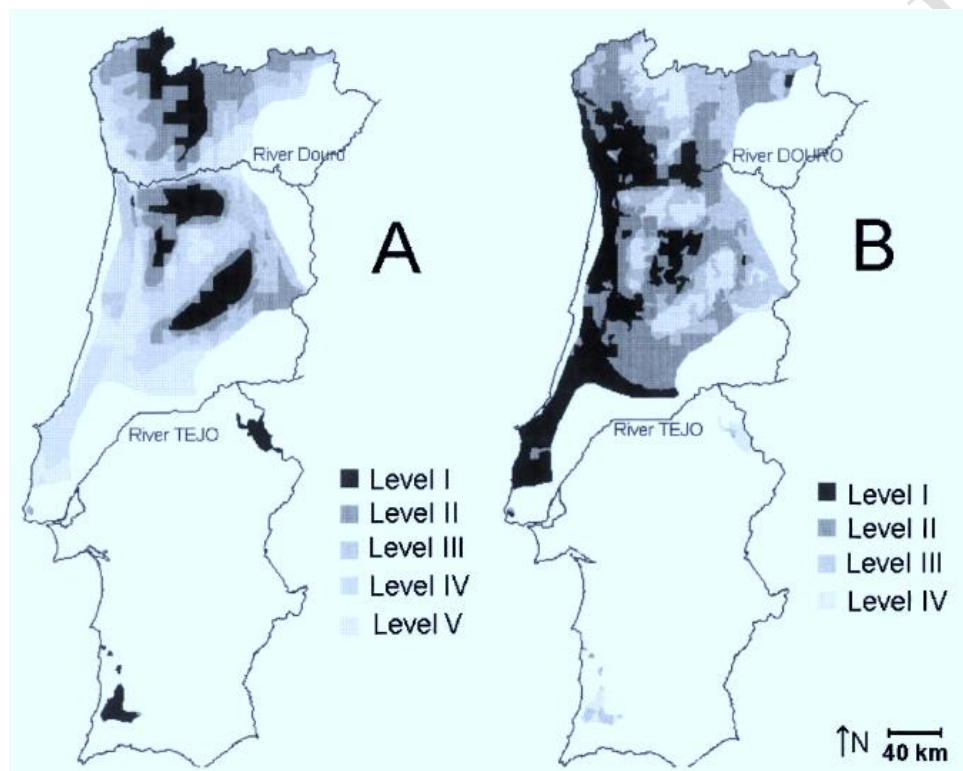


Figure 3. Définition de zones prioritaires de conservation (à gauche) et des zones à risque d'extinction (à droite) du Lézard de Schreiber au Portugal (Brito *et al.*, 1999).

E) Evaluation patrimoniale des espèces et des espaces : quels critères adopter ?

Cheylan (1995 ; 2000) a mis en place une méthode permettant d'évaluer l'intérêt patrimonial des espèces à partir des 6 critères suivants :

Rareté : importance numérique du taxon ou de son extension géographique

Endémicité : extension du taxon dans son aire biogéographique

Originalité phylogénétique : degré d'isolement du taxon dans la phylogénie du groupe

Niveau d'urgence : état et vitesse de déclin de l'espèce

Rôle écologique : importance fonctionnelle de l'espèce dans l'écosystème considéré

Vulnérabilité : caractéristique démographique de l'espèce

Des méthodes sont décrites afin de calculer un indice pour chacun de ces critères.

F) Catégories et niveau de priorité régionale

La méthode de définition des catégories et niveaux de priorité régionale établie par Keller et Bollmann (2004) permet d'intégrer :

- le statut de menace à l'échelle régionale
- la notion de responsabilité régionale dans la conservation des populations biogéographiques

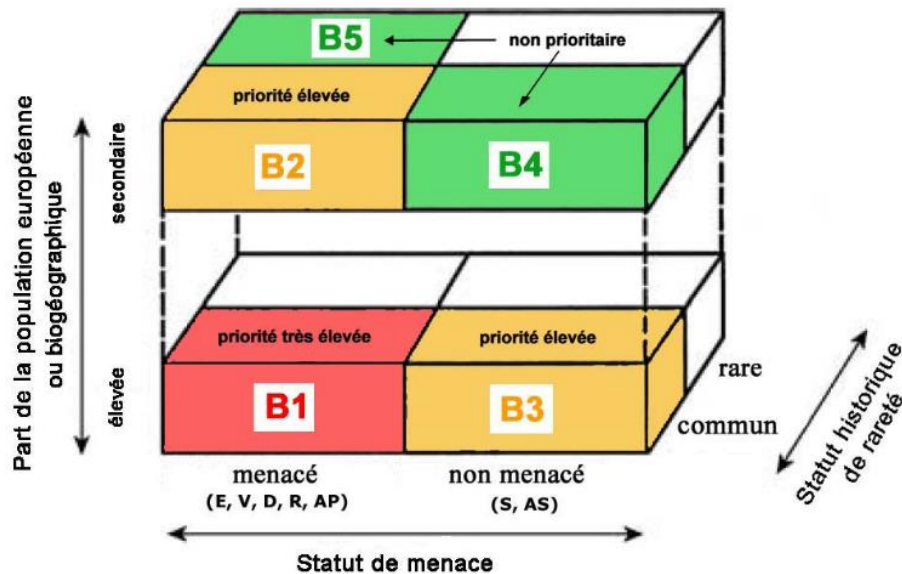


Figure 4. Classes de responsabilité (Keller & Bollmann, 2004).

G) Responsabilité nationale

Une revue méthodologique sur la responsabilité nationale dans la conservation des espèces européennes a été réalisée par Schmeller *et al.* (2008).

Les critères inclus dans les différentes méthodes pour déterminer la responsabilité nationale et établir des priorités en matière de conservation des espèces sont identifiés et discutés.

Tableau II. Synthèse des critères (colonne de gauche) utilisés dans différentes méthodes européennes (ligne du haut) (Schmeller *et al.*, 2008).

	European methods											Non-European methods			
	SPEC _{birds}	SPEC _{birds} 2	SPEC _{IT}	Birds _{GB}	Birds _{GB} 2	Bf _{GB}	Birds _{CH}	NR _{IT}	NR _{IE}	NR _{DE}	PR _{DE}	PR _{NRW}	PR _{SA}	PR _{ON}	PR _{CA}
Red list status (IUCN)	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+		+	+
Red list status (European/national)	+	+	+	+	+	+							+	+	+
EU Habitat Directive (Annex II status)									+						
National abundance (common/rare)		+			+		+	+					+	+	
Number of national sites/populations				+	+	+		+					+		
Assessed distribution															
Europe—World	+	+												+	+
National—World				+		+	+	+		+	+	+		+	+
National—Europe					+								+	+	+
Endemism/biogeographical significance	+	+	+					+	+				+	+	+
Isolated "outposts"/ESU								+	+	+	+	+			
Distribution centre identified										+	+	+			
Historical population development		+		+	+	+	+	+							
Historical distribution development		+													
Size of the focal area							+	+				+			
Taxonomic unit													+	+	+
Expert opinion									+						

* Abbreviations: SPEC, Species of European Conservation Concern; bf, butterflies; NR, national responsibilities; PR, priority rank method; GB, Great Britain; CH, Switzerland; IT, Italy; EU, Hungary; DE, Germany; NRW, North Rhine-Westphalia (Germany); SA, South Africa; ON, Ontario; CA, Canada. References for the different methods: SPEC_{birds}, Tucker *et al.* 1994; SPEC_{birds} 2, Burfield *et al.* 2004; SPEC_{IT}, van Swaay & Warren 1999; Birds_{GB}, Avery *et al.* 1994; Birds_{GB} 2, Gregory *et al.* 2005; Bf_{GB}, Warren *et al.* 1997; Birds_{CH}, Keller & Bollmann 2004; NR_{IT}, Sindaco 2005; NR_{IE}, Varga Z. *et al.*, unpublished data; NR_{DE}, Grutke *et al.* 2004; PR_{DE}, Dens 2003; PR_{NRW}, Schütz *et al.* 2004; PR_{SA}, Freitag & Jaarsveld 1997; PR_{ON}, Couturier 1999; PR_{CA}, National Recovery Working Group Canada 2005.

Selon cet article, les critères les plus intéressants à prendre en compte sont : la diversité des habitats occupés ; l'endémisme ; la répartition ; l'aptitude à la dispersion ; la répartition avec indice évolutif (Keller & Bollmann 2004) ; l'abondance et les paramètres démographiques ; la responsabilité du pays. D'autres critères comme la valeur économique ou identitaire seraient contreproductifs.

H) Espèces rares et endémiques

Işik (2011) pose la question suivante : pourquoi les espèces rares et endémiques sont-elles enclines à l'extinction ? Ces espèces rares et endémiques sont très restreintes dans 3 domaines : répartition géographique, taille de population et habitat.

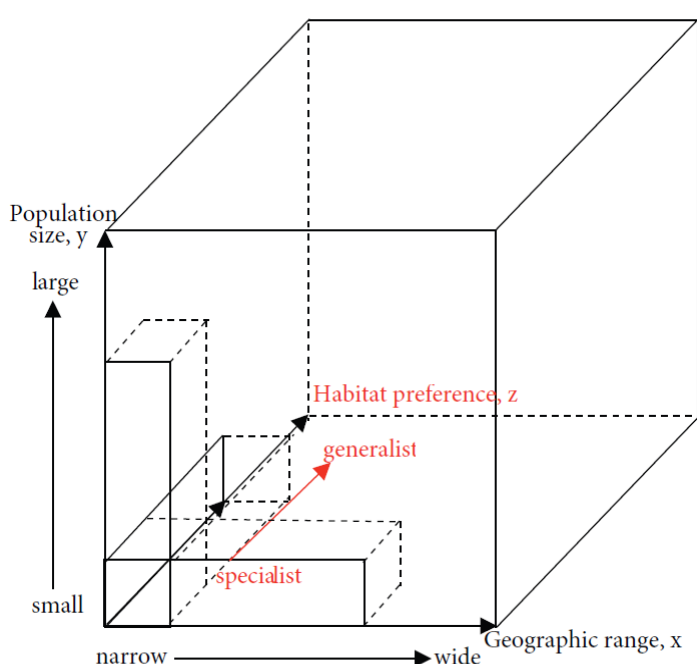


Figure 5. Relation entre les espèces rares et/ou endémique et les variables répartition, population et habitats (Işik, 2011).

I) Protocole d'établissement d'une liste d'espèces prioritaires

Dans le cadre des plans Nationaux d'Actions (PNA) espèces en France, un protocole a été envisagé afin d'établir une liste d'espèces prioritaires (Savouré-Soubelet, 2013).

Ce protocole repose sur deux étapes : une première étape avec des critères de priorisation portant sur le statut de menace et la responsabilité nationale ; une deuxième étape avec la prise en compte de critères secondaires portant sur la diversité phylogénétique de l'espèce (originalité taxonomique) et la tendance à long terme des populations.

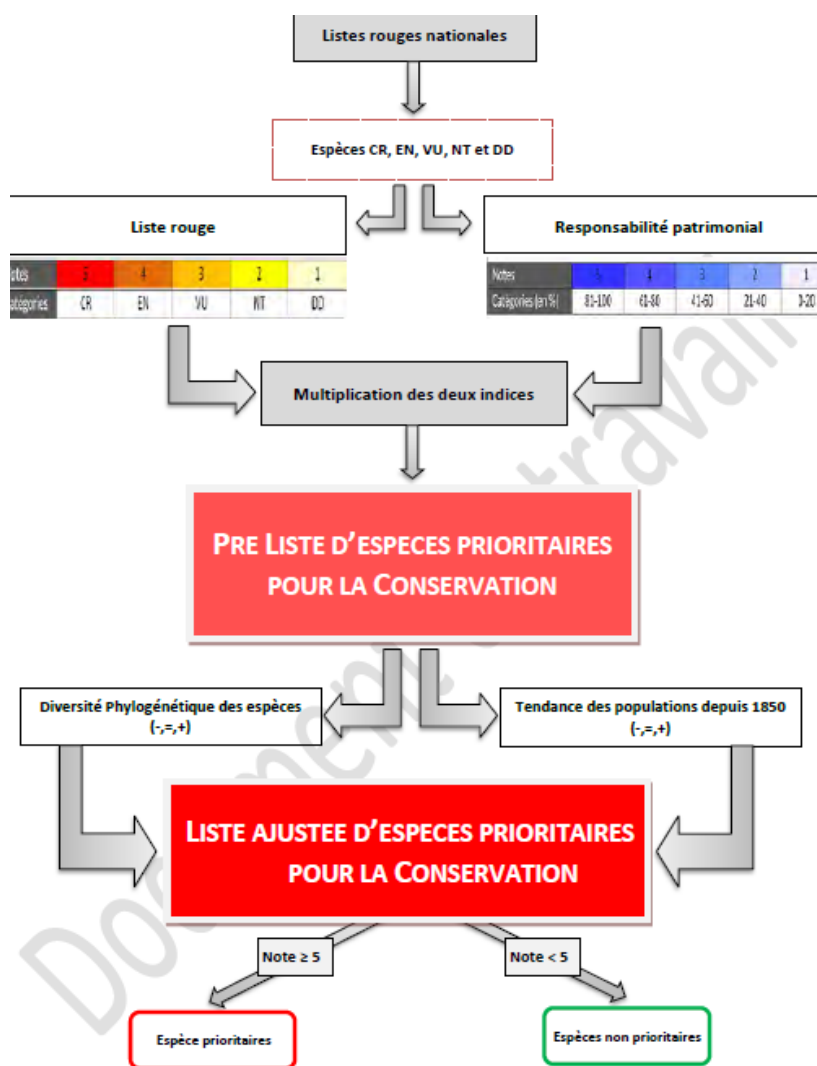


Figure 6. Principe du protocole d'établissement d'une liste d'espèces prioritaires PNA (Savouré-Soubelet, 2013).

J) Etat de conservation des espèces chassables

En 2014, le Groupe d'experts sur les oiseaux et leur chasse (GEOC) a sélectionné les critères les plus pertinents pour traduire l'état de conservation des espèces chassables dans une optique de conservation et d'exploitation rationnelle.

Les 7 critères retenus sont : l'aire de répartition ; la densité ; les effectifs ; la tendance d'évolution ; la dynamique des populations ; la qualité des individus (notion de vieillissement, stress oxydatif sur l'ADN) et la viabilité des populations (cf. définition de la directive habitats).

Deux questions sont également soulevées :

Comment intégrer la notion de responsabilité patrimoniale pour des espèces migratrices ?

Quelle échelle géographique et quelle partie du cycle biologique retenir (nicheur ou hivernant ; national ou voie de migration) ?

2. Bilan des critères mentionnés dans les références bibliographiques

D'après les références bibliographiques présentées, les principaux critères qui peuvent être utilisés pour évaluer les priorités de conservation des espèces sont : l'endémicité ; l'aire de répartition ; la génétique ; la taille des populations ; le statut de menace ; la tendance des populations ; la dynamique des populations ; les paramètres démographiques ; la viabilité des populations ; les habitats utilisés ; les capacités de dispersion et le rôle écologique.

Ces critères sont cités de manière plus ou moins fréquente dans les références bibliographiques et peuvent être évalués plus ou moins facilement en fonction des taxons. Le tableau suivant présente une synthèse de ces différents aspects :

Tableau III. Bilan des différents critères mentionnés dans les références bibliographiques A à J et de la possibilité de leur utilisation dans le cadre de l'évaluation patrimoniale des Vertébrés du PNP (vert = facilement faisable ; orange = difficilement faisable ; rouge = impossible en l'état des connaissances).

Critères	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	%	Faisabilité
Endémicité					X		X				20	Données disponibles ; surestime rareté géographique
Répartition	X	X	X	X	X	X	X	X		X	90	Facilement calculable
Génétique				X	X		X		X		40	Indice taxonomique ; distance phylogénétique
Taille de population	X	X		X			X	X		X	60	Rarement connu
Statut de menace		X	X		X		X		X		50	Liste rouge UICN
Tendance						X			X	X	30	Historique rarement disponible
Dynamique de population										X	10	Rarement disponible
Paramètre démographique		X			X		X			X	40	Données disponibles
Viabilité										X	10	Rarement disponible
Habitat	X	X		X			X	X			50	Données partiellement disponibles
Responsabilité			X			X	X		X		40	Facilement calculable
Dispersion							X				10	Données partiellement disponibles
Rôle écologique					X		X				20	Critères subjectifs

Il est nécessaire de considérer les critères en fonction de ce qui est faisable pour l'ensemble des taxons, et dans notre cas, de pouvoir appliquer une même méthodologie d'évaluation pour tous les vertébrés du Parc National des Pyrénées. L'utilisation des critères est donc limitée par la disponibilité des données et des outils actuels.

En effet, les grandes bases de données sont plutôt récentes, avec au niveau national les premiers atlas mis en place en 1936 pour les Oiseaux, en 1984 pour les Mammifères et en 1989 pour les Amphibiens et Reptiles, ce qui rend compliqué les estimations de tendances des populations.

Certaines données de suivis ou études existent, comme par exemple le suivi de la population de Vautour fauve depuis 1972 par le Parc national ou le suivi à long terme d'une population de Léopard vivipare d'une tourbière de Gabas (Heulin *et al.*, 1997), mais ces données restent

rarement disponibles si l'on considère l'ensemble des espèces de vertébrés présentes dans le Parc National des Pyrénées.

La taille des populations est un critère largement cité mais n'est connu que pour certaines espèces emblématiques qui ont fait l'objet de suivi. Ainsi, même si certaines données seraient intéressantes à prendre en compte, aucune donnée n'est disponible pour la majorité des espèces. Par exemple, aucun travail n'a été réalisé pour estimer le nombre de Hérisson ou de Triton palmé en France. Il en est de même pour les critères de dynamique de population et de viabilité.

Par rapport à la bibliographie présentée, il nous a paru important de prendre en compte un autre critère : la sensibilité climatique. En effet, le changement climatique global est un élément qui pourrait modifier les priorités de conservation, en favorisant certaines espèces et en ayant un impact très négatif sur d'autres espèces. Ce critère est d'autant plus important à prendre en compte que les populations d'altitudes seront particulièrement sensibles au changement climatique. La sensibilité climatique des espèces de vertébrés du Parc National des Pyrénées est cependant assez compliquée à évaluer car les données disponibles sont hétérogènes.

Au final, 8 critères ont été retenus afin d'évaluer le statut de conservation des espèces de Vertébrés du Parc National des Pyrénées :

- l'endémicité ;
- la rareté géographique ;
- l'intérêt phylogénétique ;
- le niveau de régression ;
- la vulnérabilité démographique ;
- le rôle écologique ;
- la sensibilité climatique ;
- la responsabilité nationale.

Ces critères sont définis et leur méthode d'évaluation présentée dans la suite de ce rapport.

Chaque critère est évalué par une note de 0 (espèce non concernée) à 4 points (espèce très concernée). La somme de ces notes donne un score final qui est utilisé pour hiérarchiser les espèces en fonction des enjeux de conservation.

Etablissement des listes taxonomiques des Vertébrés du Parc National des Pyrénées

1. Liste des espèces de Vertébrés présentes dans le Parc National des Pyrénées

Dans un premier temps, une liste de référence des Vertébrés du Parc National des Pyrénées a été établie à partir de la base de données du Parc National des Pyrénées complétée par des informations issues d'Atlas, d'articles et de précisions apportées par des experts.

Pour les Oiseaux, seules les espèces nicheuses ont été prises en compte.

Les espèces exotiques introduites par l'homme après 1500 n'ont pas fait l'objet d'une évaluation dans ce travail. Ainsi, les espèces ayant eu une extension naturelle récente de leur aire de répartition ou une introduction d'origine humaine antérieure à 1500 ont été traitées comme des espèces autochtones.

Les dates d'introduction des espèces ont été considérées d'après l'ouvrage suivant :

Pascal M., Lorvelec O. et Vigne J.-D. (2006) Invasions biologiques et extinctions, 11 000ans d'histoire des vertébrés en France. Belin, éditions Quae. 350 p.

2. Référentiel taxonomique

Le choix d'un référentiel taxonomique est essentiel afin de pouvoir renseigner correctement les différents critères de l'évaluation. Cependant, il n'existe pas de référentiel absolu mais plusieurs référentiels, au niveau mondial, européen ou français, qui peuvent parfois montrer des divergences au niveau des familles, des genres, des espèces ou des sous-espèces. Ces divergences peuvent entraîner des différences notables dans l'évaluation des espèces, notamment pour les critères d'endémicité, de rareté géographique, d'intérêt phylogénétique et de responsabilité nationale.

Dans le cadre de ce travail, le référentiel TAXREF de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) a été choisi comme référence pour la taxonomie des espèces de Vertébrés du Parc National des Pyrénées.



La prise en compte des sous-espèces connues est importante car elles représentent une unité évolutive avec une divergence parfois élevée entre la sous-espèce considérée et les autres sous-espèces. En effet, d'après Lecoindre (2009), l'unité évolutive la plus cohérente est celle des populations et non celle des espèces. Une sous-espèce est définie comme « un agrégat de populations phénotypiquement similaires, elle habite une subdivision géographique du domaine de l'espèce et elle diffère taxonomiquement d'autres populations de l'espèce » (Mayr, 1994). Les sous-espèces d'une même espèce sont interfécondes mais distinctes, les variations observées peuvent être dues à une plasticité phénotypique qui s'exprime en fonction des milieux rencontrés ou à une différenciation géographique (Lecoindre, 2011).

Plusieurs sous-espèces de vertébrés sont endémiques des Pyrénées et il paraît intéressant de les prendre en compte dans le cadre d'une hiérarchisation des enjeux de conservation.

Des travaux complémentaires ont donc été utilisés afin d'identifier les sous-espèces à aire de répartition restreinte :

Lescure J. et de Massary J.-C. (coord.) (2012). Atlas des Amphibiens et Reptiles de France. 272 p.

Del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J. & Christie, D. (eds) (1992-2011) – *Handbook of the birds of the world*. Vols. 1-16. Lynx edicions, Barcelona.

Duchateau S. (2012). Les particularités taxonomiques de l'avifaune nicheuse des Pyrénées françaises : synthèse bibliographique. *Le Casseur d'os*, **12** : 95-132.

Des articles qui précisent la phylogénie de certaines espèces ont également été utilisées :

Duriez O. et Ménoni E. (2008) Le Grand Tétrás *Tetrao urogallus* en France : biologie, écologie et systématique. *Ornithos* 15-4 : 233-243.

Grangé J.-L. et Vuilleumier F. (2009). Le Pic à dos blanc *Dendrocopos leucotos* : deux scénarios pour expliquer l'histoire de son peuplement dans le sud de l'Europe et analyse des rapports taxonomiques entre les sous-espèces *lilfordi* et *leucotos*. *Nos Oiseaux*, **56** : 195-222.

Pons J.-M., Oliso G., Cruaud C et Fuchs J. (2011). Phylogeography of the Eurasian green woodpecker (*Picus viridis*). *Journal of Biogeography*, **38**, 311-325.

Critère 1. Endémicité pyrénéo-cantabrique

1. Définition du critère d'endémicité

1) Qu'est-ce que l'endémisme ?

Pour certains auteurs, un taxon endémique est un taxon dont l'aire de répartition est limitée à une unité géographique précise (P. ex. Da Lage & Métaillé, 2005 ; Primack *et al.* 2012). Pour Bioret *et al.* (2009), un taxon est endémique lorsque son aire de répartition est limitée à un territoire géographiquement circonscrit et le plus souvent de petite superficie. Ces approches conceptuelles peuvent également s'appliquer à des unités taxonomiques d'ordre supérieur (P. ex. Ramade, 2003) correspondant alors à de plus vastes territoires (Lacoste & Salanon, 1999 ; Da Lage & Métaillé, 2005). Le fait d'occuper une aire géographique localisée ne suffit pas à définir un taxon endémique. La situation d'isolement d'un taxon traduit une histoire importante à connaître pour caractériser le caractère endémique. L'endémisme d'un taxon est lié à l'établissement de barrières d'isolement à une période donnée (P. ex. Blondel, 1995 ; Lacoste & Salanon, 1999). En fonction de l'histoire de la présence du taxon considéré, il est défini différents types d'endémisme, par exemple le paléoendémisme, d'origine ancienne et le néoendémisme d'origine plus récente (P. ex. Baudiere & Cauwet-Marc, 1986 ; Lacoste & Salanon, 1999 ; Whittaker & Fernández-Palacios, 2007). Dans cette approche complexe de l'endémisme, Favarger & Contandriopoulos *in* Baudiere & Cauwet-Marc (1986) considèrent que : « paléoendémisme et patroendémisme constituent ce que les auteurs appellent la "composante conservatrice de l'endémisme", schizoendémisme et apoendémisme en constituant la "composante novatrice" ». Pour conclure un taxon endémique est lié à une aire de répartition localisée à une unité géographique et à une histoire, éléments indissociables d'une démarche évolutionniste. Dans cette démarche, il est donc primordial de définir une unité géographique (biogéographique) qui permet d'appréhender une histoire des taxons par différents événements passés. Comme le résume Blondel (1995) par un titre de chapitre de son livre, « l'héritage du passé pour la compréhension du présent ». Pour évaluer la biodiversité, les échelles spatiales sont donc importantes (Peterson & Watson, 1998).

2) Quelle zone d'endémisme considérer ?

La définition d'une zone géographique d'endémicité est une approche difficile qui a fait l'objet de nombreuses publications avec des approches différentes (P. ex. Axelius, 1991 ; Anderson, 1994 ; Harold & Mooi, 1994 ; Morrone, 1994 ; Peterson & Watson, 1998 ; Humphries & Parenti, 1999 ; Sigrist & de Carvalho, 2008 ; Crother & Murray, 2011). Harold & Mooi (1994) définissent une zone d'endémicité comme une région géographique comprenant les distributions de deux taxons ou plus monophylétiques qui sont en adéquation d'un point de vue de la phylogénie et de la distribution. Par exemple, les trois espèces de Lézards du genre *Iberolacerta*, *bonnali*, *aranica* et *aurelioi* dans les Pyrénées, sont monophylétiques et ils sont en adéquation d'un point de vue phylogénie et répartition (P. ex. Arribas, 1994 ; Crochet *et al.*, 2004 ; Arnold *et al.*, 2007 ; Pottier *et al.*, 2010a ; Pottier *et al.* 2010b, Pottier *et al.*, 2014). Pour Duellmann (1999), face à la complexité de la définition d'une zone d'endémicité, elle peut être définie simplement comme l'aire de répartition totale de deux ou plus d'espèces. C'est ainsi qu'il considère les Pyrénées comme une aire endémique pour les Amphibiens avec : *Calotriton asper*, *Rana pyrenaica*, *Salamandra fastuosa*, *Rana temporaria parvipalmata* (*Ibidem*). Pour Harold & Mooi (1994), une zone

d'endémicité doit être confortée par l'analyse d'autres groupes faunistiques. À titre d'exemple, deux lignées différentes du papillon *Erebia epiphron* sont observées dans les Pyrénées, une dans la partie occidentale et l'autre dans la partie orientale (Schmitt et al., 2006). La première a probablement survécu à la dernière ère glaciaire par un refuge au nord et la seconde dans le sud-est des Pyrénées (*Ibidem*). L'étude phylogénétique des mollusques terrestres continentaux du genre *Chondrina* a permis de distinguer un clade comprenant un ensemble d'espèces réparties dans les Pyrénées avec une espèce *C. ripkeni* d'un secteur des Cantabriques proche de *C. centralis* (Kokshoorn et al., 2010). La vaste étude phylogéographique par ADN mitochondrial des fèces de Grands Tétras *Tetrao urogallus* a permis de confirmer la présence de deux clades, l'un pyrénéo-cantabrique (sous-espèce *aquitanus* et *cantabricus*) et l'autre pour les autres populations eurasiennes (Duriez et al., 2007). L'ensemble de ces études permet de décrire les processus historiques ayant menés aux structurations génétiques et géographiques actuelles des populations.

3) Rôle de la dynamique glaciaire dans l'endémisme

En Europe, la dynamique glaciaire au cours des derniers millions d'années a eu un impact majeur sur la phylogéographie des lignées animales et végétales (P. ex. Schmitt, 2009). Elles ont subi des cycles répétés d'expansions d'aire de répartition des espèces, lors de période de réchauffement, venant des refuges glaciaires situés plus au sud et recolonisant des latitudes septentrionales après un maximum glaciaire (*Ibidem*). Ces extensions d'aire ont donné lieu à une série de zones de suture à travers le continent entre les lignées qui ont divergées durant les périodes glaciaires par isolement et qui sont entrées en contact dans un second temps lors des interglaciaires (*Ibidem*). Ainsi, une de ces régions de contacts secondaire est la zone de suture entre la péninsule Ibérique et les Pyrénées, une région biogéographique importante où les lignées inter et intra spécifiques sont connues pour être entrées en contact (P. ex. Joger et al. 2007 ; Igea et al. 2013 ; Mila et al. 2013). La chaîne Pyrénéenne est aussi une barrière d'isolement séparant la péninsule Ibérique de l'Europe centrale (P. ex. Joger et al. 2007 ; Schmitt, 2009 ; Igea et al. 2013 ; Mila et al. 2013).

Par exemple, l'étude d'Igea et al. (2013) sur la phylogéographie du Desman des Pyrénées *Galemys pyrenaicus* a montré un effet prédominant des glaciations du Pléistocène sur la structure génétique de cette espèce. Cette étude a permis de caractériser quatre lignées à la distribution parapatrique dont les zones de contacts étroites se trouvent entre les Cantabriques et le reste de la Péninsule Ibérique (*Ibidem*). Il semblerait que l'espèce ait été isolée dans 4 refuges glaciaires dont le plus important se situait dans le nord-ouest de la Péninsule Ibérique. Deux lignées en contact dans les Cantabriques auraient eu leur refuge glaciaire dans les montagnes des Cantabriques et du Pays Basques (*Ibidem*) (Cf. fig. 7). La lignée du refuge glaciaire du Pays-Basque a une faible variabilité génétique ce qui indiquerait que les populations de Desman des Pyrénées soient passées par un goulot d'étranglement avant de coloniser une partie orientale des Cantabriques et l'ensemble des Pyrénées (*Ibidem*).

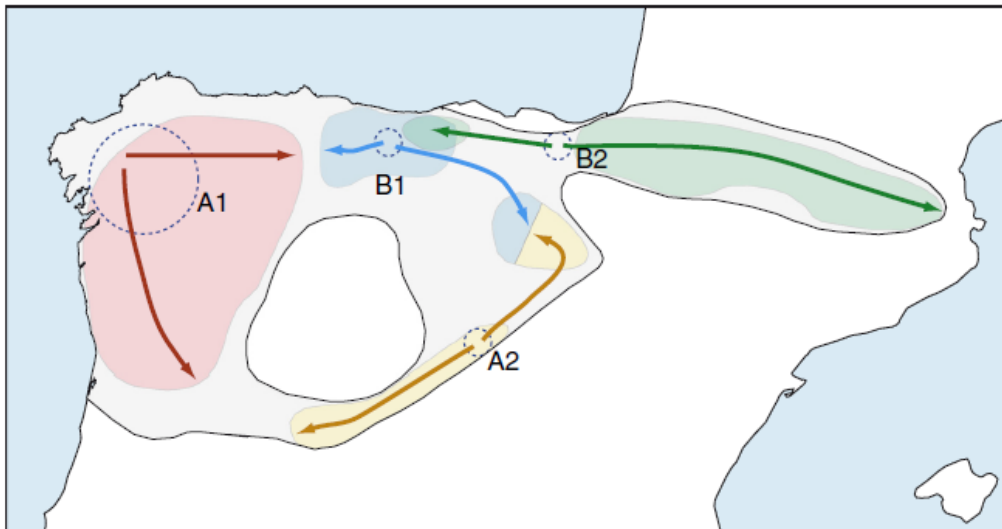


Figure 7. Représentation schématique de l'histoire évolutive du desman des Pyrénées *Galemys pyrenaicus*. L'aire en gris représente la distribution historique de l'espèce. L'échantillonnage des distributions des 4 lignées mitochondriales sont présentées par différentes couleurs. La position hypothétique des refuges glaciaires est illustrée avec des cercles à l'intérieur de la distribution de chaque lignée mitochondriale. La taille du cercle représente l'importance du refuge. Les flèches indiquent le sens de la colonisation. D'après Igea et al. 2013.

4) Apports de différentes études phylogéographiques

Le Lézard vivipare *Zootoca vivipara* a une large répartition eurasienne composée de lignées vivipares et dans le sud-ouest de sa répartition, une lignée ovipare a été caractérisée dont la plus proche lignée vivipare se trouve dans le Massif-Central (P. ex. Surget-Groba et al., 2001). Des études récentes ont montré dans la lignée ovipare une importante zone de contact de deux lignées maternelles divergentes entre les Pyrénées et les Cantabriques (P. ex. Surget-Groba et al., 2001 ; Guillaume et al., 2000). L'étude de l'histoire évolutive du Lézard vivipare *Zootoca vivipara* dans la péninsule ibérique a permis de tester le rôle des Pyrénées et des monts Cantabriques, notamment le flux de gènes, l'isolement de la lignée et sa divergence (Mila et al., 2013). Ces auteurs ont montré la présence de trois zones de contact entre les 4 lignées dans la région des Pyrénées, une dans les basses terres du Pays Basques, une autre dans les montagnes de basse altitude des Pyrénées occidentales, et la dernière dans le versant français des Pyrénées centrales. Cette dernière zone de contact indique une incursion transpyrénéenne de l'Espagne vers la France qui se serait passée à haute altitude (*Ibidem*). Ainsi, pour ces auteurs, la distribution et l'âge des grandes lignées est compatible avec une origine Pléistocène et un rôle à la fois des Pyrénées et des monts Cantabriques dans l'isolement et la différenciation des lignées de *Zootoca vivipara* (*Ibidem*).

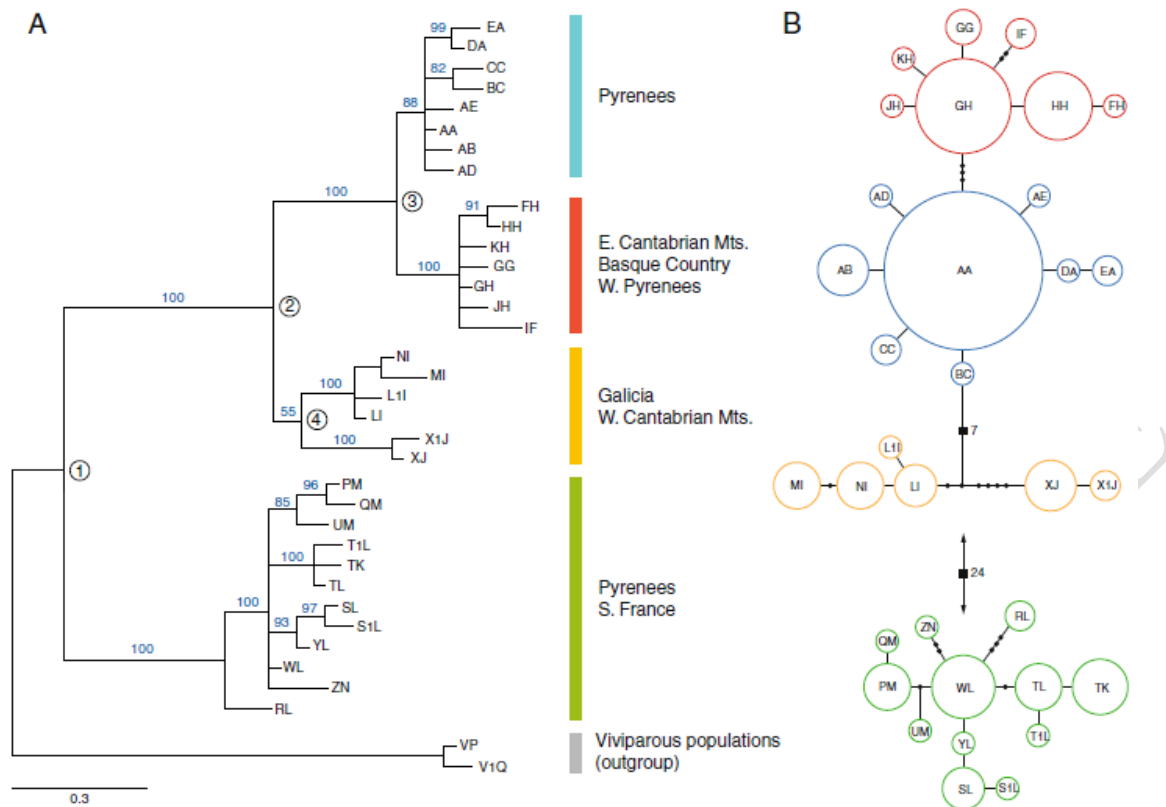


Figure 8. Relation phylogénétique de *Zootoca vivipara* mtDNA haplotypes. (A) Phylogramme bayésien basé sur les données de la chaîne (ND2 + cyt-b, 1370 bp). Les valeurs des nœuds correspondent à un postérieur bayésien. (B) le réseau de Statistique parcimonie de mtDNA haplotypes, où chaque cercle représente un haplotype et sa taille est proportionnelle à la fréquence de l'haplotype. Les branches représentent un changement de nucléotide, des points noirs indiquent des changements supplémentaires ou manquant des haplotypes et des carrés noirs indiquent le nombre de changements. Les couleurs correspondent aux clades (A) d'après Mila *et al.*, 2013.

La Vipère de Seoane *Vipera seoanei* a une aire de répartition limitée de la Galice au Pays-Basque. Des études récentes sur l'histoire phylogéographique de la Vipère de Seoane *Vipera seoanei* indique une structure datée au Pléistocène moyen-supérieur avec une diversité génétique haute dans le Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique (Martínez-Freiria *et al.*, 2015). Cette région pourrait être l'origine des populations héréditaires (*Ibidem*). Cette étude montre une restriction d'aire pendant les périodes interglaciaires dans le Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique et une extension d'aire pendant les périodes de maximum glaciaire (*Ibidem*).

L'étude de la variabilité génétique de la Grenouille des Pyrénées *Rana pyrenaica* indique une certaine homogénéité entre les populations suggérant une colonisation rapide après la dernière glaciation (Würm) depuis un refuge pré pyrénéen (Caranza et Arribas, 2008).

L'analyse de l'ADN mitochondrial du genre *Rupicapra* a mis en évidence que les deux espèces *Rupicapra, rupicapra* et *R. pyrenaica* ne sont pas réciproquement monophylétique (Rodriguez *et al.*, 2010). La phylogéographie du genre *Rupicapra* montre une lignée forte à l'ouest pour l'espèce *R. pyrenaica* qui est dû à des périodes d'isolement et de mises en contact (*Ibidem*). Aucun signe de mélange récent ne peut être noté dans les différents génotypes nucléaires (*Ibidem*). La population des Alpes italiennes occidentales est non-monophylétique avec des haplotypes appartenant à deux lignées pouvant être interprétées par d'ancienne ou récente hybridations (*Ibidem*). Les populations d'Isards partagent des deux côtés des Pyrénées des haplotypes (*Ibidem*).

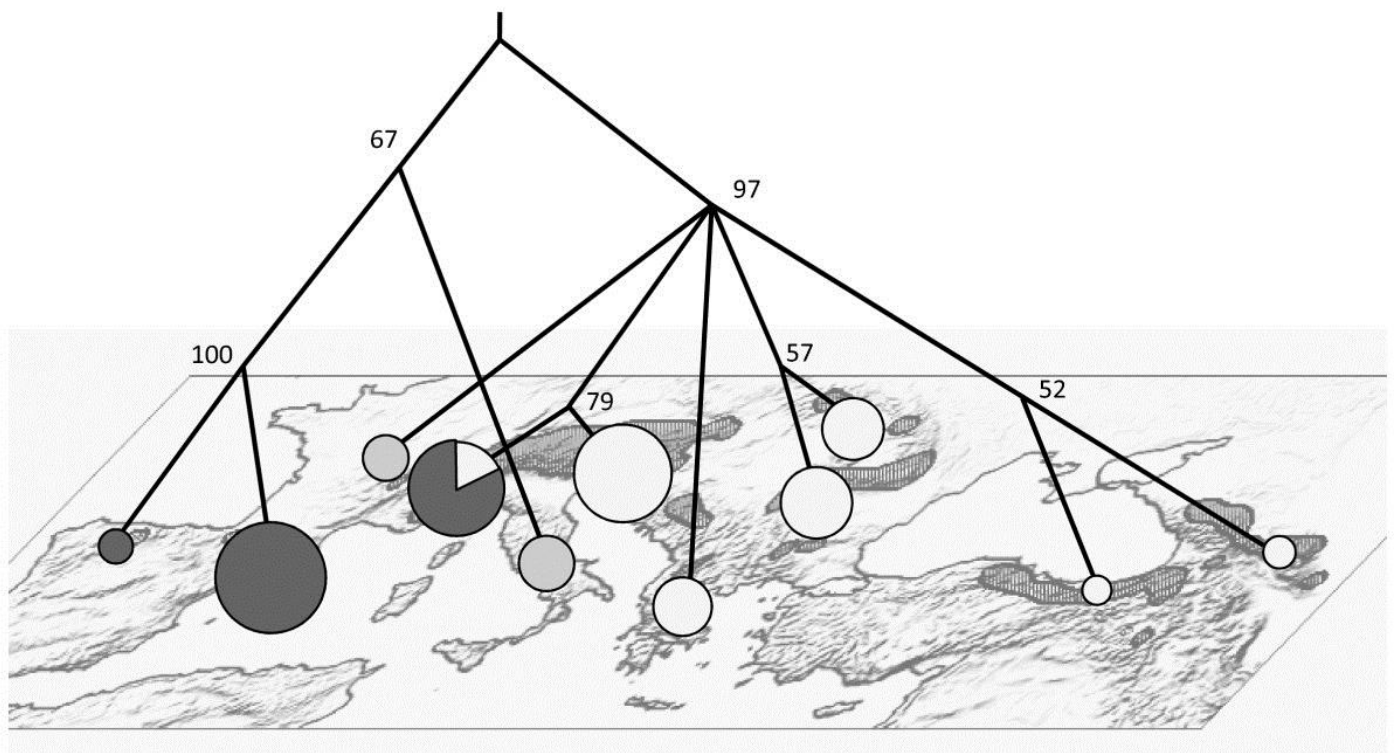


Figure 9. Résumé de la distribution géographique des variations mitochondriales et nucléaires. Un arbre de consensus d'UPGMA produit de la distance génétique standard des Nei pour des microsatellites est représenté sur la carte. Les valeurs aux nœuds indiquent l'appui d'amorce. Les camemberts sur la carte correspondent aux trois clades mitochondriaux représentés avec différentes nuances de gris d'après Rodriguez et *al.* (2010).

Bilan :

Au regard des méthodes pour considérer une zone d'endémisme, des connaissances sur la dynamique glaciaire et des apports de différentes études phylogéographiques, l'unité géographique retenue pour caractériser les espèces endémiques à l'échelle du Parc National des Pyrénées est le système Pyrénées-Cantabriques. Ce choix est conforté par le fait que les Pyrénées se prolongent sans discontinuité dans le Nord de l'Espagne, par la cordillère des Cantabriques, avec une histoire géomorphologique commune (P. ex. Rat, 1983 ; Ozenda, 1994).

Pour l'évaluation patrimoniale, l'endémisme d'un taxon sera défini pour un taxon dont la distribution est limitée au système biogéographique Pyrénées-Cantabriques au regard de son histoire évolutive. Un taxon endémique dont la distribution est élargie par rapport au système biogéographique Pyrénées-Cantabriques (débordement en plaine, en Espagne ou en France) sera également pris en compte, mais avec un score plus faible.

2. Evaluation du critère d'endémicité

Les Atlas européens sont utilisés pour définir les espèces ou sous-espèces endémiques du système Pyrénées-Cantabriques. Les endémiques strictes obtiennent 4 points et les endémiques élargies 2 points.

Les Atlas européens utilisés sont :

Pour les Mammifères : Mitchell-Jones, A. J., Amori, G., Bogdanowicz, W., Kryštufek, B., Rejnders, P. J. H., Spitzenberger, F., Stubbe, M., Thissen, J. B. M., Vohralik, V. & Zima, J. (1999) – *The Atlas of European mammals*. Poyser Natural History, Hong Kong. 484 p.

Les données de répartition de l'Atlas européen des Mammifères sont également disponibles sur le site de la Société européenne de mammalogie :

The EMMA Database. Mapping Europe's mammals using data from the Atlas of European Mammals. european-mammals.org/php/mapmaker, consulté en novembre 2015.

Pour les Oiseaux : Burfield, I. & van Bommel, F. (2004) – *Birds in Europe : Population estimates, trends and conservation status*. BirdLife International, Oxford. 374 p.

Pour les Amphibiens et les Reptiles : Gasc, J-P., Cabela, A., Crnobrnja-Izailovic, J., Dolmen, D., Grossenbacher, K., Haffner, P., Lescure, J., Martens, H., Martinez Rica, J. P., Maurin, H., Oliveira, M. E., Sofianidou, T. S., Veith, M. and Zuiderwijk, A. (Eds) (1997) - *Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe*. Societas Europaea Herpetologica & Muséum National d'Histoire Naturelle (IEGB/SPN), Paris : 496 p.

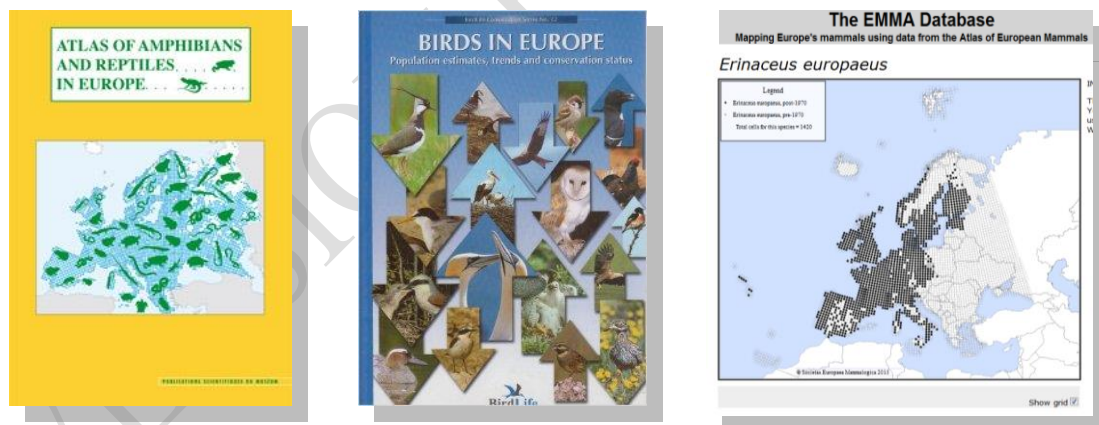


Figure 10. Outils utilisés pour l'évaluation du critère d'endémicité des vertébrés terrestres du Parc National des Pyrénées.

3. Résumé pratique du critère d'endémicité

Critère n°1 : Endémicité Pyrénéo-cantabrique

Définition :

« **Endémicité** » : aire de répartition circonscrite à une région biogéographique définie par l'**histoire évolutive** des taxa

Méthode d'évaluation :

Pour l'évaluation patrimoniale, l'endémisme d'un taxon sera défini pour un taxon dont la distribution est limitée au système biogéographique Pyrénées-Cantabriques au regard de son histoire évolutive.

Prise en compte des sous-espèces endémiques.

Un taxon endémique du système Pyrénées-Cantabriques a 4 points.

Un taxon endémique « élargie » avec une aire de répartition majoritairement liée au système Pyrénées-Cantabriques mais qui a des extensions en dehors de ce système a 2 points.

Outils disponibles :

Atlas de répartition européens

Critique de la méthode :

Peu d'espèces sont concernées

4. Exemple de notation pour le critère d'endémicité

Amphibiens

Calotriton asper – 4 points

Rana pyrenaica – 4 points

Salamandra salamandra subsp. *fastuosa* – 4 points

Rana temporaria subsp. *canigonensis* – 4 points

Reptiles

Iberolacerta bonnali – 4 points

Vipera aphis subsp. *zinnikeri* – 2 points

Zootoca vivipara subsp. *louislantzi* – 2 points

Oiseaux

Tetrao urogallus subsp. *aquitanicus* – 4 points

Lagopus mutus subsp. *pyrenaicus* – 4 points

Perdix perdix subsp. *hispaniensis* – 2 points

Mammifères

Rupicapra pyrenaica subsp. *pyrenaica* – 4 points

Galemys pyrenaicus – 2 points

Critère 2. Rareté géographique

1. Définition du critère de rareté géographique

Un taxon est rare lorsqu'il n'existe localement qu'en effectif très faible, ou lorsque sa répartition géographique se limite à une aire géographique très réduite (Da Lage & Métaillé, 2005). Pour Rabinowitz (1981) un taxon rare peut être classé différemment en fonction des causes qui coagissent. Rabinowitz (1981) puis Krebs (1994) considèrent la rareté en fonction de trois caractères : aire de répartition, habitat spécifique, taille des populations locales.

Tableau IV. Classification des taxons rares en fonction de trois caractères : Aire de répartition, spécificité de l'habitat et taille des populations locales d'après Rabinowitz (1981).

Distribution géographique	Etendue		Réduite	
	Large	Etroite	Large	Etroite
Spécificité de l'habitat				
Taille des populations				
Grande, abondante	Localement abondant, sur une large distribution et dans de nombreux habitats	Localement abondant, sur une large distribution et dans un habitat spécifique	Localement abondant dans de nombreux habitats mais restreint géographiquement	Localement abondant dans un habitat spécifique et restreint géographiquement
Petite, non dominante	Toujours disséminé, sur une large distribution et dans de nombreux habitats	Toujours disséminé, dans un habitat spécifique mais sur une large distribution	Toujours disséminé et géographiquement restreint dans de nombreux habitats	Toujours disséminé et géographiquement restreint dans un habitat spécifique

La taille des populations locales et les habitats utilisés par les différents taxons sont rarement connus. Seules les aires de répartition des taxons sont bien connues en fonction de l'échelle considérée. A quelle échelle doit-on aborder l'aire de répartition des taxons pour mesurer la rareté ? L'approche conceptuelle de Mayr (1972) prend en compte les événements géologiques qui créent ou suppriment les barrières d'isolement géographiques à l'échelle des continents (Blondel, 1995). Le Paléarctique dans son ensemble est une région trop vaste pour appréhender la répartition des espèces européennes d'un point de vue évolutif. En revanche l'échelle européenne ou ouest Paléarctique est intéressante pour appréhender les phénomènes biogéographiques des espèces de vertébrés de la faune française.

2. Evaluation du critère de rareté géographique

Les Atlas européens sont utilisés pour calculer la rareté géographique (RG) de la manière suivante :

$RG = (\text{nombre de mailles où l'espèce est présente} / \text{nombre de mailles totales de l'Atlas}) \times 100$

Les Atlas européens utilisés sont les mêmes que ceux mentionnés pour le critère d'endémicité (Critère 1. partie 2.).

Pour les Oiseaux, le nombre de maille occupé par une espèce donnée n'est pas disponible dans l'Atlas. L'aire de répartition en kilomètre carré a donc été utilisée.

$RG_{\text{oiseaux}} = (\text{nombre de kilomètre carré où l'espèce est présente} / \text{nombre de kilomètre carré de l'Europe}) \times 100$

Le classement de la rareté géographique par groupe évalué est réalisé par une méthode de nuée dynamique pour 5 classes (notation 0, 1, 2, 3, 4). Pour pouvoir établir les bases du classement, un certain nombre de données est nécessaire. C'est pour cette raison que l'ensemble des espèces de France a été utilisé pour les Amphibiens et les Reptiles. Un classement par nuée dynamique est réalisé pour chaque groupe taxonomique (Amphibien, Reptile, Oiseaux, Mammifères), ce qui peut expliquer qu'un pourcentage de maille donné soit associé à une notation différente en fonction de la structuration des aires de répartition du groupe considéré.

3. Résumé pratique du critère de rareté géographique

Critère n°2 : Rareté géographique

Définition :

« **Rareté géographique** » : aire de répartition réduite géographiquement et/ou effectifs faibles

Méthode d'évaluation :

Pour l'évaluation patrimoniale, seule l'aire de répartition est prise en compte (difficulté d'obtenir des données de taille de population locales et d'habitats pour toutes les espèces).
Échelle européenne ou ouest-paléarctique.

A partir des Atlas européens, calcul d'un indice RG :

$RG = (\text{nombre de mailles où l'espèce est présente} / \text{nombre de mailles totales de l'Atlas}) \times 100$

Classement par nuée dynamique avec 5 classes (notation 0, 1, 2, 3, 4), pour chaque groupe taxonomique.

Outils disponibles :

Atlas de répartition européens

Critique :

Critère difficilement comparable entre les groupes faunistiques (capacités de dispersions différentes)

Classes de notation différentes pour chaque groupe

4. Exemple de notation pour le critère de rareté géographique

Amphibiens

Calotriton asper : 0,56% des mailles atlas européen – 4 points

Rana temporaria : 40,65% des mailles atlas européen – 0 point

Reptiles

Iberolacerta bonnali : 0,13% des mailles atlas européen – 4 points

Anguis fragilis : 39,64% des mailles atlas européen – 0 point

Oiseaux

Gyps fulvus : 1000000 km² atlas européen – 4 points

Anas platyrhynchos : 8000000 km² atlas européen – 0 point

Mammifères

Rupicapra pyrenaica subsp. *pyrenaica* : 17 mailles atlas européen soit 0,64% des mailles – 4 points

Sus scrofa : 1301 mailles atlas européen soit 48,73% des mailles – 1 point

Critère 3. Intérêt phylogénétique

1. Définition du critère d'intérêt phylogénétique

L'intérêt de la prise en compte de la diversité phylogénétique dans les stratégies de conservation de la nature a été introduit par Vane-Wright *et al.* en 1991. Il repose sur le fait qu'une espèce qui constitue à elle seule un genre, une famille ou même un ordre représente un **niveau élevé de diversité** (Dajoz, 1996, 2008). La justification de la prise en compte de cette diversité phylogénétique dans les stratégies de conservation repose sur plusieurs principes : les espèces phylogénétiquement singulières sont des espèces « **rare**s » qui sont souvent les premières à disparaître, leur histoire évolutive singulière leur donne souvent un **rôle fonctionnel** particulier et elles représentent un fort **potentiel d'évolution** (Winter *et al.*, 2012). Les espèces qualifiées de « fossiles vivants » sont un exemple extrême d'intérêt phylogénétique élevé : il s'agit des uniques espèces sœurs de toutes les autres espèces d'un groupe systématique (Dajoz, 1996 ; Cheylan, 2000). Ainsi, une espèce phylogénétiquement singulière est considérée comme présentant une **plus grande priorité de conservation** qu'une espèce faisant partie d'un taxon avec de nombreuses espèces (Primack *et al.*, 2012).

De nombreuses méthodes de calculs d'indices de particularités phylogénétiques existent afin de caractériser l'intérêt phylogénétique des espèces (Faith, 1994 ; Winter *et al.*, 2012).

Cheylan (2000) distingue 3 types de méthodes pour mesurer l'originalité phylogénétique :

- les indices de type **cladistique**, basés sur le nombre de nœuds et de branches ;
- les indices de type **phylogénétique**, basés sur la longueur des branches ;
- les indices **taxonomiques**, basés sur la classification hiérarchique linnéenne.

Les méthodes de calcul d'indices de type cladistique et phylogénétique sont plus contraignantes car elles demandent des phylogénies complètes et connues. Au contraire, les méthodes de calcul d'indices taxonomiques sont plus simples et peuvent être appliquées à toutes les phylogénies, même complexes ou incomplètes (Freitag et Jaarsveld, 1997 ; Cheylan, 2000).

Indices taxonomiques

- Cheylan (2000) propose la formule suivante permettant de calculer un indice taxonomique (IT) global :

$$IT = \frac{1}{Sg} + \left(\left(\frac{1}{Gf} \right) * 2 \right) + \left(\left(\frac{1}{Fo} \right) * 3 \right)$$

Sg : nombre d'espèces dans le genre

Gf : nombre de genres dans la famille

Fo : nombre de familles dans l'ordre

- Dans le cadre des plans d’actions pour les oiseaux et mammifères australiens, Garnett *et al.* (2011) puis Woinarski *et al.* (2012) proposent le calcul de 3 indices complémentaires :

1. Indice taxonomique global

$$IT_{Global} = \sqrt{\left(\frac{1}{Gf * Sg}\right)}$$

2. Indice taxonomique local

$$IT_{France} = \sqrt{\frac{1}{Gf_{France} * Sg_{France}}}$$

Gf_{France} : nombre de genres de France dans la famille

Sg_{France} : nombre d’espèces de France dans le genre

3. Indice taxonomique pour les sous-espèces

$$IT_{sous-espece} = IT_{France} * \left(\frac{1}{\sqrt{Ss_{France}}}\right)$$

Ss_{France}: nombre de sous-espèces de France dans l’espèce

Ces indices varient entre 0 et 1, avec différentes classes de particularité taxonomique : très fort (>0,5) ; fort (0,25 - 0,5) ; moyen (0,1 – 0,25) et faible (<0,1).

Les indices taxonomiques global et local sont complémentaires car l’indice local permet de prendre en compte le nombre d’espèces présentes dans la zone géographique concernée, et donc la responsabilité en termes de conservation de taxons. Ainsi, une espèce ayant un indice taxonomique global faible peut tout de même avoir un indice taxonomique local élevé. Le calcul d’un indice taxonomique pour les sous-espèces ne s’avère pas intéressant dans le cadre de ce travail et pour l’échelle concerné.

Indice phylogénétique

Les données génétiques étant de plus en plus complètes et robustes (Winter *et al.*, 2012), les méthodes d’indices phylogénétiques peuvent être plus facilement mises en œuvre. Ainsi, le programme EDGE of Existence (EDGE pour Evolutionarily distinct & globally endangered) de la société zoologique de Londres identifie les espèces menacées qui présentent une histoire évolutive unique.

Dans ce cadre, des hiérarchisations d’espèces sont réalisées sur la base d’un indice phylogénétique appelé « Evolutionary distinctiveness » (Isaac *et al.*, 2007 ; Isaac *et al.*, 2012).

Ainsi, des indices phylogénétiques sont disponibles pour toutes les espèces de mammifères (mise à jour 2011), d’oiseaux (mise à jour 2014) et d’amphibiens (mise à jour 2008) de la planète :

http://www.edgeofexistence.org/about/edge_science.php (consulté en novembre 2014).
Cependant, aucune donnée n'est disponible concernant les reptiles à l'heure actuelle.



2. Evaluation du critère d'intérêt phylogénétique

Afin de caractériser l'intérêt phylogénétique de chaque espèce, de vertébrés des Pyrénées, nous proposons de prendre en compte 3 critères complémentaires :

Critère taxonomique global (monde) :

Nous calculerons un indice taxonomique global pour chaque espèce d'après l'indice IT proposé par Cheylan (2000). Le référentiel taxonomique utilisé est celui de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (<http://inpn.mnhn.fr/>) et de Fauna europaea (<http://www.faunaeur.org>). Ce critère sera ramené à 1 point.

Critère taxonomique local (France) :

Nous calculerons un indice taxonomique local pour chaque espèce ou sous-espèce d'après les indices IT proposé par Garnett *et al.* (2011). Le référentiel taxonomique utilisé est celui de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (<http://inpn.mnhn.fr/>) et de Fauna europaea (<http://www.faunaeur.org>). Ce critère sera ramené à 1 point.

Critère phylogénétique :

Nous prendrons en compte l'indice phylogénétique de chaque espèce d'Amphibiens, d'Oiseaux et de Mammifères d'après les données du programme EDGE of Existence. Ce critère sera ramené à 2 points.

Ainsi, un indice d'intérêt phylogénétique noté sur 4 points sera attribué à chaque espèce. Pour les reptiles, les données phylogénétiques n'étant pas disponibles, seuls les critères taxonomiques seront calculés et ramenés à un total de 4 points.

1. Résumé du critère d'intérêt phylogénétique

Critère n°3 : Intérêt phylogénétique

Définition :

« **Intérêt phylogénétique** » : niveau élevé de **diversité phylogénétique** avec une **histoire évolutive singulière** et bien distincte des taxons les plus proches, ou degré d'isolement de l'espèce dans sa phylogénie

Méthode d'évaluation :

Pour l'évaluation patrimoniale, 3 indices complémentaires ont été pris en compte :

Indice taxonomique global (Cheylan, 2000) – noté sur 1 point

Indice taxonomique France (Woinarski *et al.*, 2012) – noté sur 1 point

Indice phylogénétique (Isaac *et al.*, 2007; 2012) – noté sur 2 points

Classement par nuée dynamique pour chaque groupe faunistique pour attribuer une note de 0 à 4 pour chaque indice.

Outils disponibles :

Référentiel TAXREF de l'INPN pour les taxons présents en France

Base de données internet de référence (UICN et autres) pour les taxons au niveau mondial

Indices phylogénétiques « Evolutionary distinctiveness » du programme EDGE of Existence

Critique :

Complexité de correspondance entre référentiels français et mondiaux pour la taxonomie

Pas de donnée phylogénétique disponible pour le groupe des Reptiles.

5. Exemple de notation du critère d'intérêt phylogénétique

Exemple de calcul d'indice taxonomique pour l'espèce *Rupicapra pyrenaica*

1/ Identifier et compter les taxons

Rupicapra pyrenaica

Ordre Artiodactyla (**10** familles dans le monde)

Famille Bovidae (**50** genres dans le monde dont **3** genres en France)

Genre Rupicapra (**2** espèces dans le monde dont **2** espèces en France)

2/ Calcul des 3 indices

ED = 9,28

IT = $(1/2) + ((1/50)*2) + ((1/10)*3) = 0,84$

IT_{France} = racine $(1/(3*2)) = 0,41$

3/ Classement par nuée dynamique pour chaque indice

ED score = 1 (sur 4)

IT score = 2 (sur 4)

IT_{France} score = 2 (sur 4)

4/ Calcul de la note finale d'intérêt phylogénétique

$(1+2+2)/3 = 1,67$ points (sur 4)

Critère 4. Niveau de régression ou de menaces

1. Définition du critère de niveau de régression ou de menaces

Le suivi des populations à différentes échelles de temps et d'espace permet d'appréhender le déclin des espèces. Une espèce en déclin est soumise à des processus stochastiques d'ordre démographique, génétique ou environnemental pouvant aboutir à l'extinction (Olivieri & Vitalis, 2001).

Les listes rouges sont les outils de l'UICN constituant l'inventaire le plus complet de l'état de conservation des espèces. L'établissement de ces listes s'appuie sur une série de critères, fondés sur une solide base scientifique, afin d'évaluer les risques d'extinction des espèces. Le Conseil de l'UICN a adopté depuis 1994 un nouveau système de catégories pour les listes rouges (UICN, 2012). Les critères d'évaluation et les catégories peuvent être utilisés de manière cohérente par différents acteurs. Des orientations claires sont fournies aux utilisateurs sur les moyens d'évaluer les facteurs influençant le risque d'extinction. Egalement la démarche de classement des espèces est plus lisible. Les catégories de l'UICN pour les listes rouges ont une reconnaissance internationale et sont désormais utilisés par de nombreuses organisations gouvernementales et non gouvernementales.

Le classement d'une espèce dans les différentes catégories de la liste rouge répond donc à différents critères fixés. Ces critères sont les mêmes pour toute espèce ce qui permet une comparaison de statut de conservation entre espèce. Ainsi les évaluations prennent en compte la réduction de la taille de la population, la répartition géographique en s'appuyant sur des données chiffrées.

La méthodologie mondiale définie par l'UICN (2012) s'appuie sur cinq critères d'évaluation. Ces critères reposent sur différents facteurs biologiques associés au risque d'extinction, comme la taille de la population de l'espèce, son taux de déclin, l'aire de sa répartition géographique et son degré de fragmentation. En confrontant la situation de chaque espèce aux différents seuils quantitatifs fixés pour chacun des cinq critères, on définit pour chacune d'elles si elle se classe ou pas dans l'une des catégories d'espèces menacées (Cf. Fig. 1).

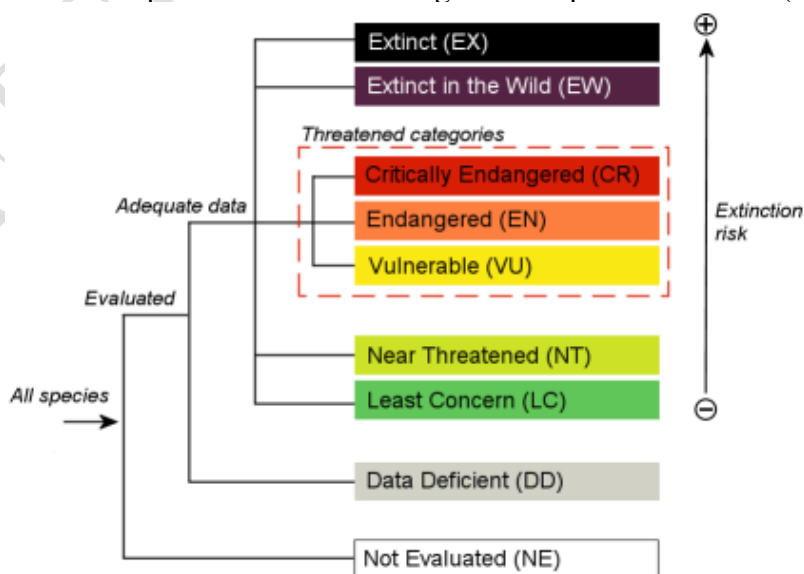


Figure 11. Catégorie d'espèces menacées d'après l'Union Internationale de la Conservation de la Nature.

1. Evaluation du critère de niveau de régression ou de menaces

Les Listes rouges UICN sont établies à différentes échelles biogéographiques et pour ce qui nous concerne : Monde, Europe et France. Pour prendre en compte ces différentes échelles, nous proposons la formule suivante pour connaître le niveau de régression ou de menaces (avec un maximum de 4) :

$$NR_{UICN} = ((LR_{monde} \times 3) + (LR_{Europe} \times 2) + (LR_{France} \times 1)) / 6$$

Pour chaque catégorie la note suivante est donnée :

CR (en danger critique d'extinction) = 4

EN (en danger) = 3

VU (vulnérable) = 2

NT (quasi-menacé) = 1

LC (préoccupation mineure) = 0

Par exemple, la Grenouille des Pyrénées *Rana pyrenaica* est en danger au niveau mondial, européen et national.

$$NR_{\text{Grenouille des Pyrénées}} = (3 \times 3 + 3 \times 2 + 3 \times 1) / 6 \text{ ainsi, } NR_{\text{Grenouille des Pyrénées}} = 3$$

2. Résumé pratique du critère de niveau de régression ou de menaces

Critère n°4 : Niveau de régression ou de menaces

Définition :

« Niveau de régression ou de menaces » : importance du déclin général des populations.

Méthode d'évaluation :

Pour l'évaluation patrimoniale, le degré de menace est basé sur les catégories des listes rouges UICN :

$$NR_{UICN} = (LR_{monde} \times 3 + LR_{Europe} \times 2 + LR_{France} \times 1) / 6$$

Notation : CR = 4 ; EN = 3 ; VU = 2 ; NT = 1 ; LC = 0

Outils disponibles :

Listes rouges UICN Monde, Europe et France

Critique :

Certaines espèces ou sous-espèces ne sont pas évaluées (Par défaut, NE=0)

6. Exemple de notation du critère de niveau de régression ou de menaces

Reptiles

Iberolacerta bonnali

Liste rouge mondiale : NT - préoccupation mineure → 1

Liste rouge européenne : NT - préoccupation mineure → 1

Liste rouge France : EN – en danger → 3

Note niveau de régression ou de menaces : $(1 \times 3 + 1 \times 2 + 3 \times 1) / 6 = 1,33$ point (sur 4)

Mammifères

Rupicapra pyrenaica

Liste rouge mondiale : LC - préoccupation mineure → 0

Liste rouge européenne : LC - préoccupation mineure → 0

Liste rouge France : LC - préoccupation mineure → 0

Note niveau de régression ou de menaces : $(0 \times 3 + 0 \times 2 + 0 \times 1) / 6 = 0$ point (sur 4)

Critère 5. Vulnérabilité démographique

1. Définition du critère de vulnérabilité démographique

Le profil démographique des populations est défini par un ensemble de traits biologiques comme les taux de fécondité et de mortalité, l'âge à la maturité sexuelle, le type d'organisation sociale, la durée de vie, etc (Barbault, 1981 ; Paugy *et al.*, 2006). Pour Cole (1954), l'adaptation du profil démographique aux conditions du milieu se définit comme la stratégie démographique. La stratégie démographique sous-tend, en termes d'évolution, à une augmentation de la valeur sélective (P. ex. Barbault, 1981 ; 2000). Cole (1954) développa l'idée d'utiliser l'approche mathématique pour caractériser les stratégies démographiques. Andrewartha & Birch (1954) établissent que le modèle déterministe, indépendant de la densité, est assuré par des facteurs externes à la population. Cette approche ne prenait en compte que le taux d'accroissement, r comme facteur de sélection (Blondel, 1979). En 1962, MacArthur, reprenant l'approche développée par Cole (1954) présente les notions de sélections r et K . Pianka (1970) résume les principaux traits des stratégies démographiques r et K (Cf. Tableau II).

Tableau V. Conditions et résultats de la sélection r et de la sélection K d'après Pianka (1970) in Barbault, 1981.

Paramètres	Sélection r	Sélection K
Climat	Variable, imprévisible	Constant, prévisible
Mortalité	Souvent catastrophique, non dirigée, densité indépendante	Plus dirigée, densité dépendante
Survie	Souvent de type III	Habituellement de type I ou II
Taille de la population	Variable dans le temps ; en déséquilibre ; inférieur à K	Assez constante dans le temps ; en équilibre ; proche de K
Communauté	Non saturées ; colonisation chaque année	Saturées ; recolonisation non nécessaire
Compétition intra- et interspécifique	Variable souvent faible	Habituellement intense
La sélection favorise	1. Développement rapide 2. r élevé 3. Reproduction précoce 4. Petite taille 5. Reproduction unique	1. Développement lent 2. Aptitude compétitive plus grande 3. Reproduction retardée 4. Taille plus grande 5. Reproduction répétées
Durée de vie	Courte, souvent inférieur à 1 an	Plus longue, souvent supérieure à 1 an
Conduit à un accroissement de	Productivité	Efficiences

Le Bec-croisé des sapins est un bon exemple d'espèce répondant à la stratégie r , ayant une maturité sexuelle très précoce et pouvant nicher dans l'année de sa naissance (Blondel, 1976).

Les grands rapaces diurnes sont de bons représentants des espèces répondant à la stratégie K avec : une fécondité faible, un séjour au nid assez long jusqu'à 4 mois chez le Vautour fauve (*Gyps fulvus*), une période d'immaturité très longue (7 ans chez les Vautours), une espérance de vie élevée et des effectifs stables (*Ibidem*).

Demetrius (1975) montre que les paramètres r et K ne suffisent pas toujours à prédire l'aptitude à la compétition ou le mode de régulation des espèces. Pour Barbault (1976) la pluralité des types démographiques n'autorise pas à affirmer l'existence d'un passage linéaire le long d'un seul gradient. Une pression de prédation plus importante conditionne les espèces à optimiser leur reproduction (Blondel, 1979). Le continuum r-K de Pianka (1970) est une représentation restreinte ne prenant pas en compte la diversité des histoires de vie (Stearns, 1992 ; Blondel 1995). C'est pour cette raison que d'autres théories ont été présentées. Grime (1977) a proposé pour les espèces végétales, le modèle C.S.R. prenant en compte le stress et les perturbations. D'autres stratégies démographiques ont été proposées comme b et d de Hairston *et al.* (1970), ou la sélection h et T de Demetrius (1977) ou pour les poissons du Pacifique Type IA, IB et II de Kawasaki (1980)... Winemiller & Rose (1992) travaillant sur des espèces de poissons proposent une approche sur la base des stratégies reproductives avec trois modèles : périodique, opportuniste et équilibrée (Cf. Fig. 2).

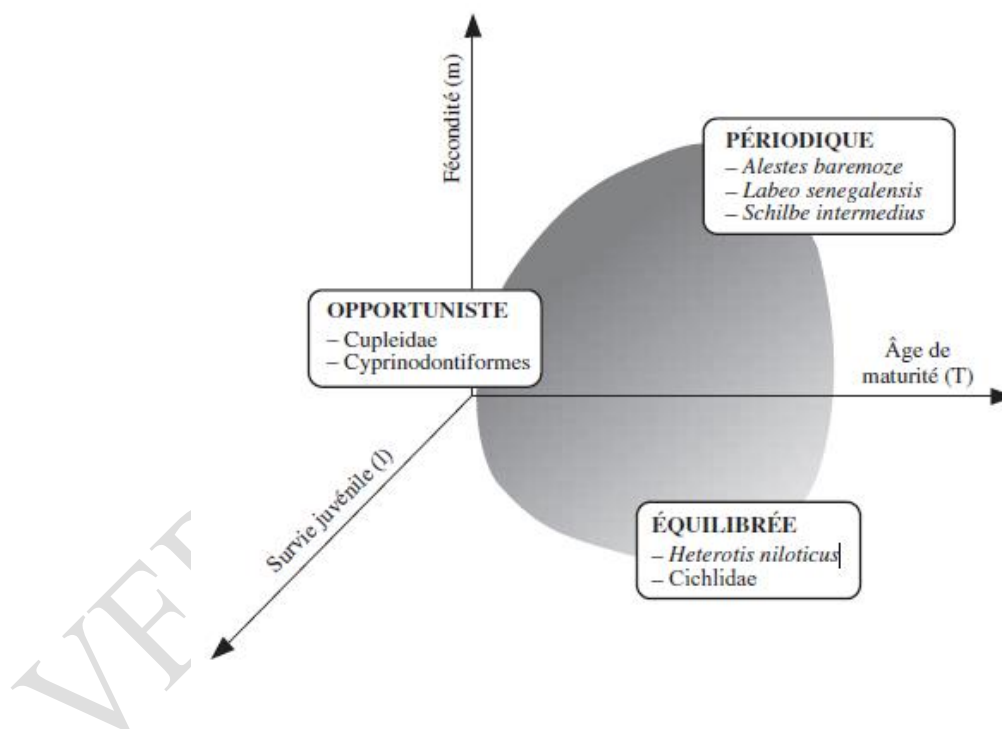


Figure 12. Les grands types de stratégies démographiques chez les poissons (adapté par Paugy *et al.* 2006, d'après Winemiller et Rose, 1992).

Cette approche très intéressante propre aux Poissons ne peut, en l'état, être transposable à d'autres groupes taxonomiques. Southwood (1988) considère qu'aucune classification des stratégies démographiques n'est réellement satisfaisante du fait de la pluralité des forces sélectives.

L’UICN (IUCN, 2011) propose un critère pour évaluer le statut de conservation d’une espèce en prenant en compte une partie des paramètres démographiques, le temps de génération. L’UICN (2011) définit le temps de génération comme : « Le temps de génération est l’âge moyen des parents de la cohorte actuelle. Il reflète donc le taux de renouvellement des individus reproducteurs. Le temps de génération est plus élevé que l’âge de première reproduction et inférieur à l’âge du plus vieux individu reproducteur, sauf pour les taxons qui ne se reproduisent qu’une fois. Quand le temps de génération est contraint, par exemple dans le cas de l’exploitation des poissons, le temps de génération le plus naturel (par exemple basé sur des données antérieures aux perturbations) doit être utilisé. ». Le temps de génération est rarement disponible dans les suivis de population, mais il peut être évalué (IUCN, 2001 ; 2011).

Pour calculer le temps de génération (GL), l’UICN propose en 2001 le calcul suivant (IUCN, 2001) :

$$GL = ((2-m)/2m)+b$$

où m est la mortalité adulte moyenne dans une population stable et b l’âge à la première reproduction dans une population stable.

Pour les Oiseaux d’Europe, BirdLife International (2004) a calculé ce temps de génération avec la formule précédente. Cependant pour de nombreuses espèces pour lesquelles la mortalité adulte moyenne n’est pas connue dans la littérature, une estimation de m est possible en prenant en compte le nombre moyen de jeunes par nichée (s) et l’âge moyen à la première reproduction (b), avec :

$$\ln(m) = -1.096 - 0.4215 b + 0.1961 s + 0.0229b^2 - 0.0097s^2$$

En 2013, un travail important a été réalisé sur les temps de génération des Mammifères (Pacifi *et al.*, 2013). Ce travail a permis de calculer le temps de génération pour l’ensemble des espèces de Mammifères au niveau mondial. Ce calcul a été établi sur les bases des recommandations de l’UICN (2013).

$$GL = R_{span} * z + AFR$$

où R_{span} est le temps de reproduction de l’espèce (âge à la dernière reproduction – âge à la première reproduction), AFR est l’âge à la première reproduction et z est une constante dépendant de la survie et de la fécondité relative des jeunes. L’ensemble des résultats est disponible dans une base de données « database generation length mammals » : <http://doi.org/10.5061/dryad.gd0m3>

Aucun travail de même type n’est disponible pour les Amphibiens et Reptiles concernant l’évaluation du temps de génération. Nous proposons d’utiliser la formule suivante pour calculer le temps de génération avec :

$$GL = (\hat{\text{âge moyen à la première reproduction}} + \hat{\text{âge maximum de mortalité}}) / 2$$

Cette formule est proposée par Wairnaski *et al.*, (2014). Les données seront compilées dans la littérature spécialisée.

Le classement du temps de génération par groupe évalué sera réalisé par une méthode de nuée dynamique pour 5 classes (notation 0, 1, 2, 3, 4). Pour pouvoir établir les bases du classement, un certain nombre de données est nécessaire. C'est pour cette raison que l'ensemble des espèces d'Amphibiens et des Reptiles de France seront utilisés.

Les espèces aux temps de générations plus longs sont plus sensibles aux modifications de leur habitat (IUCN, 2012).

1. Evaluation du critère de vulnérabilité démographique

Pour les Mammifères et les Oiseaux, des outils présentant des temps de génération pour chaque espèce existent et sont donc repris pour renseigner le critère de vulnérabilité démographique.

Pour les Mammifères :

Pacifici M, Santini L, Di Marco M, Baisero D, Francucci L, Grottole Marasini G, Visconti P, Rondinini C (2013) Database on generation length of mammals. 5427 data records. Online at <http://doi.org/10.5061/dryad.gd0m3>, version 1.0 (last updated on 2013-08-27), Resource ID: [10.5061/dryad.gd0m3](http://doi.org/10.5061/dryad.gd0m3), Data Paper ID: doi: [10.3897/natureconservation.5.5734](http://doi.org/10.3897/natureconservation.5.5734)

Pour les Oiseaux :

BirdLife International (2004) *Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status*. Cambridge, UK. BirdLife International.



Figure 13. Outils utilisés pour obtenir des temps de génération pour les Oiseaux et les Mammifères.

Pour les Reptiles et les Amphibiens, les calculs de temps de génération ne sont pas disponibles dans la littérature. Le temps de génération (GL) des Amphibiens et Reptiles est donc calculé de la manière suivante :

$$GL = (\text{âge moyen à la première reproduction} + \text{âge maximum de mortalité}) / 2$$

Les données d'âge moyen à la première reproduction et d'âge maximum de mortalité ont été relevées dans différents ouvrages de référence.

2. Résumé pratique du critère de vulnérabilité démographique

Critère n°5 : Vulnérabilité démographique

Définition :

« Vulnérabilité démographique » : stratégie démographique (âge à maturité, fécondité, nombre de jeunes...) défavorable en cas de perturbations

Méthode d'évaluation :

Pour l'évaluation patrimoniale, la vulnérabilité démographique sera évaluée par le temps de génération.

Pour les Mammifères et les Oiseaux, des données de temps de génération sont disponibles.

Pour les Amphibiens et Reptiles, le calcul suivant a été utilisé :

$TG = (\text{âge à maturité} + \text{longévité maximale})/2$

Classement par nuée dynamique pour chaque groupe faunistique.

Outils disponibles :

Livre BirdLife International (2004) pour le temps de génération des oiseaux

Base de données Pacifici *et al.* (2013) basé sur méthode UICN pour le temps de génération des mammifères

Divers ouvrage de référence mentionnant des données d'âge à maturité et de longévité maximale pour les Amphibiens et Reptiles

Critique :

Méthode de calcul non homogène entre les groupes faunistiques

3. Exemple de notation du critère de vulnérabilité démographique

Amphibiens

Calotriton asper

Temps de génération = $(6 \text{ « âge à 1}^{\text{ère}} \text{ maturité »} + 29 \text{ « longévité maximale »})/2 = 17,5 \rightarrow 4$
points

Reptiles

Iberolacerta bonnali

Temps de génération = $(6 \text{ « âge à 1}^{\text{ère}} \text{ maturité »} + 14 \text{ « longévité maximale »})/2 = 10 \rightarrow 2$
points

Oiseaux

Anas platyrhynchos

Temps de génération (BirdLife, 2004) = 3,3 **→ 0 point**

Gyps fulvus

Temps de génération (BirdLife, 2004) = 16 **→ 4 points**

Mammifères

Rupicapra pyrenaica

Temps de génération (Pacifci *et al.*, 2013) = 2437,9

→ 2 points

Ursus arctos

Temps de génération (Pacifci *et al.*, 2013) = 5976,2

→ 4 points

VERSION PROVISOIRE

Critère 6. Rôle écologique

1. Définition du critère de rôle écologique

Le critère « rôle écologique » permet de distinguer certaines espèces qui ont une **fonction écologique** nettement plus importante que les autres. Il peut s'agir d'une fonction liée au **fonctionnement d'un écosystème (A)** ou d'une fonction liée à la **conservation des espèces et habitats (B)**.

1) Fonctionnement des écosystèmes

La productivité et la stabilité d'un écosystème dépendent, en partie, des interactions entre les différentes espèces qui le composent (Dajoz, 2008). Certaines espèces ont un rôle écologique, direct ou indirect, plus important que les autres car elles permettent le maintien de la structure et du fonctionnement de l'écosystème (Dajoz, 2008). Ces espèces qui ont une forte influence sur l'ensemble de leur écosystème sont appelées **espèces « clé de voûte »**. Ce concept a été défini par Paine (1966, 1969) comme des espèces qui déterminent « l'intégrité de la communauté et sa persistance inaltérée au cours du temps, c'est-à-dire sa stabilité ». Dans cette définition, Paine considère des prédateurs qui favorisent la coexistence d'espèces par une prédation dirigée vers une espèce dominante. Cette définition d'espèce « clé de voûte » a ensuite été reprise et élargie dans le cadre de différentes études. Aujourd'hui, une espèce « clé de voûte » est définie comme une « espèce présentant un impact disproportionné, par rapport à sa biomasse, sur la structure et/ou le fonctionnement de sa communauté ou de son écosystème et **dont la perte a en conséquence de forts impacts** » (Primack *et al.*, 2012). Ces espèces « clé de voûte » peuvent correspondre à 4 grands types de rôles écologiques décrits par Barbault (2000) :

a) Prédateurs

La majorité des prédateurs (carnivores ou herbivores) n'ont pas d'effet limitant sur les populations de leurs proies car leur prédation concerne des individus en surnombre (Barbault, 2000). Cependant, certains prédateurs, comme les grands carnivores, ont **un rôle important de contrôle de l'abondance de leurs proies** qui favorise, d'une part, la **coexistence d'espèces** en compétition et d'autre part, le **maintien d'une forte productivité primaire** (dans le cas où les proies sont des herbivores).

b) Proies

De la même manière, certaines proies ont une importance toute particulière, quand elles représentent la **ressource principale de nombreuses espèces** de prédateurs ou d'une espèce de prédateur spécialisée (Dajoz, 1996). Elles peuvent permettre le **maintien des populations de prédateurs mais également d'autres espèces proies** moins prolifiques qui pourraient disparaître si elles étaient surconsommées (Barbault, 2000).

c) Mutualistes

Les espèces mutualistes sont des **espèces qui peuvent s'associer** à d'autres afin d'améliorer leur protection, leur nutrition ou leur reproduction (Dajoz, 1996). Cette association est bénéfique pour chacune des espèces. Ainsi, la pollinisation est un exemple de mutualisme. Concernant les vertébrés des Pyrénées, les espèces mutualistes peuvent être :

- des espèces impliquées dans la dispersion des graines ;
- des espèces qui se regroupent entre elles pour se nourrir ou pour limiter leur prédation.

d) Ingénieurs

Les « **ingénieurs de l'écosystème** » (Jones *et al.*, 1994) aussi appelés « modificateurs du milieu » (Barbault, 2000) sont des espèces qui, de par leur nature ou leurs actions, **modifient les conditions de leur environnement et la disponibilité en ressources** pour d'autres espèces. C'est par exemple le cas de la Marmotte dont les terriers constituent des gîtes pour de nombreuses autres espèces : « Il existe 110 espèces de Coléoptères dans les terriers de la marmotte des Alpes » (Dajoz, 1996).

Bilan :

La mise en place d'outils pratiques à partir de ces définitions théoriques, pose plusieurs problématiques. Les 4 types d'espèces « clé de voûte » considérés peuvent en partie se recouper et une même espèce peut correspondre à une ou plusieurs catégories. De plus, le concept d'espèce « clé de voûte » est souvent considéré comme distinct de celui d'espèce « ingénieur de l'écosystème ». Concernant les vertébrés des Pyrénées, les prédateurs-clé et proies-clé sont difficiles à identifier du fait d'un manque d'information à ce sujet et de la complexité des réseaux trophiques. A l'inverse, les espèces mutualistes et ingénieurs sont plus facilement identifiables mais peu d'espèces sont concernées, et toutes les espèces mutualistes n'ont pas un rôle lié au fonctionnement d'un écosystème. D'autre part, les proies-clé et mutualistes sont surtout représentés chez les espèces végétales et les invertébrés mais sont peu utilisés pour décrire des vertébrés. En conclusion, **il est compliqué d'évaluer le rôle écologique des espèces de vertébrés des Pyrénées à partir de ces 4 catégories.**

2) Conservation des espèces et des habitats

Certaines espèces ont un rôle écologique lié à la conservation des espèces et habitats. Il ne s'agit pas d'un rôle écologique intrinsèque, qui a un impact sur le fonctionnement des écosystèmes, mais d'un rôle d'usage pour les hommes, en biologie de la conservation. En effet, certaines espèces, de par leurs **exigences** ou leurs **particularités** peuvent être utilisées pour définir des priorités de gestion et de conservation. Trois types de rôles peuvent être pris en compte :

a) Espèce « parapluie »

Une espèce « parapluie », également appelé espèce « ombrelle » est une « espèce dont la protection induit de fait la protection d'autres espèces » (Primack *et al.*, 2012). Il s'agit d'espèces, avec des exigences écologiques particulières, dont la préservation des habitats bénéficie à d'autres espèces. Ces espèces peuvent donc aider à **prioriser des mesures de protection** (Pullin, 2002).

b) Espèce « sentinelle »

Une espèce sentinelle est une « espèce très sensible aux changements environnementaux, par exemple à la pollution, et dont l'état ou la dynamique sont utilisés comme indicateur précoce de ces changements. » (Primack *et al.*, 2012). Il s'agit d'espèces plus sensibles que les autres et qui répondent plus rapidement à des dégradations de leur écosystème. Le suivi d'une espèce, ou d'un groupe d'espèces « sentinelle », dont l'écologie est suffisamment connue, peut être une méthode efficace pour **suivre la qualité d'un écosystème** (Pullin, 2002).

c) Espèce emblématique

Une espèce emblématique est une « espèce présentant une certaine valeur culturelle ou symbolique » (Primack *et al.*, 2012). Il s'agit d'espèces ayant une réputation et une sympathie auprès du public qui facilitent la **communication et la sensibilisation autour des programmes de conservation** (Bioret *et al.*, 2009).

Bilan :

Parmi les vertébrés des Pyrénées, les espèces « parapluie » et « emblématique » peuvent être facilement identifiables. Au contraire, il est difficile d'identifier les espèces « sentinelle » du fait de d'un manque de connaissance sur l'écologie des espèces et les causes de régression des populations. Par exemple, toutes les espèces d'Amphibiens pourraient être considérées comme des espèces « sentinelle » sans qu'il soit possible de distinguer des espèces au rôle prépondérant par rapport à d'autres. Les espèces emblématiques sont des espèces identitaires, mais peuvent également être des espèces qui ont un rôle économique (agriculture, industrie, médecine), esthétique, récréatif, patrimonial. Ces rôles ne sont pas négligeables mais sont difficiles à évaluer car ils sont difficilement quantifiables et peuvent être subjectifs, même si la valeur patrimoniale de certaines espèces, comme l'Ours dans les Pyrénées, est certaine (Dajoz, 2008). **En conclusion, seuls les critères espèce « parapluie » et espèce emblématique seront retenus.**

2. Evaluation du critère de rôle écologique

Nous proposons d'évaluer le rôle écologique des vertébrés des Pyrénées à partir de 4 critères et en fonction des connaissances actuelles :

Critère espèce « clé de voûte » :

Est-ce que cette espèce a un impact connu sur la dynamique d'autres espèces ou d'habitats ?

Est-ce que la disparition de cette espèce causerait de forts impacts sur son écosystème ?

Est-ce que cette espèce représente un prédateur ou une proie essentielle au maintien d'autres espèces de son écosystème ?

Exemple : Geai des chênes (dispersion des graines)

Si l'espèce remplit ce critère, 1 point lui est attribué ; dans le cas contraire, aucun point n'est attribué.

Critère espèce « ingénieur » :

Est-ce que cette espèce modifie la structure ou la nature de son environnement ?

Est-ce que l'activité de cette espèce permet d'apporter des ressources à d'autres espèces ?

Exemple : Marmotte (terriers), Vautour fauve (nécrophage)

Si l'espèce remplit ce critère, 1 point lui est attribué ; dans le cas contraire, aucun point n'est attribué.

Critère espèce « parapluie » :

Est-ce que la conservation de cette espèce induit la conservation d'autres espèces ?

Est-ce que la conservation de cette espèce induit la conservation d'un habitat particulier ?

Exemple : Grand Tétras

Si l'espèce remplit ce critère, 1 point lui est attribué ; dans le cas contraire, aucun point n'est attribué.

Critère espèce « emblématique » :

Est-ce que cette espèce fait partir de l'histoire et la culture des Pyrénées ?

Est-ce que cette espèce est facilement identifiable par le public ?

Exemple : Isard

Si l'espèce remplit ce critère, 1 point lui est attribué ; dans le cas contraire, aucun point n'est attribué.

3. Résumé pratique du critère de rôle écologique

Critère n°6 : Rôle écologique

Définition :

« **Rôle écologique** » : importance de l'espèce pour le maintien d'un écosystème, d'un habitat ou d'autres espèces.

Méthode d'évaluation :

Pour l'évaluation patrimoniale, le rôle écologique a été rapporté à 4 critères :

Clé de voûte – noté sur 1 point

Ingénieur – noté sur 1 point

Parapluie – noté sur 1 point

Emblématique – noté sur 1 point

Outils disponible :

Quelques publications scientifiques

Critique :

Manque de bibliographie et donc attribution des points qui peut être subjective

4. Exemple de notation du critère de rôle écologique

Amphibiens

Salamandra salamandra

espèce emblématique : 1 point

Calotriton asper

espèce parapluie + espèce emblématique : 2 points

Reptiles

Vipera aspis

espèce emblématique : 1 point

Iberolacerta bonnali

espèce parapluie + espèce emblématique : 2 points

Oiseaux

Picus viridis

espèce ingénieuse : 1 point

Gyps fulvus

espèce clé de voûte + espèce emblématique : 2 points

Mammifères

Rupicapra pyrenaica

espèce emblématique : 1 point

Marmota marmota

espèce ingénieuse + espèce emblématique : 2 points

Critère 7. Sensibilité climatique

1. Définition du critère de sensibilité climatique

Le réchauffement climatique global est maintenant acté par l'ensemble de la communauté scientifique à travers le GIEC (Groupe Intergouvernementale sur l'Evolution du Climat). Les experts mettent en évidence la gravité des changements en cours et le rôle crucial des émissions de gaz à effet de serre. Les activités anthropiques en sont les causes principales. Ainsi, la teneur de l'air en gaz carbonique est passée de 280 ppm en 1750 à 379 ppm en 2005. Le quatrième rapport du GIEC, paru en 2007, nous donnait, par scénario d'émission, une fourchette et une meilleure estimation d'augmentation de température en 2100 (GIEC, 2007). Le scénario d'émission faible (B1) donnait une augmentation de la température de 1,1 à 2,9°C alors que le scénario fort (A1FI) la prévoit dans une fourchette 2,4 à 6,4 °C (*Ibidem*). Ces scénarios théoriques ne prenaient pas en compte la probabilité réelle de telle ou telle augmentation de température, ou de telle ou telle augmentation du niveau de la mer, etc., si on ne change pas de politique, évidemment. Le Massachusetts Institute of Technology (MIT) a mis en place une modélisation des probabilités du changement climatique de 1861 à 2100 (Sokolov *et al.*, 2009). Les résultats sont beaucoup plus inquiétants avec une valeur moyenne d'augmentation de 5,2°C entre 2091 et 2100 bien supérieurs à la valeur moyenne de 2,4 °C calculé en 2003 (*Ibidem*).

D'après l'observatoire pyrénéen du changement climatique, le réchauffement de + 1,1°C depuis 1900 dans le Sud-Ouest de la France et le massif des Pyrénées constaté par Météo France, a entraîné la remontée en altitude des espèces végétales de 3 mètres par an entre 1971 et 1993 et de plus de 64 mètres pour les espèces forestières (source INRA, 2008). D'après Météo France, une diminution de 15 jours d'enneigement entre 1971 et 2008 a été constatée en moyenne montagne sur le site d'Hospitalet, situé à 1400 m d'altitude. De la même manière, une diminution de 85% de la surface des glaciers pyrénéens depuis 1850 a été mesurée.

Les effets de ce changement climatique global sur les écosystèmes et la biodiversité sont déjà conséquents (Primack, 2012) :

- activités plus précoces au printemps ;
- changements dans l'aire de répartition des espèces ;
- déclin de populations.

Des études scientifiques prévoient que plus de 10% des espèces ne pourront pas survivre à une augmentation des températures. Ces espèces pourraient disparaître si elles ne sont pas capables de migrer ou de s'adapter (Jackson *et al.*, 2009 ; Post *et al.*, 2009). Les espèces ayant une distribution limitée et une faible capacité de dispersion sont particulièrement sensibles au changement climatique global, alors que d'autres espèces plus adaptées pourront se disperser.

Depuis quelques années, des modèles prédictifs sont mis en place afin de modéliser l'aire de répartition future des espèces selon différents scénarios climatologiques. Ces modèles peuvent être utilisés afin d'évaluer le degré de sensibilité des espèces et des espaces au changement climatique global.

D'après Aragón *et al.* (2010), l'aire de répartition des vertébrés ectothermes, représentés par les Amphibiens et Reptiles, est particulièrement influencée par le climat. Ce groupe d'espèces

sera particulièrement sensible au changement climatique global, d'autant plus que leurs capacités de dispersion sont en général limitées. Ce constat suggère que des mesures de protection et stratégies de conservation ciblées sur ce groupe devraient être mises en place.

Avec les conséquences du changement climatique global, de nombreux espaces protégés ne seront probablement plus en mesure de préserver les espèces qui y vivent actuellement (McClanahan *et al.*, 2008 ; Heller & Zavaleta, 2009 ; Mawdsley *et al.*, 2009 ; Araújo *et al.*, 2011b ; Assunção-Albuquerque *et al.*, 2012). Certains territoires, et notamment les sites avec d'importants gradients d'altitude et les vallées fluviales orientées Nord-sud, seront stratégiques pour permettre la conservation des espèces (Hannah, 2010). Ainsi, certains modèles prévoient une diminution globale de la richesse spécifique mais une augmentation locale dans des zones refuges de montagne, c'est le cas des Pyrénées pour les mammifères (Levinsky *et al.*, 2007).

Maiorano *et al.* (2013) montrent que les Pyrénées font partie des régions européennes exposées aux plus forts risques climatiques vis-à-vis des vertébrés terrestres (Fig.3). Compte tenu de la richesse en taxons endémiques, particulièrement pour les oiseaux nicheurs et les mammifères, et dans une moindre mesure, pour les amphibiens et les reptiles, les Pyrénées présente des enjeux importants en termes de conservation des vertébrés au niveau européen.

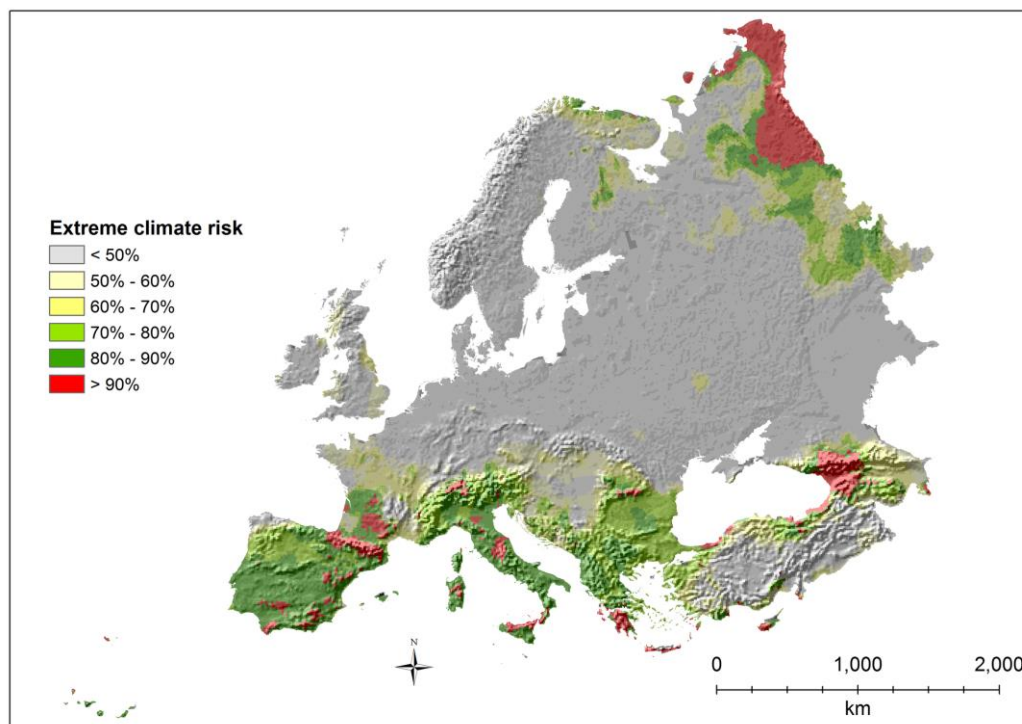


Figure 17. Risque d'exposition aux climats extrêmes (Maiorano *et al.*, 2013).

En Espagne, la distribution potentielle actuelle et future des espèces a été modélisée, selon 3 modèles régionaux du climat et deux types de scénarios de l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), à l'horizon 2100 (Araújo *et al.*, 2011). Cette étude montre que des espèces d'Amphibiens et de Reptiles auront probablement des réductions d'aire de répartition très importante, plus de 90 % d'ici à 2100 comme pour l'Euprocte des Pyrénées *Calotriton asper* ou la Vipère de Seoane *Vipera seoanei* et de 100 % comme pour la Grenouille des Pyrénées *Rana pyrenaica* et le Lézard pyrénéen de Bonnal *Iberolacerta bonnali* (*Ibidem*).

L'étude d'Araújo *et al.* (2011) réalisée en Espagne peut permettre d'évaluer la sensibilité climatique des vertébrés des Pyrénées.

2. Evaluation du critère de sensibilité climatique

Pour les Amphibiens, Mammifères et Reptiles, l'Atlas climatique des Vertébrés espagnols (Araújo *et al.*, 2011) a été utilisé en prenant en compte le pourcentage de contraction de la distribution potentielle actuelle de l'espèce noté APF (Area Potential Futur) (modèle climatique ECHAM4, scénario A2 et B2, période 2041-2070).

Cette modélisation a permis d'obtenir 4 catégories indiquant le degré d'affectation sur les espèces face au changement climatique dans le futur. Nous les avons notés de 1 à 4 de la manière suivante: 4 = perte de plus 70 % de l'aire potentielle ; 3 = perte de 30 à 70% ; 2 = perte < 30% et 1 = aucune perte (*Ibidem*).

Pour un certain nombre d'espèces, ces données espagnoles ont été pondérées avec d'autres études scientifiques car elles ne reflètent pas toujours les tendances climatiques à l'échelle de la France ou de l'Europe.

Pour les Mammifères dont la répartition est limitée au nord de l'Espagne mais qui s'étend plus au nord de l'Europe, des données complémentaires ont été prises en compte pour pondérer les données climatiques espagnoles :

Hof A.R., Jansson R., Nilsson C. (2012). Future Climate Change Will Favour Non-Specialist Mammals in the (Sub)Arctics. *PLoS ONE* 7(12): e52574.

En fonction des modélisations climatiques, les espèces y sont classées en 3 grands groupes (colonisateurs, gagnants et perdants).

Pour les Mammifères présents en Grande Bretagne, les données du rapport suivant, qui détaille les impacts probables en fonction de l'écologie de chaque espèce, ont été prises en compte :

Newman C. & Macdonald D.W. (2012) Terrestrial biodiversity climate change impacts report card technical paper. 2.The implications of climate change for terrestrial UK Mammals. 40 p.

Pour les Chiroptères, qui ne sont pas présentés dans l'Atlas climatique espagnol, une publication concernant les espèces européennes et nord-africaines a été utilisée :

Sherwin H.A., Montgomery W.I. & Lundy M.G. (2012). The impact and implications of climate change for bats. *Mammal Review*.

La sensibilité des Chiroptères au changement climatique y est déclinée selon 7 facteurs de risque : petite aire de répartition ; abris dans des grottes ou arbres ; frugivore ; stress hydrique ; grand disperseur ; nordique ou montagnard. La somme de ces 7 critères attribue un minimum de 0 point et un maximum de 4 points à chaque espèce.

Pour les Oiseaux, la sensibilité climatique a été évaluée d'après l'Atlas climatique des oiseaux nicheurs d'Europe, en utilisant l'indice d'évolution climatique de l'aire de distribution noté R. Cet indice est basé sur la proportion entre la modélisation de l'aire de répartition future de l'espèce (scénario « moyen » HadCM3, horizon fin 21^{ème} siècle) et la modélisation de son aire actuelle.

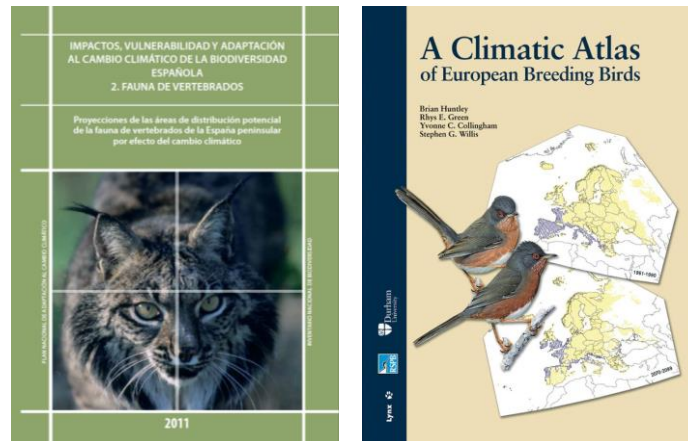


Figure 18. Outils utilisés pour obtenir des indices de sensibilité climatique chez les vertébrés espagnols et les oiseaux nicheurs d'Europe.

Certaines espèces comme le Desman des Pyrénées et le Calotriton des Pyrénées ont fait l'objet d'études spécifiques concernant les impacts prévus du changement climatique.

Pour le Desman des Pyrénées: Morueta-Holme N, Fløjgaard C, Svenning J-C (2010) Climate Change Risks and Conservation Implications for a Threatened Small-Range Mammal Species. *PLoS ONE* 5(4): e10360.

Pour le Calotriton des Pyrénées :

De Pous P., Montori A., Amat F., Sanuy D. (2015) Range contraction and loss of genetic variation of the Pyrenean endemic newt *Calotriton asper* due to climate change. *Regional Environmental Change*.

Pour la Marmotte :

Armitage K.B. (2013). Climate change and the conservation of marmots. *Natural Science* 5 : 36-43.

3. Résumé pratique du critère de sensibilité climatique

Critère n°7 : Sensibilité climatique

Définition :

« **Sensibilité climatique** » : prévision de déclin des populations dans un contexte de changement climatique global

Méthode d'évaluation :

Pour l'évaluation patrimoniale, la sensibilité climatique a été évaluée, principalement à partir de l'**atlas climatique des vertébrés espagnols** (indice APF) (Araújo *et al.*, 2011).

Pour certaines espèces, une **bibliographie complémentaire** a dû être prise en compte : Sherwin *et al.*, 2012 pour Chiroptères ; Hof *et al.*, 2012 pour avoir les tendances des espèces sub-arctiques...

Pour les Oiseaux, l'**atlas climatique des oiseaux nicheurs européens** a été utilisé avec l'utilisation de l'indice d'évolution climatique de l'aire de distribution (R).

Outils disponibles :

Atlas climatique des vertébrés d'Espagne (Araújo *et al.*, 2011)

Atlas climatique des oiseaux nicheurs d'Europe (Huntley *et al.*, 2007)

Autre bibliographie sur des modélisations climatiques ainsi que sur l'écologie et la biogéographie des populations (ajustement au contexte France/Pyrénées)

Critique :

Données hétérogènes, manque une modélisation globale sur les vertébrés à l'échelle de l'Europe

4. Exemple de notation du critère de sensibilité climatique

Reptiles

Iberolacerta bonnali

APF_{A2} = -100 (Araújo *et al.*, 2011)

APF_{B2} = -100 (Araújo *et al.*, 2011)

APF_{moy} = -100% → **4 points**

Oiseaux

Gyps fulvus

R = 0,38 → **3 points**

Tetrao urogallus

R = 0 → **4 points**

Neophron percnopterus

R = 0,97 → **1 point**

Mammifères

Rupicapra pyrenaica

APF_{A2} = - 99 (Araújo *et al.*, 2011)

APF_{B2} = - 100 (Araújo *et al.*, 2011)

APF_{moy} = -99,5% → **4 points**

Critère 8. Responsabilité nationale

1. Définition du critère de responsabilité nationale

La responsabilité nationale a été identifiée comme un critère important pour établir des priorités en matière de conservation des espèces (Schmeller *et al.*, 2008).

Ce critère a déjà été utilisé pour définir des priorités de conservation sur les oiseaux de France avec les catégories CMAP (Rocamora et Yeatman-Berthelot, 1999). Cette méthode utilise le pourcentage de la population européenne qui se situe en France afin de traduire la responsabilité de ce pays.

Keller et Bollmann (2004) ont également proposé une méthode de priorisation des enjeux de conservation concernant les oiseaux nicheurs d'Europe prenant en compte la responsabilité nationale. Leur méthode est basée sur une comparaison de la proportion de la surface du pays en Europe avec la proportion des effectifs d'une espèce. Ainsi, la surface de la France représente approximativement 6,3% de la surface de l'Europe. Si une espèce est répartie de manière homogène en Europe, on peut s'attendre à ce que la France héberge 6,3% de la population européenne. Pour les espèces dont la proportion des effectifs est largement supérieure à 6,3%, la France aurait une forte responsabilité nationale.

Schmeller *et al.* (2008) ont appliqué une méthode de priorisation des enjeux de conservation sur des pays de différentes tailles et soulignent des contraintes concernant la disponibilité des données. Leur méthode utilise les cartes de répartition des espèces qui sont les données les plus facilement disponibles.

Pour les oiseaux, des estimations des effectifs européens et français actualisés sont disponibles, ce qui n'est pas le cas pour l'ensemble des espèces de Mammifères, Reptiles et Amphibiens. En revanche, les surfaces des aires de répartition mondiales et françaises sont disponibles pour l'ensemble des Vertébrés terrestres.

2. Evaluation du critère de responsabilité nationale

Afin d'évaluer le critère de responsabilité nationale, nous proposons de prendre en compte la proportion de l'aire de répartition mondiale qui se situe en France :

$$RN = \frac{\text{surface de l'aire de répartition en France}}{\text{surface de l'aire de répartition mondiale}}$$

Pour cela, il est nécessaire d'obtenir des données de répartition mondiale et des données de répartition nationale qui soient comparables. Les outils disponibles n'étant pas les mêmes pour les différents groupes taxonomiques, plusieurs méthodes de calculs sont utilisées :

Pour les Mammifères et les Amphibiens (Urodèles et Anoures), des données spatiales de répartition sont téléchargeables sur le site de l'UICN. Ainsi, le pourcentage de l'aire de répartition en France peut être calculé avec un logiciel cartographie SIG.

L'UICN dispose de données de répartition mondiales pour l'ensemble des espèces de vertébrés. Une étude de l'impact du changement climatique sur les vertébrés terrestres d'Europe (Maiorano *et al.*, 2013) a été utilisée car elle présente, en annexe, un tableau avec les aires de répartition mondiales et européennes (en km²) de toutes les espèces de vertébrés terrestres d'Europe (source UICN).

Concernant les aires de répartition françaises, des Atlas sont utilisés afin d'obtenir le nombre de mailles en France. Ce nombre de mailles est ensuite converti en surface (km²).

Pour les sous-espèces qui ne sont pas prises en compte par les Atlas et l'UICN, le nombre de mailles en France et dans le monde a été compté sur les Atlas européens en prenant en compte la répartition connue de ces sous-espèces dans les publications.

Le pourcentage de l'aire de répartition qui se situe en France est divisé 5 catégories :

- 0-20% : 0 point
- 21-40% : 1 point
- 41-60% : 2 points
- 61-80% : 3 points
- 81-100% : 4 points

3. Résumé pratique du critère de responsabilité nationale

Critère n°8 : Responsabilité nationale

Définition :

« **Responsabilité nationale** » : espèces qui dépendent en grande partie de la France pour leur conservation car une grande proportion de leur aire de répartition se situe en France

Méthode d'évaluation :

$$RN = \frac{\text{surface de l'aire de répartition en France (km}^2 \text{ ou nombre de mailles)}}{\text{surface de l'aire de répartition mondiale (km}^2 \text{ ou nombre de mailles)}}$$

- 0-20% : 0 point
- 21-40% : 1 point
- 41-60% : 2 points
- 61-80% : 3 points
- 81-100% : 4 points

Outils disponibles :

Atlas de répartitions (nombre de mailles)
Données UICN (km²)

Critique :

Pas de prise en compte des effectifs des populations

4. Exemple de notation du critère de responsabilité nationale

Amphibiens

Calotriton asper

82% de l'aire de répartition en France → **4 points**

Reptiles

Vipera aspis subsp. *zinnikeri*

33 mailles France / 64 mailles monde = 52% → **2 points**

Oiseaux

Tetrao urogallus subsp. *aquitanicus*

10 mailles France / 24 mailles monde = 42% → **2 points**

Mammifères

Arvicola sapidus

63 % de l'aire de répartition en France → **3 points**

Résultat de l'évaluation patrimoniale des Vertébrés du Parc National des Pyrénées

1. Evaluation patrimoniale des espèces d'Amphibiens

Parmi les espèces d'Amphibiens du Parc National des Pyrénées, le **Calotriton des Pyrénées** *Calotriton asper* obtient le score le plus élevé, du fait de son endémicité, de sa rareté géographique, de sa vulnérabilité démographique, de sa sensibilité climatique et de la responsabilité nationale.

La **Grenouille des Pyrénées** *Rana pyrenaica*, la **Salamandre tachetée fastueuse** *Salamandra salamandra* subsp. *fastuosa* et la **Grenouille rousse du Canigou** *Rana temporaria* subsp. *canigonensis* obtiennent également un score élevé du fait de leur endémicité, de leur rareté géographique et de leur sensibilité climatique.

D'autres espèces d'Amphibiens, bien que n'étant pas des endémiques Pyrénéo-cantabriques, montrent un fort enjeu de conservation.

Le **Triton marbré** est une espèce avec une aire de répartition restreinte, une forte sensibilité climatique et une responsabilité nationale pour sa conservation.

Le **Crapaud accoucheur** est une espèce avec une aire de répartition restreinte, présentant un fort intérêt phylogénétique et une sensibilité climatique élevée.

D'après cette étude, les autres taxons d'Amphibiens du Parc National des Pyrénées présentent un enjeu de conservation moins élevé, bien que certains aient une aire de répartition limitée et une forte sensibilité climatique, comme le Triton palmé *Lissotriton helveticus* et le Crapaud épineux *Bufo bufo* subsp. *spinosus*.

Il est également à noter que la Salamandre tachetée *Salamandra salamandra* a une vulnérabilité démographique élevée.

Amphibiens



Taxon	Endémicité Pyreneo-cantabrique	Rareté géographique	Intérêt phylogénétique	Niveau de régression	Vulnérabilité démographique	Rôle écologique	Sensibilité climatique	Responsabilité nationale	TOTAL
<i>Calotriton asper</i>	4,00	4,00	2,00	1,00	4,00	2,00	4,00	4,00	25,00
<i>Rana pyrenaica</i>	4,00	4,00	0,33	3,00	1,00	2,00	4,00	0,00	18,33
<i>Salamandra salamandra</i> subsp. <i>fastuosa</i>	4,00	4,00	1,00	0,00	3,00	1,00	3,00	1,00	17,00
<i>Rana temporaria</i> subsp. <i>canigonensis</i>	4,00	4,00	0,33	0,00	1,00	1,00	4,00	2,00	16,33
<i>Triturus marmoratus</i>	0,00	4,00	0,67	0,00	2,00	1,00	4,00	3,00	14,67
<i>Alytes obstetricans</i>	0,00	3,00	3,33	0,00	0,00	2,00	4,00	2,00	14,33
<i>Lissotriton helveticus</i>	0,00	3,00	0,67	0,00	1,00	1,00	4,00	2,00	11,67
<i>Salamandra salamandra</i>	0,00	2,00	1,00	0,00	3,00	1,00	3,00	1,00	11,00
<i>Salamandra salamandra</i> subsp. <i>terrestris</i>	0,00	2,00	1,00	0,00	3,00	1,00	3,00	1,00	11,00
<i>Hyla meridionalis</i>	0,00	4,00	0,67	0,00	1,00	1,00	2,00	1,00	9,67
<i>Bufo calamita</i>	0,00	2,00	0,67	0,00	2,00	1,00	3,00	0,00	8,67
<i>Bufo bufo</i> subsp. <i>spinosus</i>	0,00	3,00	0,67	0,00	1,00	0,00	3,00	1,00	8,67
<i>Rana dalmatina</i>	0,00	2,00	0,33	0,00	1,00	0,00	4,00	1,00	8,33
<i>Pelophylax perezi</i>	0,00	3,00	0,33	0,17	1,00	1,00	1,00	1,00	7,50
<i>Rana temporaria</i>	0,00	0,00	0,33	0,00	1,00	1,00	4,00	0,00	6,33
<i>Pelophylax ridibundus</i>	0,00	1,00	0,33	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	4,33

Tableau VI. Evaluation patrimoniale des taxons d'Amphibiens du Parc National des Pyrénées (chaque critère est noté entre 0 et 4 points, le score total est la somme des critères).

2. Evaluation patrimoniale des espèces de Reptiles

Parmi les espèces de Reptiles du Parc National des Pyrénées, le **Lézard de Bonnal** *Iberolacerta bonnali* est celle qui présente le plus fort enjeu de conservation, du fait de son endémicité, de sa rareté géographique et de sa sensibilité climatique.

Le **Lézard vivipare de Lantz** *Zootoca vivipara* subsp. *louislantzi* et la **Vipère aspic de Zinniker** *Vipera aspis* subsp. *zinnikeri* sont des sous-espèces endémiques avec extension qui ont une aire de répartition restreinte et une sensibilité climatique élevée.

En dehors des trois espèces citées ci-dessus, les autres espèces de Reptiles du Parc National des Pyrénées obtiennent des scores assez proches.

La **Couleuvre d'Esculape** *Zamenis longissimus* a une aire de répartition restreinte et une forte sensibilité climatique.

L'**Orvet fragile** *Anguis fragilis* a un intérêt phylogénétique élevé, une vulnérabilité démographique et une sensibilité climatique élevée.

Les Couleuvres du genre *Natrix* présentent un intérêt phylogénétique et ont une vulnérabilité démographique. La **Couleuvre vipérine** *Natrix maura* a également une aire de répartition restreinte.

Le **Lézard vert occidental**, *Lacerta bilineata* a une aire de répartition limitée dont une grande partie se situe en France.

La **Coronelle lisse** *Coronella austriaca* a une sensibilité climatique élevée et la **Coronelle girondine** *Coronella girondica* a une aire de répartition restreinte.



Reptiles

Taxon	Endémicité Pyreneo-cantabrique	Rareté géographique	Intérêt génétique	Niveau de régression	Vulnérabilité démographique	Rôle écologique	Sensibilité climatique	Responsabilité nationale	TOTAL
<i>Iberolacerta bonnali</i>	4,00	4,00	0,00	1,33	2,00	2,00	4,00	2,00	19,33
<i>Zootoca vivipara</i> subsp. <i>louislantzi</i>	2,00	4,00	2,50	0,00	1,00	0,00	4,00	2,00	15,50
<i>Vipera aspis</i> subsp. <i>zinnikeri</i>	2,00	4,00	1,00	0,00	2,00	1,00	3,00	2,00	15,00
<i>Zamenis longissimus</i>	0,00	3,00	1,50	0,00	2,00	0,00	4,00	1,00	11,50
<i>Anguis fragilis</i>	0,00	0,00	3,00	0,00	3,00	1,00	3,00	0,00	10,00
<i>Vipera aspis</i>	0,00	3,00	1,00	0,00	2,00	1,00	1,00	2,00	10,00
<i>Natrix maura</i>	0,00	3,00	2,50	0,00	3,00	0,00	0,00	1,00	9,50
<i>Hierophis viridiflavus</i>	0,00	3,00	1,50	0,00	2,00	0,00	1,00	2,00	9,50
<i>Lacerta bilineata</i>	0,00	3,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00	3,00	9,00
<i>Zootoca vivipara</i>	0,00	1,00	2,50	0,00	1,00	0,00	4,00	0,00	8,50
<i>Coronella austriaca</i>	0,00	1,00	1,50	0,00	2,00	0,00	4,00	0,00	8,50
<i>Coronella girondica</i>	0,00	3,00	1,50	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00	8,50
<i>Podarcis liolepis</i> subsp. <i>sebastiani</i>	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	8,00
<i>Podarcis muralis</i> subsp. <i>brongniardii</i>	0,00	2,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00	3,00	8,00
<i>Podarcis liolepis</i>	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	6,00
<i>Podarcis muralis</i>	0,00	2,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00	1,00	6,00
<i>Natrix natrix</i>	0,00	0,00	2,50	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	5,50

Tableau VII. Evaluation patrimoniale des taxons de Reptiles du Parc National des Pyrénées (chaque critère est noté entre 0 et 4 points, le score total est la somme des critères).

3. Evaluation patrimoniale des espèces d'Oiseaux

Parmi les Oiseaux du Parc National des Pyrénées, le **Grand Tétras** *Tetrao urogallus* subsp. *aquitanicus* et le **Lagopède des Pyrénées** *Lagopus mutus* subsp. *pyrenaicus* sont ceux qui obtiennent les scores les plus élevés, du fait de leur endémicité, de leur aire de répartition restreinte et de leur forte sensibilité climatique.

Le **Gypaète barbu** *Gypaetus barbatus*, le **Vautour percnoptère** *Neophron percnopterus* et le **Vautour fauve** *Gyps fulvus* ont une aire de répartition restreinte en Europe et une forte vulnérabilité démographique. Le Gypaète barbu et le Vautour percnoptère présentent également un intérêt phylogénétique et ce dernier a un niveau de régression marqué.

D'autres espèces présentent également une vulnérabilité démographique importante : l'**Aigle royal** *Aquila chrysaetos*, l'**Aigle botté** *Hieraetus pennatus*, le **Circaète Jean-le-Blanc** *Circaetus gallicus*, la **Bondrée apivore** *Pernis apivorus* et le **Grand-duc d'Europe** *Bubo bubo*. Parmi ces espèces, l'Aigle royal, l'Aigle botté et le Circaète Jean-le-Blanc ont une répartition limitée en Europe. Cependant, l'Aigle royal en dehors du paléarctique occidental niche aussi dans une grande partie de l'Asie (Génsbøl, 2005). L'Aigle botté niche jusqu'en Mandchourie, dans une étroite bande géographique (*Ibidem*). Le Circaète Jean-le-Blanc, quant à lui, niche jusqu'en Russie et en Inde. En revanche, la Bondrée apivore a une aire de répartition mondiale plus restreinte que les espèces précédentes (*Ibidem*).

Le **Pic à dos blanc** *Dendrocopos leucotos* subsp. *lilfordi*, le **Milan royal** *Milvus milvus* et le **Crave à bec rouge** *Pyrrhocorax pyrrhocorax* ont une aire de répartition limitée et une sensibilité climatique élevée.

La **Perdrix grise des Pyrénées** *Perdix perdix* subsp. *hispaniensis* a une aire de répartition en grande partie limitée aux Pyrénées-cantabriques.

Le **Roitelet à triple bandeau** *Regulus ignicapilla*, la **Chouette de Tengmalm** *Aegolius funereus*, le **Tichodrome échelette** *Tichodroma muraria* et le **Cincle plongeur** *Cinclus cinclus* sont des espèces qui ont un intérêt phylogénétique élevé et une aire de répartition limitée.

D'autres taxons se distinguent par une aire de répartition particulièrement restreinte en Europe : la **Perdrix rouge** *Alectoris rufa* ; le **Venturon montagnard** *Carduelis citrinella* ; le **Moineau soulcie** *Petronia petronia* ; le **Chocard à bec jaune** *Pyrrhocorax graculus* ; le **Bouvreuil pivoine ibérique** *Pyrrhula pyrrhula* subsp. *iberiae* ; le **Pic de Sharpe** *Picus viridis* subsp. *sharpei* ; l'**Hypolaïs polyglotte** *Hippolais polyglotta* ; la **Niverolle alpine** *Montifringilla nivalis* ; l'**Accenteur alpin** *Prunella collaris* ; le **Merle à plastron** *Turdus torquatus* ; la **Bouscarle de Cetti** *Cettia cetti* ; le **Pipit spioncelle** *Anthus spinoletta* ; le **Monticole de roche** *Monticola saxatilis* et le **Pouillot de Bonelli** *Phylloscopus bonelli*.

Plusieurs espèces, bien qu'ayant une aire de répartition plus étendue, ont une sensibilité climatique élevée : le **Roitelet huppé** *Regulus regulus* ; le **Busard Saint-Martin** *Circus cyaneus* ; la **Mésange nonnette** *Parus palustris* ; la **Bécasse des bois** *Scolopax rusticola* ; le **Bec-croisé des sapins** *Loxia curvirostra* ; le **Tarin des aulnes** *Carduelis spinus* ; le **Tarier des prés** *Saxicola rubetra* et la **Fauvette des jardins** *Sylvia borin*.

Oiseaux (1)



Taxon	Endémicité pyrénéo-cantabrique	Rareté géographique	Intérêt phylogénétique	Niveau de régression	Vulnérabilité démographique	Rôle écologique	Sensibilité climatique	Responsabilité nationale	TOTAL
<i>Lagopus mutus</i> subsp. <i>pyrenaicus</i>	4,00	4,00	1,00	0,50	0,00	1,00	4,00	3,00	17,50
<i>Tetrao urogallus</i> subsp. <i>aquitanicus</i>	4,00	4,00	0,67	0,33	0,00	2,00	4,00	2,00	17,00
<i>Gypaetus barbatus</i>	0,00	4,00	2,67	1,67	4,00	1,00	3,00	0,00	16,33
<i>Neophron percnopterus</i>	0,00	4,00	2,67	3,00	4,00	1,00	1,00	0,00	15,67
<i>Gyps fulvus</i>	0,00	4,00	1,00	0,00	4,00	2,00	3,00	0,00	14,00
<i>Dendrocopos leucotos</i> subsp. <i>lilfordi</i>	0,00	4,00	0,33	0,33	0,00	2,00	3,00	1,00	10,66
<i>Perdix perdix</i> subsp. <i>hispaniensis</i>	2,00	4,00	1,00	0,33	0,00	1,00	1,00	1,00	10,33
<i>Aquila chrysaetos</i>	0,00	3,00	1,00	0,33	3,00	1,00	2,00	0,00	10,33
<i>Milvus milvus</i>	0,00	4,00	1,00	0,33	1,00	1,00	3,00	0,00	10,33
<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>	0,00	4,00	1,33	0,00	2,00	0,00	3,00	0,00	10,33
<i>Hieraetus pennatus</i>	0,00	3,00	1,00	0,33	3,00	0,00	2,00	0,00	9,33
<i>Circaetus gallicus</i>	0,00	3,00	1,33	0,00	4,00	0,00	1,00	0,00	9,33
<i>Regulus ignicapilla</i>	0,00	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00	2,00	1,00	9,00
<i>Pernis apivorus</i>	0,00	2,00	1,67	0,00	3,00	0,00	2,00	0,00	8,67
<i>Bubo bubo</i>	0,00	2,00	1,67	0,00	3,00	0,00	2,00	0,00	8,67
<i>Aegolius funereus</i>	0,00	3,00	2,67	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	8,67
<i>Lagopus mutus</i>	0,00	3,00	1,00	0,50	0,00	1,00	3,00	0,00	8,50
<i>Tichodroma muraria</i>	0,00	4,00	3,33	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	8,33
<i>Alectoris rufa</i>	0,00	4,00	0,33	0,00	0,00	1,00	2,00	1,00	8,33
<i>Tetrao urogallus</i>	0,00	2,00	0,67	0,33	0,00	2,00	3,00	0,00	8,00
<i>Carduelis citrinella</i>	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	1,00	8,00
<i>Petronia petronia</i>	0,00	4,00	1,67	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	7,67
<i>Cinclus cinclus</i>	0,00	3,00	2,67	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	7,67
<i>Pyrrhocorax graculus</i>	0,00	4,00	1,33	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	7,33

Tableau VIII (1). Evaluation patrimoniale des taxons des Oiseaux du Parc National des Pyrénées (chaque critère est noté entre 0 et 4 points, le score total est la somme des critères).

Oiseaux (2)



Taxon	Endémicité pyrénéo-cantabrique	Rareté géographique	Intérêt phylogénétique	Niveau de régression	Vulnérabilité démographique	Rôle écologique	Sensibilité climatique	Responsabilité nationale	TOTAL
<i>Pyrrhula pyrrhula</i> subsp. <i>iberiae</i>	0,00	4,00	0,67	0,33	0,00	0,00	2,00	0,00	7,00
<i>Tachymarptis melba</i>	0,00	3,00	2,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	7,00
<i>Streptopelia decaocto</i>	0,00	1,00	2,00	0,00	3,00	0,00	1,00	0,00	7,00
<i>Regulus regulus</i>	0,00	1,00	3,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	7,00
<i>Tyto alba</i>	0,00	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	7,00
<i>Upupa epops</i>	0,00	2,00	4,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	7,00
<i>Dendrocopos leucotos</i>	0,00	3,00	0,33	0,33	0,00	1,00	2,00	0,00	6,67
<i>Picus viridis</i> subsp. <i>sharpei</i>	0,00	4,00	0,67	0,33	0,00	1,00	1,00	0,00	7,00
<i>Hippolais polyglotta</i>	0,00	4,00	0,67	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	6,67
<i>Circus cyaneus</i>	0,00	2,00	0,67	0,00	1,00	0,00	3,00	0,00	6,67
<i>Dendrocopos medius</i>	0,00	3,00	0,33	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	6,33
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	0,00	2,00	3,33	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	6,33
<i>Falco peregrinus</i>	0,00	3,00	1,33	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	6,33
<i>Parus palustris</i>	0,00	2,00	1,33	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	6,33
<i>Montifringilla nivalis</i>	0,00	4,00	1,33	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	6,33
<i>Actitis hypoleucos</i>	0,00	1,00	2,00	0,00	1,00	0,00	2,00	0,00	6,00
<i>Scolopax rusticola</i>	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	3,00	0,00	6,00
<i>Buteo buteo</i>	0,00	1,00	1,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00	6,00
<i>Milvus migrans</i>	0,00	2,00	1,00	0,00	1,00	0,00	2,00	0,00	6,00
<i>Certhia brachydactyla</i>	0,00	3,00	2,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	6,00
<i>Certhia familiaris</i>	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	6,00
<i>Prunella collaris</i>	0,00	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00
<i>Dryocopus martius</i>	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	6,00

Tableau VIII (2). Evaluation patrimoniale des taxons des Oiseaux du Parc National des Pyrénées (chaque critère est noté entre 0 et 4 points, le score total est la somme des critères).

Oiseaux (3)



Taxon	Endémicité pyrénéo-cantabrique	Rareté géographique	Intérêt phylogénétique	Niveau de régression	Vulnérabilité démographique	Rôle écologique	Sensibilité climatique	Responsabilité nationale	TOTAL
<i>Turdus torquatus</i>	0,00	4,00	0,67	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	5,67
<i>Loxia curvirostra</i>	0,00	2,00	0,67	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	5,67
<i>Athene noctua</i>	0,00	2,00	2,67	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	5,67
<i>Sitta europaea</i>	0,00	1,00	2,33	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	5,33
<i>Falco subbuteo</i>	0,00	1,00	1,33	0,00	1,00	0,00	2,00	0,00	5,33
<i>Turdus viscivorus</i>	0,00	2,00	1,33	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	5,33
<i>Parus cristatus</i>	0,00	2,00	1,33	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	5,33
<i>Carduelis spinus</i>	0,00	2,00	0,00	0,17	0,00	0,00	3,00	0,00	5,17
<i>Jynx torquilla</i>	0,00	1,00	2,00	0,17	0,00	0,00	2,00	0,00	5,17
<i>Saxicola rubetra</i>	0,00	1,00	0,67	0,33	0,00	0,00	3,00	0,00	5,00
<i>Apus apus</i>	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00	5,00
<i>Alcedo atthis</i>	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	5,00
<i>Accipiter gentilis</i>	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	2,00	0,00	5,00
<i>Perdix perdix</i>	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	5,00
<i>Aegithalos caudatus</i>	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	5,00
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	5,00
<i>Prunella modularis</i>	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	5,00
<i>Cettia cetti</i>	0,00	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00
<i>Caprimulgus europaeus</i>	0,00	1,00	1,67	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	4,67
<i>Asio otus</i>	0,00	1,00	1,67	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	4,67
<i>Otus scops</i>	0,00	3,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,67
<i>Picus viridis</i>	0,00	2,00	0,67	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	4,67
<i>Emberiza cirius</i>	0,00	3,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	4,67
<i>Streptopelia turtur</i>	0,00	1,00	2,00	0,67	0,00	0,00	1,00	0,00	4,67

Tableau VIII (3). Evaluation patrimoniale des taxons des Oiseaux du Parc National des Pyrénées (chaque critère est noté entre 0 et 4 points, le score total est la somme des critères).

Oiseaux (4)



Taxon	Endémicité pyrénéo-cantabrique	Rareté géographique	Intérêt phylogénétique	Niveau de régression	Vulnérabilité démographique	Rôle écologique	Sensibilité climatique	Responsabilité nationale	TOTAL
<i>Parus ater</i>	0,00	1,00	1,33	0,17	0,00	0,00	2,00	0,00	4,50
<i>Anthus spinoletta</i>	0,00	4,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,33
<i>Monticola saxatilis</i>	0,00	4,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,33
<i>Turdus philomelos</i>	0,00	1,00	1,33	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	4,33
<i>Sylvia borin</i>	0,00	1,00	0,33	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	4,33
<i>Dendrocopos major</i>	0,00	1,00	0,33	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	4,33
<i>Dendrocopos minor</i>	0,00	1,00	0,33	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	4,33
<i>Emberiza calandra</i>	0,00	2,00	1,00	0,17	0,00	0,00	1,00	0,00	4,17
<i>Emberiza hortulana</i>	0,00	2,00	0,67	0,33	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	0,00	1,00	0,67	0,33	0,00	0,00	2,00	0,00	4,00
<i>Charadrius dubius</i>	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	4,00
<i>Columba palumbus</i>	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	4,00
<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	0,00	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00
<i>Motacilla cinerea</i>	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
<i>Sturnus vulgaris</i>	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	4,00
<i>Phylloscopus bonelli</i>	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00
<i>Strix aluco</i>	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
<i>Emberiza citrinella</i>	0,00	1,00	0,67	0,17	0,00	0,00	2,00	0,00	3,83
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	0,00	1,00	0,33	0,33	0,00	0,00	2,00	0,00	3,67
<i>Erithacus rubecula</i>	0,00	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	3,67
<i>Troglodytes troglodytes</i>	0,00	1,00	1,67	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	3,67
<i>Accipiter nisus</i>	0,00	1,00	0,67	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	3,67
<i>Emberiza cia</i>	0,00	3,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,67

Tableau VIII (4). Evaluation patrimoniale des taxons des Oiseaux du Parc National des Pyrénées (chaque critère est noté entre 0 et 4 points, le score total est la somme des critères).

Oiseaux (5)



Taxon	Endémicité pyrénéo-cantabrique	Rareté géographique	Intérêt phylogénétique	Niveau de régression	Vulnérabilité démographique	Rôle écologique	Sensibilité climatique	Responsabilité nationale	TOTAL
<i>Muscicapa striata</i>	0,00	0,00	1,00	0,33	0,00	0,00	2,00	0,00	3,33
<i>Cuculus canorus</i>	0,00	0,00	2,33	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	3,33
<i>Phoenicurus ochruros</i>	0,00	2,00	0,33	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	3,33
<i>Saxicola torquatus</i>	0,00	2,00	0,33	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	3,33
<i>Gallinula chloropus</i>	0,00	1,00	1,33	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	3,33
<i>Anthus trivialis</i>	0,00	1,00	0,33	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	3,33
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	0,00	1,00	0,33	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	3,33
<i>Parus caeruleus</i>	0,00	1,00	1,33	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	3,33
<i>Corvus corax</i>	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	3,00
<i>Serinus serinus</i>	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	3,00
<i>Lanius collurio</i>	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	3,00
<i>Motacilla alba</i>	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	3,00
<i>Phylloscopus collybita</i>	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	3,00
<i>Anas platyrhynchos</i>	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	2,67
<i>Coturnix coturnix</i>	0,00	1,00	0,67	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2,67
<i>Alauda arvensis</i>	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	2,67
<i>Pica pica</i>	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	2,67
<i>Luscinia megarhynchos</i>	0,00	2,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,67
<i>Carduelis cannabina</i>	0,00	1,00	0,00	0,33	0,00	0,00	1,00	0,00	2,33
<i>Passer domesticus</i>	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	2,33
<i>Falco tinnunculus</i>	0,00	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2,33
<i>Fringilla coelebs</i>	0,00	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2,33
<i>Parus major</i>	0,00	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2,33
<i>Sylvia atricapilla</i>	0,00	1,00	0,33	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2,33
<i>Oenanthe oenanthe</i>	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	2,00	0,00	2,17

Tableau VIII (5). Evaluation patrimoniale des taxons des Oiseaux du Parc National des Pyrénées (chaque critère est noté entre 0 et 4 points, le score total est la somme des critères).

Oiseaux (6)



Taxon	Endémicité pyrénéo-cantabrique	Rareté géographique	Intérêt phylogénétique	Niveau de régression	Vulnérabilité démographique	Rôle écologique	Sensibilité climatique	Responsabilité nationale	TOTAL
<i>Corvus corone</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	2,00
<i>Garrulus glandarius</i>	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00
<i>Carduelis carduelis</i>	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00
<i>Carduelis chloris</i>	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00
<i>Delichon urbicum</i>	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00
<i>Turdus merula</i>	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00
<i>Hirundo rustica</i>	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,67
<i>Leiothrix lutea</i>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<i>Phasianus colchicus</i>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

Tableau VIII (6). Evaluation patrimoniale des taxons des Oiseaux du Parc National des Pyrénées (chaque critère est noté entre 0 et 4 points, le score total est la somme des critères).

4. Evaluation patrimoniale des espèces de Mammifères

Parmi les Mammifères du Parc National des Pyrénées, l'**Isard** *Rupicapra pyrenaica* subsp. *pyrenaica* obtient le score le plus élevé du fait de son endémicité, de sa rareté géographique et de sa sensibilité climatique.

L'**Ours brun** *Ursus arctos* et le **Desman des Pyrénées** *Galemys pyrenaicus* ont une aire de répartition restreinte, un intérêt phylogénétique et une sensibilité climatique élevée. L'Ours brun possède également une importante vulnérabilité démographique.

Plusieurs espèces présentent à la fois une aire de répartition limitée et une sensibilité climatique élevée : le **Bouquetin ibérique** *Capra pyrenaica* subsp. *victoriae*, la **Marmotte** *Marmota marmota*, le **Campagnol amphibie** *Arvicola sapidus* et le **Rhinolophe euryale** *Rhinolophus euryale*, le **Campagnol des Pyrénées** *Microtus gerbei*, le **Minioptère de Schreibers** *Miniopterus schreibersii*, le **Grand Rhinolophe** *Rhinolophus ferrumequinum*, l'**Oreillard montagnard** *Plecotus macrobullaris*, la **Barbastelle** *Barbastella barbastellus*, la **Grande Noctule** *Nyctalus lasiopterus*, le **Murin de Bechstein** *Myotis bechsteinii*, la **Musaraigne couronnée** *Sorex coronatus*, le **Chat sauvage** *Felis silvestris*, le **Campagnol des neiges** *Chionomys nivalis*, le **Lérot** *Eliomys quercinus*, le **Loir gris** *Glis glis*, le **Campagnol fouisseur** *Arvicola scherman*, le **Campagnol basque** *Microtus lusitanicus*, la **Crossope de Miller** *Neomys anomalus*, l'**Oreillard gris** *Plecotus austriacus* et le **Murin à oreilles échancrées** *Myotis emarginatus*.

Parmi ces espèces, certaines se détachent : le Bouquetin ibérique et la Marmotte présentent une certaine vulnérabilité démographique et une responsabilité nationale. Le Campagnol amphibie et le Campagnol des Pyrénées représentent un enjeu national fort. Le Rhinolophe euryale et le Grand Rhinolophe présentent une vulnérabilité démographique élevée. Le Minioptère de Schreibers représente un intérêt phylogénétique important.

Le **Lapin de Garenne** *Oryctolagus cuniculus* est une espèce ingénieuse à fort intérêt phylogénétique, dont l'aire de répartition relativement restreinte en fait un enjeu de conservation au niveau national.

La **Genette commune** *Genetta genetta* avec une aire de répartition restreinte en Europe et une importante vulnérabilité démographique.

Le **Petit Rhinolophe** *Rhinolophus hipposideros* a une aire de répartition limitée et une certaine vulnérabilité démographique et sensibilité climatique.

La **Loutre d'Europe** *Lutra lutra* est une espèce parapluie avec une certaine vulnérabilité démographique et une sensibilité climatique.

D'après cette étude, les autres taxons de Mammifères du Parc National des Pyrénées présentent un enjeu de conservation moins important bien que certains peuvent avoir une aire de répartition restreinte, un intérêt phylogénétique, une vulnérabilité démographique ou une sensibilité climatique élevée.

Le Vison d'Amérique *Mustela vison*, le Ragondin *Myocastor coypus*, le Rat musqué *Ondatra zibethicus*, le Mouflon méditerranéen *Ovis gmelinii* et le Rat surmulot *Rattus norvegicus* n'ont

pas fait l'objet d'une évaluation car ces espèces ont été introduites par l'homme entre le 18^{ème} et le 20^{ème} siècle.

VERSION PROVISOIRE



Mammifères (1)

Taxon	Endémicité pyrénéo-cantabrique	Rareté géographique	Intérêt phylogénétique	Niveau de régression	Vulnérabilité démographique	Rôle écologique	Sensibilité climatique	Responsabilité nationale	TOTAL
<i>Rupicapra pyrenaica</i> subsp. <i>pyrenaica</i>	4,00	4,00	1,67	0,00	2,00	1,00	4,00	3,00	19,67
<i>Ursus arctos</i> lignée occidentale	0,00	4,00	2,67	0,67	4,00	2,00	4,00	0,00	17,33
<i>Galemys pyrenaicus</i>	2,00	4,00	3,00	1,83	0,00	2,00	3,00	1,00	16,83
<i>Capra pyrenaica</i> subsp. <i>victoriae</i>	0,00	4,00	1,00	0,67	2,00	1,00	4,00	2,00	14,67
<i>Arvicola sapidus</i>	0,00	4,00	1,00	1,83	0,00	1,00	3,00	3,00	13,83
<i>Rupicapra pyrenaica</i>	0,00	4,00	1,67	0,00	2,00	1,00	4,00	1,00	13,67
<i>Marmota marmota</i>	0,00	4,00	0,67	0,00	2,00	2,00	3,00	2,00	13,67
<i>Rhinolophus euryale</i>	0,00	4,00	1,67	1,33	3,00	0,00	3,00	0,00	13,00
<i>Microtus gerbei</i>	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	1,00	4,00	3,00	12,00
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	0,00	2,00	3,00	1,00	1,00	2,00	0,00	3,00	12,00
<i>Miniopterus schreibersii</i>	0,00	3,00	2,67	1,17	1,00	0,00	4,00	0,00	11,83
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	0,00	3,00	1,67	0,50	3,00	0,00	3,00	0,00	11,17
<i>Genetta genetta</i>	0,00	4,00	2,00	0,00	3,00	0,00	2,00	0,00	11,00
<i>Plecotus macrobullaris</i>	0,00	4,00	0,67	0,33	2,00	1,00	3,00	0,00	11,00
<i>Barbastella barbastellus</i>	0,00	3,00	1,67	1,17	1,00	0,00	4,00	0,00	10,83
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	0,00	4,00	0,33	0,50	1,00	1,00	4,00	0,00	10,83
<i>Myotis bechsteinii</i>	0,00	3,00	0,33	1,33	1,00	1,00	4,00	0,00	10,67
<i>Sorex coronatus</i>	0,00	4,00	0,67	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	10,67
<i>Chionomys nivalis</i>	0,00	4,00	1,33	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	10,33
<i>Felis silvestris</i>	0,00	3,00	1,33	0,00	2,00	1,00	3,00	0,00	10,33
<i>Eliomys quercinus</i>	0,00	3,00	2,33	0,83	0,00	0,00	3,00	1,00	10,17
<i>Glis glis</i>	0,00	3,00	3,00	0,00	1,00	0,00	3,00	0,00	10,00
<i>Arvicola scherman</i>	0,00	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	9,00
<i>Microtus lusitanicus</i>	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	9,00
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	0,00	3,00	1,67	0,33	2,00	0,00	2,00	0,00	9,00
<i>Lutra lutra</i>	0,00	1,00	1,00	0,83	2,00	2,00	2,00	0,00	8,83

Tableau IX (1). Evaluation patrimoniale des taxons de Mammifères du Parc National des Pyrénées (chaque critère est noté entre 0 et 4 points, le score total est la somme des critères).



Mammifères (2)

Taxon	Endémicité pyrénéo-cantabrique	Rareté géographique	Intérêt phylogénétique	Niveau de régression	Vulnérabilité démographique	Rôle écologique	Sensibilité climatique	Responsabilité nationale	TOTAL
<i>Neomys anomalus</i>	0,00	3,00	1,67	0,00	0,00	1,00	3,00	0,00	8,67
<i>Plecotus auritus</i>	0,00	2,00	0,67	0,00	3,00	0,00	3,00	0,00	8,67
<i>Plecotus austriacus</i>	0,00	3,00	0,67	0,00	2,00	0,00	3,00	0,00	8,67
<i>Myotis blythii</i>	0,00	4,00	0,00	0,50	2,00	0,00	2,00	0,00	8,50
<i>Cervus elaphus</i>	0,00	2,00	1,00	0,00	4,00	1,00	0,00	0,00	8,00
<i>Myotis alcaethoe</i>	0,00	3,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	3,00	8,00
<i>Myotis emarginatus</i>	0,00	3,00	0,00	0,00	2,00	0,00	3,00	0,00	8,00
<i>Tadarida teniotis</i>	0,00	4,00	2,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	8,00
<i>Hypsugo savii</i>	0,00	4,00	0,67	0,00	1,00	0,00	2,00	0,00	7,67
<i>Nyctalus leisleri</i>	0,00	3,00	0,33	0,17	1,00	1,00	2,00	0,00	7,50
<i>Myotis daubentonii</i>	0,00	2,00	0,00	0,00	3,00	1,00	1,00	0,00	7,00
<i>Nyctalus noctula</i>	0,00	2,00	0,33	0,17	1,00	1,00	2,00	0,00	6,50
<i>Eptesicus serotinus</i>	0,00	2,00	0,33	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00	6,33
<i>Erinaceus europaeus</i>	0,00	1,00	3,33	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	6,33
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	0,00	3,00	0,33	0,00	1,00	0,00	2,00	0,00	6,33
<i>Sus scrofa</i>	0,00	1,00	2,33	0,00	2,00	0,00	1,00	0,00	6,33
<i>Crocidura russula</i>	0,00	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	6,00
<i>Micromys minutus</i>	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	6,00
<i>Myotis mystacinus</i>	0,00	3,00	0,00	0,00	2,00	0,00	1,00	0,00	6,00
<i>Neomys fodiens</i>	0,00	1,00	1,67	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	5,67
<i>Crocidura suaveolens</i>	0,00	3,00	1,33	0,17	0,00	0,00	1,00	0,00	5,50
<i>Martes foina</i>	0,00	1,00	1,00	0,00	2,00	0,00	1,00	0,00	5,00
<i>Myotis myotis</i>	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	1,00	0,00	5,00
<i>Talpa europaea</i>	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	5,00

Tableau IX (2). Evaluation patrimoniale des taxons de Mammifères du Parc National des Pyrénées (chaque critère est noté entre 0 et 4 points, le score total est la somme des critères).



Mammifères (3)

Taxon	Endémicité pyrénéo-cantabrique	Rareté géographique	Intérêt phylogénétique	Niveau de régression	Vulnérabilité démographique	Rôle écologique	Sensibilité climatique	Responsabilité nationale	TOTAL
<i>Capreolus capreolus</i>	0,00	0,00	1,67	0,00	2,00	0,00	1,00	0,00	4,67
<i>Mustela erminea</i>	0,00	1,00	0,67	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	4,67
<i>Sorex araneus</i>	0,00	1,00	0,67	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	4,67
<i>Pipistrellus nathusii</i>	0,00	3,00	0,33	0,17	1,00	0,00	0,00	0,00	4,50
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0,00	3,00	0,33	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	4,33
<i>Rattus rattus</i>	0,00	2,00	0,33	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	4,33
<i>Meles meles</i>	0,00	0,00	1,33	0,00	2,00	0,00	1,00	0,00	4,33
<i>Mustela putorius</i>	0,00	1,00	0,33	0,00	1,00	0,00	2,00	0,00	4,33
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	0,00	1,00	0,33	0,00	1,00	0,00	2,00	0,00	4,33
<i>Apodemus flavicollis</i>	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	4,00
<i>Martes martes</i>	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	4,00
<i>Myotis nattereri</i>	0,00	2,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	4,00
<i>Sciurus vulgaris</i>	0,00	0,00	0,67	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	3,67
<i>Microtus agrestis</i>	0,00	1,00	0,33	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	3,33
<i>Lepus europaeus</i>	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	3,00
<i>Microtus arvalis</i>	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	3,00
<i>Sorex minutus</i>	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	3,00
<i>Clethrionomys glareolus</i>	0,00	1,00	0,67	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2,67
<i>Mus musculus</i> subsp. <i>domesticus</i>	0,00	2,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,33
<i>Vulpes vulpes</i>	0,00	0,00	1,33	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,33
<i>Apodemus sylvaticus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	2,00
<i>Mustela nivalis</i>	0,00	0,00	0,33	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,33
<i>Mustela vison</i>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<i>Myocastor coypus</i>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<i>Ondatra zibethicus</i>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<i>Ovis gmelinii</i>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<i>Rattus norvegicus</i>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

Tableau IX (3). Evaluation patrimoniale des taxons de Mammifères du Parc National des Pyrénées (chaque critère est noté entre 0 et 4 points, le score total est la somme des critères).

Conclusion et perspectives

L'évaluation patrimoniale présentée permet de hiérarchiser les enjeux de conservation des espèces de vertébrés terrestres - Amphibiens, Reptiles, Oiseaux et Mammifères - du Parc National des Pyrénées en fonction de 8 critères : endémicité pyrénéo-cantabrique ; rareté géographique ; intérêt phylogénétique ; niveau de régression ; vulnérabilité démographique ; rôle écologique ; sensibilité climatique et responsabilité nationale.

Le score total permet de prioriser les espèces les unes par rapport aux autres. Certaines espèces se distinguent, avec un score nettement supérieur à celui des autres espèces du même groupe taxonomique, comme le Calotriton des Pyrénées chez les Amphibiens et le Lézard de Bonnal chez les Reptiles. Cependant, dans la plupart des cas, les écarts de notation entre les espèces ne sont pas aussi marqués et la distinction entre espèces « prioritaires » et « non prioritaires » sera à traiter au cas par cas, par une analyse plus précise et l'avis d'experts, en fonction des objectifs du Parc National des Pyrénées.

Les espèces ou les sous-espèces endémiques du système Pyrénéo-cantabrique (Calotriton des Pyrénées, Grenouille des Pyrénées, Salamandre tachetée fastueuse, Grenouille rousse du Canigou, Lézard de Bonnal, Vipère aspic de Zinniker, Lézard vivipare de Lantz, Grand Tétrás, Lagopède des Pyrénées, Perdrix grise des Pyrénées, Isard et Desman des Pyrénées) obtiennent des scores élevés et ressortent comme des espèces présentant un fort enjeu de conservation sur le territoire du Parc National des Pyrénées.

D'autres espèces, qui ne sont pas endémiques, comme le Gypaète barbu et le Vautour percnoptère chez les Oiseaux ou l'Ours brun chez les Mammifères, obtiennent également des scores élevés, du fait d'un ensemble de critères défavorables (aire de répartition européenne restreinte, forte vulnérabilité démographique...).

Le score total n'est pas une hiérarchisation absolue des espèces, car la méthode ne peut pas prendre en compte l'ensemble des éléments connus et les particularismes de chaque taxon. Il convient donc d'interpréter le score total avec précaution, en resituant les différents critères pour lequel le taxon obtient un score particulièrement faible ou élevé par rapport aux autres taxons.

De cette manière, il est également possible d'identifier des taxons prioritaires en fonction d'un ou de plusieurs critères retenus par rapport à un objectif donné. Par exemple, dans le cadre de la mise en place de suivis sur l'impact du réchauffement climatique global, les espèces particulièrement menacées par ce phénomène pourraient être identifiées avec le score du critère de sensibilité climatique. Par exemple, chez les Oiseaux, le Bec-croisé des sapins a une sensibilité climatique élevée bien que son score total ne soit pas particulièrement élevé et peut être alors un bon indicateur pour suivre l'effet du changement climatique.

Il est important de noter que la méthode utilisée permet la comparaison intra-groupe taxonomique (Amphibiens ou Reptiles ou Oiseaux ou Mammifères) mais pas inter-groupe taxonomique (Amphibiens et Reptiles et Oiseaux et Mammifères).

En effet, les données utilisées pour évaluer les critères sont souvent propres à un seul groupe taxonomique. Ainsi, pour le critère de vulnérabilité démographique, la méthode de calcul du temps de génération est différente pour les Amphibiens, Reptiles, Oiseaux et Mammifères. Le critère de sensibilité climatique s'appuie également sur des outils différents selon les groupes. La rareté géographique est difficilement comparable entre des Amphibiens et des Oiseaux, en relation avec des capacités de dispersions souvent très différentes. L'intérêt phylogénétique est hétérogène entre les groupes avec une singularité génétique plus importante chez les Amphibiens ($79,86 < ED_{\text{Amphibiens_PNP}} < 5,16$) que chez les Oiseaux ($27,71 < ED_{\text{Oiseaux_PNP}} < 1,18$) ou les Mammifères ($37,26 < ED_{\text{Mammifères_PNP}} < 2,43$).

Malgré cette hétérogénéité, des notes de 0 à 4 points ont été attribuées aux espèces pour chacun des groupes. Ainsi, une espèce de Mammifère obtenant un score de 4 points pour un critère donné n'est pas forcément plus vulnérable qu'une espèce de Reptile obtenant un score de 3 points pour ce même critère car les méthodes et les notations employées diffèrent entre ces groupes. Ainsi, bien qu'une comparaison entre toutes les espèces de Vertébrés aurait été intéressante, les outils et données actuellement disponibles n'ont pas permis d'obtenir cette hiérarchisation.

Cependant, l'évaluation patrimoniale présentée n'est pas un outil figé mais au contraire une base de données hiérarchisée qu'il sera nécessaire d'actualiser en fonction de l'évolution des connaissances. Elle pourrait être revue en fonction de l'évolution des connaissances : phylogénie (par exemple, identification d'une nouvelle sous-espèce, incorporation des données génétiques « ED » pour les Reptiles...), modélisation climatique à l'échelle européenne, évolution des aires de répartition, nouvelles données sur le rôle écologique d'une espèce...

Cette évaluation apporte des éléments nouveaux par rapport aux listes d'espèces réglementaires établies, d'inventaires biologiques et d'état de conservation. Certaines espèces ou sous-espèces ne bénéficiant d'aucun statut de conservation ressortent comme des espèces présentant un enjeu de conservation pour le Parc National des Pyrénées. Ce travail est un outil d'aide à la décision qui permettra de définir les priorités de conservation, de recherche et de connaissance sur le territoire du Parc national des Pyrénées. Cette hiérarchisation permettra de cibler les espèces présentant un intérêt élevé pour la mise en place de suivis de leurs populations, pour la poursuite de prospections et d'inventaires de leur distribution ou pour une surveillance globale de leur état de conservation.

Bibliographie

- Anderson, S. (1994) Area and endemism. *Quarterly Review of Biology*, **69** : 451–471.
- Andrewartha , H. G. & Birch , L. C. (1954) – *The distribution and abundance of animals*. Chicago University Press, Chicago.
- Aragón, P., Rodríguez, M.A., Olalla-Tárraga, M.A. & Lobo, J.M. (2010) – Predicted impact of climate change on threatened terrestrial vertebrates in central Spain highlights differences between endotherms and ectotherms. *Animal conservation*, **13** : 363-373.
- Araújo, M-B., Guilhaumon, F., Neto, D. R., Ortego, I. P. & Calmaestra, R. G. (2011) – *Impactos, vulnerabilidad y adaptacion al cambio climatico de la biodiversidad espanola, 2. Fauna de vertebrados*. Direccion general de medio Natural y Politica Forestal. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, Madrid. 640 p.
- Araújo, M-B., Alagador, D., Cabeza, M., Nogués-Bravo, D. & Thuiller W. (2011b) – Climate change threatens European conservation areas. *Ecology Letters*, **14** : 484-492.
- Armitage K.B. (2013) – Climate change and the conservation of marmots. *Natural Science* **5** : 36-43.
- Arnold, N. E., Arribas, O. & Carranza, S. (2007) - Systematics of the Palaearctic and Oriental lizard tribe Lacertini (Squamata: Lacertidae: Lacertinae), with descriptions of eight new genera. *Zootaxa*, **1430** : 1-86.
- Arribas, O. (1994) - Una nueva especie de lagartija de los Pirineos Orientales: *Lacerta* (Archaeolacerta) aurelioi sp. nov (Reptilia: Lacertidae). *Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali*, **12**(1): 327-351.
- Assunção-Albuquerque, M.J.T., Rey Benayas, J.M., Albuquerque, F.S. ² Rodríguez, M.Á. (2012) – The geography of high-value biodiversity areas for terrestrial vertebrates in Western Europe and their coverage by protected area networks. *Web Ecol.*, **12**, 65-73.
- Axelius, B. (1991). Areas of distribution and areas of endemism. *Cladistics*, **7** : 197-199.
- Barbault, R. (1976) – Contribution à la théorie des stratégies démographiques : recherche sur leur déterminisme écologique chez les Lézards. , *Bull. Soc. Zool. France*, **101**(4) : 671-693.
- Barbault, R. (1981) – *Ecologie des populations et des peuplements*. Masson, Paris. 200 p.
- Barbault, R. (2000) – *Ecologie générale, structure et fonctionnement de la biosphère*. 5^{ème} édition, Dunod, Paris. 326 p.
- Baudiere, A. & Cauwet-Marc, A.-M. (1986) - Les endémiques Pyrénéennes, spécialisation écologique et signification phytogéographique. *Bulletin de la Société Botanique de France*. Actualités Botaniques, **133** (suppl.) : 269-286.

- Bioret, F., Estéve, R. & Sturbois, A. (2009) – *Dictionnaire de la protection de la nature*. Presses universitaires de Rennes, Rennes. 537 p.
- Blondel, J. (1976) – Stratégies démographiques et succession écologiques. *Bull. Soc. Zool. France*, **101**(4) : 695-718.
- Blondel, J. (1979) – *Biogéographie et écologie*. Masson, Paris. 173 p.
- Blondel, J. (1995) – *Biogéographie, approche écologique et évolutive*. Collection écologie, N°27, Masson, Paris. 297 p.
- Brito J.C., Godinho R., Luis C., Paulo O.S., Crespo E.G. (1999) – Management strategies for conservation of the lizard *Lacerta schreiberi* in Portugal. *Biological Conservation*, **89** : 311-319.
- Burfield, I. & van Bommel, F. (2004) – *Birds in Europe : Population estimates, trends and conservation status*. BirdLife International, Oxford. 374 p.
- Cantú-Salazar, L., Orme, C. D. L., Rasmussen, P. C., Blackburn, T. M. & Gaston, K. J. (2013) - The performance of the global protected area system in capturing vertebrate geographic ranges. *Biodiversity and Conservation*, **22** (4) : 1033-1047.
- Carranza, S. & Arribas, O. (2008) - Genetic uniformity of *Rana pyrenaica* Serra-Cobo, 1993 across its distribution range: a preliminary study with mtDNA sequences. *Amphibia-Reptilia*, **29** : 579-582.
- Cheyland, M. (1995) – *Les Reptiles du Paléarctique occidental. Diversité et conservation*. Thèse de Doctorat de l'EPHE, Montpellier. 368 p. 111 fig. 14 tab.
- Cheyland, M. (2000) – *Evaluation patrimoniale des espèces et des espaces : quels critères adopter ?* Ecole pratique des hautes études, Florac. 32 p.
- Cole, L. C., (1954) – The population consequences of life history phenomena. *Quart. Rev. Biol.*, **29** :103-137.
- Convention on Biological Diversity (2010) - *Plan stratégique 2011-2020 et objectifs d'Aichi relatifs à la diversité biologique*. CBD, Nagoya. 15 p.
- Couvet, D. et Teyssèdre-Couvet, A. (2010). *Ecologie et biodiversité*. Belin, Paris. 336 p.
- Cox, N., Chanson, J. et Stuart, S. (eds) (2006) - *Statut de conservation et répartition géographique des reptiles et amphibiens du bassin méditerranéen*. UICN. 55 p.
- Crochet, P.-A., Chaline, O., Surget-Groba, Y., Debain, C. and Cheyland, M. (2004) - Speciation in mountains: phylogeography and phylogeny of the rock lizards genus *Iberolacerta* (Reptilia: Lacertidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **30** : 860–866.
- Crother, B. I. and Murray, C. M. (2011) - Ontology of areas of endemism. *J. Biogeogr.*, **38** (6) : 1009 – 1015.

- Dajoz, R. (1996) – *Précis d'écologie*. Dunod, Paris. 551 p.
- Dajoz, R. (2008) – *La Biodiversité. L'avenir de la planète et de l'homme*. Ellipses Edition, Paris. 275 p.
- Da Lage, A. & Métaillé, G. (2005) – *Dictionnaire de Biogéographie végétale*. Editions CNRS, Paris. 579 p.
- Del Hoyo, J., Elliott, A. & Christie, D. (eds) (2004) – *Handbook of the birds of the world, volume 9, Cotingas to Pipits and Wagtails*. Lynx edicions, Barcelona. 863 p.
- Del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J. & Christie, D. (eds) (1992-2011) – *Handbook of the birds of the world*. Vols. 1-16. Lynx edicions, Barcelona.
- Demetrius, L. (1975) – Reproductive strategies and natural selection. *Amer. Nat.*, **109** : 243-249.
- Demetrius, L. (1977) – Adaptedness and fitness. *Amer. Nat.*, **111** : 1163-1168.
- De Pous, P., Montori A., Amat, F., Sanuy, D. (2015) – Range contraction and loss of genetic variation of the Pyrenean endemic newt *Calotriton asper* due to climate change. *Reg. Environ. Change*, [Published online] : 1-15.
- Dernegi, D. (eds) (2010) – *Profil d'écosystème. Hotspot de la biodiversité du Bassin méditerranéen*. Critical Ecosystem Partnership Fund. 258 p.
- De Vos, J. M., Joppa, J. N., Gittleman, J. L., Stephen, P. R. & Pimm, S. L. (2015) - Estimating the Normal Background Rate of Species Extinction. *Conserv Biol.*, **29**(2): 452-462.
- Duchateau, S. (2012) - Les particularités taxonomiques de l'avifaune nicheuse des Pyrénées françaises : synthèse bibliographique. *Le Casseur d'os*, **12** : 95-132.
- Duellman, W. E. (1999) – *Patterns distribution of Amphibians, a global perspective*. The Johns Hopkins University Press, London. 633 p.
- Durand, C., Pontcharraud, L., et Bertrand, A., (2004) – *Modernisation de l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (Znieff) en Midi-Pyrénées. Listes préliminaires d'espèces et cortèges de faune déterminants* – Conservatoire Régional des Espaces Naturels de Midi-Pyrénées - DIREN Midi-Pyrénées, Union européenne, 116 p.
- Duriez, O., Sachet, J.-M., Menoni, E., Pidancier, N., Miquel, C. & Taberlet, P. (2007) - Phylogeography of the capercaillie in Eurasia : what is the conservation status in the Pyrenees and Cantabrian Mounts?. *Conserv. Genet.*, **8** : 513–526.
- Duriez, O. et Ménoni, E. (2008) - Le Grand Tétras *Tetrao urogallus* en France : biologie, écologie et systématique. *Ornithos* 15-4 : 233-243.

EDGE, Zoological Society of London (2014).

http://www.edgeofexistence.org/about/edge_science.php, site internet consulté en novembre 2014.

Elissalde-Videment, L., Horellou, A., Humbert, G. et Moret, J. (2004)- *Guide méthodologique sur la modernisation de l'inventaire des zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique*. Mise à jour 2004. Coll. Patrimoines Naturels. Muséum National d'Histoire Naturelle. Paris - 73 pages.

Freitag, S. & Van Jaarsveld, A.S. (1997) – Relative occupancy, endemism, taxonomic distinctiveness and vulnerability: prioritizing regional conservation actions. *Biodiversity and Conservation* **6**, 211-232.

Garnett, S., Szabo, J. & Dutson, G. (2011) – *The Action Plan for Australian Birds 2010*. Csiro publishing, Collingwood. 442 p.

Gasc, J-P., Cabela, A., Crnobrnja-Izailovic, J., Dolmen, D., Grossenbacher, K., Haffner, P., Lescure, J., Martens, H., Martinez Rica, J. P., Maurin, H., Oliveira, M. E., Sofianidou, T. S., Veith, M. and Zuiderwijk, A. (Eds) (1997) - *Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe*. Societas Europaea Herpetologica & Muséum National d'Histoire Naturelle (IEGB/SPN), Paris : 496 p.

GEOC (2014) - Dossier « état de conservation des espèces chassables ». Compte rendu de réunion du 30 septembre 2014.

Génsbøl, B. (2005) – *Guide des rapaces diurnes, Europe, Afrique du Nord et Moyen-Orient*. Delachaux et Niestlé, Paris. 403 p.

Grangé, J.-L. et Vuilleumier, F. (2009) - Le Pic à dos blanc *Dendrocopos leucotos* : deux scénarios pour expliquer l'histoire de son peuplement dans le sud de l'Europe et analyse des rapports taxonomiques entre les sous-espèces *lilfordi* et *leucotos*. *Nos Oiseaux*, **56** : 195-222.

Grime, J. P. (1977) – Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *Am. Nat.*, **111**: 1169-1194.

Guillaume, C.-P., Heulin, B., Arrayago, M. J., Bea, A. & Braña, F. (2000) - Refuge areas and suture zones in the Pyrenean and Cantabrian regions: geographic variation of the female MPI sex-linked alleles among oviparous populations of the lizard *Lacerta (Zootoca) vivipara*. *Ecography*, **23** : 3–10.

Hannah, L. (2010) – A global conservation system for climate-change adaptation. *Conservation Biology*, **24** : 77-77.

Hairston, N. G., Tinkle, D. W. & Wilbur, H. M. (1970) – Natural selection and the parameters of population growth. *J. Wild. Manag.*, **34** : 681-690.

Harold, A.S. & Mooi, R.D. (1994) - Areas of endemism: definition and recognition criteria. *Systematic Biology*, **43** : 261–266.

- Heller, N.E. & Zavaleta, E.S. (2009) – Biodiversity management in the face of climate change : a review of 22 years of recommendations. *Biological conservation*, **142** : 14-32.
- Heulin, B., Osenegleconte, K. & Michel, D. (1997) – Demography of a bimodal reproductive species of lizard (*Lacerta vivipara*) – survival and diversity characteristics of oviparous populations. *Herpetologica*, **53** (4): 432 - 444.
- Hof, A.R., Jansson, R., Nilsson, C. (2012) – Future Climate Change Will Favour Non-Specialist Mammals in the (Sub)Arctics. *PLoS ONE* 7(12): e52574.
- Humphries, C. J. & Parenti, L. R. (1999) – *Cladistic biogeography : interpreting patterns of plant and animal distributions*. 2^{ème} édition, Clarendon Press, Oxford. 187 p.
- Igea, J., Aymerich, P., Fernández-González, A., González-Esteban, J., Gómez, A., Alonso, R., Gosálbez, J. & Castresana, J. (2013) - Phylogeography and postglacial expansion of the endangered semi-aquatic mammal *Galemys pyrenaicus*. *BMC Evolutionary Biology*, **13** : 115-133.
- Isaac, N.J.B., Turvey, S.T., Collen, B., Waterman, C., Baillie, J.E.M. (2007) – Mammals on the EDGE: Conservation Priorities Based on Threat and Phylogeny. *PLoS ONE* **2**(3): e296. doi:10.1371/journal.pone.0000296
- Isaac, N.J.B., Redding, D.W., Meredith H.M. & Safi, K. (2012) – Phylogenetically-Informed Priorities for Amphibian Conservation. *PLoS ONE* **7**(8): e43912. doi:10.1371/journal.pone.0043912
- Işik, K. (2011) – Rare and endemic species : why are they prone to extinction?. *Turk J Bot* **35**: 411-417.
- IUCN. (2001) – IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ii + 30 pages.
- IUCN (2011) - Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria : Version 9.0. Standards and Petitions Subcommittee of the IUCN Species Survival Commission. [<http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>]
- IUCN (2012) - Guidelines for interpreting listing criteria for species, populations and ecological communities under the NSW Threatened Species Conservation Act. Version 1.3. Standards and Petitions Subcommittee. <http://www.iucnredlist.org/documents/RedList-Guidelines.pdf>
- IUCN (2013) – Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 10. Standards and Petitions Subcommittee. <http://www.iucnredlist.org/documents/RedList-Guidelines.pdf> [accessed 2014-12-4]
- Jackson, S.T., Betancourt, J.L., Booth, R.K. & Gray, S.T. (2009) – Ecology and the ratchet of events: climate variability, niche dimensions, and species distributions. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **106** : 19685-19692.

- Joger, U., Fritz, U., Guicking, D., Kalyabina-Hauf, S., Nagye, Z. T. & Wink, M. (2007) - Phylogeography of western Palaearctic reptiles – Spatial and temporal speciation patterns. *Zoologischer Anzeiger*, **246** : 293 - 313.
- Jones, C.G., Lawton, J.H. & Shachak, M. (1994). *Organisms as ecosystem engineers*. *Oikos* **69**, 373-386.
- Kawasaki, T. (1980) – Fundamental relations among the selections of life history in marine teleosts. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish*, **46** : 289-293.
- Keller, V. & Bollmann, K. (2004) – From red lists to species of conservation concern. *Conservation Biology* **18** (6) : 1636-1646.
- Kokshoorn, B., Erkelens, I., Van schoor, M., & Gittenberger, E. (2010) - Waves of dispersal in island-hopping Chondrina species (Gastropoda, Pulmonata, Chondrinidae). *Zoologischer Anzeiger*, **249** (2): 71-79.
- Krebs, C. J. (1994) – *Ecologie*. Fourth edition, Addison-Wesley Educational Publishers, New- York. 801 p.
- Lacoste, A. & Salanon, R. (1999) – *Eléments de biogéographie et d'écologie*. 2^{ème} édition, Nathan université, Paris. 300 p.
- Leakey, R. & Lewin, R. (1997) – *La sixième extinction, évolution et catastrophes*. Flammarion, Paris. 352 p.
- Lecointre, G. (2011) – *Guide critique de l'évolution*. Belin, Paris. 572 p.
- Lefebvre, T. et Moncorps, S. (coord.) (2010) - *Les espaces protégés français : une pluralité d'outils au service de la conservation de la biodiversité*. Comité français de l'UICN, Paris, France. 98 p.
- Lescure, J. et de Massary, J.-C. (coord.) (2012) – *Atlas des Amphibiens et Reptiles de France*. 272 p.
- Levinsky, I., Skov, F., Svenning, J.C. & Rahbek, C. (2007) – Potential impacts of climate change on the distributions and diversity patterns of European mammals. *Biodivers Conserv* **16** : 3803-3816.
- Maiorano, L, Amori, G, Capula, M, Falcucci, A, Masi, M, et al. (2013) – Threats from Climate Change to Terrestrial Vertebrate Hotspots in Europe. *PLoS ONE* 8(9): e74989. doi:10.1371/journal.pone.0074989
- Martínez-Freiría, F., Velo-Antón, G. & Brito, J. C. (2015) - Trapped by climate: interglacial refuge and recent population expansion in the endemic Iberian adder *Vipera seoanei*. *Diversity and Distributions*, 21 (3) : 331–344.

- Mawdsley, J.R., O'Malley, R. & Ojima, D.S. (2009) – A review of climate-change adaptation strategies for wildlife management and biodiversity conservation. *Conservation Biology* 23: 1080-1089.
- Mayr, E. (1972) – Geography and ecology as faunal determinants. *Proc. XV Int. Orn. Congr. The Hague* : 551-561.
- Mayr, E. (1994) – *Populations, espèces et évolution*. Hermann, Paris. 496 p.
- McArthur, R. H. (1962) – Some generalized theorems of natural selection. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, **48** : 1893-1897.
- McClanahan, T.R., Cinner, J.E., Maina, J., Graham, N.A.J., Daw, T.M., Stead, S.M., Wamukota, A., Brown, K., Ateweberhan, M., Venus, V. & Polunin N.V.C. (2008) – Conservation action in a changing climate. *Conservation Letters*, 1 : 53-59.
- McLellan, R., Iyengar, L., Jeffries, B. & N. Oerlemans (Eds) (2014) - *Living Planet Report 2014: species and spaces, people and places*. WWF, Gland, Switzerland. 176 p.
- Mila, B., Surget-Groba, Y., Heulin, B., Gosa, A. & Fitze, P. S. (2013) - Multilocus phylogeography of the common lizard *Zootoca vivipara* at the Ibero-Pyrenean suture zone reveals lowland barriers and high-elevation introgression. *BMC Evolutionary Biology*, **13** : 192- 206.
- Mitchell-Jones, A. J., Amori, G., Bogdanowicz, W., Kryštufek, B., Rejnders, P. J. H., Spitzenberger, F., Stubbe, M., Thissen, J. B. M., Vohralik, V. & Zima, J. (1999) – *The Atlas of European mammals*. Poyser Natural History, Hong Kong. 484 p.
- Morrone, J.J. (1994) - On the identification of areas of endemism. *Systematic Biology*, **43** : 438–441.
- Morueta-Holme, N., Fløjgaard, C., Svenning, J.-C. (2010) – Climate Change Risks and Conservation Implications for a Threatened Small-Range Mammal Species. *PLoS ONE* 5(4): e10360.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000) - Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, **403**: 853–858.
- Nagy, L. & Grabherr, G. (2009) – *The biology of alpine habitats*. Oxford university press, Oxford. 376 p.
- Newman, C. & Macdonald, D.W. (2012) – *Terrestrial biodiversity climate change impacts report card technical paper*. 2.The implications of climate change for terrestrial UK Mammals. 40 p.
- Olivieri, I. & Vitalis, R. (2001) – La biologie des extinctions. *médecine/sciences*, **17**(1) : 63-69.
- Ozenda, P. (1994) – *Végétation du continent européen*. Delachaux et Niestlé, Paris. 271 p.

- Pacifici, M., Santini, L., Di Marco, M., Baisero, D., Francucci, L., Grottolò Marasini, G., Visconti, P. & Rondinini, C. (2013) - Generation length for mammals. *Nature Conservation*, **5** : 87–94.
- Paine, R.T. (1966) – "Food Web Complexity and Species Diversity". *The American Naturalist* **100** (910): 65–75.
- Paine, R.T. (1969) – "A Note on Trophic Complexity and Community Stability". *The American Naturalist* **103** (929): 91–93.
- Pascal, M., Lorvelec, O. et Vigne, J.-D. (2006) – *Invasions biologiques et extinctions, 11 000ans d'histoire des vertébrés en France*. Belin, éditions Quae. 350 p.
- Paugy, D., Lévêque, Ch. & Duponchelle, F. (2006) – La reproduction. In : *Les poissons des eaux continentales africaines : diversité, écologie, utilisation par l'homme*, Lévêque C, Paugy D (Eds), IRD, Paris, pp. 148-175.
- Peterson, A. T. & Watson, D. M. (1998) - Problems with areal definitions of endemism: the effects of spatial scaling. *Diversity and Distributions*. **4** (4) : 189–194.
- Pianka, E. R. (1970) – On r- and K- selection. *Amer. Nat.*, **104** : 592-597.
- Pimm, S. L. & Lawton, J. H. (1998) – Planning for biodiversity. *Science*, **279** : 2068-2069.
- Pimm, S. L. & Jenkins, C. (2005) – Sustaining the variety of life. *Scientific American*, September 2005 : 66-73.
- Pons, J.-M., Olioso, G., Cruaud, C & Fuchs, J. (2011) – Phylogeography of the Eurasian green woodpecker (*Picus viridis*). *Journal of Biogeography*, **38**, 311-325.
- Post, E., Brodie, J., Hebblewhite, M., Anders, A.D., Maier, J.A.K. & Wilmers, C.C. (2009) – Global population dynamics and hot spots of response to climate change. *BioScience* **59** : 489-497.
- Pottier, G., Delmas, C., Duquesne, A. Garric, J., Paumier, J.-M., Sfredo, G., Tessier, M. & Vergne, J. (2010a) - Répartition des lézards du genre *Iberolacerta* Arribas, 1999 (Sauria : Lacertidae) en France. 1/3 : le Lézard du Val d'Aran, *Iberolacerta aranica* (Arribas, 1993). *Bull. Soc. Herp. Fr.* **133** : 35-56.
- Pottier, G., Delmas, C. & Duquesne, A. (2010b) – Répartition des lézards du genre *Iberolacerta* Arribas, 1999 (Sauria : Lacertidae) en France. 2/3 : le Lézard d'Aurelio *Iberolacerta aurelio* (Arribas, 1994). *Bull. Soc. Herp. Fr.* **135-136** : 1-21.
- Pottier, G., Arthur, C.-P., Weber, L. & Cheylan, M. (2014) - Répartition des lézards du genre *Iberolacerta* Arribas, 1997 (Sauria : Lacertidae) en France. 3/3 : le Lézard de Bonnal, *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927). *Bull. Soc. Herp. Fr.* **148** : 425-450.
- Primack, R. B., Sarrazin, F. & Lecomte, J. (2012) – *Biologie de la conservation*. Dunod, Paris. 360 p.

- Pullin, A.S. (2002) – *Conservation biology*. Cambridge University Press, Cambridge. 345 p.
- Rabinowitz, D. (1981) - Seven forms of rarity. Pages 205-217, in H. Synge (ed). *The biological aspects of rare plant conservation*. Wiley, New York.
- Ramade, F. (2003) – *Eléments d'écologie, écologie fondamentale*. 3^{ème} édition, Dunod, Paris. 690 p.
- Rat, P. (1983) – Les régions Basco-Cantabriques et Nord-Ibériques. *Mémoire Géologique de l'Université de Dijon*, **9** : 1-9.
- Régnier, C., Achaz, G., Lambert, A., Cowie, R. H., Bouchet, P. & Fontaine, B. (2015) - Mass extinction in poorly known taxa. *PNAS*, **112** (25) : 7761-7766.
- Rocamora, G. et Yeatman-Berthelot, D. (1999) – *Oiseaux menacés et à surveiller en France. Listes rouges et recherche de priorités*. Société d'études ornithologiques de France/LPO, Paris, 598 p.
- Rodríguez, F., Pérez, T., Hammer, S. E., Albornoz, J. & Domínguez, A. (2010) - Integrating phylogeographic patterns of microsatellite and mtDNA divergence to infer the evolutionary history of chamois (genus *Rupicapra*). *BMC Evolutionary Biology*, **10** : 222. doi:10.1186/1471-2148-10-222.
- Savouré-Soubelet, A. (2013) – *Evolution des PNA : élément méthodologique. Proposition d'un protocole d'établissement d'une liste d'espèces prioritaires*. Muséum national d'histoire naturelle – Service du Patrimoine naturel. 79p.
- Schmitt T, Hewitt G. M., Müller P. (2006) -Disjunct distributions during glacial and interglacial periods in mountain butterflies: *Erebia epiphron* as an example. *J. Evol. Biol.*, **19** : 108-113.
- Schmitt, T. (2009) - Biogeographical and evolutionary importance of the European high mountain systems. *Frontiers in Zoology*, **6** : 9 - 18.
- Schmeller, D.S., Gruber, B., Bauch, B., Lanno, K., Budrys, E., Babij, V., Juškaitis, R., Sammul, M., Varga, Z., Henle, K., (2008): Determination of national conservation responsibilities for species conservation in regions with multiple political jurisdictions *Biodivers. Conserv.* **17** (14), 3607 – 3622.
- Sherwin, H.A., Montgomery, W.I. & Lundy, M.G. (2012) – The impact and implications of climate change for bats. *Mammal Review*, **43** : 171-182.
- Sigrist, M. S. & de Carvalho, C. J. B. (2008) -Detection of areas of endemism on two spatial scales using Parsimony Analysis of Endemicity (PAE) : the Neotropical region and the Atlantic Forest. *Biota Neotrop.*, **8** (4) : 33-41.
- Smith, K. S. et Darwall, W. R. T. (eds) (2006) - *Statut de conservation et répartition géographique des poissons d'eau douce endémiques du bassin méditerranéen*. UICN. 37 p.
- Southwood, T. R. E. (1988) – Tactics, strategies and templets. *Oikos*, **52** : 3-18.

- Stearns, S.C. (1992) – *The evolution of life histories*. Oxford University Press, Oxford. 262 p.
- Surget-Groba, Y., Heulin, B., Guillaume, C.-P., Thorpe, R.S., Kupriyanova, L., Vogrin, N., Maslak, R., Mazzotti, S., Venczel, M., Ghira, I., et al. (2001) - Intraspecific phylogeography of *Lacerta vivipara* and the evolution of viviparity. *Mol Phylogenet Evol*, **18** : 449–459.
- Temple, H.J. et Cuttelod, A. (eds) (2009) - *Statut de conservation et répartition géographique des mammifères méditerranéens*. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, R.-U. 32 p.
- Tucker, G.M. & Heath, M.F. (1994) – *Birds in Europe : their conservation status*. BirdLife conservation series n°3, BirdLife International, Cambridge. 600 p.
- UICN. (2012) - *Catégories et Critères de la Liste rouge de l'UICN : Version 3.1*. Deuxième édition. Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni : UICN. vi + 32pp.
- UICN France & MNHN (2014) - *La Liste rouge des espèces menacées en France - Contexte, enjeux et démarche d'élaboration*. Paris, France. 7 p.
- UICN (2015a) - The IUCN Red List of Threatened Species version 2015-3. Adresse URL http://www.iucnredlist.org/about/summary-statistics#How_many_threatened [consulté le 12/10/2015].
- Vane-Wright, R.I. et al. (1991) – What to protect? Systematics and the agony of choice. *Biol. Conserv.* **55**, 235.
- Venter, O., Fuller, R. A., Segan, D. B., Carwardine, J., Brooks, T., Butchart, S. H. M., Di Marco, Iwamura, T., Joseph, L., O'Grady, D., Possingham, H. P., Rondinini, C., Smith, R. J., Venter, M. & Watson, J. E. M. (2014) - Targeting Global Protected Area Expansion for Imperiled Biodiversity. *PLOS Biology*, **12**(6) : 1-6.
- Whittaker, R. J. & Fernández-Palacios, J. M. (2007) – *Island biogeography, ecology, evolution, and conservation*. Oxford university press, Oxford. 401 p.
- Winemiller, K. O. & Rose, K. A. (1992) – Patterns of life-history diversification in North American fishes : implications for population regulation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **49** : 2196-2218.
- Wilson, E. O. (1993) – *La diversité de la vie*. Editions Odile Jacob, Paris. 496 p.
- Winter, M., Devictor, V., & Schweiger, O. (2013) – Phylogenetic diversity and nature conservation : where are we? *Trends in Ecology & Evolution* **28** : 199–204.
doi: 10.1016/j.tree.2012.10.015
- Woinarski, J., Burbidge, A. & Harrison, P. (2012) – *The Action Plan for Australian Mammals 2012*. Csiro publishing, Collingwood. 1038 p.