



MedWet

Conservation des zones humides méditerranéennes

Amphibiens & reptiles

Ecologie et gestion

A. Morand



MedWet



L'initiative MedWet

Le bassin méditerranéen est riche en zones humides présentant de grandes valeurs écologiques, sociales et économiques. Cependant, ces importantes ressources naturelles ont été considérablement dégradées ou détruites, essentiellement au cours du XX^e siècle. MedWet est une action de collaboration concertée à long terme lancée en 1991 à Grado, Italie, pour arrêter ces pertes et inverser la tendance ainsi que pour assurer une utilisation rationnelle des zones humides dans toute la Méditerranée.

L'initiative MedWet est menée par le Comité des Zones Humides Méditerranéennes (MedCom), sous l'égide de la Convention de Ramsar sur les Zones Humides, qui réunit 25 gouvernements de la région, la Commission européenne, les Conventions de Berne et de Barcelone, ainsi que des ONG internationales. Elle recherche des partenaires et des fonds pour la mise en œuvre de la Stratégie pour la conservation des zones humides méditerranéennes, qui inclut des actions de conservation dans les zones humides d'importance majeure dans la région (en particulier sur les sites Ramsar) ainsi que la promotion des politiques nationales sur les zones humides, afin de prendre en considération la valeur des zones humides dans le processus de planification. MedWet offre également un forum destiné à l'échange régional d'expériences dans le domaine technique et publie une série d'outils de gestion des zones humides avec le soutien financier de l'Union européenne.

Le concept de MedWet et son importance pour promouvoir l'utilisation rationnelle des zones humides méditerranéennes ont été unanimement reconnus par les Parties Contractantes de la Convention de Ramsar sur les Zones Humides.

La série des publications MedWet

Les zones humides sont des écosystèmes complexes qui ont de plus en plus besoin d'être gérés de façon à conserver toutes leurs valeurs et leurs fonctions. L'objectif de la série de publications MedWet est de mieux faire comprendre les zones humides méditerranéennes et les politiques qui les concernent, et de rendre disponible à leurs gestionnaires une information scientifique et technique pertinente et actualisée.



A Morand

Amphibiens et reptiles, écologie et gestion

Conservation des zones humides méditerranéennes - numéro 11

Tour du Valat, Arles (France), 112 p.

Titres de la collection :

1. Caractéristiques générales des zones humides méditerranéennes
2. Fonctions et valeurs des zones humides méditerranéennes
3. L'aquaculture en milieux lagunaire et marin côtier
4. Gestion des sites de nidification pour oiseaux d'eau coloniaux
5. L'enjeu de l'eau
6. La végétation aquatique émergente, écologie et gestion
7. Conservation des poissons d'eau douce
8. Végétation des marais temporaires, écologie et gestion
9. Les salins, entre terre et mer
10. L'hydrologie des zones humides
11. Amphibiens et reptiles, écologie et gestion

Conservation des zones humides méditerranéennes

MedWet



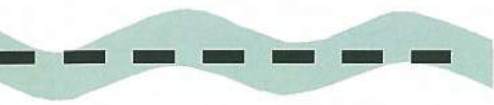
Amphibiens et reptiles

Ecologie et gestion

A. Morand

Numéro 11

Collection éditée par J. Skinner et A. J. Crivelli



T. Naziridis

Préface

Les espèces disparues ne pourront jamais être remplacées mais il est encore possible de sauvegarder la diversité de la planète pour les générations futures et de se mobiliser pour qu'un meilleur usage des ressources permette que, dans les décades à venir, ces dernières bénéficient au plus grand nombre. C'est le message du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) pour tenter de résoudre le problème de la perte de diversité biologique qui, quel que soit l'endroit où nous vivons, menace nos modes de vie.

Dans le bassin méditerranéen, où la diversité biologique est exceptionnellement élevée mais où les menaces contre ce patrimoine naturel sont un véritable défi, le FEM s'efforce d'intervenir et d'entreprendre des actions concrètes pour la sauvegarde et la gestion durable de cette biodiversité. C'est l'objectif qu'il veut atteindre grâce, entre autres, au projet MedWetCoast, qui est dédié à la conservation des zones humides méditerranéennes et des écosystèmes côtiers dans six pays/autorité méditerranéens.

C'est dans ce contexte que la sauvegarde des amphibiens et des reptiles est devenue partie intégrante de celle de l'écosystème et a permis une meilleure compréhension des bénéfices écologiques auxquels participent ces espèces, à l'intérieur de processus beaucoup plus vastes.

L'importance du rôle des amphibiens et des reptiles, pour la conservation de la diversité biologique, réside dans le fait qu'en Méditerranée le niveau d'endémisme de ces groupes taxonomiques est parmi les plus élevés.

Entre les différents groupes taxonomiques, 50 espèces d'amphibiens et 179 espèces de reptiles sont reconnues dans le bassin méditerranéen, parmi lesquelles, 27 espèces d'amphibiens et 111 espèces de reptiles sont endémiques.

La contribution de cette publication MedWet est essentielle car elle met en évidence les liens entre le statut de ces espèces, l'écosystème auquel elles appartiennent et les facteurs biophysiques et socioéconomiques qui menacent leur survie.

Plus important, encore, est le fait que cette publication permette d'accéder à la compréhension scientifique des fonctions, des problèmes et des modes de gestion proposés pour la conservation des amphibiens et des reptiles, informations dès lors disponibles et applicables par les acteurs clés impliqués dans la conservation de la biodiversité.

Emma Torres
Adjointe au Coordinateur Exécutif
FEM/PNUD



Table des matières

Avant-propos	8
Introduction	11
Origine, taxinomie, génétique et endémisme	15
La sortie des eaux	16
Mise en place du peuplement actuel	18
Taxinomie et génétique	20
L'endémisme	22
Diversité des habitats et des espèces	25
Une diversité de milieux aquatiques et de peuplements	27
Du refuge au site de croissance : le milieu terrestre	35
Diversité des adaptations	37
S'alimenter : le bec et la dent	41
Croissance, âge à maturité et durée de vie	43
Les différentes étapes de la reproduction	44
Les stratégies de développement larvaire	45
Se disperser pour survivre et coloniser d'autres milieux	47
Disparition et déclin des populations	49
La dégradation et la disparition des zones humides	53
La fragmentation des habitats	54
La pollution de l'eau et de l'air	55
Consommation et surexploitation	57
L'introduction d'espèces	59

Conservation et gestion	61
Aires protégées et statut de protection	64
Connaître pour mieux gérer	67
Gérer les espèces et les milieux : de la connaissance à l'action	68
Informier et sensibiliser au respect de la faune herpétologique	75
Fiches techniques	79
Créer et entretenir un plan d'eau à amphibiens	80
Une espèce menacée : la rainette arboricole	85
Une espèce vulnérable : le triton marbré	88
Une espèce vulnérable : la cistude d'Europe	91
Echantillonner les amphibiens et les reptiles	94
Conclusion	97
Listes	99
Glossaire	101
Bibliographie	104
Index	111

Avant-propos

Chacun de nous, depuis son plus jeune âge, sait reconnaître une grenouille, un serpent ou une tortue, qu'il en ait vu de près ou seulement des représentations. Mais il n'est pas si simple de définir ces animaux de manière scientifique et encore moins d'établir une stratégie de préservation adaptée à ces espèces fragiles et si peu considérées.

Le premier chapitre s'adresse à toute personne désireuse de mieux connaître ces animaux, d'appréhender quelques-unes de leurs multiples représentations mythologiques, leur origine et la complexité de leur classification.

En dépit de leur dépendance à l'égard de l'eau, au moins pendant une grande partie de leur cycle vital, la plupart des amphibiens et une partie des reptiles ont également besoin de forêts et prairies humides où se nourrir, de souches, pierres et litières forestières sous lesquels ils peuvent s'abriter... Le second chapitre présente différentes espèces d'amphibiens et de reptiles des zones humides méditerranéennes ainsi que leurs habitats.

Le troisième chapitre, enrichi des connaissances de la biologie et la dynamique des populations ainsi que de l'écologie des communautés, aborde la notion importante d'adaptation des espèces à leur milieu. Malgré de possibles plasticités physiologiques, démographiques et comportementales, les espèces présentent un certain bagage de traits biologiques qui les contraignent à occuper des habitats préférentiels. Il est donc inutile d'espérer leur reproduction et le maintien durable de leur population dans des habitats non en adéquation avec leurs exigences écologiques et biologiques.

Le quatrième chapitre vise à préciser les causes naturelles et anthropiques* de la disparition des amphibiens et des reptiles. Soutenues par de grands programmes nationaux et internationaux, les approches comparatives de terrain et expérimentales, la modélisation des données ont produit de nombreux résultats dans tous les milieux de la planète occupés par ces animaux. Leur disparition est bien réelle et il est devenu urgent d'intervenir pour construire des actions de protection durable et de gestion adaptées à leurs milieux et à leur cycle vital complexe.

* Voir glossaire, page 101

A l'heure actuelle, peu d'expériences importantes et aux reculs suffisants existent dans le domaine de la conservation de ces deux groupes. Le dessein de cet ouvrage, notamment dans les premiers chapitres, est de présenter un panorama rapide, bien que clair et précis des connaissances actuelles sur les amphibiens et les reptiles. Le dernier chapitre ainsi que cinq fiches techniques, en fin d'ouvrage, veulent être des outils pratiques pour ceux qui auront à gérer les amphibiens et les reptiles quel que soit le cadre institutionnel dans lequel ils interviennent. L'objectif est de présenter des expériences riches d'enseignements et d'établir quelques grandes lignes directrices sur lesquelles s'appuyer pour échantillonner ces animaux, réaliser un plan d'eau à amphibiens, rédiger des monographies succinctes.

L'ensemble ne constitue en aucun cas un recueil de recettes susceptibles de fournir au lecteur la matière pour se substituer à l'expert ; il ne peut pas remplacer un diagnostic adapté à la région considérée. A partir d'informations variées, de conseils généraux et spécifiques, cet ouvrage a pour but de favoriser les projets à multiples facettes dans lesquels la pédagogie et le dialogue vont de pair avec les actions de connaissance et celles appliquées sur le terrain.



La salamandre tachetée,
sous-espèce *gigliolii*
en Calabre, Italie.

F. Andreone



Introduction

Si le venin des amphibiens et des reptiles fait partie de l'arsenal thérapeutique dont dispose la médecine, si leur physiologie et leur biologie ont largement contribué au développement des sciences, ces animaux sont encore aujourd'hui trop souvent considérés avec dédain, voire même crainte et répugnance. Rarement des animaux se sont vus attribuer autant de vertus et de maléfices.

Dès l'âge du bronze, des objets sculptés témoignent chez les Celtes des cultes voués aux serpents. Dans l'Antiquité, les serpents étaient vénérés. Ils sont le symbole du pouvoir suprême, de la connaissance, de la sagesse et de la longévité dans la mythologie grecque. Athéna ne se sépare jamais d'une vipère ammodyte, cachée derrière son bouclier. Grecs et Romains en gardaient en captivité dans leurs temples consacrés à Asklépios, dieu de la médecine chez les Grecs, devenu Esculape chez les Romains. Son symbole orne le caducée de nos médecins et de nos pharmaciens. Le christianisme et l'Ancien Testament font du serpent l'incarnation du mal, en partie à l'origine de la haine des serpents.

Si les philosophies orientales ou les mythes africains donnent une image plutôt positive des amphibiens, symboles de fécondité, de



résurrection et d'immortalité, la tradition judéo-chrétienne impose peu à peu dans l'inconscient collectif de la civilisation occidentale sa conception maléfique de ces animaux¹. Les croyances populaires ont fait du crapaud la créature la plus diabolique du règne animal. "Il tète les vaches". "Il fait tourner le vin". "Il a le mauvais œil, il charme les gens et les bêtes". "Il donne la rage aux chiens par son écume". "Son souffle est venimeux". Cette débauche de croyances témoigne de la fertilité de l'imagination humaine, à l'origine malheureusement des pires atrocités à l'égard de tous ceux qui osaient s'intéresser à ces créatures d'essence maligne. Du feu à l'enfer, il n'y a pas loin ; la salamandre avec sa robe flamboyante est ainsi une sulfureuse créature au service de Satan. L'origine du nom est d'ailleurs un mot arabo-persan qui signifie "qui vit dans le feu". Selon la "sage" croyance populaire, les plantes à son contact s'étiolent, les fruits, l'eau des rivières et des puits s'empoisonnent. Elle est capable de traverser sans dommage les flammes d'un brasier. Au Moyen Age, elle sera même vendue comme extincteur d'incendie ! Suprême gloire, elle ornera cependant le blason de François I^{er} en allusion au feu.

Pendant des siècles, c'est une véritable avalanche d'horreurs qui fut reprochée aux amphibiens et aux reptiles. L'Occident chrétien médiéval fait des grenouilles, des crapauds et des serpents, les symboles de la dépravation sexuelle et des tentations diaboliques. Parallèlement à ce rôle symbolique, les amphibiens et les reptiles sont présents dans les usages populaires du monde rural à la recherche d'explications rationnelles et destinées à rendre la nature plus prévisible et plus hospitalière. La grenouille fut ainsi faite météorologue, chargée de prévoir le temps. Les amphibiens et les serpents ont aussi, de tout temps, fait partie de la pharmacopée, depuis Pline l'Ancien jusqu'à nos jours, avec notamment la célèbre thériaque, faite de chair et de venin de vipère, contre les morsures de serpents.

La symbolique du serpent ne change guère au cours du temps ; il reste le génie du mal tenant la pomme, symbole du péché. Avec son regard fixe et "meurtrier", il est celui qui hypnotise et conduit à la mort. Avec la Renaissance, la grenouille et le crapaud trouvent dans le renouveau de la littérature de nouveaux débouchés culturels et sont appelés à incarner certains traits de caractère tantôt négatifs (peur, lâcheté, sottise, vanité et orgueil) tantôt positifs (timidité, charme, douceur et vraie beauté). Le naturaliste suédois Carl Von Linné (1707-1778) à qui l'on doit le système de classification des espèces animales et végétales encore en vigueur aujourd'hui a même dit à propos de ces "animaux sales et répugnants..." que "leur Créateur ne s'est pas donné le mal d'en faire beaucoup...".

Dans les zones humides du bassin méditerranéen, il existe un grand nombre d'espèces de reptiles et d'amphibiens. Alors qu'on commence

1 - Wasserman (1990)

à peine à comprendre la complexité des liens existant entre les stratégies écologiques des peuplements herpétologiques et les contraintes d'aridité, plusieurs espèces sont proches de l'extinction. En ce début de troisième millénaire, les problèmes d'environnement sont plus que jamais d'actualité. Les années présentes voient ainsi la réhabilitation des zones humides qui implique un nouveau défi : celui de la préservation de leur biodiversité.

Magie ? sorcellerie ? remède populaire et médecine de demain

Les thériaques (du grec "thêr" : bête féroce), les alcools de vipère, les remèdes à base de crapaud ou de grenouille sont le fait de tous les temps et de toutes les cultures. Thérapie toujours d'actualité chez les Indiens de la jungle équatorienne, elle utilise comme cicatrisant les sécrétions d'une petite rainette bicolor qu'on applique mêlées avec de la salive, contre la plaie. Pris de malaises et de vomissements, le blessé demeure très faible plusieurs heures durant. En Europe, les vigneron du Sud-Ouest de la France protégeaient leurs récoltes en aspergeant les grappes de raisin à maturité des sécrétions toxiques de crapauds préalablement salés. Les charpardeurs pris de coliques et de vomissements pendant plusieurs jours n'y revenaient pas deux fois et maudissaient le propriétaire/sorcier qui les avait ainsi punis.

De l'empirisme populaire à la preuve expérimentale, dès la seconde moitié du XIX^e siècle, les hommes s'intéressent de plus en plus aux applications possibles des venins et des poisons les plus violents. Plusieurs instituts se spécialisent dans le traitement des morsures venimeuses et l'élaboration de sérum*. Plus d'une centaine d'espèces de grenouilles venimeuses en Amérique latine sont étudiées par les

chercheurs qui espèrent découvrir des drogues stimulantes pour le cœur, le cerveau, ou soulageantes contre les douleurs et les contractions musculaires. Découverte en 1977 dans des forêts menacées de destruction, par l'un des pionniers de la batrachomédecine, la petite rainette bicolor (*Epidobates tricolor*) produit un analgésique 200 fois plus puissant que la morphine.

La batrachotoxine d'une autre espèce (*Phyllobates terribilis*) est 100 fois plus puissante que la strychnine et il n'existe encore aucun sérum². Alors que le venin de plusieurs amphibiens est plus puissant que celui de beaucoup de serpents, l'absence d'appareil d'inoculation les rend, de manière générale, peu dangereux pour l'homme. Toutes les substances toxiques des amphibiens sont sécrétées par les glandes cutanées, notamment les glandes granuleuses que l'on trouve concentrées en amas disposés symétriquement par rapport à la ligne médiane dorsale ou bien dans les parotoïdes à l'arrière des yeux chez les crapauds de nos régions. Elles sont excrétées par simple sudation à la surface de la peau. Ces quelques exemples, sympathiques ou effrayants, témoignent de la multiplicité de l'usage des poisons et venins. Ils constituent, au travers des actes de tuer ou de soigner, d'autres raisons de conserver ces stupéfiantes espèces.



Origine, taxinomie, génétique et endémisme

La variété des amphibiens et des reptiles est étonnante. Les différences entre ces deux groupes d'animaux sont plus évidentes que leurs ressemblances mais suivant une tradition scientifique datant près de deux siècles, ils sont étudiés ensemble sous le vocable d'herpétologie (du grec herpô, qui signifie "ramper"). Les 4 500 espèces actuelles d'amphibiens vivants jointes aux 7 000 reptiles environ dépassent ensemble le nombre d'espèces d'oiseaux et celui des mammifères. Relativement, il y a peu d'espèces d'amphibiens et de reptiles dans les zones humides des régions méditerranéennes ; les faunes insulaires et celles endémiques* sont tout particulièrement vulnérables à la destruction de leur habitat.

Une grenouille fossile,
trouvée dans la réserve naturelle
géologique du Luberon,
dans le sud de la France

La sortie des eaux

Il y a 350 à 400 millions d'années, le climat était de type tropical avec une alternance de saisons sèches et pluvieuses ; les poissons vivant dans les marigots qui s'asséchaient périodiquement mouraient asphyxiés. Il n'est pas étonnant que ces milieux lagunaires et lacustres, milieux de transitions écologiques, aient été favorables aux spéciations* innovatrices et à la conquête du milieu terrestre par les premiers vertébrés.

Les amphibiens se répartissent en trois grands groupes : les Gymnophiones ou Apodes, animaux rares, vermiformes et dépourvus de membres ne se trouvant que dans les régions chaudes, les Urodèles dont font partie les tritons et les salamandres qui gardent leur queue après le stade larvaire, les Anoures dont la queue régresse lors de la métamorphose.

Si les poissons restent les maîtres incontestés du milieu aquatique – ils ont connu leur apogée au dévonien*, au point que l'on surnomme cette période "l'âge des poissons" – la conquête du milieu terrestre a débuté avec les amphibiens il y a environ 380 millions d'années. Le passage de la vie aquatique à la vie terrestre ne s'est pas réalisé sans difficulté. En effet, le milieu terrestre oppose à ces pionniers des problèmes d'adaptation d'une ampleur inconnue jusque-là.

Le mot "amphibien" signifie littéralement "double vie" et fait directement référence à la possibilité qu'ont la plupart de ces animaux de vivre dans l'eau et à terre, à des périodes différentes de leur cycle vital. Au cours de leur vie aquatique, ils respirent l'oxygène de l'eau grâce à des branchies comme les poissons. A l'épisode de la métamorphose*, chez la plupart des espèces, ils ont acquis un poumon fonctionnel leur permettant de vivre à l'air libre.

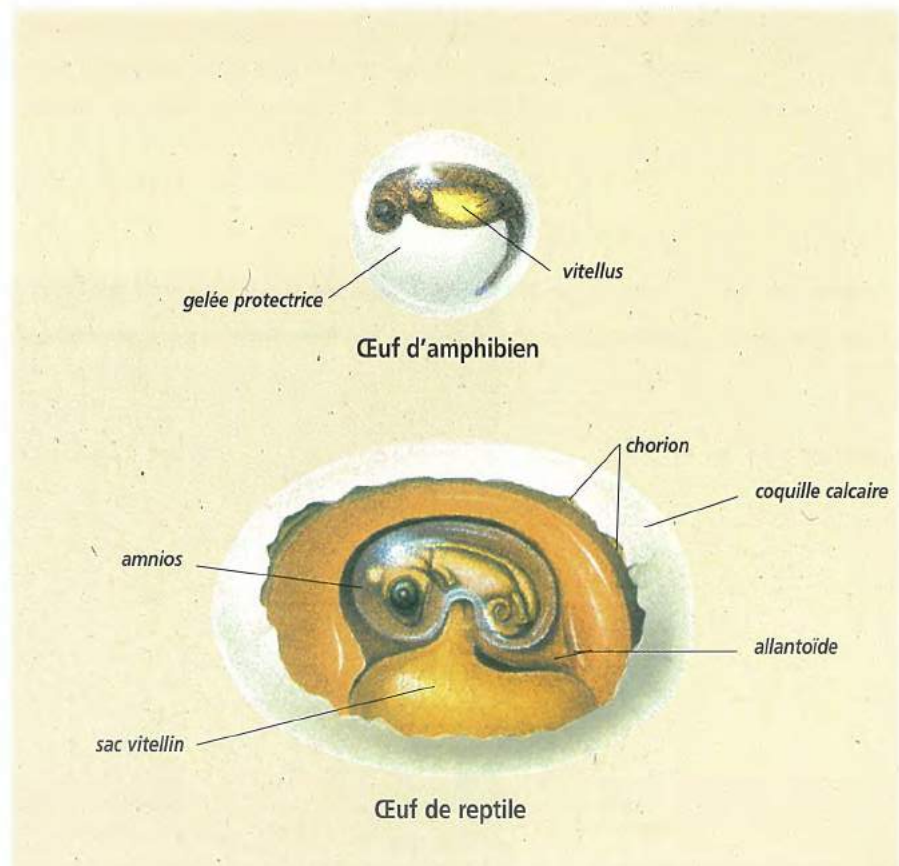


La grenouille grecque
Rana graeca.

Origine, taxinomie, génétique et endémisme

D'autre part, les amphibiens primitifs ont évolué très vite vers un affranchissement plus ou moins bien réussi du milieu aquatique avec une peau nue, constituée d'une seule épaisseur de cellules kératinisées*, perméable et maintenue humide par l'activité de nombreuses glandes cutanées. La déshydratation reste un risque considérable, que ces animaux abordent de manière différente, comme nous le verrons plus loin. Par contre, les reptiles ont amélioré les problèmes de la conservation de l'eau grâce à leur peau cornée composée de plusieurs épaisseurs de cellules épidermiques, aplaties et mortes, qui évitent l'évaporation de l'eau corporelle.

Pourtant plus évolués que les poissons et les amphibiens, aucun reptile, oiseau ou mammifère n'a réussi à s'affranchir d'un développement embryonnaire s'effectuant au sein du milieu aquatique ancestral. Par contre, une étape évolutive importante a été l'innovation chez les reptiles d'une cavité close remplie de liquide pour permettre le développement de l'œuf, que l'on appelle la cavité amniotique*. L'allantoïde*, autre originalité de cet œuf amniotique est apparue en même temps que l'amnios car les deux formations vont de pair. Il va permettre les échanges respiratoires à travers la coquille. L'œuf amniotique des reptiles présente encore deux avantages pour la conquête du milieu terrestre : sa coquille protectrice très résistante et l'abondance de matières nutritives qui constituent une réserve nécessaire au développement de l'embryon.





Mise en place du peuplement actuel

La compréhension du peuplement herpétologique du pourtour méditerranéen est complexe. La plupart des familles d'amphibiens et de reptiles qui peuplent le bassin méditerranéen aujourd'hui sont apparues au cours de l'ère tertiaire*.

La composition de la faune actuelle résulte de plusieurs facteurs : échanges entre les masses continentales, radiations adaptatives et changements climatiques, survivants de la "crise crétacé".

Depuis environ deux millions d'années, notre environnement subit une succession de glaciations, séparées par des périodes interglaciaires plus chaudes, telle la période actuelle. L'ensemble de ces phénomènes a entraîné de continus remodelages des communautés* d'amphibiens et de reptiles du bassin méditerranéen. Durant la dernière grande glaciation du Würm, qui prit fin voilà 10 000 ans environ, des calottes glaciaires et des aires glaciaires intra-continentales recouvraient la majeure partie du continent européen.

Ainsi, la plus grande partie de l'Europe était inhabitable pour les amphibiens et les reptiles car elle était couverte de toundras arctiques et de steppes. Le réchauffement climatique post-glaciaire permit la reconquête des latitudes moyennes par les amphibiens et les reptiles à partir des refuges méridionaux. Trois vastes régions ont joué le rôle de refuges³ : le sud-ouest de l'Europe (péninsule ibérique) ; l'Italie ; le sud-est de l'Europe (les steppes le long de la mer Noire et de la mer



Le discoglosse sarde.

3 - Zwidernick (1980)

Origine, taxinomie, génétique et endémisme



Alytes obstetricans.

A. Morand

Caspienne). Les obstacles à la recolonisation ont été les Alpes et les Pyrénées. Plus récemment, l'homme a introduit des espèces au cours de ces voyages. C'est le cas de l'alyte dans le Rif marocain génétiquement similaire à celui d'Europe (*Alytes obstetricans*)⁴ et du discoglosse peint (*Discoglossus pictus*) en Catalogne.

Beaucoup de lacunes subsistent dans notre connaissance des origines de cette petite faune de l'aire méditerranéenne, l'une des régions les plus "agitées" du globe du point de vue géologique. La rareté des données paléontologiques, l'incertitude de leur position systématique font qu'une bonne partie des hypothèses énoncées reste très discutable.

⁴ - Arntzen (1984)



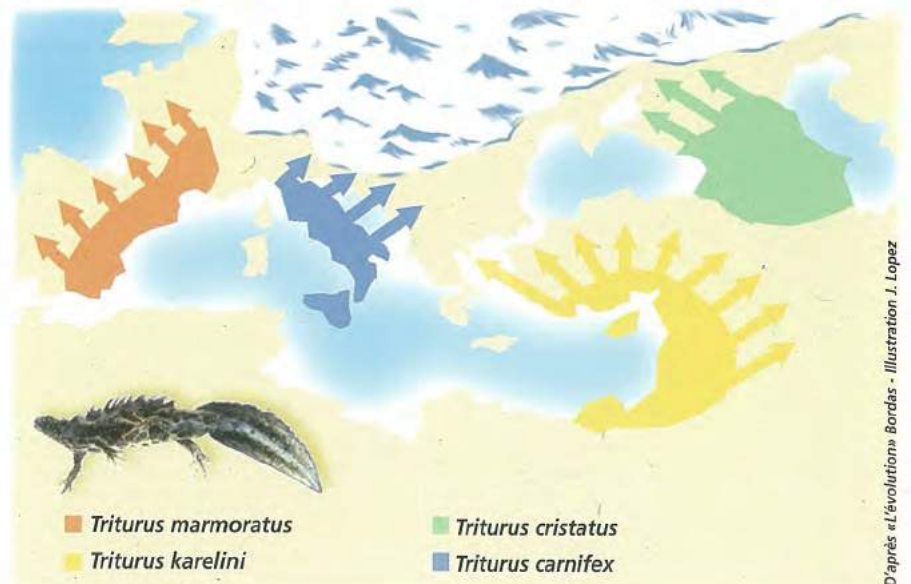
Taxinomie et génétique

La conquête de nouveaux espaces écologiques, les interactions biotiques favorisent une différenciation des populations et une diversification accrue des taxons*. La taxinomie, science en plein essor, s'est enrichie des techniques de la génétique dont les apports ne peuvent plus être ignorés des scientifiques comme des gestionnaires.

La systématique est une discipline encore inachevée, elle ne permet pas toujours de garantir le nom d'une espèce. De manière surprenante pour l'Europe, on découvre encore aujourd'hui de nouvelles espèces pour la science. Ainsi, la grenouille pyrénéenne (*Rana pyrenaica*) a été découverte en 1990 dans les Pyrénées espagnoles⁵. Cette espèce, appartenant au groupe des grenouilles brunes, est endémique de cette région et habite les petits torrents froids et bien oxygénés. Elle se rencontre très fréquemment avec l'euprocte des Pyrénées (*Euproctus asper*). La distinction de son identité taxinomique par rapport à la grenouille rousse (*Rana temporaria*), également présente dans cette région, est fondamentale puisqu'elle occupe des habitats différents et développe une autre stratégie biologique. Une nouvelle espèce de péloïde a également été trouvée dans le sud de l'Espagne⁶.

Le partage fréquent d'un même habitat rend possible des phénomènes d'hybridation chez les espèces qui descendent d'un ancêtre commun. Il existe ainsi en Europe cinq espèces de grands tritons dont l'origine et la spéciation* remontent probablement à l'époque des glaciations

Modèle théorique de spéciation géographique : exemple des tritons crêtés du groupe *Cristatus*. L'alternance des périodes de glaciations, séparées par des phases interglaciaires, un grand nombre de chaînes de montagnes et une fragmentation très forte des masses continentales sont favorables à la spéciation et à l'évolution indépendante des populations isolées.



D'après « L'évolution » Bordas - Illustration J. Lopez

5 - Serra-Cobo et al. (1998)

6 - Sanchez-Herraiz et al. (2000)

Origine, taxinomie, génétique et endémisme

quaternaires. Celles-ci ont provoqué l'isolement des populations d'une espèce primitive et son évolution en espèces distinctes. Le triton crêté (*Triturus cristatus*) et le triton marbré (*T. marmoratus*) peuvent s'hybrider lorsque le degré de syntopie* est élevé. Cependant, une telle hybridation conduit à des descendants dont la viabilité est amoindrie.

Les grenouilles vertes, un problème d'identification

Les grenouilles vertes sont des animaux amphibies qui, à la différence de beaucoup d'autres espèces d'amphibiens, vivent exclusivement dans des milieux aquatiques tant en période de reproduction qu'aux autres périodes d'activité. Elles sont communes et fréquentes et leurs têtards abondants participent de manière active à la filtration des eaux stagnantes. Elles appartiennent à un groupe dont les niveaux taxinomiques sont difficiles à identifier. Ce groupe constitue un excellent modèle pour l'étude du mécanisme hybridogénétique⁷ chez les amphibiens. L'hybridogénèse peut être définie comme étant un système de reproduction dans lequel les hybrides persistent en s'accouplant avec une des espèces parentales. Dans la vallée du Rhône, le complexe spécifique des grenouilles vertes présente une forme hybride intermédiaire entre deux espèces parentales à identité génétique bien définie, la grenouille rieuse (*Rana ridibunda*) et la petite grenouille verte (*Rana lessonae*). Au sud de la vallée, la grenouille rieuse se reproduit avec la grenouille de Perez ou grenouille rieuse d'Espagne (*Rana perezi*) pour produire l'hybride *R. grafi*. Cet ensemble très vaste de populations qui manifestent des différences morphologiques, physiologiques (stratégie d'hivernation et



Rana lessonae.

A. Morand

tolérance aux variations de la teneur en oxygène), de comportements (qualité et puissance des émissions sonores), pose le problème de la signification écologique et évolutive de l'hybridogénèse⁸⁻⁹. Connaître les relations entre la composition génomique des populations et leurs habitats est devenu un objectif scientifique prioritaire. En effet, la discrimination des individus sur la base de seuls critères morphologiques et comportementaux s'avère insuffisante. Des études d'analyse enzymatique sont nécessaires pour préciser la correspondance entre la distribution des génotypes et la typologie écologique des sites. Ces techniques permettent de comprendre le phénomène de spéciation, ainsi que l'histoire du peuplement des grenouilles vertes dans le bassin méditerranéen et en Europe. Elles permettent aussi de suspecter en France la présence d'autres espèces de grenouilles vertes (*Rana epeirotica*, *Rana sbqiperica*) probablement échappées de contingents importés à des fins alimentaires.

7 - Graf & Polls-Pelaz (1989)

9 - Schmeller (1999)

8 - Pagano et al. (1999)



L'endémisme

A l'inverse des oiseaux dont l'endémisme est faible à l'intérieur du biome méditerranéen mais cependant moins remarquable que celui des poissons d'eau douce de la région nord méditerranéenne¹⁰, l'endémisme des amphibiens et des reptiles est extrêmement élevé.

Au cours de l'évolution, les espèces présentes actuellement ont occupé progressivement des régions plus ou moins vastes constituant ce que l'on appelle leur aire de répartition. Certaines espèces comme le crapaud commun (*Bufo bufo*) présentent une aire de répartition très vaste sur toute l'Europe alors que d'autres espèces comme le protége (*Proteus anguinus*) sont localisées dans seulement quelques sites sur la côte adriatique. Cette disparité de la répartition et les variations d'abondance des populations entre les régions trouvent leur origine dans les phénomènes géologiques, climatiques et historiques aussi bien que dans les caractéristiques adaptatives des espèces. Ainsi, les espèces qui présentent une grande tolérance thermique peuvent se développer sous des climats contrastés.



Euproctus montanus
de l'île de Corse.

10 - Maitland & Crivelli (1996)

Les amphibiens et les reptiles des îles méditerranéennes

Dans les îles de la Méditerranée, différentes espèces de reptiles et d'amphibiens ont été isolées lors de la dernière grande glaciation alors que l'inlandsis* recouvrait tout le nord et le nord-ouest de l'Europe ainsi que les montagnes. Plusieurs populations ont continué à évoluer sous les contraintes de leur milieu et beaucoup ont acquis des spécificités qui les différencient aujourd'hui des espèces ancestrales. Cependant, l'élément essentiel qui frappe d'emblée les observateurs des milieux insulaires reste la pénurie d'espèces animales, fait bien connu depuis Darwin. Les capacités de dispersion trop limitées pour le franchissement des barrières maritimes sont une des raisons du petit nombre de taxons. Le manque de biotopes favorables, notamment en eau douce, la compétition et/ou la prédation par les espèces en place, peuvent aussi expliquer l'échec de certaines colonisations. En définitive, les faunes actuelles proviennent très largement de connexions passées entre

les îles et le continent européen ou africain mais aussi des introductions par l'homme. La prospection systématique en herpétologie sur les îles a fait des progrès considérables avec la découverte récente de deux amphibiens endémiques – *Alytes muletensis* – sur Majorque¹¹ jusqu'alors non identifié et celle du discoglosse corse (*Discoglossus montalentii*). Sur les îles du bassin occidental de la Méditerranée, les valeurs d'endémicité pour les batraciens sont élevées en raison de l'ancienneté des faunes comme de leurs faibles capacités de déplacement. Elles atteignent 63 % en Sardaigne, 29 % en Corse, 25 % aux Baléares et 0 % dans toutes les autres îles¹².

Qu'il s'agisse de nouvelles espèces, de sous-espèces ou de petites populations isolées, cette palette de variation génétique, source d'évolution et d'innovation biologique, est très souvent la plus menacée. Toute atteinte à l'habitat de ces espèces entraîne des conséquences irréversibles.

Richesse spécifique d'amphibiens dans les grandes îles méditerranéennes : les Baléares, la Corse, la Sardaigne, la Sicile, la Crète et Chypre.



11 - Alcover & Mayol (1980)

12 - Delaugerre & Cheylan (1992)



A. Morand

Diversité des habitats et des espèces

La plupart des espèces partagent leur existence entre le milieu aquatique et le milieu terrestre. La présence simultanée de plusieurs milieux est nécessaire à la réalisation de leur cycle vital. L'habitat d'une espèce recouvre les sites de reproduction, où se développent les œufs et/ou les larves, les sites de croissance juvénile, le milieu de vie active des adultes ainsi que les sites d'estivation et d'hibernation. Des migrations permettent le passage d'un milieu à l'autre.

Les amphibiens et les reptiles se distribuent dans une grande diversité de zones humides qui se différencient par leurs substrats géologiques et leurs sols, leurs caractéristiques mésologiques (superficie, profondeur), leurs caractéristiques hydrologiques (origine de l'eau, durée de l'hydropériode, saisonnalité), les conditions physico-chimiques (pH, conductivité...).

On constate qu'en Europe et dans le pourtour méditerranéen, la majorité des espèces d'amphibiens doivent retourner dans les milieux d'eau douce pour se reproduire et y déposer leurs œufs ou leurs

larves. Le cycle de développement comporte ainsi une phase aquatique de durée variable.

Si les reptiles sont affranchis du milieu aquatique – tout du moins – pour le dépôt des œufs, certaines espèces n'en restent pas moins liées à l'eau. Bien que le groupe des Crocodiliens soit en relation étroite avec les zones humides, seules les espèces appartenant respectivement aux groupes des Squamata (serpents et lézards) et des Testudinata (tortues) intéressent nos régions d'étude. Dans le biome méditerranéen, il existe très peu d'espèces de lézards réellement inféodés aux milieux humides. Le lézard vivipare (*Lacerta vivipara*) peut même plonger pour se réfugier dans l'eau. Il présente une très vaste répartition géographique. On le trouve de l'Ecosse à l'île Sakhaline et du Nord de l'Espagne au cercle polaire.

Les couleuvres d'eau

Super-prédateurs de grenouilles, de tritons et de leurs larves ainsi que de poissons, les couleuvres aquatiques sont des habituées des zones humides. Trois espèces sont particulièrement liées à l'eau. Avec son collier jaunâtre souligné à l'arrière d'une bande noire, la couleuvre à collier (*Natrix natrix*) est une nageuse élégante qui se meut par ondulations du corps en maintenant la tête hors de l'eau. C'est le serpent aquatique qui a la plus vaste répartition géographique : presque toute l'Europe et l'Afrique du Nord. La couleuvre vipérine (*Natrix maura*), est encore appelée en France "aspic d'eau", en raison de sa ressemblance avec la vipère péliade (*Vipera berus*) dont elle rappelle la coloration et les attitudes. Elle vit au voisinage de l'eau et se nourrit exclusivement d'animaux aquatiques. La ressemblance entre cette couleuvre inoffensive et les vipères vraies ont jeté un doute sur la question de savoir si ces dernières allaient à l'eau ou non. Il est établi que certaines espèces de vipères, dont la vipère péliade, vont à l'eau pour chasser les poissons. Elles restent cependant

des habitants relativement rares et occasionnels des zones humides. La couleuvre tesselée (*Natrix tessellata*) ressemblant beaucoup à la couleuvre vipérine est encore davantage aquatique. Elle remplace cette dernière à l'est, de l'Italie à l'Asie mineure, et remonte au nord jusqu'en République tchèque.

Natrix maura



A. Fatras/Bios

Une diversité de milieux aquatiques et de peuplements

Les amphibiens, les tortues et les serpents sont présents dans la plus grande partie des zones humides méditerranéennes. On les trouve dans les marais, les lacs, les rivières sur le continent ou les petites îles qu'ils ont colonisées à la faveur de connexions passées ou d'introductions par l'homme.

Depuis un siècle, les problèmes d'environnement les plus importants dans le bassin méditerranéen sont liés à la ressource en eau¹³. L'histoire récente des amphibiens et des reptiles a été marquée par l'agressivité climatique et les actions humaines. Leurs distributions révèlent la dynamique naturelle des milieux et celle des civilisations. Les zones humides méditerranéennes constituent, en conséquence, des "sites" isolés ou faisant partie parfois d'un ensemble régional beaucoup plus vaste qui peut contenir un nombre élevé de milieux et de communautés*.

Torrents, rivières, sources et ruisseaux

La diversité des cours d'eau et celle des micro-habitats créés par la dynamique fluviale permet l'occupation du milieu par des espèces différentes. A titre d'exemple, il est possible de trouver des larves de salamandres dans la zone la plus en amont des cours d'eau où elles constituent les super-prédateurs de ces habitats sans poissons. Elles peuvent aussi se trouver en grand nombre dans les minuscules vasques alimentées par les sources, notamment dans les milieux particulièrement arides. Dans de telles conditions, ces larves deviennent cannibales. En Corse, les portions plus vastes et profondes d'eau renouvelée des ruisseaux et des torrents hébergent l'euprocte de montagne (*Euproctus montanus*) et le discoglosse sarde (*Discoglossus sardus*). Enfin, la grenouille rieuse ou la grenouille grecque (*Rana graeca*) occupe seules les berges du lit majeur des fleuves et rivières. Leurs têtards de forme allongée et à queue puissante traduisent cette adaptation à la vie en eau courante. Quels que soient les milieux d'eau courante, la richesse spécifique* de ces communautés est peu élevée.

En Espagne comme dans les Pyrénées françaises, ce sont les alytes accoucheurs qui occupent les petits lacs à plus de 2 000 mètres d'altitude.

Le triton de Poiret (*Pleurodeles poireti*) présente une grande flexibilité de reproduction et il est souvent le premier amphibien en Numidie à se reproduire dès la remise en eau de ses biotopes, de septembre à février. L'assèchement précoce des sites de reproduction signifie l'échec de la reproduction et la mort des larves.

Lacs d'eaux douces et étangs permanents

Il existe de considérables variations dans les caractéristiques mésologiques (taille, profondeur...) et trophiques de tels plans d'eau. En général, les lacs et les étangs sont peu riches en variété d'espèces de reptiles et amphibiens. Cependant, ces milieux peuvent abriter des populations importantes d'une ou deux espèces. Un des facteurs limitants est la présence de communautés structurées de poissons qui influencent la survie des larves d'amphibiens. Certaines espèces toutefois sont indifférentes à cette présence, notamment les grenouilles vertes et le crapaud commun. La végétation des rives constitue pour les autres espèces des abris et des zones d'alimentation. Les lacs de montagne en Grèce, en Albanie et au Maroc sont pauvres en espèces. Sous ces latitudes, les grenouilles vertes, groupe zoologique au statut taxonomique peu clarifié, sont les rares espèces à s'élever jusqu'à plus de 2 000 m.

Dayas, chotts et sebkhas

Dans les zones humides d'Afrique du Nord, on trouve de vastes dépressions ou lagunes qui se remplissent avec les pluies par les eaux de ruissellement et par la nappe souterraine. Leurs superficies différencient parfois plusieurs parties dont des zones marécageuses inondées de manière permanente ou temporaire. Au Maroc, la faune aquatique dans de tels milieux est représentée par des mollusques, des annélides, des crustacés et des insectes. Parmi les vertébrés, on trouve jusqu'à neuf espèces d'amphibiens anoures, la couleuvre vipérine et l'émyde lépreuse (*Mauremys leprosa*). Les Anoures se répartissent en fonction de l'hydropériode* et de la salinité des eaux. Peu d'espèces se reproduisent avec succès dans les eaux saumâtres à l'exception du crapaud vert (*Bufo viridis*) dont les têtards semblent

Le chott El Dierid, Tunisie.



Le dragon blanc ou “poisson-humain” des eaux souterraines : le protée anguillard

C'est par un pur hasard qu'un protée a été découvert pour la première fois dans un flot d'eau souterraine en 1685 dans l'actuelle Slovénie. Cet animal, à la morphologie irréelle et au côté chimère, fut pris pour un dragon par les paysans, ce qui lui valu son nom très probablement (d'après le latin *anguis*, serpent et le dieu grec Protée, berger des monstres marins). Cette espèce unique en son genre, à l'exception des cinq autres espèces du genre *Necturus*, ses plus proches parents dans les rivières nord-américaines, vit dans les grandes rivières et lacs souterrains des régions karstiques des Alpes Dinariques bordant la mer Adriatique. Son aire de répartition, incluant plus de 250 localités, va de la région de Trieste en Italie au sud-est des régions de Dubrovnic et Trebinje incluant la Yougoslavie, la Slovénie, la Croatie, la Bosnie-Herzégovine et le Monténégro.

C'est un animal grêle, de la forme d'une anguille, long de vingt à trente centimètres, avec une tête triangulaire et allongée qui se termine sur un museau aplati ou carré. Ses membres courts et peu développés n'ont que trois doigts à l'avant et deux à l'arrière. Ils sont impropres à la marche. Le protée, qui ne se métamorphose jamais, conserve toute sa vie les caractères typiquement aquatiques des larves d'Urodèles comme la peau, d'un blanc rose presque humain, pourvue de cellules de Leydig censées augmenter la perméabilité tégumentaire, les organes de la ligne latérale comme les poissons, les yeux dépourvus de paupières et qui cessent de se développer en grandissant, trois paires de branchies externes, qui se déploient comme

un bouquet de plumes rouges autour du cou et des fentes branchiales.

Le protée compense sa cécité par un odorat très développé. Il sait détecter les odeurs de ses proies favorites qui sont de petits invertébrés cavernicoles endémiques (larves de chironome, gammare et aselles), voire d'animaux morts dans les détritus¹⁴.

Les œufs du protée sont fixés un à un à la face inférieure des pierres ou des rochers. Du fait des basses températures (10°C) qui règnent dans ces cavernes profondes, il leur faut environ trois mois pour éclore. La femelle garde sa ponte, qu'elle défend en repoussant toute intrusion jusqu'à l'éclosion. Toute perturbation de l'eau captée par les cils de sa ligne latérale informe le protée sur son environnement. Les larves à l'éclosion mesurent 2 cm et ressemblent à des parents en miniature. La croissance est très lente et la maturité sexuelle est atteinte vers 14-16 ans alors que la fécondité optimale ne l'est qu'entre 20 et 30 ans. Troublante ressemblance avec l'homme, les plus âgés peuvent dépasser 60 ans.

Cet amphibien est devenu très rare. Il est la victime d'un juteux trafic pour satisfaire la curiosité de certains scientifiques, d'aquariophiles et de touristes peu scrupuleux des menaces de disparition de l'espèce. D'autre part, l'emploi des engrais, des pesticides et des insecticides, les hydrocarbures et les huiles, les effluents provenant des industries peuvent provoquer de véritables catastrophes souterraines. La pollution des nappes aquifères et du réseau karstique par les eaux d'infiltration issues de la surface constitue une menace très sérieuse pesant non seulement sur les populations du protée mais aussi sur toutes les autres espèces du monde souterrain¹⁵.

14 - Uiblein et al. (1992)

15 - Sket (1997)

supporter des eaux faiblement salées (≤ 4 g/l). Le discoglosse peint peut résister à une salinité de 8 g/l NaCl¹⁶. Dans la moitié nord du Maroc, il est possible de trouver aussi le pleurodèle de Waltl (*Pleurodeles waltl*) en soulevant des pierres et des souches à proximité de dayas temporaires ou permanentes, ou dans certains oueds à court lent.

Lorsque l'eau ne subsiste que quelques semaines, la concentration en sel est très élevée et aucune espèce n'a pu s'adapter à des conditions aussi hostiles. Les sebkhas de l'ouest algérien sont même démunies de toute végétation aquatique¹⁷.

Le triton de Poiret : quel avenir ?

Deux espèces d'urodèles de la famille des Salamandridés existent en Algérie :

– une espèce rare et énigmatique *Salamandra algira* (Bedriaga, 1883) confinée aux forêts de montagne

– le triton de Poiret (*Pleurodeles poireti* Gervais, 1835) endémique dans le nord-est algérien et le nord de la Tunisie. Ce triton porte le nom de l'abbé Poiret, botaniste qui a visité en 1785 les environs de la Calle (El Kala) et qui a publié en 1789 *Voyage en Barbarie : Animaux amphibies d'Algérie*.

On a longtemps cru que deux ou trois espèces de tritons coexistaient en Algérie (triton de Poiret, triton d'Hagenmüller et *Triturus nebulosus*). Cette confusion est très certainement liée à la grande plasticité morphologique de l'espèce en relation probable avec des hétérochronies* de développement.

Modèle privilégié en biologie moléculaire, les adultes mènent une existence essentiellement aquatique dans les conditions de laboratoire. Dans la nature, le triton de Poiret privilégie les mares et les fossés temporaires de préférence aux lacs et étangs, probablement à cause de la prédation des poissons sur les larves. La nourriture des larves et des adultes en milieu aquatique est composée de

crustacés (artémia*, daphnies), d'insectes et de larves d'amphibiens. En tant que prédateur polyphage, le triton est une espèce-clé dans les milieux qu'il occupe. Une fois le développement larvaire achevé, les juvéniles quittent le milieu aquatique avant d'estiver dans des anfractuosités ou sous des pierres. Assez commune en Numidie (extrême nord-est algérien) et présente aussi bien en plaine qu'en montagne, l'espèce ne bénéficie d'aucun statut de protection malgré sa vulnérabilité liée à son endémicité. Ses biotopes sont menacés de dégradation voire de disparition. Ils ne font malheureusement l'objet d'aucune mesure de protection en Algérie. Les conséquences des aménagements récents (construction de routes) sont plus sournoises, car elles entraînent une fragmentation des habitats et des populations les rendant encore plus fragiles. La situation est rendue plus inquiétante encore pour les derniers sites par l'introduction de poissons exotiques (*Cyprinus carpio*, *Gambusia affinis*) qui se dispersent également dans les milieux temporaires. Aujourd'hui, une meilleure connaissance de l'écologie du triton de Poiret et des mesures vigoureuses de conservation des habitats sont devenues nécessaires pour assurer l'avenir de cette espèce.

Dr Boujema Samraoui,
Université d'Annaba, Algérie

Diversité des habitats et des espèces

Flaques et marais temporaires

Dans les "marismas*" ou marais temporaires du delta du Guadalquivir, inondés d'octobre à juillet, les amphibiens ne se reproduisent pas de manière aléatoire. Une dizaine d'espèces, dont sept anoures et trois urodèles, se partage au cours de la saison de reproduction, les milieux d'eau douce, saumâtres à salés¹⁸.

L'aridité du climat méditerranéen favorise le développement de flaques éphémères ou de marais saisonniers. Ces milieux, peu profonds et sans poissons, peuvent être soit isolés, soit nombreux sur quelques hectares. Leur taille varie de quelques mètres carrés à plusieurs milliers d'hectares. Leur faune et leur flore, typiques du bassin méditerranéen, sont souvent endémiques et très vulnérables.

En Israël ou au Maroc, la survie des pélobates (*Pelobates syriacus*, *Pelobates varaldii*) dépend des pluies hivernales qui maintiennent en eau plus de quatre mois consécutifs leurs mares de reproduction.

En définitive, l'intérêt des milieux endoréiques temporaires est très élevé pour les amphibiens comme pour les reptiles. Ces milieux peuvent présenter de nombreuses espèces ou au contraire seulement une ou deux espèces. Leur emplacement, leur morphologie et la qualité de l'eau conditionnent ces variations de richesse. Aujourd'hui, ces milieux ne dépendent plus uniquement des précipitations car ils sont gérés et reçoivent des eaux d'irrigation et/ou de drainage.

1. *Bufo calamita*
2. *Pelodytes punctatus*
3. *Triturus marmoratus*
4. *Emys orbicularis*
5. *Triturus vulgaris*
6. *Hyla meridionalis*
7. *Natrix natrix*
8. *Rana perezi*
9. *Ardea cinerea*
10. *Pelobates cultripes*



J. Lopez

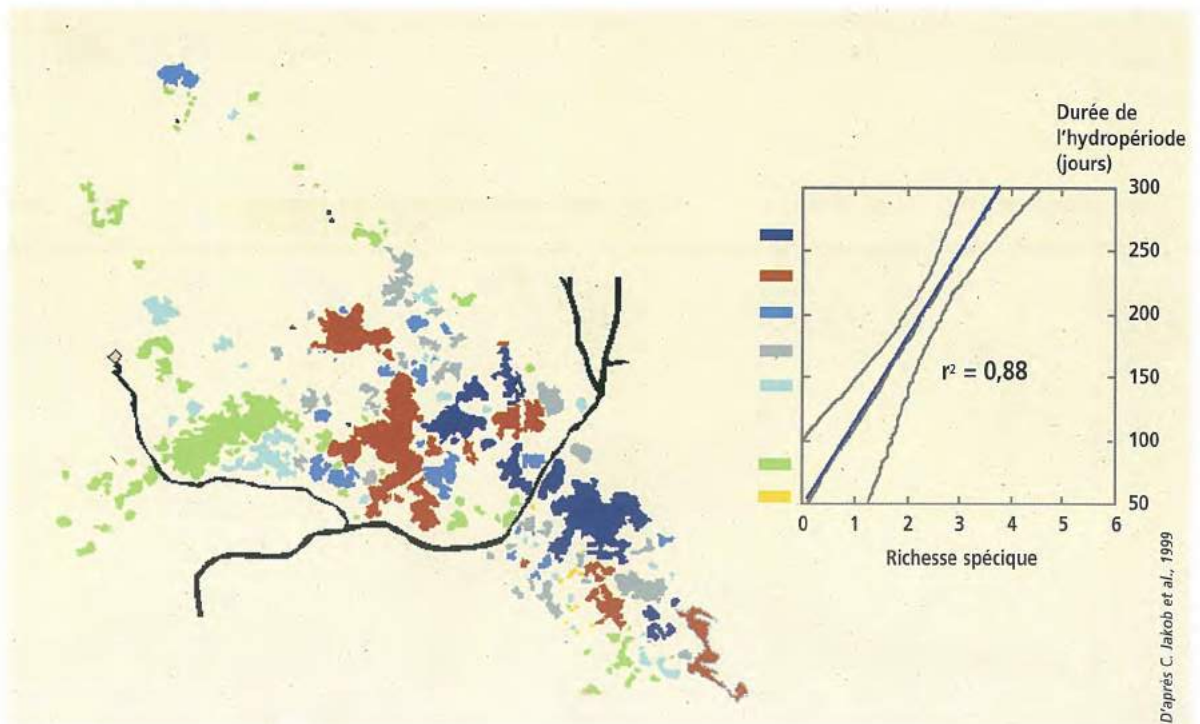
Hydropériode et communautés d'amphibiens

La réserve de Roque-Haute, dans l'Hérault en France, subit un climat méditerranéen, caractérisé par des étés chauds et secs, une saison pluviale en automne et en hiver. Plus de 200 mares temporaires (de 10 à 2 500 m²) se distribuent sur ce plateau à seulement trois kilomètres de la mer. Elles sont issues d'une exploitation du basalte au moins depuis le Moyen Age et jusqu'à une période récente. Sept espèces d'amphibiens ont été dénombrées dont certaines sont cantonnées dans leur distribution au sud de la France et à la Péninsule Ibérique : le triton marbré, le triton palmé (*Triturus helveticus*), le crapaud calamite (*Bufo calamita*), le pélodate cultripède (*Pelobates cultripedes*), le pélodyte ponctué (*Pelodytes punctatus*), la rainette

méditerranéenne (*Hyla meridionalis*), et la grenouille de Perez.

Il existe une relation étroite entre l'hydropériode et le nombre d'espèces qui se reproduisent dans les mares¹⁹. Le triton palmé, le triton marbré et la rainette méditerranéenne sont parmi les espèces les plus abondantes et les mieux représentées dans les différents types de mares. Le pélodate cultripède n'occupe que les mares à longue durée d'immersion tandis que le pélodyte ponctué peut se reproduire aussi dans les mares à hydropériode courte. De manière comparable à d'autres systèmes méditerranéens, l'hydropériode est donc un des facteurs majeurs structurant cette communauté d'amphibiens.

Plus de deux cents mares temporaires auxquelles sont corrélées l'hydropériode (en nombre de jours) et le nombre d'espèces d'amphibiens.



D'après C. Jakob et al., 1999

Diversité des habitats et des espèces

Zones humides artificielles

Les mares-abreuvoirs ou lavognes des régions karstiques et désertiques sont très favorables à l'installation de communautés aquatiques. Cependant, les déjections et le piétinement du bétail dans ces eaux stagnantes rendent très vite de tels milieux peu favorables à la survie larvaire. Les lavoirs, les puits, les citernes... sont aussi des ouvrages de l'homme pouvant présenter un intérêt herpétologique²⁰.

Les gravières en cours d'exploitation représentent généralement peu d'intérêt pour la faune ; elles ont même la plupart du temps un impact négatif sur le milieu et l'herpétofaune²¹. Cependant, une fois abandonnées, elles peuvent devenir attractives pour plusieurs espèces. En effet, le fond de la gravière recouvert d'une fine pellicule de limons, la colonisation par une végétation semi-aquatique lorsqu'elle est rendue possible par des pentes douces offrent une multiplicité de micro-habitats favorables aux amphibiens et aux reptiles. De plus, les fluctuations fréquentes du niveau de l'eau empêchent l'installation de communautés structurées de poissons. Ainsi, certaines gravières abandonnées depuis une dizaine d'années dans les prairies du lit majeur* du Haut-Rhône, constituent des sites d'intérêt batrachologique élevé²².

On associe le plus souvent et à juste titre les activités humaines à une diminution de la diversité biologique. Dans le cas des amphibiens et probablement de quelques reptiles, il est vraisemblable que l'homme ait favorisé localement l'extension de certaines espèces par la création de biotopes* secondaires.




L'habitat du crapaud accoucheur
(*Alytes obstetricans*)
dans le sud de la France.

J.M. Prévot/Bios

20 - Pinston (1990)
21 - Welsh & Ollivier (1998)

22 - Morand & Joly (1995)



Les vallées alluviales : régime de perturbation et biodiversité

La diversité des espèces d'amphibiens et de reptiles n'est nulle part aussi élevée que dans les vallées alluviales des grands fleuves²³⁻²⁴. Une telle richesse est liée à la très grande diversité fonctionnelle des milieux terrestres et aquatiques de ces vallées. La dynamique fluviale, régime naturel de perturbation, est responsable d'une mosaïque de zones humides à l'origine d'une biodiversité élevée. Chacun de ces écosystèmes aquatiques et semi-aquatiques est représentatif de différents degrés d'influence des chenaux actifs du fleuve et subit différents régimes de perturbations abiotiques et biotiques. A un moment donné, la vallée est constituée de sites à différents stades de succession écologique*, depuis des bancs de graviers remaniés à chaque inondation jusqu'à d'anciens bras morts eutrophes* et définitivement abandonnés par les eaux courantes du fleuve. Il en résulte une coexistence d'espèces aux exigences écologiques très diverses. Ces assemblages d'espèces ou peuplements sont conditionnés essentiellement par la superficie des sites et leur hétérogénéité, leur distance au lit

mineur*, les alternances de mise en eau et d'assèchement en relation avec la présence de prédateurs et de compétiteurs aquatiques. Malheureusement, le paysage des vallées alluviales a été profondément modifié depuis quelques siècles par différents types d'aménagements tels que les endiguements, les drainages, les mises en cultures ou les ouvrages hydro-électriques. Comme beaucoup d'autres espèces, les amphibiens et les reptiles font les frais de ces modifications du fonctionnement des hydrosystèmes.* Toutefois, l'état actuel de nos connaissances nous permet de penser qu'il peut exister une réelle convergence d'intérêt entre la gestion hydraulique des vallées alluviales et la persistance de communautés d'amphibiens et de reptiles riches et diversifiées. En effet, les sites aquatiques périphériques aux chenaux principaux des grands fleuves jouent un rôle important dans l'amortissement et dans l'écoulement des crues. Il n'est probablement pas trop tard pour entreprendre la restauration de conditions favorables à des populations viables d'amphibiens ou de reptiles en adéquation avec la gestion globale du bassin-versant*.

Diversité des habitats et des espèces

Du refuge au site de croissance : le milieu terrestre

Le milieu terrestre environnant le plan d'eau a de multiples fonctions (zone d'alimentation, site de ponte, site d'hibernation ou d'estivation) qu'il est important de préserver.

Une autre condition importante de l'environnement des amphibiens et des reptiles inféodés aux zones humides est la présence de refuges adéquats pour s'isoler de la chaleur la journée, en particulier pendant les périodes de sécheresse. En effet, beaucoup d'espèces occupent le milieu aquatique la nuit pour chasser mais doivent se réfugier le jour dans les anfractuosités des troncs d'arbres morts ou les fissures du sol. Certaines espèces doivent trouver un sol meuble pour pouvoir creuser et s'isoler à plusieurs centimètres de la surface. La répartition du pélobate cultripède est liée ainsi à la juxtaposition de milieux sableux et de lieux de reproduction en eau douce ou faiblement saumâtre. Les juvéniles de rainettes arboricoles ont besoin, pour grandir, de consommer un grand nombre d'invertébrés qu'elles trouveront dans les prairies humides. Leur habitat aquatique de développement larvaire doit être peu éloigné d'habitats terrestres favorables aux autres étapes de leur cycle vital.

En hiver, plusieurs espèces d'amphibiens, mais aussi de nombreux reptiles, migrent vers des lieux secs mais saturés d'humidité. Les salamandres, les crapauds et les couleuvres se rencontrent parfois ensemble à l'entrée de mines et autres milieux souterrains. Plus couramment, plusieurs individus d'espèces différentes se réfugient sous les pierres. En définitive, les amphibiens comme les reptiles alternent entre une vie aquatique et une vie terrestre qui leur est nécessaire. La difficulté pour les scientifiques et les conservateurs est d'identifier les facteurs aquatiques et terrestres utiles à la gestion de leur population et de leur milieu.



T. Naziridis

Diversité des adaptations

La quasi-totalité des espèces animales de la planète en dehors des mammifères et des oiseaux est constituée d'animaux à "sang froid" ou ectothermes. Toutefois, les amphibiens et les reptiles ne sont en rien plus primitifs que les oiseaux ou les mammifères. Leur comportement, leur stratégie biodémographique, leur physiologie sont tout aussi complexes et tout aussi bien adaptés à l'environnement extrêmement varié des différents milieux qu'ils occupent.

Mauremys caspica
prenant un bain de soleil
dans une zone humide de Grèce.

En dehors des endothermes, la majorité des êtres vivants se contente apparemment fort bien d'une température corporelle variable. Le terme d'ectothermie (on parle aussi d'animaux ectothermes ou à sang froid) qui caractérise leur condition signifie qu'ils ont besoin d'énergie externe pour se réchauffer. Cette adaptation présente bien des avantages. Elle évite à l'animal d'avoir à défendre sa température, au prix d'un gaspillage d'énergie quand le milieu ambiant se refroidit, ou de pertes d'eau par évaporation lorsque la chaleur devient excessive.

Certaines zones humides méditerranéennes sont caractérisées par une excessive pauvreté en eau à certaines époques de l'année et par des écarts de températures très élevés ; ces derniers ne sont pas seulement saisonniers mais diffèrent selon les heures du jour. Chez les amphibiens et les reptiles, ectothermie ne veut pas dire soumission passive aux contraintes hydrologiques et/ou thermiques imposées par un milieu donné. L'animal garde la liberté de se déplacer et de choisir ainsi son ambiance thermique en fonction de ses besoins : priorité à l'économie par la réduction de température en phase de repos, choix d'un milieu froid ; priorité à la performance en phase d'activité et de recherche de nourriture, choix d'un milieu chaud.

1. *Natrix maura*
2. *Bufo calamita*
3. *Discoglossus galganoi*
4. *Pelobates cultripes*
5. *Hyla arborea*



J.L.

Les adaptations pour lutter contre la chaleur et la sécheresse

Les reptiles, comme les amphibiens, qui ne vivent pas en permanence dans les milieux humides ont parfois à lutter contre la chaleur et la sécheresse de l'atmosphère.

- Une vie crépusculaire et nocturne : de manière générale les animaux ectothermes, plus sensibles à un stress hyperthermique, tendent à se soustraire au rayonnement direct du soleil et mènent une vie crépusculaire ou nocturne.
- Boire l'eau par la peau : à l'inverse des reptiles à la peau cornée imperméable, la mince peau des amphibiens les empêche de vivre pour la plupart plus d'une journée à l'air libre parce qu'ils se déshydratent rapidement. Cette particularité est un avantage lorsque l'eau est abondante ; ils ne boivent pas mais absorbent par leur peau perméable l'eau qui provient de toutes les surfaces humides.
- Limiter les pertes d'eau et la recycler : l'excrétion des déchets favorise aussi les reptiles en milieu aride, puisque ces déchets sont transformés en acide urique peu soluble et éliminés sous forme d'un précipité solide limitant ainsi les pertes d'eau. Les amphibiens


compensent leurs reins peu efficaces par une perméabilisation de leur vessie et un recyclage de l'eau dans l'urine diluée²⁵.

Ces mesures de protection, utiles à court terme, ne suffisent pas et seuls des comportements adaptés ou d'autres mécanismes physiologiques spécifiques de quelques rares espèces permettent aux amphibiens d'occuper les zones très arides²⁶.

- S'enfouir et estiver : espèce typiquement méditerranéenne, le pélobate cultripède a, le jour, un comportement fouisseur qui lui permet d'échapper à la grosse chaleur. Il est particulièrement bien armé pour lutter contre la sécheresse. Ses deux pattes postérieures ont une sorte de prolongement corné qui lui sert de bêche. Dès que l'eau vient à manquer ou que la température devient trop élevée, il creuse à reculons un trou dans la terre et s'y enfouit. Il s'enterre parfois jusqu'à 1 mètre de profondeur. Ses cousins américains peuvent résister en général 8 à 9 mois, en s'abandonnant à cet état de léthargie semblable à l'hibernation qu'on appelle "estivation". Ce sommeil estival prend fin à la première averse. Ils émergent alors de la terre et se précipitent vers la flaque d'eau la plus proche.

25 - Warburg (1972)

26 - McClanahan et al. (1994)



Se soustraire au froid, lui résister en évitant ou en maîtrisant la congélation

La saison hivernale constitue, pour les espèces continentales de l'Europe et les espèces méditerranéennes les plus septentrionales, une période physiologiquement difficile car elle combine les effets d'un abaissement général de la température, d'une raréfaction de la nourriture et, parfois, d'une absence d'eau.

Les amphibiens et les reptiles ont une faible capacité de dispersion. Ils ne peuvent se soustraire au froid et à ses conséquences en migrant, comme le font les oiseaux, vers des régions au climat hivernal plus doux ; ils doivent trouver sur place des abris efficaces. La plupart choisissent des sites d'hibernation relativement chaud, sous l'eau ou profondément enfouis sous terre. C'est le cas général chez les reptiles. Chez les amphibiens, les espèces hivernent sous terre, ou dans la vase au fond des milieux aquatiques permanents, parfois à l'issue de déplacements importants. Même lorsque l'eau gèle en surface, l'eau du fond demeure liquide en général à 4°C.

Un certain nombre d'espèces maîtrise la congélation, notamment en se dotant de

substances permettant d'éviter le gel des cellules. Alors que les grenouilles, les serpents, et les tortues ont comme antigel du glucose, certaines espèces du genre *Hyla* utilisent le glycérol, cet alcool que l'on ajoute, l'hiver, à l'eau des radiateurs de voitures ! Les chercheurs de l'Université Carleton à Ottawa, étudient depuis plusieurs années un groupe d'amphibiens et de reptiles qui hibernent en se laissant geler²⁷. La grenouille des bois (*Rana sylvatica*), espèce vicariante* de la grenouille agile (*Rana dalmatina*) en Europe, vit en Amérique du Nord et hiverne sous un manteau de neige et de feuilles à une température ambiante de - 8°C.

Une troisième stratégie est la surfusion, variante de la stratégie précédente, qui permet de garder les fluides corporels liquides à une température où ils devraient normalement geler.

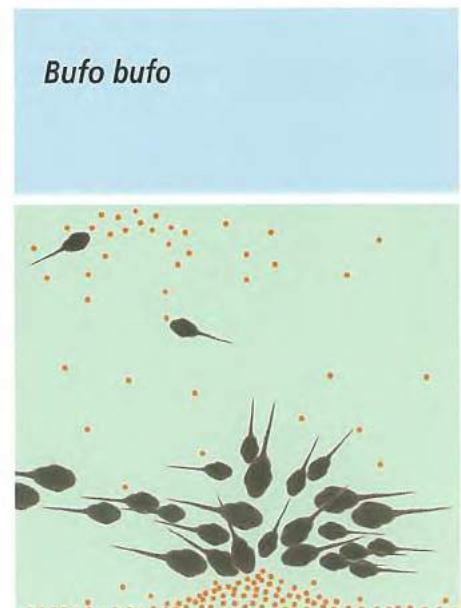
Toutes ces stratégies s'accompagnent de la réduction du métabolisme de 90 à 99 % par rapport à sa valeur normale, ce qui multiplie d'un facteur de 10 à 100 la durée d'utilisation des réserves corporelles.

S'alimenter : le bec et la dent

Se nourrir est une nécessité de tout être vivant et quiconque prend la peine d'étudier en détail les amphibiens et les reptiles ne peut manquer d'admirer leurs techniques d'alimentation.

Un changement de régime alimentaire

A l'inverse des larves d'urodèles, exclusivement prédatrices, les têtards sont considérés habituellement comme des organismes benthiques pourvus d'un bec corné, qui broutent les végétaux aquatiques. Cette image a été rendue plus complexe au cours des deux dernières décennies par l'étude des contenus stomacaux, l'analyse comparative des appareils buccaux et de filtration, la répartition des têtards dans la colonne d'eau. Les détritiques, les particules de matières organiques en suspension et la faune microbienne associée, le périphyton*, les macrophytes vivants et les proies constituent autant de catégories alimentaires différentes selon les espèces et le stade de développement des têtards. Ainsi, les têtards de la rainette arboricole et probablement ceux de la rainette méridionale sont adaptés à la filtration de la colonne d'eau ou de la pellicule d'eau de surface²⁸. Le crapaud calamite et le sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata*) utilisent fréquemment les petites pièces d'eau oligotrophes ; ils présentent de fortes aptitudes pour prélever les matières en suspension²⁹. Par contre, les têtards du crapaud commun seraient plutôt benthiques et racleurs de matières organiques déposées. En fait, il existe une grande flexibilité des régimes et modes alimentaires en



Certains têtards (*B. Bufo*) présentent des repellents chimiques qui dissuadent les poissons ; se déplacer en banc est aussi une stratégie antiprédatrice.

Les têtards de rainette se réfugient dans la végétation, ils sont très vulnérables lorsqu'ils sont à la recherche de particules en suspension pour se nourrir.

28 - Diaz- Paniagua (1985)

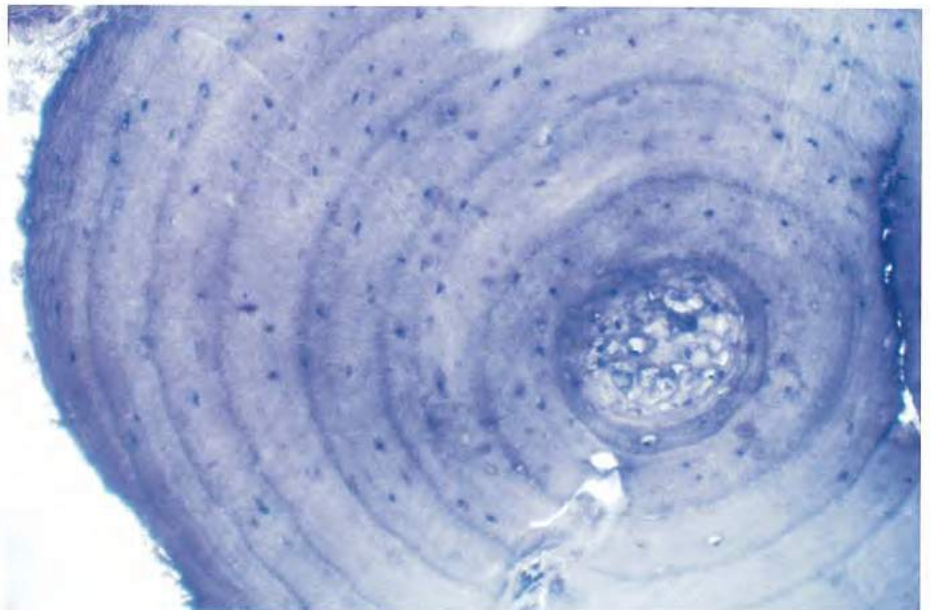
29 - Viertel (1987)



relation avec la disponibilité des ressources et l'hétérogénéité du milieu, en fonction des phénomènes de compétition* et autres interactions biotiques. La carnivorité existe aussi chez les têtards. En Espagne, dans des mares temporaires à faible productivité, les têtards du péloïde ponctué et du pélobate cultripède, espèces à reproduction précoce, sont des prédateurs d'œufs de crapaud calamite³⁰, espèce à reproduction tardive.

Rechercher activement les proies ou attendre et voir venir

Tous les amphibiens adultes des régions méditerranéennes sont carnivores et ne mangent pratiquement que des proies vivantes. Ils ne réagissent pas aux proies immobiles, c'est le mouvement qui déclenche le réflexe de capture. Le corps trapu, les pattes très courtes et peu palmées, le crapaud calamite est très mobile et chasse activement sur les pelouses sableuses. Les tritons se nourrissent de manière active à terre ou dans l'eau. Ils flairent leur proie (vers de terre, chironomes, crustacés...), la saisissent dans leurs mâchoires faites de petites dents coniques pour mieux l'ingérer en rétractant leurs yeux. Cet enfoncement des yeux, chez les amphibiens, aide à la progression de la proie vers l'œsophage. Au contraire du crapaud des joncs ou des tritons, le crapaud commun attend paisiblement à l'affût qu'une limace ou un insecte soit à sa portée pour projeter sa langue préhensile. Crapauds et grenouilles sont fréquemment la proie d'autres chasseurs actifs, comme la couleuvre vipérine ou la couleuvre à collier. A la manière du brochet, la cistude s'installe à l'affût, derrière un rideau de végétation en attendant qu'un insecte aquatique, un têtard, ou un petit poisson passe à portée de bec. Elle peut aussi partir en quête d'une proie, en avançant tout doucement dans la végétation aquatique.



Coupe de la phalange de grenouille rousse. Les neuf lignes d'arrêt de croissance plus la périphérie nous informent que cet individu est âgé de 10 ans.

30 - Tejado & Recques (1994)

Croissance, âge à maturité et durée de vie

La longévité ainsi que l'âge à maturité sont des données peu connues chez les amphibiens et les reptiles. Ces informations, issues des méthodes de squelettochronologie*, sont pourtant fondamentales pour la prise en compte de la dimension temporelle dans les stratégies de préservation de ces espèces.

S'il existe de nombreux travaux sur la démographie de certains groupes zoologiques tels que les poissons, peu concernent les amphibiens et les reptiles³¹. L'âge à maturité se définit, pour un mâle, comme l'âge auquel celui-ci participe au comportement reproducteur pour la première fois et, pour une femelle, comme l'âge auquel elle dépose sa première ponte. Les dépenses énergétiques et les risques encourus lors de la reproduction influencent directement la longévité des individus. Longévité et âge à maturité sont des paramètres très variables d'une espèce à l'autre et au sein d'une même espèce entre différentes populations. L'altitude, la température, l'isolement des populations et le nombre plus ou moins élevé de prédateurs influencent la structure d'âge³².

Certaines espèces peuvent vivre très longtemps, d'autres beaucoup moins. Ainsi, les grenouilles vertes sont des espèces à durée de vie brève alors que le sonneur à ventre jaune, les tritons de grande taille (tritons marbré et crêté) sont des espèces longévives (entre dix et quinze années) qui se reproduisent entre deux et quatre ans^{33, 34}. On peut supposer que seules les espèces se reproduisant dans des conditions très instables ont été sélectionnées vers des durées de vie longues et un âge à maturité relativement précoce afin de pourvoir aux aléas de l'environnement. Ainsi, au cours de la vie d'un individu, une seule année favorable pour se reproduire lui permet de compenser les mauvaises années de reproduction. Dans les pays méditerranéens, où les précipitations ne sont pas régulières d'une année à l'autre, voire absentes certaines années, ces stratégies adaptatives permettent de compenser les aléas climatiques.

31 - Castanet & Smirina (1990)
32 - Miaud et al. (1999)

33 - Caetano (1990)
34 - Plytycz & Bigaj (1993)

Les différentes étapes de la reproduction

Si la tendance évolutive du groupe des amphibiens est la migration progressive des milieux aquatiques aux milieux terrestres, on constate que dans le biome méditerranéen, à quelques exceptions près, les amphibiens doivent retourner dans les milieux d'eau douce pour se reproduire et y déposer leurs œufs ou larves. Les tortues et les serpents aquatiques gagnent l'eau peu après leur éclosion terrestre.

Seules quelques espèces d'amphibiens se sont partiellement affranchies du milieu aquatique. C'est le cas, par exemple, des crapauds alytes, dont les mâles conservent les œufs autour des membres postérieurs ; les têtards effectuent dans l'œuf une partie de leur développement jusqu'à leur libération dans un plan d'eau.

L'échange des cellules reproductrices est précédé de comportements préparatoires ou/et d'une élégante danse nuptiale ; ces rites sont particuliers à chacune des espèces. Chez les urodèles, la parade repose essentiellement sur une série de comportements stéréotypés, tandis que l'émission de vocalisations plus ou moins sonores est caractéristique des anoures. Les mâles possèdent un chant spécifique et s'affrontent souvent pour la possession des femelles. Le milieu aquatique permet la fécondation externe, mode utilisé par tous les anoures et qui fait suite à un pseudo accouplement (ou amplexus). Les œufs sont simplement aspergés par la semence du mâle après leur sortie du cloaque* de la femelle. Chez les urodèles, le mâle dépose dans l'eau un spermatophore* que la femelle absorbe par ses lèvres cloacales en s'aidant de ses pattes postérieures. L'accouplement fait aussi suite à une parade élaborée chez les serpents et les tortues. Le mâle des serpents possède deux hémipénis rétractés dans la base de la queue, mais seulement l'un d'eux est introduit dans la femelle. Tortues et serpents n'ont qu'un seul mode de reproduction, celui de pondre des œufs (oviparité*), exception notable les vipères sont ovovivipares* : elles mettent au monde des jeunes déjà formés.

Les spéléomantes vivant dans les cavernes en Italie et dans le sud de la France pondent environ une dizaine d'œufs. La femelle, très attentionnée, restera lovée autour des œufs jusqu'à leur éclosion.



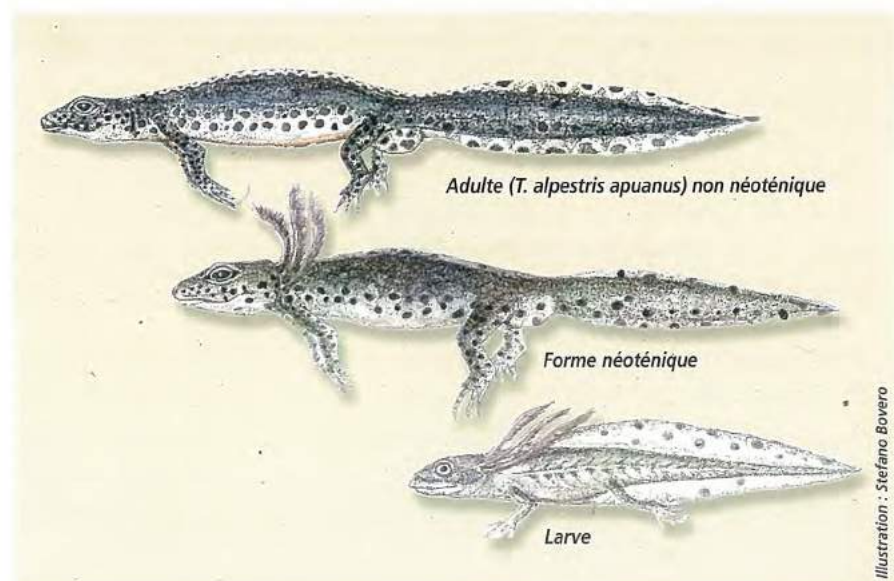
Les stratégies de développement larvaire

Chez les amphibiens, le développement des larves est variable selon les espèces, les régions et la saison. La métamorphose* annonce le passage de la vie larvaire à la vie adulte. Une longue durée de développement dans le milieu aquatique favorise une grande taille à la métamorphose mais augmente le risque de prédation et celui aussi de mourir d'assèchement. En revanche, une grande taille à la métamorphose augmente la survie juvénile ainsi que les capacités dispersives dans les milieux arides.

Les processus de la croissance et du développement sont étroitement liés à la température³⁵, aux ressources alimentaires et à la compétition. Certaines espèces comme le crapaud calamite trouvent des conditions optimales de développement dans les eaux chaudes (jusqu'à 35°C). Les têtards de la rainette arboricole ne supportent pas des températures en dessous de 15°C. Avec les grenouilles vertes, les rainettes sont des espèces thermophiles, c'est-à-dire qui aiment la chaleur. La compétition est un autre facteur qui agit sur la croissance soit par des phénomènes de limitation des ressources (compétition d'exploitation) soit par des inhibiteurs de croissance (interférence compétitive). Il s'ensuit une réduction de la taille et/ou une augmentation de la durée de développement. Ce retard de développement peut induire une augmentation des taux de mortalité

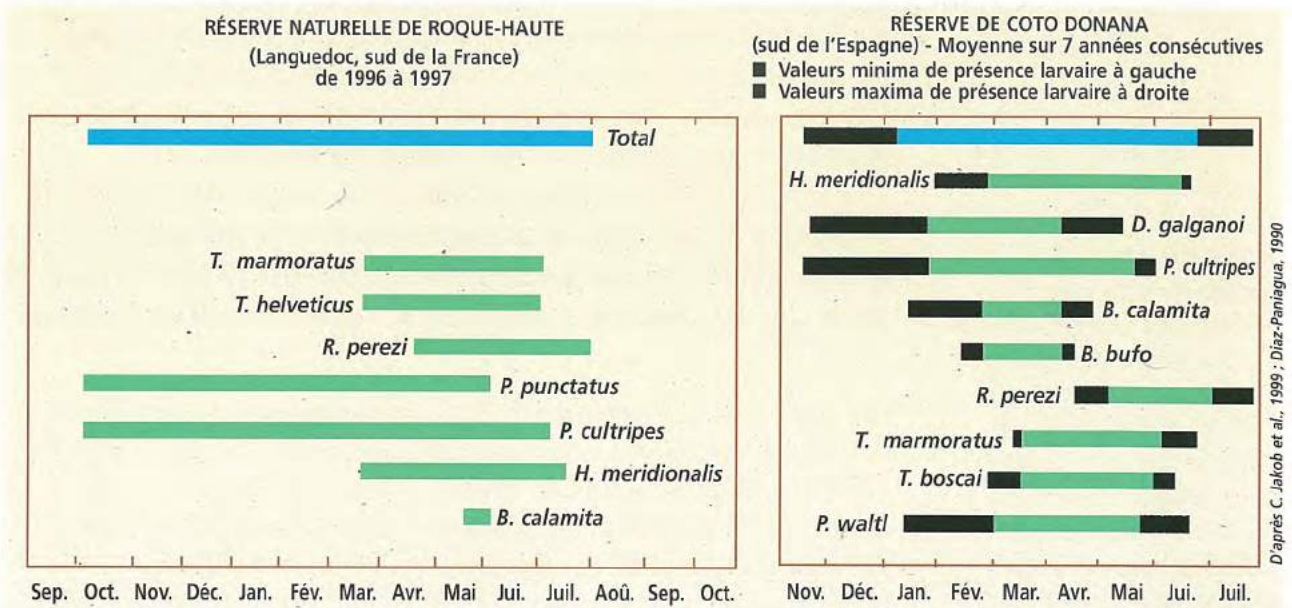
En 1863, la célèbre salamandre mexicaine ou axolotl, connue comme friandise des Aztèques, a été apportée en France. Elle s'est reproduite à l'état de larve et comble de surprise, certaines des larves ont changé de morphologie et sont sorties de l'eau. Elles sont devenues des petites salamandres tiges (*Ambystoma mexicanum*), déjà connues. L'axolotl et la salamandre-tigre n'étaient en fait que deux formes d'une même espèce.

La néoténie est facultative chez le genre *Triturus* et peut être supprimée par injection d'hormones thyroïdiennes.





(assèchement dans les milieux peu profonds ou prédation dans les milieux permanents). Une grande taille corporelle réduit les risques de prédation et augmente les aptitudes compétitives.



Sur la base d'un étalement de la maturation des œufs et de leurs dépôts, on peut distinguer des espèces franchement itéropares qui distribuent leur effort de reproduction sur toute la saison et des espèces semelpares et à reproduction généralement explosive qui ne se reproduisent qu'une fois par saison. Il existe aussi au sein des espèces des populations temporelles.

Métamorphose, un raz-de-marée anatomique et physiologique

La grenouille verte, le crapaud de nos campagnes, et tous les autres amphibiens naissent d'un processus extraordinaire, la métamorphose qui modifie en plusieurs semaines, l'anatomie et la physiologie du têtard. Au cours de ces changements profonds, certains organes sont éliminés (queue du têtard, branchies...), d'autres apparaissent (pattes, poumon...). La métamorphose est donc un ensemble de phénomènes biochimiques, physiologiques et morphologiques complexes sous la dépendance des hormones thyroïdiennes.

La simple ablation de la thyroïde, ou l'absence d'un des composants nécessaires empêche la métamorphose. Sans métamorphose, les têtards deviennent très grands mais ne peuvent se reproduire. Chez les urodèles, les larves non métamorphosées ont la faculté de se reproduire. On parle de néoténie. Les amphibiens sont classés en trois groupes en fonction de leur capacité à se métamorphoser. Les anoures (crapauds, grenouilles...) ; les urodèles à néoténie facultative (triton alpestre, euprocte, axolotl...) et les urodèles à néoténie obligatoire (protée).

Se disperser pour survivre et coloniser d'autres milieux

Très souvent, on suppose que tous les amphibiens ou tous les reptiles, au sein d'un même groupe, présentent les mêmes aptitudes de dispersion. Il n'en est rien. Certaines espèces sont sédentaires et d'autres nomades. Au sein d'une même espèce, les juvéniles constituent le plus souvent la phase dispersive alors que les adultes se cantonnent, une fois trouvé un site de reproduction favorable.

Les espèces sont associées à des habitats qui constituent soit des quartiers d'été de croissance, soit des sites de reproduction ou encore des lieux d'hibernation voire d'estivation. C'est la caractéristique même des amphibiens et des reptiles inféodés aux zones humides que d'occuper tantôt le milieu aquatique, tantôt le milieu terrestre ; plusieurs espèces effectuent régulièrement des migrations saisonnières entre les deux types de milieux. Cependant, l'observation pendant la phase terrestre est difficile car les amphibiens comme les reptiles sont très souvent nocturnes et mènent une vie discrète. Les tritons occupent les anfractuosités, les crevasses ou les terriers de rongeurs, qui sont tous des sites d'accès difficile. On tend à penser que les adultes de toutes les espèces peuvent se disperser facilement et coloniser de nouveaux habitats sans difficulté. Cette hypothèse est rarement vérifiée.

L'isolement, la dispersion et les relations fonctionnelles entre ces deux paramètres sont fondamentales pour l'écologie de ces vertébrés et leur conservation. La dispersion au cours d'une saison de reproduction peut être liée à l'assèchement d'un site ou à l'introduction de prédateurs. Ainsi, les cistudes sont capables de se déplacer en milieu terrestre et de parcourir environ 500 mètres en deux journées en cas d'assèchement de leur mare³⁶. D'autres préféreront estiver à l'abri de la chaleur. Chez les batraciens, les distances parcourues au cours de phénomènes de dispersion intra-annuelle sont en général plus courtes que celles observées entre deux saisons de reproduction successives. Ces distances dépassent rarement quelques kilomètres et varient beaucoup selon les espèces considérées et les possibilités de dispersion des habitats³⁷.

³⁶ - Naulleau (1992)

³⁷ - Joly et al. (2001)



A. Hodalico/Saola

Disparition et déclin des populations

Les différences entre les taux d'extinction passés et présents sont très loin d'être négligeables. La vague d'extinction actuelle est sans précédent et de nombreuses espèces d'amphibiens comme de reptiles sont menacées d'extinction imminente.

Dans de nombreuses régions du monde, les amphibiens sont en voie d'extinction. Pourquoi ? Pollution, réchauffement du climat, raréfaction de l'ozone stratosphérique, maladie ? Aucune des causes invoquées ne saurait expliquer ce déclin, mais conjuguées ensemble et ajoutées à la destruction de l'habitat, l'introduction de prédateurs exotiques et leur consommation excessive, on comprend plus aisément le phénomène qui touche également les reptiles...

Le déclin des amphibiens : vrai ou faux problème ?

Dans les années 1970, certaines espèces, à peine découvertes, ont disparu pour des raisons encore inexpliquées et d'autant plus étranges qu'elles habitaient des régions dispersées dans le monde où il n'y avait aucune raison évidente de s'attendre à cela. Ces faits, loin d'être anecdotiques, alertent les scientifiques qui décident de s'intéresser très sérieusement à la question, d'autant plus préoccupante que les amphibiens sont très probablement des indicateurs de la dégradation globale de l'environnement. Le groupe de travail sur le déclin des populations d'amphibiens (Declining Amphibian Populations Task Force, DAPTF) de la Commission de la sauvegarde des espèces (SSC) au sein de l'Alliance Mondiale pour la Nature (UICN) a vu le jour en 1991. La controverse sur le déclin mondial des amphibiens tourne autour de deux questions majeures. Dans quelle mesure, ces déclin

sont-ils des phénomènes réels plutôt que des fluctuations naturelles^{38, 39} ? Enfin, les causes relèvent-elles de processus et de changements à l'échelle globale ou bien de micro-changements difficilement détectables à l'échelle locale ?

Plusieurs hypothèses tentent d'expliquer la disparition des amphibiens dans le monde. Cependant, la plupart d'entre elles sont impossibles à tester, soit parce qu'elles sont trop complexes, soit qu'elles reposent sur un nombre insuffisant de données par manque d'investigations approfondies à long terme. Une autre difficulté est que chaque espèce réagit différemment à la pluie, à l'humidité et à la température. En fonction des variations de ces paramètres, la plupart des populations d'amphibiens connaissent des fluctuations spectaculaires d'une année à l'autre. L'enregistrement pendant plusieurs années de ces variations démographiques est la seule solution pour éviter la controverse



Salamandra lanzai
dans le Piémont
en Italie.

F. Andreone

Disparition et déclin des populations



F. Andreone

La rainette sarde, *Hyla sarda*, est présente en Corse et en Sardaigne.

entre les scénarios alarmants de disparition et les fluctuations naturelles^{40, 41}.

L'influence des changements globaux (couche d'ozone, effet de serre) peut être importante dans les régions du nord, tempérées et polaires. Les conséquences négatives d'une augmentation des radiations ultraviolettes sur les œufs et les embryons ont été démontrées chez certaines espèces⁴². Les changements climatiques et micro-climatiques, dus à El-Niño, ont été fortement suspectés pour rendre compte de la disparition des amphibiens dans les forêts humides de l'Australie ou d'Amérique centrale⁴³. D'autres scientifiques estiment que ces causes sont réelles mais qu'elles sont le plus souvent mineures par rapport à la disparition des zones humides et à leur fragmentation.

L'introduction de poissons constituerait également une menace bien plus sérieuse pour les amphibiens indigènes. L'impact des pluies acides et des substances très polluantes comme les métaux lourds ne fait pas de doute alors que les effets des herbicides et des insecticides sont parfois plus délicats à évaluer. Les virus comme les champignons microscopiques font aussi partie des hypothèses actuellement très étudiées⁴⁴.

Sur la base de ces différentes hypothèses, il est plus que vraisemblable que cet ensemble de facteurs isolés ou combinés a des conséquences sur les populations d'amphibiens. Les chercheurs s'accordent actuellement pour ne pas attribuer la disparition des amphibiens à un seul facteur mais pour un effet synergique de différentes causes.

La disparition des amphibiens est-elle un vrai ou un faux problème ? Les études de longue durée démontrent que la situation est devenue critique dans de nombreux endroits et même si le doute persiste encore, il nous faut faire le pari de l'existence du problème et de notre capacité à y remédier par des actions⁴⁵. Les espèces à faible fécondité et au taux de renouvellement faible sont les plus menacées. Il faut donc considérer la disparition des amphibiens comme étant un vrai problème⁴⁶ et un signal d'alarme d'autant plus important que ce phénomène est directement lié à la gestion de la ressource en eau et aux stratégies de conservation des zones humides. Beaucoup de reptiles montrent des tendances similaires à la réduction de la taille de leurs populations et les experts établissent aujourd'hui l'étendue du problème et des menaces pesant sur ce groupe⁴⁷.

40 - Reed & Blaustein (1995)

41 - Pounds et al. (1996)

42 - Blaustein et al. (1996)

43 - Laurance (1996)

44 - Kiesecker et al. (2001)

45 - Wake (1998)

46 - Houlakan et al. (2000)

47 - Gibbons et al. (2000)



Les causes sont diverses et nombreuses et afin d'orienter les actions de conservation, il est devenu indispensable de les identifier très précisément.

Elles peuvent être d'origine naturelle comme les modifications climatiques, la dynamique des milieux et de la végétation, les interactions entre les espèces ou les phénomènes de spéciation... Cependant, depuis quelques siècles, les taux d'extinction sont beaucoup plus élevés et sans commune mesure avec les taux d'extinction naturels. Ils découlent des activités humaines et de l'anthropisation* des milieux. Aujourd'hui en Méditerranée, il n'existe pratiquement pas de milieux n'ayant pas subi l'influence directe ou indirecte de l'homme.

Un champignon pathogène détruit des amphibiens espagnols⁴⁸

Il y a une dizaine d'années, l'alyte accoucheur occupait au moins 35 mares sur un archipel de mares échantillonnées. En 1999, il est retrouvé dans seulement cinq mares, soit une disparition d'environ 86 % de la totalité des sites précédemment occupés alors même que sa population était l'une des plus abondantes du parc. Dans les cinq mares restantes, la densité des têtards a diminué. On trouve aussi, morts sur les berges, un grand nombre de juvéniles à peine métamorphosés. Le prélèvement de ces individus et l'analyse de leur épiderme démontre la présence d'une infection par de minuscules champignons chytridiens d'un genre nouveau *Batrachochytrium* qui ne s'attaquait jusque-là qu'aux plantes et aux invertébrés. C'est le premier cas réellement démontré du déclin

d'une population européenne, qui plus est méditerranéenne, par une infection fongique ! Les circonstances de cette infection sont très similaires à celles observées chez les amphibiens vivant à haute altitude dans des zones protégées aux Etats-Unis ou en Australie.

La faible fécondité explique probablement l'étendue du déclin chez cette espèce en particulier, car il semblerait que le crapaud commun, présent aussi sur le site, soit moins vulnérable du fait même de sa grande fécondité et de sa durée de vie larvaire plus brève dans le milieu aquatique.

Toutefois, l'origine de cette maladie fongique demeure encore inconnue, une première hypothèse imputant son introduction récente à des espèces non indigènes, l'autre supposant une plus grande sensibilité à ce champignon due à des changements physico-chimiques de la qualité de l'eau.

Disparition et déclin des populations

La dégradation et la disparition des zones humides

L'extension des terres agricoles, les projets d'aménagements urbains et industriels, les incendies provoquent la disparition des zones humides ou leur dégradation entraînant des conséquences sur le cycle de l'eau et dépeuplant le paysage des amphibiens et des reptiles.

Il est bien certain que la plus grave menace pesant sur les populations d'amphibiens et de reptiles des zones humides méditerranéennes est la disparition des habitats favorables. L'agriculture⁴⁹ est parmi les premières responsables avec notamment la conversion inconsidérée des milieux humides en sols cultivables ou en pâturages intensifs et les assèchements qui en découlent. Ces pratiques transforment le paysage en monocultures (peuplier, maïs, eucalyptus...) ou en zones surpâturées et très dégradées. Le bassin méditerranéen n'a pas échappé à cette politique agricole moderne qui laisse derrière le "front" des cultures, des paysages monotones et parfois stériles, tant l'exploitation du sol n'a été envisagée qu'à court terme. Ces nouveaux milieux, très sensibles aux feux, sont à l'origine d'une dégradation irréversible de l'environnement. Par ailleurs, ces feux diminuent l'humidité de l'atmosphère, facteur très important pour les amphibiens en général.

Le régime hydrologique des fleuves a été profondément modifié par la construction de digues, l'aménagement des berges et les barrages. En plus de l'impact des drainages agricoles, ces aménagements entraînent la diminution du niveau de la nappe sous les marais périfluviaux. L'évolution des successions végétales est accélérée et condamne très souvent la zone humide à s'assécher puis à disparaître au profit d'une lande arbustive. Depuis la déprise agricole, la plupart des marais et prairies humides sont voués à l'abandon pur et simple, donc à la fermeture et à la banalisation des milieux.

En Espagne, le chioglosse portugais a vu ses forêts naturelles disparaître au profit de monocultures d'eucalyptus et de pins.⁵⁰

49 - Oldham (1998)

50 - Vences (1993)



La fragmentation des habitats

Lors du sommet de Rio en 1992, la fragmentation des habitats a été désignée comme l'une des causes majeures du déclin de la diversité biologique à l'échelle mondiale.

La réduction de la superficie des zones humides entraîne à l'évidence une perte de production animale et végétale. Le nombre d'espèces et la taille des populations diminuent. La survie des populations en dessous d'une certaine valeur "seuil" qu'on appelle "taille minimale viable" est souvent sérieusement compromise. Si on considère maintenant ces populations, non plus séparément mais intégrées dans un ensemble plus vaste, notamment la région, on constate qu'elles deviennent de plus en plus isolées les unes des autres. De faibles capacités de dispersion et une sédentarité importante sont des caractéristiques communes aux amphibiens et aux reptiles qui les rendent très vulnérables à de telles atteintes. Ainsi, à l'heure actuelle, la plupart des espèces présentent des petites populations de plus en plus éloignées les unes des autres. Cet isolement empêche le contact et les échanges génétiques entre les populations d'une même espèce. La fragmentation de l'habitat est considérée comme étant l'un des problèmes les plus importants pour la disparition des amphibiens et des reptiles⁵¹.



Triturus alpestris mâle.

F. Andreone

51 - Lebniten et al. (1999)

Disparition et déclin des populations

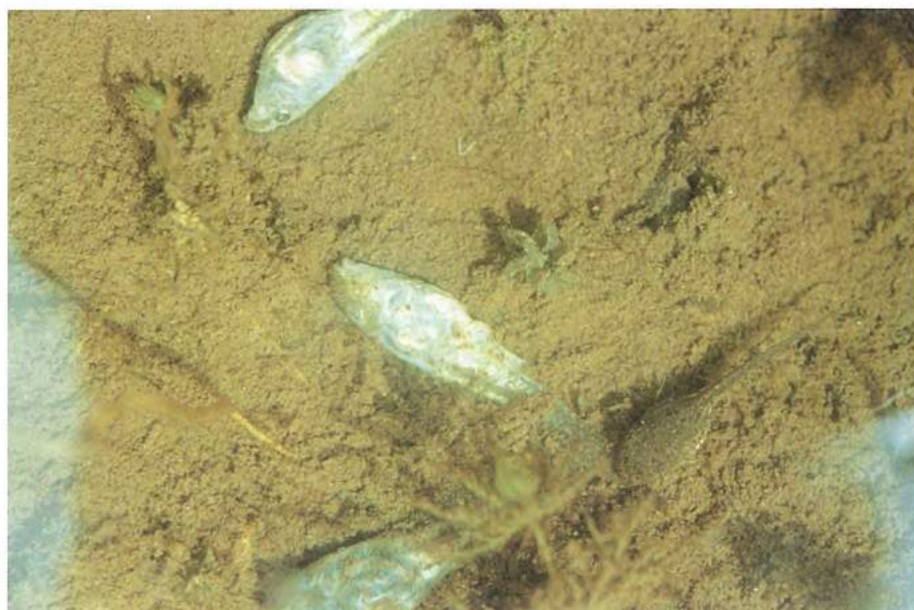
La pollution de l'eau et de l'air

Les eaux du Rhône en France, du Nil en Egypte, du Pô en Italie, de l'Ebre en Espagne et celles d'autres fleuves sont chargées en effluents agricoles et industriels. Les côtes ne sont pas non plus épargnées, notamment par la pollution, avec ses épisodes les plus visibles que sont les marées noires, l'eutrophisation et ses explosions d'algues vertes et rouges qui menacent les dernières plages de ponte des tortues.

La disparition de certaines espèces d'amphibiens dans des régions où la gestion du sol n'a pas été modifiée depuis longtemps laisse supposer l'action de facteurs exogènes. La première cause de pollution provient du rejet des résidus organiques. Le deuxième type de pollution, plus grave encore, est lié à la contamination des eaux douces par des toxiques industriels (métaux lourds). L'acidification des plans d'eau par des retombées d'acide sulfurique atmosphérique d'origine anthropique dissous dans l'eau de pluie ("pluies acides") est un autre facteur probable de destruction.

Toutes ces formes de pollution peuvent provoquer la mortalité des larves d'amphibiens. Les détergents et les insecticides ont été formellement identifiés.

Situés en bout de chaîne alimentaire, la cistude et les serpents aquatiques concentrent dans leurs tissus tous les pesticides toxiques



Têtards morts à la suite d'un épandage d'insecticide.



que renferment leurs proies et finissent par s'empoisonner. Les tortues de la Méditerranée subissent aussi les conséquences de la pollution. On a retrouvé notamment de nombreuses caouannes avec du goudron sur la tête, dans la cavité buccale et dans l'intestin⁵². Plusieurs autres ont été retrouvées mortes et échouées sur les plages d'Italie. Les métaux lourds et les pesticides seraient probablement les responsables de leur intoxication.

Grenouilles et crapauds de cauchemar

“On observe avec nos pensées, bien plus qu'avec nos yeux” Cette citation pourrait parfaitement s'appliquer à cet amphibien monstrueux dont les yeux se trouvent sur le plancher supérieur de la bouche et qui a parfaitement survécu jusqu'à l'âge adulte dans un jardin en Angleterre. En France, l'existence d'anomalies est connue depuis les travaux de Jean Rostand qui consacre une bonne part de ces travaux à l'étude des étangs à monstres. Quel est l'agent tératogène à l'origine de la polydactylie de la grenouille verte des étangs à monstres ? La découverte de plus en plus fréquente

d'amphibiens monstrueux dans les lacs du Minnesota en Amérique du Nord inquiète les spécialistes. Les concentrations d'individus mal formés atteignent dans certains cas 70 %. Certaines grenouilles ont des pattes supplémentaires, d'autres ont un œil de cyclope... Plus d'une centaine de malformations ont été recensées. Ces dernières surviennent en général juste après l'éclosion, ce qui suppose la présence d'un agent actif pendant le développement embryonnaire. Trois hypothèses ont la préférence : de petits vers parasites, les radiations ultraviolettes émises par le soleil et mal filtrées par une couche d'ozone devenue trop mince, un agent chimique (pesticide...).

Disparition et déclin des populations

Consommation et surexploitation

Pendant longtemps, la grenouille a échappé à la gastronomie parce que considérée comme impropre à la consommation, voire toxique ou venimeuse.

Malheureusement pour elle, les mœurs culinaires ont changé ; elles sont devenues un luxe alimentaire pour les Italiens, les Allemands et les Français, ces derniers étant même appelés “mangeurs de grenouilles” ou “froggies” par les Anglo-Saxons. Une surconsommation de certaines espèces, au début du xx^e siècle aurait précipité leur disparition. En dépit de leur agilité, les grenouilles se laissent facilement prendre au piège. La nuit, aux flambeaux ou à la lampe, elles se laissent capturer à la main sans même chercher à s'enfuir. De la pêche artisanale à l'aide d'une petite pelote de drap rouge au bout d'un fil servant d'appât pour les grenouilles vertes, à la nasse pour les grenouilles rousses, toutes ces techniques permettent la capture en quelques heures de quantités considérables. Les plus grands restaurateurs rivalisent dans la diversité des recettes à base de cuisses de grenouilles. Cette collecte artisanale est loin de suffire à la demande. En France, ces atteintes sont devenues si alarmantes que depuis 1980, la pêche a été réglementée par une loi qui limite l'exploitation à une consommation familiale. La France importe environ 4 000 tonnes de cuisses de grenouilles par an, soit environ 100 millions d'animaux par an.

Dans les marismas du Guadalquivir, la soupe à la tortue d'eau douce d'Almonte est un plat réputé, c'est pourquoi le braconnage est intense. De même, les tortues marines de la Méditerranée souffrent accidentellement des filets de pêche de nombreux chalutiers mais aussi du braconnage. Le prix bon marché de la viande de tortue crée une demande importante, notamment en Egypte et en Tunisie où elles finissent sur les marchés puis au menu des habitants ou des touristes selon les pays. Il est devenu indispensable d'évaluer les conséquences de ces prélèvements.

L'élevage extensif des grenouilles : une fiction qui devient réalité

Le cycle vital des amphibiens rend difficile l'élevage intensif de ces animaux, en particulier à cause de la propagation de maladies et de la difficulté de nourrir les juvéniles qui exigent des proies vivantes et mobiles⁵³. Plusieurs projets ont vu le jour dans les régions méditerranéennes pour commercialiser les grenouilles. En Algérie, l'élevage et la collecte de grenouilles de Perez pour l'exportation ont été initiés par quelques privés. Aucune donnée n'existe sur le succès ou l'échec de ces entreprises. En France, dans le Languedoc-Roussillon, un programme d'élevage est lancé depuis 1995 sur plus de 25 exploitations. Plus de 125 000 grenouilles rousses ont été commercialisées. L'objectif d'une telle opération, outre son

objectif économique, est de sensibiliser à la protection de la grenouille rousse dans le cadre d'une exploitation raisonnable. Dans ce but, le programme, en collaboration avec des agriculteurs, se concentre sur les trois phases les plus importantes du cycle vital : la migration de reproduction, le développement larvaire et la migration du premier hiver. Dans les étangs extensifs, les pontes peuvent être soustraites aux divers prédateurs et les têtards mis en élevage. Il faut seulement veiller au bon renouvellement de l'eau pour limiter les inhibiteurs de croissance et réduire la densité des bacs d'élevage. On peut ainsi produire un grand nombre de juvéniles qui seront libérés dans le milieu naturel et donc, à terme, augmenter la quantité d'individus adultes. Une étude⁵⁴ a montré dans un élevage extensif sensiblement similaire que ces prélèvements n'étaient pas sans conséquence sur la dynamique des populations et les structures d'âge.

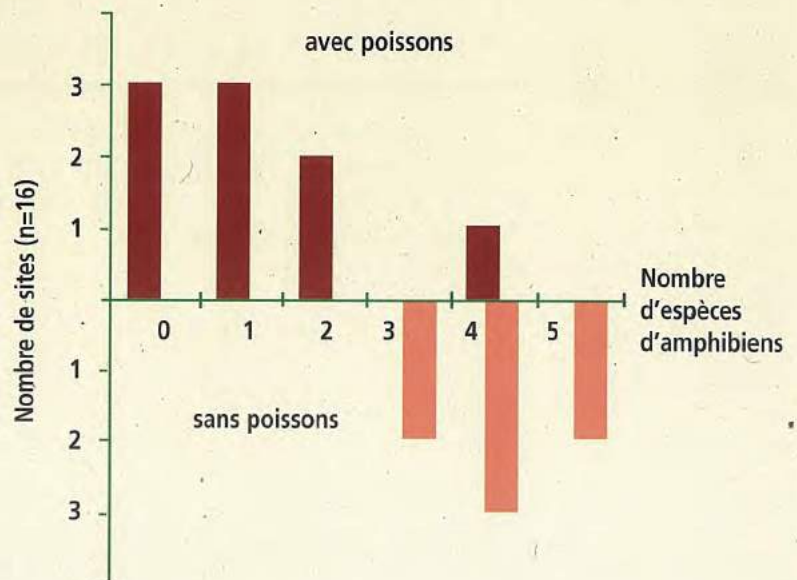
Présence, richesse et composition spécifiques d'amphibiens dans des lacs avec ou sans poissons.

Poissons :

Salmo trutta, *Salvelinus fontinalis*,
Oncorhynchus mykiss,
Phoxinus phoxinus, *Tinca tinca*,
Rutilus arcasii.

Amphibiens :

Chioglossa lusitanica,
Salamandra salamandra,
Triturus alpestris, *Triturus boscai*,
Triturus helveticus,
Triturus marmoratus,
Alytes obstetricans, *Bufo bufo*,
Rana iberica, *Rana perezi*,
Rana temporaria.



D'après Brana et al., 1996

Disparition et déclin des populations

L'introduction d'espèces

L'introduction d'espèces est un phénomène mondial, devenu un problème très critique dans les écosystèmes aquatiques. La compétition et le déplacement de niches, la prédation sont fréquemment évoqués pour expliquer le déclin de quelques populations indigènes.

Plusieurs études suggèrent que le déclin d'espèces indigènes serait dû à l'introduction de la grenouille-taureau (*Rana catesbeiana*) ou de poissons exotiques. Ainsi, la grenouille nord-américaine s'est naturalisée (aptitude à se reproduire) en Italie dans les années 1930 pour ensuite coloniser la péninsule ibérique⁵⁵⁻⁵⁶. En France, sa présence est signalée à partir des années 1980 dans la région de Bordeaux. Elle est aussi présente en Belgique, en Allemagne, aux Pays-Bas suite à de nouvelles introductions (animaleries, élevage à des fins alimentaires). En raison de sa taille bien supérieure à celle de n'importe quelle espèce indigène et de son rôle de prédateur, il est communément admis que cette espèce a un impact négatif sur la batrachofaune autochtone*, notamment sur les espèces aquatiques comme les grenouilles vertes. De telles répercussions sont en partie déduites d'études américaines et d'un certain nombre d'observations européennes ; elles restent spéculatives et c'est pourquoi elles doivent faire l'objet d'études plus approfondies car ces menaces probablement réelles bien que non quantifiées peuvent s'amplifier dans un avenir proche. La prédation des amphibiens par les poissons allochtones* est une menace d'autant plus grave qu'il y a une absence d'adaptation des proies à ces nouveaux prédateurs. La perche-soleil (*Lepomis gibbosus*) et vraisemblablement le poisson-chat (*Ictalurus melas*) sont des prédateurs de têtards indigènes. Il est possible d'affirmer que la présence de poissons carnassiers exclut celle des amphibiens dans les lacs de montagne où l'on a pratiqué l'alevinage de salmonidés⁵⁷. Alors que les larves sont dévorées, les tritons adultes sont repoussés dans des petites mares périphériques où l'eau s'assèche beaucoup plus vite.

Une autre conséquence liée à l'introduction de nouvelles espèces est la perte de l'identité génétique des espèces indigènes par les processus d'hybridation (cas des grenouilles vertes). Les répercussions au niveau adaptatif de telles combinaisons des matériels génétiques restent encore à évaluer (perte de résistance des espèces locales à certaines conditions du milieu...).

En définitive, les connaissances écologiques restent encore insuffisantes. De manière plus générale et, somme toute, plus alarmante peut être, l'introduction d'espèces étrangères entraîne celles de parasites jusque-là inconnus.

55 - Andreone et al. (1987)
56 - Stumpel (1992)

57 - Brana et al. (1996)



Conservation et gestion

De toute urgence, les zones humides méditerranéennes nécessitent des mesures pragmatiques de conservation et de gestion. La dégradation et la fragmentation des habitats, la pollution des eaux, la surexploitation et l'introduction d'espèces sont les principales causes du déclin rapide des reptiles et amphibiens.

Que ce soit de manière directe ou indirecte, les zones humides se sont considérablement modifiées sous l'effet des activités humaines – notamment dans le bassin méditerranéen où il n'y a plus guère de cours d'eau, de marais et d'étang qui puissent se prévaloir de ne pas être menacés.

La biologie de la conservation et l'écologie de la restauration, disciplines nouvelles, en sont encore à leurs débuts. Néanmoins, la recherche est actuellement très active dans ces domaines en plein essor. Chaque jour, de nouvelles données sont disponibles pour les gestionnaires de la faune sauvage et des milieux naturels. Dans le cas des populations d'amphibiens et de reptiles, il existe cependant très peu d'études sur lesquelles s'appuyer avec du recul pour évaluer les programmes d'aménagement des milieux, de réintroduction ou de renforcement des populations.

Dans la pratique, les gestionnaires de zones humides méditerranéennes ont un rôle important à jouer dans la protection et la gestion de la faune herpétologique. La gestion des milieux aquatiques est, par essence, une question interdisciplinaire qui fait appel à des savoir-faire traditionnels au même titre qu'aux compétences des écologues et des ingénieurs.

La conservation des tortues marines

Parmi les 8 espèces de tortues marines menacées ou en danger dans le monde, la caouanne (*Caretta caretta*) et la tortue verte ou chélonée franche (*Chelonia mydas*) sont les seules tortues à utiliser régulièrement et en grand nombre certaines des plages du bassin oriental de la Méditerranée pour nidifier. Sur une population de 100 000 à 200 000 individus dans le monde⁵⁸, 2 000 femelles caouannes en moyenne se reproduisent chaque année en Méditerranée, la plupart entre la Grèce, la Turquie et Chypre⁵⁹. Toutefois, quelques observations ont été réalisées sur les côtes de Lybie, Syrie, Israël, Liban, Egypte, Tunisie et Italie. La tortue verte est présente en Méditerranée orientale ; elle nidifie sur les côtes du sud-est de la Turquie avec des effectifs de 300 à 350 individus (données 1988) alors que Chypre en compte moins d'une cinquantaine. Les populations de ces deux espèces sont actuellement très menacées. Les causes de mortalité sont diverses.

Causes naturelles et prédation

Les prédateurs interviennent tout au long du cycle de vie. Pour la phase prénatale, une étude réalisée sur les plages turques montre que sur 235 nids, soit un total de 17 254 œufs, les canidés sauvages (renards et chiens) et les crabes (*Ocypoda cursor*) sont à l'origine de 70-80 % de la mortalité⁶⁰. De même, les renards (*Vulpes vulpes*) et les chacals (*Canis aureus*) détruisent plus de 75 % des nids de la tortue verte⁶¹. Une autre cause naturelle de mortalité est l'inondation par la mer. En raison de ces faibles valeurs de survie à l'éclosion ou immédiatement après, les autres facteurs de mortalité peuvent avoir des conséquences importantes sur la démographie des populations.

Causes anthropiques

Presque toutes les grandes populations reproductrices connues sont plus ou moins gravement menacées par le tourisme international et ses conséquences : la destruction des nids par les parasols ou la circulation des véhicules, le bruit,

Localisation des plages de ponte en Méditerranée.





M. Gunther/Bios

La tortue caouanne, *Caretta caretta*.

l'éclairage nocturne intense, les nombreux aménagements touristiques et leurs pollutions. La pêche commerciale intensive de la tortue verte a entraîné la quasi-disparition des populations israéliennes et turques. La caouanne est également menacée de surexploitation. En ce qui concerne la pollution marine, on peut citer les catastrophes pétrolières et les marées noires qui s'ensuivent, ainsi que la présence de sacs plastiques qui ajoute encore aux causes de mortalité.

Dans ces circonstances, les perspectives de survie à long terme de ces deux tortues marines sont peu favorables en Méditerranée. Différentes mesures de protection sont entreprises ou en projet depuis ces dernières années, notamment en Grèce dans la baie de Laganas, au sud de la Turquie et à Chypre. En général, elles ont pour objectif de protéger par des mesures réglementaires les principales plages de ponte et les zones d'alimentation (en général eaux peu profondes et riches en végétation sous-marine) de l'expansion du tourisme, des aménagements côtiers, de la navigation et de la pêche. En Grèce, l'association MEDASSET (Mediterranean Association to Save the Sea Turtles) et la société STPS (Sea Turtle

Protection Society) développent une grande activité pour sauver les pontes menacées. Une diminution des captures et une réflexion sur les filets de pêche s'imposent de manière urgente. Une alternative doit aussi être trouvée à la demande de tortues à des fins alimentaires ou médicinales (on leur attribue un pouvoir aphrodisiaque), notamment en Tunisie. Toutes ces mesures sont prioritaires. Limiter la prédation naturelle sur les plages en surveillant et en protégeant les nids des prédateurs, réaliser des incubations artificielles, sont des actions qui participent à la réduction de la mortalité à l'éclosion. En outre, de telles opérations contribuent notablement à l'information et à la sensibilisation du public. Ces mesures ne doivent cependant pas n'être qu'un palliatif à la disparition des zones de ponte et d'alimentation ainsi qu'à la surexploitation, d'autant plus qu'elles agissent sur l'un des stades les moins sensibles en terme de maintien des populations. Chez la caouanne, selon des modèles de surveillance démographique⁶², les femelles adultes ou sub-adultes de 70 cm ou plus constituent la fraction la plus importante de la population. Elles reviennent tous les quatre ans à leur site de ponte. Toute réduction de ce stock provoque une menace grave et immédiate.



X. Eichaker/Bios

La tortue verte, *Chelonia mydas*.



Aires protégées et statut de protection

La prévention est l'un des meilleurs moyens dont on dispose pour éviter la destruction des zones humides et limiter toutes les sources possibles de dégradation des habitats (pollution, assèchement...) ainsi que leur exploitation économique non raisonnable et ni raisonnée.

Ces conséquences sont évidemment prioritaires non seulement pour les amphibiens et les reptiles mais également pour tout le patrimoine biologique de ces milieux riches et diversifiés.

Les pouvoirs publics, de plus en plus soucieux de leur environnement, se sont dotés de structures administratives et de lois. Depuis le sommet de Rio, organisé en 1992 par la CNUED (Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement), les politiques et les environmentalistes ne parlent plus de protection de la nature sans se référer à la Convention sur la diversité biologique, ratifiée par plus de 176 pays.

Les pays du pourtour méditerranéen ont, pour la plupart, un ensemble d'aires protégées où la législation impose des contraintes à certaines activités humaines dans un but de conservation. Ces espaces protégés regroupent un ensemble très hétéroclite de zones de superficie variable et pour lesquelles les caractéristiques de protection diffèrent selon la dénomination et le pays concerné.

Une autre forme de protection est l'acquisition de terrains par des organismes chargés de les soustraire au marché foncier (en France, il s'agit des conservatoires).

Concernant les aires protégées, il s'agit de citer l'exemple des îles Baléares, réserve biogénétique de biosphère du Conseil de l'Europe créée pour un amphibien, le ferreret (*Alytes muletensis*). Ce réseau de réserves biogénétiques comprend plusieurs centaines de sites dont un dixième environ se situe sur la façade méditerranéenne.

Pour les espèces d'amphibiens ou de reptiles devenues vulnérables ou en voie d'extinction, il existe quelques grandes réglementations, notamment :

- la Convention de Berne sur "la conservation de la faune sauvage d'Europe et des habitats naturels" qui comprend plusieurs espèces d'amphibiens ou de reptiles. Sur recommandation d'un groupe d'experts, composé d'un délégué de chaque pays membre et de représentants de quelques organisations non gouvernementales comme la SEH (Society European of Herpetology) et l'UICN, de nouvelles espèces menacées peuvent être ajoutées ;

Conservation et gestion

- la Convention de Washington relative à la réglementation du commerce international des espèces menacées (CITES) intervient en prohibant l'importation de certaines espèces ou en fixant des quotas d'exportation à ne pas dépasser ;
- la Directive communautaire ou Directive "Habitats-Faune-Flore", née en 1992, repose sur le fait que si la protection des espèces n'est pas toujours nécessaire, celle des habitats est une priorité. On peut citer parmi les habitats (code CORINE biotopes) "eaux dormantes" les mares temporaires méditerranéennes comme étant un habitat prioritaire ;
- en relation avec la Directive communautaire, le réseau européen Natura 2000 recouvre les zones spéciales de conservation (ZSC) et les zones de protection spéciale (ZPS). Les Etats membres doivent mettre en place pour chacun des espaces définis puis acceptés des plans de gestion durable, l'essentiel reposant sur des mesures de contractualisation avec les usagers. Ainsi, les plages de ponte de la Caouanne en Grèce, l'une des espèces prioritaires de la Directive Habitat, font partie d'un tel réseau.
- la Liste rouge des espèces animales menacées de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN).

Les menaces diverses qui pèsent sur les espèces d'amphibiens et de reptiles des zones humides méditerranéennes ont entraîné leur inscription sur les annexes de ces différentes réglementations (voir tableau en fin d'ouvrage).



Pelobates fuscus mâle
dans le Piémont en Italie.

F. Andreone



Les enjeux de la conservation de la biodiversité ne sont pas encore suffisamment prioritaires et les plans nationaux ne favorisent le plus souvent que les sites de grande taille qui ne représentent qu'une fraction minoritaire de l'ensemble des zones humides dans un pays donné. Les micro-zones – qui constituent une superficie importante des zones humides du bassin méditerranéen – sont absentes des cartes géographiques en raison de leur petite taille mais aussi du fait de leurs caractères éphémère et saisonnier. Elles sont délaissées par les scientifiques et les gestionnaires. Leur protection et leur gestion sont un défi aux aménageurs soucieux de la diversité du paysage méditerranéen dans l'espace et le temps. En conséquence, seules une véritable réflexion et une planification globale appliquées à l'ensemble des zones humides méditerranéennes sont capables d'assurer, dans le long terme, la sauvegarde des amphibiens et des reptiles liés à ce type de milieux.

Un groupe de réflexion et d'action pour la Méditerranée

La déclaration d'Alghero (1995) sur la biodiversité côtière et marine en Méditerranée a été organisée en Sardaigne à Alghero⁶³. Elle engage les pays riverains ainsi que d'autres membres de l'Union européenne, à protéger la mer de la pollution, mais aussi à permettre le maintien et le développement de la flore et de la faune des côtes méditerranéennes. Cette déclaration insiste sur l'importance de la singularité des populations et prend en compte leurs stratégies biodémographiques et d'autres traits d'histoire de vie mais aussi leur isolement et leur endémicité. Elle énonce quelques recommandations concernant les espèces et sous-espèces d'amphibiens et de reptiles.

Elle préconise le principe d'urgence par la réalisation d'actions de sauvegarde de toutes les populations isolées et menacées qu'elles soient continentales ou insulaires. Elle accorde un soutien particulier aux organisations non gouvernementales locales

des pays qui rencontrent des difficultés financières en matière de protection et qui sont éloignés des grands centres de recherche. Un comité d'experts propose des programmes de recherche appliqués au besoin réel de la gestion conservatoire des habitats et des espèces. En 1997, le groupe d'experts en herpétologie s'est réuni à nouveau à Alghero pour insister sur la protection des îles et des côtes, trop souvent isolées donc oubliées. Seize îles en Croatie abritent huit espèces d'amphibiens alors que la côte croate est aussi une plage de nidification pour la caouanne. En ex-Yougoslavie, plusieurs îles karstiques sont des zones d'habitats pour la cistude d'Europe, l'émyde caspienne, la tortue-luth (*Dermochelys coriacea*), la tortue verte, et le triton crêté italien (*Triturus carnifex*). Enfin, les plages du Liban sont des zones de ponte des tortues vertes et des caouannes. La déclaration d'Alghero est une étape importante dans l'organisation, la coordination et la décentralisation de programmes de protection des espèces vulnérables et menacées du bassin méditerranéen.

Connaître pour mieux gérer

La protection d'une espèce ne peut être assurée que si l'on accepte aussi de gérer le patrimoine génétique qu'elle représente.

Cette gestion ne peut se concevoir que sur la base d'une bonne connaissance de l'espèce, de sa biologie et des caractéristiques de ses peuplements. Ainsi, on sait qu'une espèce, bien qu'encore présente dans une station, peut être condamnée à terme si ses effectifs tombent en dessous d'un certain niveau. Il faut assurer le suivi des populations afin d'évaluer les tendances démographiques de celle-ci au cours du temps. Des programmes de suivi destinés à détecter des changements dans la taille des populations les plus menacées doivent être mis en œuvre. Ces méthodes très instructives, non seulement pour l'estimation de la taille des populations mais également pour informer des paramètres démographiques ou connaître l'utilisation de l'habitat, sont coûteuses en temps et en ressources humaines ; elles exigent une formation de ceux qui les utilisent.

Si l'on doit envisager des travaux d'entretien ou de restauration de milieux favorables au maintien ou au développement des amphibiens et des reptiles, voire préparer des opérations de réintroduction, il faut établir une réflexion approfondie autour des espèces et des habitats.

Il s'agit de prendre en compte leurs potentialités adaptatives et/ou évolutives à différentes échelles spatiales et temporelles. Quelles sont les exigences écologiques des espèces considérées ? Quelle peut être la capacité maximale du milieu ? Quel sera le devenir des populations et du milieu ? Le régime de perturbations naturelles sera-t-il suffisant pour maintenir la mosaïque des milieux favorables à leurs cycles vitaux ou faudra-t-il que l'homme intervienne de manière régulière ? Quel sera le coût de ces opérations ? De la réponse à toutes ces questions découle la mise en œuvre d'un plan de gestion dont les actions doivent être évaluées par un suivi scientifique rigoureux.

Des perspectives peu encourageantes pour la tortue verte et la caouanne. Lors du XX^e comité permanent de la Convention de Berne, un dossier a été ouvert contre la Turquie, pour l'absence de protection des sites de ponte. Au gouvernement chypriote, il a été demandé instamment la protection des deux espèces de tortues mises en péril par le développement touristique (péninsule d'Akamas).



Gérer les espèces et les milieux : de la connaissance à l'action

En matière d'étude et de protection de la biodiversité, les recherches actuelles se focalisent sur au moins trois niveaux hiérarchisés, à savoir : la diversité génétique, la diversité des espèces et la diversité des écosystèmes. La préservation des espèces passe nécessairement par la conservation des habitats, le maintien ou la restauration de leurs qualités écologiques.

Agir sur le milieu aquatique

Plus une espèce est menacée, plus elle est rare, et plus la phase d'investigation scientifique sur sa biologie est difficile à mettre en œuvre, coûteuse en temps et en énergie d'où, par manque d'acquisition de connaissances solides, des plans d'action et mesures de gestion souvent décevants.

Il n'existe pas encore de recettes "prêtes à l'emploi" pour gérer des milieux aquatiques et terrestres afin de préserver les populations d'amphibiens et encore moins de reptiles. Toute la vie des amphibiens s'organise autour du plan d'eau où sont déposés les œufs ou les larves. Malheureusement, un plan d'eau "type" qui répondrait à toutes les espèces d'amphibiens, ça n'existe pas ! Parfois, les amphibiens ne réapparaissent pas forcément après la création ou la restauration d'un site qui leur était destiné. En plus de la qualité chimique de l'eau, beaucoup d'autres facteurs du milieu jouent un rôle considérable. La surface, la profondeur, les variations du niveau de l'eau, le courant, ainsi que la nature du sol et le climat influencent la composition des associations végétales et animales. Les interactions de ces différents facteurs sont complexes.



Rana italica.

Les aménagements de protection

L'installation de clôtures ou de murets infranchissables le long de la chaussée, contraignant les animaux à utiliser des buses ("crapauducs") placées sous la chaussée est une solution qui permet de réduire les hécatombes. Cependant, l'efficacité de ces dispositifs a été trop peu testée jusqu'à aujourd'hui puisqu'on trouve plus facilement des financements pour la réalisation d'ouvrages que pour les suivis à long terme sur la qualité de ces ouvrages. Les taux de fréquentation sont rarement quantifiés, enfin, certaines espèces se perdent à jamais dans ces tunnels, ou bien, sont la proie de prédateurs spécialisés à leur entrée ou à leur sortie. Les réalisateurs de "crapauducs" doivent mieux prendre en compte la biologie des espèces : ainsi les animaux peuvent se dessécher à cause du caractère hydrophile du béton et de la terre de ces "tunnels de migration". Il est alors préférable de les enduire de feuilles mortes.

Parmi les mesures prises pour préserver la connectance* entre les milieux, on peut citer aussi le déplacement du site de reproduction par création d'un nouveau site à proximité des milieux de vie terrestres. Dans le cas d'aménagements routiers, il y a destruction en parallèle de l'ancien site lorsqu'il se trouve situé de l'autre côté de l'ouvrage. Cette solution a fait ses preuves dans certaines situations. Les crapauds sont capables d'apprendre qu'un nouveau site de reproduction est disponible dans leur environnement. Ils semblent même capables d'apprécier lequel est le plus favorable selon des comportements qui nous échappent encore⁶⁶.

Cependant, envisager des ouvrages de ce genre en tant que mesure compensatoire ne saurait dispenser les aménageurs d'une réflexion sur l'opportunité des travaux de voirie et l'élaboration de tracés moins destructeurs.



Un crapauduc.

C. Ruoso/Bios

Des mares artificielles en terre d'Israël pour sauver les amphibiens

Israël était autrefois connu pour avoir 1 200 à 1 500 mares d'origine pluviale se formant au printemps et très largement maintenues par les villageois et les bergers. Jusqu'aux années 1950, les mares temporaires ont joué un rôle important comme abreuvoir pour les animaux, voire comme eau potable pour les villageois. L'expansion des terres cultivables, les systèmes de captage des eaux et l'urbanisation ont causé leur déclin.

Seulement une centaine de points d'eau subsistent aujourd'hui dont quelques douzaines sont déclarées comme petites réserves naturelles. Cependant, ces points d'eau souffrent de la pollution du fait des eaux pluviales qui les alimentent et drainent les produits des plaines agricoles et de l'urbanisation.

Six espèces d'amphibiens existent en Israël aujourd'hui : deux urodèles et quatre anoures. La septième espèce, autrefois présente en Israël, est considérée comme disparue aujourd'hui. Le discoglosse d'Israël (*Discoglossus nigriventer*) était connu pour n'habiter que les zones humides du lac d'Hula dans la vallée du Jourdain et n'a pas été observé depuis 1955.

Toutes ces espèces se reproduisent dans les flaques temporaires et mares de petites tailles. Il est communément admis en Israël que ces espèces, bien qu'elles soient protégées par la loi, sont au bord de l'extinction du fait de la dégradation et de la détérioration des habitats. Trois espèces en limite sud sont près de l'extinction : la salamandre tachetée (*Salamandra salamandra infraimmaculata*) dans les montagnes de Galilée et la région du Carmel ; le triton à bande (*Triturus vittatus vittatus*) dans les montagnes de Galilée, la région du

Carmel, les collines de Judée et le long des plaines côtières, et le pélobate (*Pelobates syriacus*), le plus en danger dans le Golan, la Galilée et la plaine côtière. Les trois autres espèces sont la grenouille de rivière (*Rana levantina*), le crapaud vert (*Bufo viridis*) et la rainette arboricole (*Hyla savignii*). Quatre des six espèces se répartissent sur une région de 250 km² (Mont Carmel près d'Haïfa) : le crapaud vert, la grenouille de rivière, la rainette et la salamandre. On trouve le pélobate seulement autour du Mont Carmel, dans la plaine sur des sols rouges et marécageux. La faible durée de l'hydropériode au cours de la période de reproduction est le principal facteur limitant la survie de toutes ces espèces.

Afin de sauvegarder les habitats, le NNPPA (Nature and National Parks Protection Authority) a initié en 1994 un programme quinquennal de création de 60 mares artificielles dans les réserves naturelles pour augmenter leur nombre actuel (environ 120 mares). Une dizaine de mares sont créées chaque année. Jusqu'à ce jour, environ 15 mares étaient restaurées et une trentaine étaient creusées dans les réserves naturelles de Galilée, du Carmel, des collines de Menasche et de Judée. Plus récemment, une mare spéciale réalisée en dur (ciment) pour récolter puis conserver les eaux de pluies était construite dans le Mont Carmel à des fins de reproduction pour une population relique de salamandres.

Une surveillance de la population de salamandre sur le Mont Carmel a été effectuée au cours des trois dernières années. Il reste seulement un plan d'eau permettant le maintien d'une population viable

– Berekhat Sekher, un fossé d'irrigation, rempli par la pluie et mesurant 30 x 24 mètres. En décembre 1998, le NNPPA a créé une mare de taille intermédiaire (9,4 x 7,4 x 1,15 m) comme autre refuge pour la salamandre, de manière à favoriser sa reproduction et le développement larvaire en gardant l'eau au moins trois à quatre mois. La mare est

équipée d'une rampe inclinée d'un côté et d'un barrage de rochers de l'autre côté permettant le libre passage des salamandres et des autres amphibiens. Le fond de la mare a été couvert avec les sédiments d'une mare voisine. Après les premières pluies, de belles communautés de crustacés se sont développées. Des larves de salamandres ont été ensuite introduites à partir des mares voisines.

Ces nouveaux habitats, associés à ceux de Berekhat, permettront de sauvegarder la population locale de salamandre. Un autre programme similaire est envisagé pour le pélobate proche d'une autre réserve Ashdot Yagur NR. En définitive, le fait de créer ces mares en dur comme sites de reproduction pour les amphibiens est une méthode très prometteuse bien que coûteuse. Un suivi scientifique rigoureux est effectué

régulièrement permettant d'ajuster ce programme⁶⁴.

Dr Reuven Ortal,
Division of Science and Conservation,
Department of Aquatic Ecology, Israel



D. Horowitz/NPA

La salamandre tachetée.

Une configuration en métapopulation* est préférable pour permettre la survie à long terme de la majorité des espèces. Il importe de maintenir un niveau de connectivité élevé entre les différents sites aquatiques. Il faut souligner, en effet, le caractère de plus en plus insulaire des zones humides de petite taille. Elles constituent une île vers laquelle les individus peuvent migrer de manière plus ou moins facile. Cet aspect insulaire est renforcé à l'échelle du paysage humain car la zone humide se trouve isolée entre les agglomérations et leurs différentes zones d'activité, les champs et cultures, les routes, etc.



Agir sur le milieu terrestre

Aucune opération de restauration du milieu terrestre n'a été entreprise à notre connaissance dans le seul but de favoriser la dynamique des populations d'amphibiens ou de reptiles. En fait, les espèces de milieux ouverts profitent de toute opération de gestion d'écosystème qui s'oppose à la fermeture du milieu par boisement. Ainsi le maintien de landes, de prairies humides et de marais leur est favorable. Cependant, le type de terrains traversés autant que la distance qui sépare deux habitats influencent la mobilité. Ainsi, les tritons se déplacent plus vite en forêt qu'en milieu ouvert⁶⁷.

De manière générale, la plupart des programmes de protection se focalisent sur la protection des zones humides entourées dans le meilleur des cas d'une petite portion de milieu terrestre, appelée "zone tampon". La qualité et la quantité de cette surface terrestre restent des informations trop souvent absentes des considérations de gestion. Loin d'être anecdotiques, ces informations sont fondamentales. De plus, les gestionnaires doivent prendre en compte non seulement la superficie, le type de milieux terrestres autour de la zone humide mais également le mouvement des animaux⁶⁸. Au cours de leur cycle vital, ces derniers ne se déplacent pas au hasard mais choisissent une direction privilégiée pour aller, soit vers leur site d'hibernation, soit vers celui de reproduction... Les déplacements sont souvent difficiles et les distances de dispersion très limitées à cause de contraintes biologiques, à savoir : une résistance physiologique faible à la dessiccation, des aptitudes restreintes à la mobilité, une relative sédentarité.



Une couleuvre, *Natrix spp.*
dans une zone humide grecque.

67 - Joly & Miaud (1989)

68 - Dodd & Cade (1998)

La métapopulation : un concept important dans la gestion des habitats et des espèces

La fragmentation croissante des habitats et ses conséquences sur les populations sont des sujets d'études relativement récents. Les amphibiens comme les reptiles sont particulièrement sensibles à ce phénomène parce qu'ils présentent une forte fidélité au site de reproduction et ont de faibles capacités de dispersion.

En fonction des aptitudes colonisatrices de l'espèce considérée et du degré de fragmentation des habitats, plusieurs types de réponses peuvent être observées.

- Pour la plupart des amphibiens et des reptiles, lorsque les flux d'individus sont importants, les populations, bien que partiellement fragmentées, sont peu susceptibles de s'éteindre. Les populations sont alors continues et correspondent à un fonctionnement démographique en métapopulation, c'est-à-dire en réseaux de populations subdivisées entretenant des échanges d'individus, donc des échanges d'informations génétiques.

- Si la capacité de dispersion est sensiblement équivalente aux distances entre populations, il existe des échanges d'individus entre les différents fragments du paysage. L'extinction d'une population locale peut ainsi être compensée par l'immigration d'individus provenant de populations voisines. Ces populations sont particulièrement vulnérables. De tels systèmes fonctionnent souvent en "source-puits" : les taux de croissance sont supérieurs à 1 dans la population-source et inférieurs à 1 dans la population-puits de sorte que la survie des populations dans les puits nécessite un réapprovisionnement à partir des sources voisines.

- Lorsque les populations sont isolées, elles fonctionnent de manière autonome puisque les capacités de dispersion sont largement inférieures aux distances qui les séparent. Dans une telle configuration, le risque d'extinction des populations isolées est énorme et très souvent définitif.

Si les scientifiques et les médias accordent aujourd'hui beaucoup d'importance aux causes du déclin des amphibiens et des reptiles à l'échelle globale, il est urgent d'obtenir de solides informations à l'échelle de l'habitat sur les mouvements annuels des animaux, leur distance de dispersion et leur déplacement quotidien.

Réintroduire et renforcer les populations

Dans le cas des amphibiens et des reptiles, il apparaît très utopique que certaines espèces recolonisent des stations où elles ont disparu. On est là dans une situation très différente de celles rencontrées avec



les oiseaux ou les mammifères qui se déplacent aisément. Ils peuvent à partir d'une zone limitée élargir leur aire de répartition de proche en proche et conquérir de nouveaux habitats alors que les amphibiens et les reptiles ne peuvent se déplacer que de quelques centaines de mètres, voire quelques kilomètres tout au plus. Seules des réintroductions volontaires (avec tous les problèmes que cela pose) pourraient y pourvoir. Ceci suppose d'être fait avec beaucoup de précautions.

Réintroduction d'une espèce autochtone et renforcement des populations

Peu de projets de réintroduction d'espèces indigènes ou de renforcement des populations ont été réalisés à notre connaissance chez ces groupes, soit parce que l'information au sujet de certaines opérations demeure très confidentielle, soit parce que l'absence de suivi empêche la publication et l'évaluation des projets sur la base de résultats fiables.

Les populations de la rainette arboricole sont en déclin dans tout le nord-ouest de l'Europe⁶⁹. Dans la municipalité d'Aarhus au Danemark, paysage de culture intensive, un programme de réintroduction est en cours puisque la population originelle de rainettes s'est éteint entre 1950 et 1960. Cette disparition serait due à la dégradation des mares de reproduction. Le prélèvement dans des sites, à environ 60 km de distance, puis l'élevage d'œufs de rainette (environ 150 pontes) dans des conditions contrôlées à différentes températures ont permis de 1985 à 1987 de relâcher dans le milieu naturel plus de 6 000 juvéniles de 1 à 2 mois. En 1986, une vingtaine de mâles chanteurs sont

entendus mais aucune ponte, ni aucun têtard n'ont été trouvés. En 1987, 4 masses d'œufs sont découvertes attestant de la réussite de la reproduction. Environ une cinquantaine de mâles chanteurs sont entendus.

Le pélobate brun d'Italie (*Pelobates fuscus insubricus*) a disparu de la plaine du Pô depuis une vingtaine d'années⁷⁰.

Parallèlement à une demande de mise en réserve d'une portion de territoire favorable à cette espèce, un projet sous l'égide du WWF-Italie a pour objectif depuis 1988 d'élever des têtards de pélobates provenant de 150 adultes en 1992. 6 000 œufs puis 10 000 œufs en 1993 donnent naissance à des têtards dont plus de 2 700 sont relâchés dans le milieu naturel. Bien que le nombre d'adultes et de pontes détecté soit relativement faible par rapport à celui du nombre de juvéniles relâchés ou de têtards, les premiers résultats semblent encourageants.

Dans la mesure où ce type de programme est très coûteux en temps et en main d'œuvre, les coordinateurs doivent s'assurer au préalable de toutes les garanties de réussite à long terme (qualité des sites, configuration en métapopulation, refuges terrestres...).

69 - Corbett - (1989)

70 - Andreone et al. (1993)

Informier et sensibiliser au respect de la faune herpétologique

Protéger et gérer les zones humides sont bien-entendu les objectifs prioritaires. Mais une protection durable peut-elle être efficace sans l'assentiment de la population locale et des décideurs ?

Dans les régions habitées, faute d'une présence régulière des protecteurs des lieux, on ne peut qu'espérer que les zones humides ne soient pas visitées voire confisquées aux objectifs premiers de conservation des reptiles et amphibiens. L'éducation à l'environnement et les animations pédagogiques de proximité sont peu à peu reconnues par les scientifiques et les gestionnaires comme étant aussi des objectifs prioritaires. Il est primordial de donner à voir ce que l'on veut protéger, de montrer les menaces qui pèsent sur ces animaux, les résultats des interventions, d'expliquer les enjeux de gestion.



Il est souhaitable aussi de rencontrer et de toucher les animaux dont on a peur comme les serpents. Ces animaux à sang froid ont la peau lisse et soyeuse et non pas gluante comme on se l'imagine trop souvent. Tous ne sont pas dangereux et ils révèlent de fascinantes particularités à qui sait les observer.

Un plan d'action⁷¹ pour un fossile vivant : l'alyte de Majorque (*Alytes mulentensis*)

L'intérêt majeur des îles Baléares réside dans la découverte à la fin du XIX^e siècle par Bosca d'un amphibien endémique mentionné sous le nom d'*Alytes obstetricans* puis décrit à l'état fossile sur les îles Minorque et Majorque dans la seconde moitié des années 1970. Cette espèce est retrouvée vivante quelques années plus tard, dans une portion restreinte de l'île Majorque alors qu'elle a disparue de l'île Minorque, il y a environ 250 ans avant J.-C. en raison très probablement des activités humaines. L'alyte de Majorque ou ferreret (en catalan) était aussi très menacé jusqu'à la mise en place de mesures de conservation, notamment du programme PRF (Plan de Recuperacion del Ferreret). L'aménagement des zones humides, déjà peu nombreuses, sur l'île Majorque constituait une menace sérieuse. Les scientifiques et les naturalistes majorcains ont aussi démontré que la couleuvre

vipérine, la grenouille de Perez, le chat et la belette, toutes des espèces introduites, réduisent dangereusement les populations. La prédation larvaire par les invertébrés aquatiques (larves de dytiscidés et de libellules, notonectes), le martin-pêcheur et les goélands, ainsi que les éboulis et les crues sont d'autres causes connues de mortalité. Le climat de l'île est méditerranéen, la pluviosité (1 000 mm en moyenne/an) est concentrée sur quelques mois de l'année et la végétation basse et xérophile peut évoluer vers une forêt de chênes. Le ferreret occupe les reliefs karstiques, où il se reproduit dans tous les cours d'eau superficiels ou à 60 mètres de profondeur au fond de canyons, les vasques permanentes ou non, voir les citernes artificielles. De manière similaire aux alytes continentaux, le mâle transporte la masse d'œufs qu'il entortille autour de ses pattes postérieures jusqu'à ce que le moment de l'éclosion

Relation entre la démographie des populations larvaires et les précipitations moyennes.





J.M. Borrero/Bios

Les mâles portent la ponte pendant trois semaines le plus souvent sauf lorsqu'ils ont des pontes multiples, fait relativement rare chez le ferreret.

approche. Une femelle peut être féconde pendant environ 4 à 5 ans et produire ainsi 385 œufs en moyenne au cours de sa vie. La fécondité est étalée sur toute la saison de reproduction et il a été possible d'obtenir en captivité jusqu'à 7 pontes par saison avec 22 jours entre les pontes.

Ces informations sur la vie et l'écologie de ce petit "faux crapaud" de la famille primitive des Discoglossidae sont essentielles pour pouvoir le protéger et sauvegarder ses habitats préférentiels. Dans le cadre du PRF, programme financé par la communauté européenne, un suivi précis de l'état de ses populations a été réalisé. Lorsque certaines populations deviennent vulnérables parce que trop petites, les spécialistes décident de réintroduire des individus issus de centres d'élevage. La règle est de ne pas prélever d'individus sur les autres populations naturelles même lorsqu'elles sont de grande taille.

Le nouveau plan d'action (1998-2002) a pour objectif d'obtenir à terme l'autonomie durable des populations. De nombreux points restent en suspens et font l'objet de nouvelles recherches. Par exemple, la dispersion des adultes est démontrée comme étant très faible autour de la zone de reproduction (moins de 250 mètres).

Toutefois la distribution longitudinale de cette espèce le long des cours d'eau suscite des interrogations quant aux modes de dispersion. S'agit-il de dispersion passive par les têtards ? Les adultes sont-ils emportés par les crues lors d'événement pluvieux ? La création de sites de reproduction dans plus de 70 localités de l'île et l'échec de sa réintroduction atteste encore l'hypothèse de forte sédentarité et de faible aptitude à la dispersion.

Enfin, en parallèle des activités scientifiques et des actions de protection sur le terrain (création de zones humides, renforcement des populations, contrôle des prédateurs...) un certain nombre d'activités à caractère pédagogique a été développé. Plaquettes de vulgarisation, articles de presse, animations auprès de différents publics sont réalisés une grande partie de l'année ; ils contribuent à développer l'intérêt pour la conservation de cet amphibien.

On peut espérer aujourd'hui que l'avenir de cette espèce emblématique n'est plus en danger.

Distribution du genre *Alytes* en péninsule ibérique et dans les îles Baléares





A. Morand

Fiches techniques

- Créer et entretenir un plan d'eau à amphibiens
- Une espèce menacée : la rainette arboricole
- Une espèce vulnérable : le triton marbré
- Une espèce vulnérable : la cistude d'Europe
- Echantillonner les amphibiens et les reptiles



Créer et entretenir un plan d'eau à amphibiens

Le milieu aquatique

Créer, restaurer et entretenir un plan d'eau est un moyen concret et efficace pour pallier la disparition des zones humides naturelles. Cependant, il faut réfléchir à tous les aspects du projet avant son aboutissement, ce qui permettra d'éviter bien des erreurs lors du creusement et bien des problèmes qu'il ne serait plus possible de résoudre après la mise en eau.

Un certain nombre de questions doivent être posées, parmi lesquelles : Où le plan d'eau sera-t-il le plus riche et le plus utile ? Sa distance par rapport aux autres sites est-elle raisonnable par rapport à ce que l'on sait des capacités dispersives des espèces de la région ?

Il s'agit de répondre à ces questions en s'appuyant avant tout sur la connaissance du terrain (sol, hydrologie...), le contexte naturel et humain aux échelles locales et du paysage...

Dans tous les cas, il faut tenir compte :

- des règles de sécurité (l'eau attire les enfants en bas âge alors attention prudence...),
- des pluralités d'intérêt (pêche, chasse, loisir, conservation...) et des usagers à prévenir pour obtenir un accord durable et éviter les conflits d'usage,
- des peuplements naturels dans l'environnement immédiat et régional qu'il s'agit d'évaluer pour tenir compte de l'évolution globale de son propre site et favoriser son intégration et sa complémentarité possible avec les autres sites aquatiques.

Une fois choisi l'emplacement du site, en général à proximité des anciens sites de reproduction connus, les variables énumérées ci-après peuvent être retenues car reconnues comme étant déterminantes. Tous les sites peuvent être envisageables techniquement mais à quel coût ? Il s'agit pour l'ingénieur et l'écologue de rechercher le meilleur compromis, c'est-à-dire le site le plus propice à l'accueil des amphibiens avec le meilleur rapport coût-bénéfice.

Nombre

Une ou deux mares principales accompagnées d'un chapelet de mares et flaques paraissent souhaitables (modèle du continent-archipel).

Surface

Elle dépend du nombre d'espèces et de la taille des populations que l'on veut favoriser. Une surface minimum d'une centaine de mètres carrés s'impose pour les amphibiens. Il n'y a pas de limite supérieure

Fiches techniques

si ce n'est que de grands bassins vont susciter des convoitises et des projets piscicoles dont nous avons dit les nuisances dans les chapitres précédents.

Profondeur et volume

Cette variable est liée à la permanence de l'inondation pendant toute la durée de développement des espèces attendues. Une profondeur maximale des mares de 1,20 m à 1,50 m est souhaitable pour certaines espèces : triton crêté et triton marbré, pélobate cultripède. Des flaques peu profondes entre 15 et 30 centimètres sont suffisantes pour les espèces à développement rapide (crapaud calamite, pélodyte...).

Hydropériode

Le caractère temporaire des plans d'eau n'est pas un facteur limitant si la présence de l'eau est assurée jusqu'à la métamorphose des larves. Il est lié à une diminution de volume et de profondeur avec comme conséquence, le réchauffement de l'eau favorable à la vitesse de croissance des larves. Le problème réside dans la durée particulièrement longue du développement larvaire de certaines espèces. Le pélobate cultripède, par exemple, a besoin de 4 mois et plus, selon les conditions naturelles, pour effectuer sa métamorphose⁷². L'assèchement doit être contrôlé au maximum mais peut être aussi souhaitable selon les milieux et les espèces. En effet, le site peut être asséché en fin d'été pour anéantir naturellement les poissons. Cependant, l'évacuation totale de l'eau peut avoir un effet désastreux sur d'autres espèces, notamment les larves de libellules qui vivent sur le fond et y passent l'hiver.

Pente des berges

Les berges seront de préférence profilées en pente douce pour permettre une gradation des conditions écologiques. Ces paliers sont absolument indispensables dans une mare bâchée : les pentes de 5° à 15° permettent d'éviter de voir les sables et les argiles se concentrer au fond ; elles favorisent également le développement de la végétation dans laquelle les poissons auront plus de difficulté à trouver les têtards ou les œufs. Les pentes douces permettent aussi aux adultes et aux juvéniles d'entrer et de sortir facilement du site. Cependant, dans l'objectif de diversifier les zones d'habitats, il peut être intéressant, notamment pour certains insectes aquatiques, de prévoir des rives abruptes sur une partie du pourtour.

Forme et longueur des rives, présence d'îlots

Si on souhaite créer de nombreux micro-habitats*, il est important de réfléchir à la forme que l'on donnera à la pièce d'eau. En particulier, il est bon d'augmenter la longueur de rives. La sinuosité du plan d'eau et la présence d'îlots en favorisant les écotones* et les refuges (anses,

⁷² - *Cei et Crespo (1971)*



péninsules) sont aussi souhaitables pour les amphibiens. Dans tous les cas, la forme de la pièce d'eau sera modelée au cours des années par suite du développement de la végétation installée sur les berges peu inclinées.

Nature du substrat

La nature des sols va influencer l'étanchéité du plan d'eau. Elle conditionne aussi le développement d'invertébrés benthiques dont se nourrissent les larves d'urodèles et l'abondance du périphyton dont se nourrissent les têtards. Lorsque la nature géologique du fond rocheux n'est pas connue, elle sera recherchée dès les premiers travaux. C'est dans les fonds de vallée qu'on a le plus de chances de trouver des épaisseurs d'argile imperméable. Dans le cas des plans d'eau bâchés, un apport d'argile sur une trentaine de centimètres d'épaisseur suffit parfois à empêcher les fuites.

Alimentation en eau

L'alimentation en eau détermine les aménagements envisagés. La connaissance des données hydrologiques et hydrogéologiques de la zone est une étape essentielle. On peut souhaiter une alimentation par eaux de pluie essentiellement, eaux de pluie et eaux d'infiltration, eaux de ruissellement d'un cours d'eau raccordé... Une nappe d'eau permanente proche de la surface du sol peut être suffisante pour se passer de tout artifice de création. Il est possible de repérer de tels endroits en parcourant le terrain, les sols y sont constamment gorgés d'eau.



Rana iberica.

Ensoleillement et température

Lorsque la mare est peu profonde, les rayons du soleil réchauffent si fortement l'eau au printemps que les algues et les têtards se développent plus rapidement et dans de meilleures conditions. La luminosité est un facteur d'échauffement mais aussi d'oxygénation. Cependant, une production trop élevée d'algues peut entraîner un phénomène d'eutrophisation avec dégradation du surplus de matière organique et consommation d'oxygène dissous dans l'eau.

pH, teneur en oxygène et salinité

Le pH et l'oxygène sont rarement des facteurs limitants dans la nature. Les espèces, en particulier les larves, ont besoin d'une oxygénation satisfaisante de l'eau. La plupart d'entre elles présentent une marge de tolérance assez large pour le pH ($6,5 < \text{pH} < 10$). Les variations journalières de température et d'oxygène, d'autant plus accusées par suite du faible volume du plan d'eau, rendent difficile l'évaluation du pH en milieu naturel. Enfin, il est bon de rappeler que les amphibiens ne supportent pas les salinités élevées (en général $< 4\text{-}5 \text{ g/l NaCl}$).

Végétaux aquatiques

L'introduction de végétaux n'est très souvent pas nécessaire dans la mesure où la colonisation est naturelle et relativement rapide. Plusieurs espèces pionnières (crapaud calamite, crapaud vert, rainette...) profitent de cette situation provisoire. L'accélération des phénomènes ou la volonté de conservation d'espèces végétales rares peut motiver des transferts.

Gestion et entretien du plan d'eau

La dégradation rapide de la qualité des eaux (eutrophisation) et les processus d'atterrissement confèrent à ce type de milieu une espérance de vie faible. Dans de nombreuses situations, l'excès d'éléments nutritifs peut provenir de la décomposition de matériaux organiques (feuilles mortes...). Les engrais agricoles, les éléments toxiques des eaux pluviales s'ajoutent à ces apports naturels.

La restauration de la qualité de l'eau et la gestion des niveaux d'eau sont d'une importance cruciale pour la viabilité du site et des populations. Diverses solutions sont mises en œuvre ; les scénarios d'aménagement visent en général à retrouver un état antérieur ou à pérenniser un état. Cependant, les éléments nutritifs et toxiques des eaux sont de plus en plus difficile à éliminer. Il est donc souhaitable d'agir directement sur les foyers de pollution en diminuant par exemple la quantité de matières introduites en excès :

– en contrôlant la végétation par la fauche et le débroussaillage suivis d'une exportation de matières, par le pâturage, par la gestion des niveaux d'eau ou par le feu en dehors de la saison de reproduction.

La gestion qualitative et quantitative de la ressource en eau est devenue un élément fondamental pris en considération par la communauté internationale⁷³.

73 - Acreman (2000)



- en empêchant les animaux domestiques, lorsqu'ils ont besoin de boire, de piétiner les berges et de polluer le plan d'eau de leurs déjections. Il est souhaitable, pour limiter ces impacts, de leur aménager un seul accès au rivage en tendant une clôture. Un bassin (cuve, réservoir) alimenté par simple gravité, aménagé en aval du plan d'eau, est une solution efficace.
- en favorisant toutes les actions de déblaiement des détritiques et de la matière végétale accumulée en excès, ainsi que l'élimination de la végétation envahissante à la surface des eaux... Il suffit parfois de quelques jours pour résoudre ce problème par la mise en œuvre d'un chantier adjoint d'une formation sur la protection et la gestion des milieux.

Le milieu terrestre

L'environnement immédiat et régional est à prendre en considération. Il s'agit d'évaluer la composition des ceintures de végétations, leur étendue et leur dynamique de croissance, les interactions entre les différents groupements végétaux, notamment entre les prairies, les friches et les boisements.

Les amphibiens comme les reptiles sont sensibles au degré d'ouverture du milieu. Certains amphibiens apprécient les mares forestières (crapaud commun, sonneur, salamandre...) pour se reproduire. Les tritons, la grenouille agile ont aussi besoin d'un milieu forestier au cours de leur vie terrestre. Les buissons entourant le plan d'eau peuvent aussi être favorables aux cycles vitaux de certaines espèces. Ils jouent les rôles de refuges ou de terrain de chasse pour les espèces arboricoles (rainette, pélodyte...). Par contre, ils peuvent nuire aux déplacements d'espèces à mobilité terrestre et spécifique des milieux ouverts (dunes...) comme le crapaud vert. En effet, ce dernier est très mobile et chasse activement sur des terrains découverts et non pas en milieu forestier.

Lors du choix de l'emplacement d'un plan d'eau, il s'agit de tenir compte des exigences des espèces que l'on souhaite favoriser.

Notons également que créer un plan d'eau directement sous les arbres comporte un risque car des problèmes d'asphyxie, de rejets de substances toxiques peuvent se poser assez rapidement.

L'accumulation de feuilles mortes appauvrit le milieu en oxygène et, à terme, le site peut même se combler si l'on n'intervient pas. Il s'agit donc de maintenir un ombrage naturel tout en assurant un minimum d'éclaircissement. La proximité de terres cultivées a pour conséquence des ruissellements chargés d'engrais et de pesticides à l'origine d'une dégradation de la qualité de l'eau... De manière similaire, les plantations de résineux autour des milieux aquatiques vont acidifier les eaux qui deviendront non propices aux développements embryonnaires et larvaires.

Enfin, il s'agit aussi de préserver les zones refuges caractéristiques aux espèces attendues qui peuvent être par exemple des talus graveleux, des pierriers utilisés comme quartiers diurnes et d'hiver.

Une espèce menacée : la rainette arboricole

Hyla arborea Linnaeus, 1758

Amphibien Anoure

Hylidés

Convention de Berne > annexe II (espèces strictement protégées)

Directive Habitats, Faune, Flore > annexe IV

Catégorie IUCN > liste rouge (LRnt)

Répartition

C'est une espèce à très large distribution, dont l'aire occupe toute l'Asie et l'Europe au sud du 55^e parallèle, ainsi que l'Afrique du Nord. Elle manque dans le pourtour méditerranéen : elle est remplacée par la rainette méridionale (*Hyla meridionalis*) dans les zones françaises et espagnoles, par la rainette sarde en Corse et en Sardaigne, par *Hyla intermedia* en Italie et par *Hyla savignyi* en Israël.

Biologie

La rainette arboricole a une peau lisse et verte, elle présente une ligne latérale foncée partant de la narine et se continuant vers l'œil puis sur le flanc, avant de décrire une boucle au niveau de la hanche. Comme beaucoup d'espèces arboricoles, elle a le corps élancé et porte sur les doigts des ventouses élargies en forme de disque. Ses yeux sont placés quelque peu latéralement et dirigés vers l'avant, vision étendue vers le bas et perspective binoculaire. D'autre part, son chant caractéristique est puissant et rapide (trois à cinq appels par seconde).



Oeufs de *Hyla arborea*.



A. Morand

Accouplement de *Hyla arborea*.

Elle se reproduit une fois dans l'année mais sur une période assez prolongée. Dans certaines populations, la femelle atteint sa maturité sexuelle entre 1 et 2 ans pour une longévité moyenne de 3 à 5 années. Elle dépose plusieurs petites masses d'œufs qu'elle accroche à la végétation se trouvant à la surface de l'eau. Plusieurs pontes peuvent être réalisées lors de la même saison de reproduction. Le nombre d'œufs par femelle est compris entre 700 et 1 900 œufs environ, chacun mesurant 1,5 mm de diamètre. Le développement des têtards dure à peu près six semaines lorsque l'eau est chaude ; il atteint plus de deux mois et demi si l'eau est seulement de température moyenne.

Habitat

La rainette arboricole fréquente les eaux douces dormantes (étangs, marais, gravières) de superficie variable (quelques mètres carrés à plus de 4 000 mètres carrés). Elle semble préférer les eaux peu profondes, exposées au soleil avec beaucoup de végétaux aquatiques. L'eau de bonne qualité, la température élevée favorisent le développement rapide des œufs et des têtards. Elle occupe de préférence des sites nouvellement créés (moins d'une dizaine d'années). Dans de tels sites, d'une part, la compétition entre espèces d'amphibiens est moins élevée, et, d'autre part, il n'y a pas de communautés structurées de poissons car ces sites sont le plus souvent asséchés en été. Bien que l'eau soit essentielle à la reproduction et au développement des têtards, les rainettes passent la majeure partie de leur existence à terre ; elles se nourrissent dans les buissons ou les prairies humides à la recherche d'insectes variés capturés avec agilité, elles attendent au bord de l'eau et elles hibernent sous la mousse au pied d'un arbre ou dans les fissures de rochers...

Menaces principales

Un groupe de réflexion sur la disparition de cette espèce dans toute l'Europe a été mis en place⁷⁴. Parmi les nombreuses causes évoquées pour le déclin de la rainette arboricole, la destruction des sites de pontes et la fragmentation des zones humides sont les principales menaces. La prédation des têtards par les poissons a aussi été démontrée⁷⁵. Cependant, il existe des populations qui ont disparu sans raison apparente, alors même que le plan d'eau semblait favorable. Une hypothèse serait le vieillissement des mares. Cette espèce nomade aurait besoin régulièrement de sites peu riches en matière organique et d'une végétation pionnière.

Mesures de gestion favorables à l'espèce

La conservation de la rainette arboricole passe d'abord par le maintien et la restauration d'habitats favorables à son développement. Il s'agit de :

- maintenir des biotopes et des sites de ponte, notamment en assurant la présence de macrophytes,
- favoriser une alternance de mise en eau et d'assèchements une fois tous les deux ou trois ans pour éliminer les poissons,
- améliorer la qualité de l'eau et limiter la pollution organique,
- maintenir les forêts alluviales et les prairies humides à proximité du plan d'eau,
- favoriser la construction d'aménagements spécifiques permettant le passage sans dommage des infrastructures linéaires.

Les petites populations isolées sont particulièrement vulnérables. Certains chercheurs⁷⁶ ont calculé par simulation que si les effectifs de cette espèce tombent très bas (moins de 100 individus), l'érosion du taux d'hétérozygotie (un des paramètres d'estimation de la diversité génétique) est prévisible à l'échelle de la décennie. La diversité des caractères génétiques est essentielle pour la stabilité à long terme de la population (adaptation aux modifications des conditions environnementales et résistance aux processus locaux d'extinction).

Cette approche illustre donc la nécessité de conserver aux espèces menacées des effectifs suffisamment importants. Les métapopulations qui résultent de l'interconnexion de milieux favorables constituent une bonne garantie contre le risque de baisse de la diversité génétique. Le renforcement de la population à travers des opérations de réintroduction d'individus issus de centres d'élevage est une autre solution.

74 - Stumpel & Tester (1993)
75 - Brönmark & Edenhamn (1994)

76 - Balletto & Giacoma (1993)

Une espèce vulnérable : le triton marbré

Triturus marmoratus marmoratus, Latreille 1800
Amphibien Urodèle
Salamandridés

Directive Habitats, Faune, Flore > annexe IV

Biologie

Le triton marbré est un grand triton, pouvant atteindre 16 cm de long, au dos vert-jaune marbré de noir. L'espèce est actuellement présente dans la péninsule ibérique et en France, à l'ouest d'une ligne Cherbourg-Montpellier.

Carnivore et opportuniste, les larves se nourrissent de têtards, d'autres larves de tritons mais principalement de petits crustacés (Cladocères, Ostracodes, Copépodes) ou de larves d'insectes aquatiques ainsi que de Gastéropodes. Une fois adulte, il devient très terrestre. Il est un prédateur peu sélectif limité seulement par la taille de ses proies. Les adultes migrent vers le site de reproduction à partir de l'automne dans le sud. La fécondité totale au cours d'une période de vie reproductive d'environ 4 ans a été estimée à 1 700 œufs⁷⁷. Si on tient compte d'une mortalité par défaut génétique, de la prédation et des autres causes naturelles, seulement 12 jeunes de l'année arrivent à la métamorphose sur 400 œufs pondus en moyenne par saison. La durée du développement embryonnaire et larvaire a été estimée pour le sud de l'Espagne à 11 semaines en moyenne⁷⁸. Cette variable de



Triton marbré juvénile dans une mare de Roque-Haute, France.

77 - Arntzen & Hedlund (1990)



C. Jakob

Triton marbré adulte.

développement dépend beaucoup de la température de l'eau et contrairement aux amphibiens anoures est peu flexible, ce qui les rend particulièrement vulnérable à l'assèchement précoce des mares de reproduction. La période de reproduction peut être étalée sur plusieurs semaines. L'âge maximal atteint varie beaucoup entre les populations. Dans le nord de la France et le Portugal, le triton marbré peut atteindre 13-14 ans, moins dans un habitat terrestre méditerranéen et chaud comme l'Espagne et le sud de la France (8-10 ans). Par contre, ils atteignent l'âge à la maturité sexuelle plus tôt dans le sud de la France (entre 2 et 4 ans) que dans le centre de la France et le Portugal (entre 3 et 5 ans)⁷⁹.

Habitat


Le triton marbré habite différents types de zones humides (mares forestières, mares-abreuvoirs, source, etc), en général dépourvues de poissons, et qui présentent une végétation aquatique assez abondante. Les adultes et immatures passent plus de temps en milieu terrestre comme l'atteste le dessin aposématique dorsal et non pas ventral qui signale à un prédateur potentiel qu'il est toxique. Les juvéniles des populations du centre de la France ne retournent pas dans l'eau avant leur maturité⁸⁰, tandis que les tritons marbrés immatures du sud de la France utilisent régulièrement l'habitat aquatique, probablement en raison d'une abondance plus élevée de proies⁸¹. Globalement, les populations du sud de la France semblent étendre davantage la phase aquatique que celles de zones plus clémentes, ce qui semblerait liée aux conditions climatiques sévères en été. Une fois atteints les gîtes d'été, les tritons s'enfouissent dans des tunnels de micro-mammifères, sous les souches de buissons, sous les pierres, les protégeant contre

78 - Diaz-Paniagua (1992)

79 - Francillon-Vieillot et al. (1990)

80 - Jehle & Arntzen (2000)

81 - Jakob (2001)



Le triton marbré vit en sympatrie avec le triton crêté dans le nord-ouest en France, comme en Mayenne où ces derniers s'hybrident pour donner le triton de Blasius.

les températures et la sécheresse. Les micro-habitats terrestres adéquats disponibles autour des mares de reproduction ont donc une grande importance pour la survie du triton marbré en Méditerranée. La vie en milieu terrestre reste peu connue comme pour la plupart des autres espèces d'amphibiens. Néanmoins, des études récentes sur leur mouvements vers les habitats terrestres, ont montré que les micro-habitats occupés se trouvent à des distances inférieures à 150 mètres autour de la mare de reproduction (dans le sud, moins de 90 mètres).

Menaces principales et facteurs limitants

Les principales menaces pesant sur le triton marbré sont communes aux autres espèces d'amphibiens :

- la perte d'habitats aquatique et terrestre, notamment celle des micro-habitats terrestres autour des mares de reproduction dans le sud de sa répartition et la fragmentation des milieux ;
- la dégradation de la qualité de l'eau ;
- l'introduction de poissons exotiques et autres prédateurs de larves d'amphibiens ;
- la collecte pour la terrariophilie est aussi une menace qui a diminué cependant ces dernières années en raison d'une prise de conscience et du bon succès de la reproduction du triton marbré en captivité.

Mesures de gestion favorables à l'espèce

Aucun programme spécifique de gestion n'existe concernant les populations de tritons marbrés mais on peut supposer sans grand risque que toutes les mesures et actions locales de gestion favorables aux amphibiens en général leur seront propices. Il s'agit de protéger les habitats terrestres et aquatiques qui lui sont favorables, de faciliter ses migrations de reproduction, de créer de nouveaux sites de ponte, voire de déplacer des populations en danger... Il serait également souhaitable d'inclure dans la protection des sites de reproduction des "zones tampons" terrestres⁸² assez larges autour des mares qui hébergent les tritons comme les autres amphibiens durant leur phase terrestre. Ceci serait nécessaire notamment en Méditerranée, où la phase terrestre en été est plus difficile et stressante pour le triton marbré.

Une espèce vulnérable : la cistude d'Europe

Emys orbicularis Linnaeus, 1758

Chéloniens

Emydés

Convention de Berne > annexe II (espèces strictement protégées),
Directive Habitats, Faune, Flore > annexe II et IV

Biologie

La cistude d'Europe est une tortue de taille moyenne (jusqu'à 20 cm de long) que l'on trouve en Europe, en Afrique du Nord (Maroc, Algérie) et vers l'est jusqu'à la mer d'Aral. Sa carapace est lisse et noire, ornée de ponctuations jaunes. Sa tête est noire à points jaunes. Carnivore et semi-aquatique, cette tortue d'eau douce se nourrit d'invertébrés (mollusques, insectes) et de vertébrés (grenouilles, poissons, rongeurs et petits oiseaux) vivants ou morts. La maturité sexuelle est atteinte vers 10 ans chez les femelles de populations méditerranéennes, un peu plus tôt chez les mâles. La ponte comprend 4 à 12 gros œufs avec une moyenne de 8 pour une période d'incubation de 2 à 3 mois. Cette faible fécondité est compensée par une grande longévité qui est estimée à quatre-vingts ans, avec un maximum de cent ans. L'époque et la fréquence de ponte sont variables et dépendent des conditions climatiques.

Habitat

Appelée "tortue bourbeuse", la cistude d'Europe habite tous les lieux aquatiques possibles, des eaux dormantes (étangs, prairies inondables, marais et fossés) aux rivières à faible courant, jusqu'aux bords des grands fleuves des régions méditerranéennes. Elle peut même s'accommoder d'eaux légèrement saumâtres. Dans les eaux claires des oueds temporaires ou permanents, on les trouve dans des fonds caillouteux ou des creux de rochers, où elles surprennent par leur couleur vive et leur propreté. Elle côtoie l'émyde lépreuse (*Mauremys leprosa*) en Espagne⁸³ et en Afrique du Nord et l'émyde caspienne (*Mauremys caspica*) en Grèce.

Menaces principales

L'état des populations de la cistude d'Europe est encore mal connu. Il varie beaucoup d'un pays à l'autre. La perte de l'habitat et la fragmentation des milieux sont les causes de déclin les plus communes. Le morcellement des populations réduit les possibilités d'échange, les sites sont de plus en plus rares et isolés les uns des

83 - Keller (1997)

La cistude d'Europe hiverne au fond de la vase et reprend son activité aux premiers beaux jours du printemps. Par ailleurs, dans le sud de son aire de répartition elle estive les années de fortes sécheresses.

Au Moyen Age, la tortue était considérée comme un poisson, elle était alors un met recherché durant les fêtes religieuses où toute consommation de viande rouge était interdite, d'où un intense commerce saisonnier du sud au nord. Le ramassage à des fins alimentaires qui continue encore aujourd'hui et plus rarement la collecte pour les animaleries contribuent aussi à la diminution des populations.

autres par des villes, des plaines agricoles et des routes.

Au moment de pondre, les femelles qui viennent à terre sont souvent écrasées par les véhicules. Dans les zones de culture, ce sont les machines agricoles qui tuent les adultes et détruisent les pontes. Bien qu'aquatiques, les cistudes sont détruites par les incendies fréquents en Méditerranée. Le suivi d'une population ayant subi par deux fois les feux de forêts montre un effondrement de 60 à 70 % de son effectif, une surmortalité des très jeunes individus et un fort rajeunissement de la population⁸⁴. L'impact du feu sur le milieu terrestre n'est pas négligeable, se traduisant en particulier par une perte de la végétation rivulaire, un comblement accéléré des cours d'eau sous l'effet de l'érosion et l'accentuation du régime torrentiel. Dans les régions méditerranéennes, où l'eau est rare, la cistude est encore plus fragile. Située en fin de chaîne alimentaire, elle concentre dans ses tissus les toxiques que renferment ses proies et qui finissent par l'empoisonner.

Si les brochets sont en milieu aquatique des prédateurs naturels des jeunes tortues, les renards, les sangliers, les chats et les rats en expansion ajoutent encore à cette destruction.

Les tortues de Floride (*Trachemys scripta elegans*), issues d'élevages intensifs situés pour la plupart en Louisiane, sont une menace très préoccupante car elles ont été ces dernières années des milliers à être relâchées dans la nature. La tortue de Floride est plus grosse, plus agressive que la cistude d'Europe et peut résister au froid, voir même se reproduire dans certaines situations. Certains chercheurs ont démontré qu'en cas de compétition entre les deux espèces, la cistude est défavorisée⁸⁵.



Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) au lac Kerkini, Grèce.

84 - Cheylan & Poitevin (1998)

85 - Ferri (1995)

Fiches techniques

Mesures de gestion favorables à l'espèce

Les scientifiques étudient des populations depuis plus d'une dizaine d'années, de sorte que les connaissances acquises sur cette espèce, notamment sur ses stratégies biologiques, permettent de proposer des recommandations de gestion. Chaque population est importante à préserver et constitue une étude de cas dont on peut tirer de riches informations⁸⁶.

Il est communément admis que l'installation puis le maintien d'une population de cistudes dans une région dépendent de facteurs liés à l'habitat et au micro-habitat⁸⁷ :

- refuges contre le froid (eau ne gelant pas...),
- site de ponte (pente exposée au sud ou sud-est),
- site d'accouplement (eau peu profonde et chaude),
- site de nourriture,
- site de bain de soleil.

Il faut donc agir pour :

- améliorer la qualité de l'eau,
- maintenir des sites de ponte en l'état (éviter le curage du plan d'eau et des canaux durant l'hibernation),
- empêcher l'embroussaillage des prairies et pelouses sèches (la cistude recherche pour pondre des lieux où l'herbe est peu élevée)
- maintenir des solariums (rives, arbres morts...),
- sous la coordination de spécialistes, sensibiliser un vaste public pour empêcher la libération dans le milieu naturel des tortues de Floride et favoriser leur récupération afin de limiter leur expansion. Une récente directive européenne, extension de la CITES, convention sur le commerce des espèces animales et végétales, interdit dorénavant l'importation de la tortue de Floride d'une taille inférieure à 10 cm dans l'Union européenne.

Dans le cadre de certains programmes de réintroduction ou de renforcement des populations, le prélèvement des œufs est autorisé pour la mise en incubation artificielle, en vue de relâcher les jeunes en milieu naturel. Ainsi, le "Lombardy Emys Project", en Italie, initié par le SISN (Centro Studi Erpetologici) dans la lagune de Venise et dans le delta du Pô, a pour objectif le recensement, la recherche et la protection d'habitats favorables, la reproduction sous couveuse artificielle, la restauration des sites...

86 - Mascort (1999)

87 - Sniesbkus (1995)

Echantillonner les amphibiens et les reptiles

Description de la méthode et mode opératoire : quand et comment échantillonner ?

La recherche des amphibiens nécessite de prospecter non seulement le milieu aquatique avec en particulier les zones littorales correspondant au rayon de plus grande détection des espèces mais aussi le milieu terrestre plus difficile à échantillonner. Certains milieux aquatiques en raison de leur profondeur, leur faible transparence, etc sont peu favorable à la prospection.

Le matériel nécessaire à l'échantillonnage est lié à la technique utilisée, elle même dépendante du groupe étudié (amphibien ou reptile) et des espèces attendues

Actuellement il n'existe pas de méthode standardisée d'étude de l'herpétofaune, tant les comportements et le rythme d'activité des espèces diffèrent.

Les serpents et les lézards peuvent être capturés à l'aide d'un nœud coulant fixé au bout d'une canne (d'autant plus fin que l'espèce est petite) ou à la main pour les plus initiés. L'utilisation d'une paire de jumelles à distance d'observation réduite peut être aussi une solution bien que peu précise. Pour les tortues d'eau, des pièges de différents types souvent appâtés et laissés partiellement hors de l'eau sont utilisés.

Pour les amphibiens, la reconnaissance des espèces repose sur la détection des œufs, des larves ou des adultes et l'échantillonnage utilise différentes techniques et matériels :

- un troubleau à mailles fines pour les têtards et les larves d'urodèles,
- une épuisette de type pisciculture pour les tritons adultes,
- l'utilisation de filets lestés, de pièges lumineux aquatiques sont d'autres moyens possibles.
- ses sens (vue, audition) pour estimer le nombre de chanteurs d'une population d'anoures. L'observation visuelle nocturne se réalise à l'aide d'un projecteur puissant, à pied, en bateau ou en plongée. Le comptage des pontes d'anoures lorsqu'elles sont visibles est également utilisé pour certaines espèces.

La période d'échantillonnage de ces animaux au mode de vie fondamentalement biphasique intervient en général durant la saison de reproduction, période à laquelle ils sont le plus facilement détectables lorsque la température augmente et lors d'épisodes pluvieux. Par ailleurs, pour que la probabilité de contact avec chaque espèce, qu'elle soit un reproducteur précoce, tardif ou flexible, soit proportionnelle à sa fréquence réelle dans le milieu, il s'agit de disperser sur l'ensemble de la saison de reproduction la série de relevés à raison d'une ou deux fois par mois au minimum.

Détermination au niveau spécifique

Chaque observation doit faire l'objet d'une détermination précise à l'aide de guides, de cassettes reconnues comme valides selon que l'on utilise la morphologie, le chant... Pour les larves d'anoures ou d'urodèles, il s'agit d'utiliser une loupe binoculaire, des clés d'identification, voire se référer à une collection de référence... Les pratiques scientifiques de captures, voire de prélèvements, de marquage et de radio-pistage sont en général interdites ou nécessitent

La photographie est aussi un bon moyen d'identifier ultérieurement les espèces contactées lors d'une prospection.

une autorisation des services de l'Etat compétents en matière d'environnement et de faune sauvage.

Les confusions en matière d'identification sont fréquentes malgré le faible nombre d'espèces, par conséquent il est prudent de s'adjoindre la collaboration et les conseils de naturalistes et scientifiques reconnus.

Domaine d'application, contraintes et limite de validité

Le travail de prospection varie selon le degré de précision attendu (nombre et identité des espèces en présence-absence, taille des populations ou tout du moins estimation de l'abondance relative). L'estimation de la taille d'une population suppose des méthodes de "capture-marquage-recapture" lourdes à mettre en œuvre bien que très riches en information (structure d'âge de la population, taux de survie et autres paramètres démographiques...).

La superficie, le nombre et la dispersion des sites dans le secteur d'étude interviennent considérablement dans la durée et le coût de l'étude. D'autre part, il faut être au minimum deux personnes en raison d'un travail nocturne, tout du moins pour l'étude des amphibiens, les risques de terrain (sol peu portant d'où un risque d'enlèvement dans certaines circonstances...).



Têtard de pélobate.

A. Morand



Conclusion

De nombreuses menaces pèsent sur les reptiles et les amphibiens des zones humides méditerranéennes. Discrètes dans nos paysages et remarquables dans leur adaptation aux changements des milieux depuis des millions d'années, ces espèces survivront-elles à l'homme ?

Les zones humides méditerranéennes protégées permettent la conservation d'un grand nombre d'espèces originales, tant chez les amphibiens que chez les reptiles. Certaines d'entre elles font l'objet de mesures de protection et de surveillance qui sont cependant insuffisantes car ces espèces restent le plus souvent vulnérables ou menacées d'extinction.

Le déclin des amphibiens et des reptiles est sans équivoque ; il découle de causes diverses. La disparition des zones humides dans les pays



industrialisés et en voie de développement est probablement le facteur le plus important. Les aménagements, les différentes formes de pollution et le tourisme ont détruit ou considérablement dégradé les sites de ponte et leur environnement immédiat. Les populations se fragmentent dans un espace de plus en plus anthropique et il est possible de prédire assez facilement la disparition à court terme des populations de petite taille très disséminées.

La protection de la nature et l'aménagement du territoire ne peuvent plus se satisfaire aujourd'hui de la conservation de paysages ou d'espèces prises isolément. Ces enjeux requièrent une vision globale fondée sur une connaissance précise des exigences écologiques des espèces et du fonctionnement des écosystèmes.

De la même façon, ils requièrent des collaborations étroites entre les scientifiques préoccupés du devenir de la faune sauvage, les gestionnaires des milieux naturels et les différents usagers et acteurs.

Des motifs d'espoirs subsistent quant à la conservation des amphibiens et des reptiles et quant à la viabilité durable de leurs populations, notamment grâce aux changements des mentalités de tous les usagers des zones humides. La circulation de l'information, les missions de sensibilisation du public au respect de l'espace naturel et des êtres vivants, tendent à mobiliser des acteurs très divers, et de façon concertée avec les professionnels de la conservation.

Conclusion

Liste des amphibiens et reptiles figurant dans les annexes de la Directive Habitats (Union européenne), la Convention de Berne, la CITES et l'IUCN.

Familles	Espèces	Directive ann.II	Habitats ann.IV	Convention de Berne	CITES	IUCN
AMPHIBIENS	CAUDATA					
Salamandridae	<i>Salamandra atra</i> (Laurenti, 1768)		◆	◆		
	<i>Salamandra atra aurovrae</i> (Trevisan, 1982)	◆	◆	◆		CR
	<i>Salamandra lanzai</i> (Nascetti, Andreone, Capula & Bullini, 1988)		◆			
	<i>Mertensiella luscbani</i> (Steindachner, 1891)	◆	◆	◆		
	<i>Salamandra terdigitata</i> (Lacepède, 1788)	◆	◆	◆		
	<i>Chioglossa lusitamica</i> (Bocage, 1864)	◆	◆	◆		VU
	<i>Euproctus asper</i> (Dugès, 1852)		◆	◆		
	<i>Euproctus montanus</i> (Savi, 1838)		◆	◆		
	<i>Euproctus platycephalus</i> (Gravenhorst, 1829)		◆	◆		CR
	<i>Triturus cristatus</i> (Laurenti, 1768)	◆	◆	◆		LRcd
	<i>Triturus carnifex</i> (Laurenti, 1768)		◆	◆		
	<i>Triturus dobrogicus</i> (Kiritzescu, 1903)			◆		DD
	<i>Triturus karelinii</i> (Strauch, 1870)		◆	◆		
	<i>Triturus marmoratus</i> (Latreille, 1800)		◆	◆		
	<i>Triturus italicus</i> (Peracca, 1898)		◆	◆		
	<i>Triturus montandoni</i> (Boulenger, 1880)			◆		
Plethodontidae	<i>Speleomantes (Hydromantes) ambrosii</i> (Lanza, 1955)	◆	◆			
	<i>Speleomantes italicus</i> (Dunn, 1923)		◆	◆		
	<i>Speleomantes genei</i> (Temminck & Schlegel, 1838)	◆	◆	◆		LR : nt
	<i>Speleomantes flavus</i> (Stefani, 1969)	◆	◆	◆		VU
	<i>Speleomantes supramontis</i> (Lanza, Nascetti & Bullini, 1986)	◆	◆	◆		LR : nt
	<i>Speleomantes imperialis</i> (Stefani, 1969)	◆	◆	◆		LR : nt
	<i>Speleomantes strinatii</i> (<i>S. italicus strinatii</i>) (Aellen, 1958)	◆	◆	◆		
Proteidae	<i>Proteus anguinus</i> (Laurenti, 1768)	◆	◆	◆		VU
	ANURA					
Discoglossidae	<i>Alytes obstetricans</i> (Laurenti, 1768)		◆	◆		
	<i>Alytes cisternasii</i> (Bosca, 1879)		◆	◆		
	<i>Alytes muletensis</i> (Sanchiz & Alcover, 1977)	◆	◆	◆		CR
	<i>Alytes dickbilleni</i> (Arntzen & Garcia-Paris, 1995)		◆	◆		VU
	<i>Bombina variegata</i> (Linnaeus, 1758)	◆	◆	◆		
	<i>Discoglossus pictus</i> (Oth, 1837)		◆	◆		
	<i>Discoglossus sardus</i> (Tschudi, 1837)		◆	◆		
	<i>Discoglossus galganoi</i> (Capula, Nascetti, Lanza, Bullini & Crespo, 1985)	◆	◆	◆		
	<i>Discoglossus (galganoi) jeanneae</i> (Busack, 1986)	◆	◆	◆		
	<i>Discoglossus montalenii</i> (Lanza, Nascetti, Capula & Bullini, 1984)	◆	◆			VU
Bufo	<i>Bufo calamita</i> (Laurenti, 1768)		◆	◆		
	<i>Bufo viridis</i> (Laurenti, 1768)		◆	◆		
Pelobatidae	<i>Pelobates cultripes</i> (Cuvier, 1829)		◆	◆		
	<i>Pelobates fuscus</i> (Laurenti, 1768)		◆	◆		
	<i>Pelobates fuscus insubricus</i> (Cornalia, 1873)	◆	◆	◆		EN
	<i>Pelobates syriacus</i> (Boettger, 1889)		◆	◆		
Hylidae	<i>Hyla arborea</i> (Linnaeus, 1758)		◆	◆		LR : nt
	<i>Hyla meridionalis</i> (Boettger, 1874)		◆	◆		
	<i>Hyla sarda</i> (<i>H. arborea sarda</i>) (De Betta, 1857)		◆	◆		

Directive habitats = numéro de l'annexe de la Directive "Habitats, faune et flore" du Conseil des Communautés Européennes sur laquelle figure l'espèce : II. "espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la préservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation"; IV. "espèces animales et végétales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte"

Convention de Berne = numéro de l'annexe de la Convention internationale de Berne sur laquelle figure l'espèce : II. espèces dont la capture, le commerce, la destruction intentionnelle, la détention, la détérioration des biotopes sont interdits ;

CITES : Convention de Washington relative à la réglementation du commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (annexe I) ou vulnérable (annexe II)

IUCN : Niveaux de vulnérabilité distingués dans le Red Data Book

EX (éteinte) ; EW (éteinte dans la nature) ; CR (en danger critique) ; EN (en danger) ; VU (vulnérable) ; LR (faible risque) ; DD (données déficientes) ; cd (dépendant de la conservation).

Liste des amphibiens et reptiles figurant dans les annexes de la Directive Habitats”, la Convention de Berne, la CITES et l’IUCN.

Familles	Espèces	Directive ann.II	Habitats ann.IV	Convention de Berne	CITES	IUCN
Ranidae	<i>Rana dalmatina</i> (Bonaparte, 1838)		◆	◆		
	<i>Rana arvalis</i> (Nilsson, 1842)		◆	◆		
	<i>Rana iberica</i> (Boulenger, 1879)		◆	◆		
	<i>Rana latastei</i> (Boulenger, 1879)	◆	◆	◆		LR : nt
	<i>Rana graeca</i> (Boulenger, 1891)		◆			
	<i>Rana lessonae</i> (Camerano, 1882)		◆			
	<i>Rana italica</i> (Dubois, 1987)		◆	◆		
REPTILES	TESTUDINATA					
Emydidae	<i>Emys orbicularis</i> (Linnaeus, 1758)	◆	◆	◆		LR : nt
Bataguridae	<i>Mauremys caspica</i> (Gmelin, 1774)	◆	◆	◆		
	<i>Mauremys leprosa</i> (Schweigger, 1812)	◆	◆			
Cheloniidae	<i>Chelonia mydas</i> (Linnaeus, 1758)		◆	◆	I	EN
	<i>Caretta caretta</i> (Linnaeus, 1758)	◆	◆	◆	I	EN
Dermochelyidae	<i>Dermochelys coriacea</i> (Vandelli, 1761)			◆		
	SQUAMATA					
Colubridae	<i>Natrix natrix cetti</i> (Gené, 1938)		◆			CR
	<i>Natrix natrix corsa</i>		◆			
	<i>Natrix natrix schweizeri</i> (Müller, 1932)		◆			CR
	<i>Natrix tessellata</i> (Laurenti, 1768)	◆	◆			
Lacertidae	<i>Lacerta (Zootoca) vivipara pannonica</i> (Lac & Cluch, 1968)		◆			VU
	<i>Lacerta schreiberi</i> (Bedriaga, 1878)	◆	◆	◆		

Glossaire

Allantoïde : l'une des trois annexes embryonnaires propres aux vertébrés supérieurs (reptiles, oiseaux, mammifères).

Anthropique : dont la formation résulte essentiellement de l'action humaine.

Artémia : crustacés inférieurs à appendices foliacés vivant dans les marais salants.

Bassin versant : unité géographique qui reçoit les précipitations atmosphériques et draine les ruissellements qui en résultent vers un même exutoire (rivière, lac, nappe souterraine). Le terme "bassin versant" marque donc à la fois la notion topographique d'une zone limitée par une ligne de partage des eaux et celle d'une surface d'interception des précipitations.

Biocénose : ensemble des organismes vivants qui occupent le même biotope.

Biotope : aire géographique bien délimitée, caractérisée par des conditions écologiques particulières (sol, température...).

Cavité amniotique : l'amnios est une enveloppe embryonnaire qui délimite une cavité chez les vertébrés supérieurs.

Cloaque : orifice commun des voies urinaires, intestinales et génitales de certains vertébrés (notamment des oiseaux, des amphibiens et des reptiles).

Communauté : ensemble des espèces, pouvant appartenir à un groupe systématique donné, qui occupe un habitat (exemple : communauté d'amphibiens)


Compétition : la compétition relève de deux mécanismes différents : le premier correspond à l'exploitation simultanée de la même ressource par plusieurs individus ; elle ne fait pas intervenir d'interaction directe entre eux. On parle de compétition d'exploitation. A l'inverse, l'interférence compétitive suppose qu'un individu influence la survie ou l'aptitude à la reproduction d'un autre individu par une action négative directe. Chez certaines larves d'amphibiens, un tel mécanisme reposerait sur une inhibition de croissance liée à une algue vivant dans le tube digestif.

Connectance : ensemble des caractéristiques d'un paysage permettant la mobilité d'une espèce.

Dévonien : quatrième période géologique de l'ère primaire (de -400 à -360 millions d'années).

Ecotone : c'est la zone de transition d'une biocénose* à une autre. La faune y est plus riche et plus abondante que dans les biocénoses adjacentes, dont les espèces se mélangent plus ou moins. Cet effet est connu sous le nom d'effet de lisière.

Endémisme : un taxon est dit endémique d'une région lorsque sa distribution géographique est exclusivement limitée à cette région. On parle de taxon sub-endémique lorsqu'on le trouve dans une (des) région(s) voisine(s). Les experts considèrent que l'endémisme représente une forme de vulnérabilité et ils décident d'inclure de tels



taxons même lorsqu'aucune menace réelle ne pèse sur eux. Le fait même d'avoir une distribution aussi réduite constitue une menace.

Eutrophisation : processus d'enrichissement excessif d'une eau par apport de substances nutritives pouvant entraîner une diminution du taux de l'oxygène dissous et la mort des poissons.

Espèce autochtone (ou indigène) : désigne une espèce originaire d'une zone déterminée par opposition aux espèces introduites, dites allochtones.

Espèce allochtone : désigne une espèce étrangère à un peuplement donné et introduite par l'homme dans ce dernier.

Hétérochronie : ensemble des changements évolutifs touchant la chronologie ou la vitesse de développement.

Hydropériode : période pendant laquelle un site est en eau.

Hydrosystème (syn. éco-complexe de zones humides) : ensemble d'écosystèmes semi-aquatiques et aquatiques. Le terme peut être utilisé pour les fleuves (hydrosystèmes fluviaux) mais un étang ou un marais de grande taille peuvent être aussi des hydrosystèmes. L'hydrosystème peut être subdivisé en des éléments plus petits et homogènes dans leur fonctionnement, allant jusqu'aux unités fonctionnelles homogènes par leurs caractéristiques abiotiques et par leurs peuplements animaux et végétaux.

Inlandsis : glacier des hautes latitudes formant une vaste coupole masquant le relief sous-jacent.

Kératine : chez les vertébrés inférieurs aquatiques (cyclostomes, poissons et chez les larves d'amphibiens) les cellules épidermiques restent vivantes dans toute l'épaisseur de l'épiderme et sont éliminées sans subir de transformation particulière. L'épiderme peu épais (5 à 9 couches cellulaires) est perméable et permet les échanges (osmotiques et ioniques) entre les milieux intérieurs et extérieurs. Chez les vertébrés supérieurs terrestres (tétrapodes) au contraire, les cellules supérieures s'imprègnent de protéines complexes, les kératines, puis meurent. Chez les amphibiens adultes encore mal adaptés au milieu aérien, la couche cornée est mince et généralement limitée à une seule assise cellulaire qui s'élimine périodiquement par lambeaux (mue des amphibiens). L'épiderme reste ainsi perméable, ce qui permet les échanges osmotiques et la respiration cutanée.

Lit majeur : espace situé entre le lit mineur et la plus grande crue historique répertoriée.

Lit mineur : espace recouvert par les eaux coulant à plein bord avant débordement.

Marismas : littéralement traduit, ce mot signifie marais en espagnol. Par extension, on désigne sous le nom de marismas, l'ensemble de la région située à l'embouchure du Guadalquivir.

Métamorphose : transformation importante du corps et du mode de vie, au cours du développement de certains animaux, comme les amphibiens et certains insectes.

Métapopulation (syn. populations subdivisées) : ensemble de populations éclatées dans l'espace dès lors qu'elles sont interconnectées par des échanges d'individus, donc par des échanges d'information génétique.

Micro-habitat : conditions locales particulières lorsque l'habitat est hétérogène. Exemples : îlot de végétation, fond vaseux, feuilles mortes, berges.

Ovipare : qui se reproduit par des œufs pondus avant ou après fécondation, mais avant éclosion.

Ovovivipare : se dit d'un animal qui se reproduit par œufs, mais qui les conserve dans ses voies génitales jusqu'à l'éclosion des jeunes ; l'embryon ne se développe qu'à partir des réserves accumulées dans l'œuf, contrairement à l'embryon des organismes vivipares (mammifères) qui est nourri par la mère via le placenta.

Périphyton : algues croissant autour d'autres plantes.

Richesse spécifique : nombre d'espèces que comporte une communauté.

Ripisylve (syn. forêt alluviale) : forêt riveraine longeant les berges d'une rivière ou d'un fleuve.

Sérum : liquide riche en antitoxines extrait du sang d'un animal, principalement du cheval, vacciné contre une maladie microbienne ou contre une toxine, permettant une lutte rapide contre l'affection correspondante déclarée chez l'homme.

Spéciation : apparition de différences entre deux espèces voisines, entraînant leur séparation définitive.

Spermatophore : organe contenant les spermatozoïdes chez divers invertébrés et petits vertébrés et dont ces animaux peuvent se séparer pour le présenter à la femelle.

Squelettochronologie : discipline qui étudie l'âge et la croissance des poissons, amphibiens et reptiles par l'examen de pièces du squelette.

Succession écologique : cette expression désigne l'ensemble des processus naturels par lesquels un écosystème naturellement ou artificiellement altéré ou détruit entreprend spontanément de se reconstituer pour recouvrir un état qui soit en quelque sorte un fac-similé de son état initial. Ce phénomène universel peut se déclencher dans de multiples circonstances : abandon d'une culture, glissement de terrain, inondation, incendie...

Syntopie : se dit d'une espèce qui occupe la même région qu'une autre espèce avec laquelle il peut exister un phénomène de reproduction.

Taxon : entité systématique concrète d'un rang quelconque.

Tertiaire : ère géologique ayant duré de 65 millions d'années à 1,8 millions d'années.

Vicariante : se dit d'une espèce animale ou végétale qui peut en remplacer une autre dans une association.




Bibliographie

- Acreman, M.** - L'Hydrologie des zones humides. Publication MedWet/Tour du Valat, n°10, Tour du Valat, France, 109, 2000.
- Alcover, J.A. & J. Mayol** - Noticia del hallazgo de *Baleaphryne* (Amphibia : Anura : Discoglossidae) viviente en Mallorca. Donana, Acta Vertebrata, 7, 266-269, 1980.
- Alford, R.A. & S.J. Richards** - Global amphibian declines : a problem in applied ecology. Annual Review of Ecology and Systematic, 30, 133-65, 1999.
- Andreone, F., Castellano, S. & M. Garabello** - Sulla "*Rana catesbeiana*" Shaw, 1802. Rivista Piemontese di Storia Naturale, 8, 265-267, 1987.
- Andreone, F., Fortina, R. & A. Chiminello** - Natural history, ecology and conservation of the italian spadefoot toad, *Pelobates fuscus insubricus*. Zoological Society "La Torbiera" - Scientific reports n°2, 1993.
- Anonyme** - La convention d'Alghero (1995) sur la biodiversité côtière et marine en Méditerranée. Medmaravis & Commune d'Alghéro, Sardaigne, 19-22 Janvier, 1995.
- Arntzen, J-W.** - Genetic differentiation between African and European midwife toads (Alytes, Discoglossidae). Bijdragen tot de Dierkunde, 54, 157-162, 1984.
- Augert, D. & P. Joly** - Plasticity of age at maturity between two neighbouring populations of the common frog (*Rana temporaria* L.). Canadian Journal of Zoology, 7, 26-33, 1993.
- Balletto E. & C. Giacoma** - Stochastic extinction probability for European population of *Hyla arborea* : an approach by Vortex. In : Stumpel A.H.P. & U. Tester (Eds), Ecology and Conservation of the European Treefrog, Institute for Forestry and Nature Research, Wageningen, Netherlands, 81-90, 1992.
- Blanc, C.P. & J-N. Lhéritier (sous la Direction)** - Proceedings of the international conference on terrestrial and freshwater vertebrates from the mediterranean islands. Evisa, Corse, octobre 1983, Bulletin d'Ecologie, 19, 485, 1988.
- Blaustein, A.R., Hoffman P.D. & J.M. Kiesecker** - DNA repair activity and resistance to solar UV-B radiation in eggs of the red-legged frog. Conservation Biology, 10, 1398-1402, 1996.
- Blondel, J. & J. Aronson** - Biology and wildlife of the Mediterranean region. Oxford University Press, 1999.
- Bons, J. & Ph. Geniez** - Amphibiens et reptiles du Maroc (Sahara occidental compris). Atlas biogéographique, A.H.E., Barcelona, 320 p., 1996
- Brana, F., Frechilla, L. & G. Orizaola** - Effect of introduced fish on amphibian assemblages in mountain lakes of Northern Spain. Herpetological Journal, 6, 145-148, 1996.
- Brönmark, C. & P. Edenhamn** - Does the presence of fish affect the distribution of Tree Frogs (*Hyla arborea*). Conservation Biology, 841-845, 1994.

Bibliographie

- Bury, R.B.** - A historical perspective and critique of the declining amphibian crisis. *Wildlife Society Bulletin*, 27 (3), 1064-1068, 1999.
- Bosch J., Martinez-Solano I. & M. Garcia-Paris** - Evidence of a chytrid fungus involved in the decline of the common midwife toad (*Alytes obstetricans*) in protected areas of central Spain. *Biological Conservation* 97, 331-337, 2001.
- Brown, L. & D.W. Macdonald** - Predation on green turtle, *Chelonia mydas* nests by wild canids at akyatan beach, Turkey. *Biological Conservation*, 71, 55-60, 1995.
- Caetano, M.H.** - Use and results of skeletochronology in some urodeles *Triturus marmoratus* (Latreille 1800) and *Triturus boscai*, (Lataste 1879). *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie*, 11, 197-199, 1990.
- Castanet, J. & E. Smirina** - Introduction to the skeletochronological method in amphibians and reptiles. *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie*, 11, 191-196, 1990.
- Cei, J-M. & E.G. Crespo** - Remarks on some adaptative ecological trends of *Pelobates cultripes* from Portugal : thermal requirement, rate of development and water regulation. *Arquivos Museu Bocage* 3, 9-36, 1971.
- Cheylan, M. & F. Poitevin** - Impact of fire on a population of european pond turtle (*Emys orbicularis*) in southeastern France. In : Proceeding of the EMYS symposium Dresden 96, Fritz et al., (Eds), *Mertensiella*, 10, 67-82, 1998.
- Cogger, H.G. & R.G. Zweifel (eds)** - Reptiles et amphibiens. *Encyclopédie des animaux*, Bordas, Paris, 1993.
- Corbett, K.** - Conservation of european reptiles & amphibians. Editors IUCN/SSC European Reptile and Amphibian Specialist Group, Council of Europe, WWF, 273, 1989.
- Daly, J-W. & N.Y. Witkop** - Chemistry and pharmacology of frogs venoms. In : Bucherl W. & Buckley E. (Eds.), *Venomous animals and their venoms, Volume II, Venomous vertebrates*. Academic Press, 1971.
- Degani, G. & D. Kaplan** - Distribution of amphibian larvae in Israeli habitats with changeable water availability. *Hydrobiologia*, 405, 49-56, 1999.
- Delaugerre, M. & M. Cheylan** - Atlas de répartition des Batraciens et reptiles de Corse. Ministère de l'Environnement & Région Corse, 124, 1992.
- Diaz-Paniagua, C.** - Larval diets related to morphologicals characters of five anurans species in the Biological Reserve of Donana (Huelva, Spain). *Amphibia-Reptilia*, 6, 307-322, 1985.
- Diaz-Paniagua, C.** - Variability in timing of larval season in an amphibian community in SW Spain. *Amphibia-Reptilia*, 10, 71-75, 1992.
- Dodd, C.K. Jr. & B.S. Cade** - Movement patterns and the conservation of amphibians breeding in small, temporary wetlands. *Conservation Biology*, 12, 331-339, 1998.
- Dubois, A.** - Mapping European amphibians and reptiles : collective inquiry and scientific methodology. *Alytes*, 15, 176-204, 1998.
- Duellman, W.E & L. Trueb (eds)** - *Biology of Amphibians*. Mc Graw-Hill, New York, 1986.

- 
- Erk'akan, F.** - Nesting biology of loggerhead turtles *Caretta caretta* L. on daylan beach, Mugla-Turkey. *Biological Conservation*, 66, 1-4, 1993.
- Fauth, J.E.** - Identifying potential keystone species from field data - an example from temporary ponds. *Ecology Letters*, 2, 36-43, 1999.
- Ferri, V.** - *Emys orbicularis* : situation and conservation projects in Lombardy. International Congress of Chelonian Conservation - Gonfaron, France, 6th to 10th July, 1995.
- Fiers V. & C. George** - Suivi et gestion des amphibiens et reptiles. La Lettre des Réserves Naturelles, 13-16, 1996.
- Francillon-Vieillot H., Arntzen J.W. & J. Geraudie** - Age, growth and longevity of sympatric *Triturus cristatus*, *Triturus marmoratus* and their hybrids (Amphibia, Urodela). A skeletochronological comparison. *Journal of Herpetology*, 24, 13-22, 1990.
- Frochot, B. & V. Godreau** - Intérêt écologique des carrières, terrils et mines. Dans : Recréer la nature, Lecomte J. & J-M. Legay (Eds), Hors-Série, Natures - Sciences - Sociétés, 1995.
- Gasc, J-P., Cabela, A., Crnobrnja-Isailovic, J., Dolmen, D., Grossenbacher, K., Hafner P., Lescure J., Martens H., Martinez-Rica J-P., Maurin H., Oliveira M-E., Sofianidou T.S., Veith M. & A. Zuiderwick** - Atlas of amphibians and reptiles in Europe. Paris, Societas Europaea Herpetologica & Muséum National d'Histoire Naturelle (IEGB/SPN), 1-496, 1997.
- Gibbons, J.W., Scott, D.E., Ryan, T.J., Buhlmann, K.A., Tuberville, T.D., Metts, B.S., Greene, J.L., Mills, T., Leiden, Y., Poppy, S. & C.T. Winne** - The global decline of reptiles, déjà vu amphibians. *BioScience*, 50, 653-666, 2001.
- Graf, J-D. & M. Polls-Pelaz** - Evolutionary genetics of the *Rana esculenta* complex. In : Dawley R.M. & Bogart J.P. (Eds), Evolution and Ecology of unisexual vertebrates. New York State Mus. Bull., 466, 289-302, 1989.
- Griffiths, R.A.** - Temporary ponds as amphibian habitats. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*, 7, 119-126, 1997.
- Grillas, P. & J. Roché** - Végétation des marais temporaires. Ecologie et gestion. Publication MedWet/Tour du valat, n°8, Tour du Valat, Arles, 86, 1997.
- Groombridge, B.** - Marine turtles in the Mediterranean : distribution, population status and conservation. Council for Europe, Nature and Environment Series, n°88, 1990.
- Guillaume, C.P.** - Reptiles et batraciens de Grande Camargue. Approche comparative avec la faune des marismas (Sud-ouest de l'Espagne). Thèse d'Ecologie Animale, Université Languedoc, 1975.
- Gruber, U.** - Guide des serpents d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Delachaux et Niestlé, 248, 1992.
- Heyer, W.R., Donnelly, M.A., McDiarmird, R.W., Hayek, L.A.A. & S. Foster** - Measuring and monitoring biological biodiversity. Standards methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, 364, 1994.
- Houlakan, J-E., Scott Findlay, C., Schmidt, B.R., Meyer, A.H. & S.L. Kuzmin** - Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature*, 404, 752-755, 2000.


Bibliographie

- Jakob, C., Morand, A. & A. Crivelli** - Amphibian communities in a mosaic of mediterranean seasonally-flooded ponds : species richness and composition (Nature Reserve of Roque-Haute, France). In : Miaud C. & G. Guyétant (Eds), Current Studies in Herpetology, le Bourget du Lac (SEH), 480, 1999.
- Jakob, C.** - Lebenszyklus einer mediterranen *Triturus marmoratus* Population (Urodela : Salamandridae) - Auswirkungen von Klima und temporären Habitat auf Reproduction, demographische Populationsstruktur und Migrationsverhalten. PhD thesis, Universität Mainz, Allemagne, 2001
- Jehle, R. & J.W. Arntzen** - Post-breeding migrations of newts (*Triturus cristatus*, *T. marmoratus*) with contrasting ecological requirements. Journal of Zoology, 251, 297-306, 2000.
- Joly, P. & C. Miaud** - Fidelity to the breeding site in the alpine newt (*Triturus alpestris*). Behavioural Processes, 19, 47-56, 1989.
- Joly, P. & A. Morand** - Amphibian diversity and land-water ecotones. In : Lachavanne J.B. & R. Juge (Eds), Biodiversity in land-inland water ecotones, UNESCO & Parthenon Publication, 1997.
- Joly, P., Miaud, C., Lehman A. & Grolet O** - Habitat matrix effects on pond occupancy in newts. Conservation Biology, 15, 239-248, 2001.
- Keller, C.** - Ecología de poblaciones de *Mauremys leprosa* y *Emys orbicularis* en el Parque Nacional de Donana. PhD thesis, Universidad de Sevilla, 1997.
- Kiesecker, J.M., Blaustein A.R. & L.K. Belden** - Complex causes of amphibian population declines. Nature, 681-683, 2001.
- Knoepffler, L.Ph.** - Contribution à l'étude du genre *Discoglossus* (Amphibiens, Anoures). Paris, Faculté des Sciences, Thèse A932, 96, 1962.
- Langton, T. & J.A. Burton** - Amphibians and reptiles. Conservation management of species and habitats. Planning and management Series, n°4. Council of Europe Publishing, 1997.
- Laurance, W.L.** - Catastrophic declines of Australian rainforest frogs : is unusual weather responsible ? Biological Conservation, 77, 203-212, 1996.
- Laurent, L.** - Une approche de biologie de la conservation appliquée à la population de tortue marine *Caretta caretta* de Méditerranée. Paris, Université de Paris VI, Thèse de Doctorat : I-XVI + 1-199, 1993.
- Le Calvez, V., Dewitte T., Decocq, O. & Melbeck, D** - Tout ce qu'il faut savoir pour créer une mare. Dossier de la Gazette des Terriers. Le Journal des clubs CPN, Boult-Aux-Bois, 67, 1998.
- Le Garff, B.** - Les Amphibiens et les reptiles dans leur milieu. Paris, Bordas, 1991.
- Lehniten, R.M., Galatowitsch S.M. & J.R. Tester** - Consequences of habitat loss and fragmentation for wetland amphibian assemblages. Wetlands, 19, 1-12, 1999.
- Maille, C., Pezin C & O. Oliver** - Les Tortues marines de Méditerranée. Le Courrier de la Nature, 169, 24-30, 1998.
- Maitland, P.S. & A.J. Crivelli** - Conservation des poissons d'eau douce. Publication MedWet/Tour du Valat, n°7, Tour du Valat, France, 94, 1996.

- Marco, A. & C. Quilchano** - Impacto sobre los Anfibios de la contaminación por fertilizantes químicos. *Quercus*, 172, 14-19, 2000.
- Margaritoulis, D.** - Sea turtles in the Mediterranean : distribution, critical habitats and conservation. In "*Monitoring and conservation of birds, mammals and sea turtles of the Mediterranean and black seas*". 5th Symposium, Gozo (Malta), 29 sep-3 oct, Medmaravis and Birdlife Malta, 1998.
- Mascort, R.** - Situación actual del Galapago Europeo en la península Ibérica. *Quercus* 161, 19-23, 1999.
- McClanahan, L., Ruibal, R. & V. Shoemaker** - Des grenouilles dans le désert. *Pour la Science*, 78-85, 1994.
- Miaud, C., Guyétant, R. & J. Elmberg** - Variations in life-history traits in the common frog *Rana temporaria* (Amphibia : Anura) : a literature review and new data from the French Alps. *Journal of Zoology* (London), 249, 61-73, 1999.
- Morand, A.** - Une espèce vulnérable, le sonneur à ventre jaune. *Le Courrier de la Nature*, 194, 33-37, 2001.
- Morand, A. & P. Joly** - Space utilization and habitat variability in amphibian communities in the French Upper-Rhone floodplain. *Actes du Second Congrès International Limnologie-Océanographie Hydrobiologia*. 300/300, 249-257, 1995.
- Morand, A., Joly, P. & O. Grolet** - Phenotypic variation in metamorphosis in five anuran species along a gradient of stream influence. *Comptes Rendus d'Académie des Sciences, Paris*, 320, 645-652, 1997.
- Naulleau, G.** - Study of terrestrial activity and aestivation in *Emys orbicularis* (Reptilia : chelonia) using telemetry. In : *Proc. Sixth Ord. Gen. Meet.* S.E.H., Korsos Z. & I. Kiss (Eds), Budapest, 343-346, 1992.
- Neveu, A. & V. Régnier** - Une ressource halieutique mal connue : les grenouilles. Les problèmes liés à une véritable gestion des stocks. *Bulletin français de la Pêche et de la Pisciculture*, 297, 35-47, 1985.
- Oldham, R.S.** - Amphibians and agriculture : double jeopardy. In : *Aquatic life cycle strategies, Survival in a variable environment*. Whitfield M., Matthews J. & C. Reynolds (Eds.), England, 1998.
- Pagano, A., Joly, P. & H. Hotz** - Taxon composition and genetic variation of water frogs in the mid-Rhône floodplain. *Comptes Rendus d'Académie des Sciences, Paris*, 320, 759-766, 1999.
- Papayannis, T. & T. Salathé** - Les zones humides méditerranéennes à l'aube du XXI^e siècle Publication MedWet/Tour du Valat, France, 136, 2000.
- Peachman, J.H.K., Scott, D.E., Semlitsch, R.D., Caldwell, J.P., Vitt, L.J. & J.W. Gibbons** - Declining amphibian populations : the problem of separating human impacts from natural fluctuations. *Science*, 253, 892-895, 1991.
- Pearce, F.** - L'Enjeu de l'eau. Publication MedWet/Tour du Valat, n° 5, Tour du Valat, France, 82, 1996.
- Pearce, F. & A.J., Crivelli** - Caractéristiques générales des zones humides méditerranéennes. Publication MedWet/Tour du valat, n° 1, Tour du Valat, France, 88, 1996.


Bibliographie

- Pinston, H.** - Sauvegarde de l'intérêt herpétologique et esthétique des fontaines, abreuvoirs et lavoirs anciens en pierre. Bulletin de la Société Herpétologique Française, 56, 63-69, 1990.
- Pleguezuelos, J.M. (ed.).** - Distribucion y biogeografía de los anfibios y reptiles en España y Portugal. Universidad de Granada, Asociación Herpetologica Española, 542, 1997.
- Plytycz, B. & J. Bigaj** - Studies on the growth and longevity of the yellow-bellied toad, *Bombina variegata*, in natural environments. Amphibia-Reptilia, 14, 35-44, 1993.
- Pounds, J.A., Fogden, M.P.L., Savage, J.M. & G.C. Gorman** - Tests of null models for amphibian declines on a tropical mountain. Conservation Biology, 11, 1307-1322, 1996.
- Real, R., Vargas J.M. & A. Antunez** - Environmental influences on local amphibian diversity : the role of floods on river basins. Biodiversity and conservation, 2, 376-399, 1993.
- Reed, J.M. & A.R. Blaustein** - Assessment of "nondeclining" amphibian populations using power analysis. Conservation Biology, 9, 1299-1300, 1995.
- Roché, J.C. & R. Guyétant** - Grenouilles et crapauds. Document sonore, cassette. 2^e édition, Sittelle.
- Roman, A & J. Mayol** - La Recuperacion del ferreret, *Alytes muletensis*. Document Tecnic de Conservacio, Iia època, 1, Proyecto LIFE Ferreret (LIFE 1973/92/11-13), Palma de Mallorca, 80, 1997.
- Sammut, M. & J. Schembri** - Observations on the natural history of the painted frog *Discoglossus pictus pictus* (Amphibia : Anura : Discoglossidae) in the Maltese islands (central mediterranean). Animalia, 18, 71-87, 1991.
- Sanchez-Herraz, M., Barbadillo, L.J., Machordom, A. & B. Sanchiz** - A new species of pelodytid frog from the Iberian peninsula. Herpetologica, 56, 105-118, 2000.
- Schlupp, I. & R. Podlousky** - Changes in breeding site fidelity : a combined study of conservation and behaviour in the common toad *Bufo bufo*. Biological Conservation, 69, 285-291, 1994.
- Schmeller, D.** - Hemiklonale Vererbung im hybridogenetischen *Rana grafi* komplex (Anura : Ranidae). Auswirkungen auf die Genetische und Demographische Struktur von Population im Rhonetal, dem Nationalpark Camargue und Mediterranen Küstengebieten Frankreichs. PhD thesis, Universität Mainz, 105, 1999.
- Schoor, J. & A. Zuiderwick** - Ecological isolation in *Triturus cristatus* and *Triturus marmoratus* (Amphibia : Salamandridae). Amphibia-Reptilia, 3, 235-252, 1981.
- Seigel R.A., Collins J.T. & Novak S.S.** - Snakes. Ecology and Evolutionary Biology, New York : Mc Graw-Hill, 570, 1993.
- Semlitsch, R.D.** - Biological delineation of terrestrial buffer zones for pond-breeding salamanders. Conservation Biology, 1113-1119, 1998.
- Semlitsch, R.D.** - Principles for management of aquatic-breeding amphibians. Journal of Wildlife Management, 64(3), 615-631, 2000.
- Serra-Cobo, J., Lacroix, G. & S. White** - Comparison between the ecology of the new European frog *Rana pyrenaica* and that of four Pyrenean amphibians. Journal of Zoology (London), 246, 147-154, 1998.

- 
- Sket, B.** - Distribution of *Proteus* (Amphibia : Urodela : Proteidae) and its possible explanation. *Journal of Biogeography*, 24, 263-280, 1997.
- Snieshkus, E.** - Is it possible to preserve the pond turtle *Emys orbicularis* in the northernmost parts of its distribution ? *Memoranda Society Fauna Flora Fennica* 71, 125-127, 1995.
- Storey, K. & J. Storey** - Gelés mais vivants. *Pour la Science*, 160, 40-45, 1991.
- Stumpel, A.H.P. & U. Tester** - Ecology and conservation of the european tree frog. *Proceedings of the 1st International Workshop on Hyla arborea*, 13-14 february 1992, Postdam, Germany, 1993.
- Stumpel, A.H.P.** - Successful reproduction of introduced bullfrogs *Rana catesbeiana* in northwestern Europe : a potential threat to indigenous amphibians. *Biological Conservation*, 60, 61-62, 1992.
- Tejedo, M. & R. Reques** - Plasticity in metamorphics traits of Natterjack tadpoles : the interactive effects of density and pond duration. *Oikos*, 71, 295-304, 1994.
- Tyler, M.J.** - Australian frogs. A natural history. Cornell University Press, 185, 1994.
- Uiblein, F., Durand, J.P., Juberthie, C. & J. Parzefall** - Predation in caves : the effects of prey immobility and darkness on the foraging behaviour of two salamanders, *Euproctus asper* and *Proteus anguinus*. *Behavioural Processes*, 28, 33-40, 1992.
- Vences, M.** - Habitat choice of the salamander *Chioglossa lusitanica* : the effects of eucalypt plantations. *Amphibia Reptilia*, 14, 201-212, 1993.
- Viertel, B.** - The filter apparatus of *Xenopus laevis*, *Bombina variegata* and *Bufo calamita* (Amphibia, Anura) : a comparison of different larval types. *Zoologischer Jahrbuch für Anatomie*, 115, 425-52.
- Wake, D.B.** - Declining amphibian populations. *Science*, 253, 860, 1991.
- Wake, D.B.** - Action on amphibians. *Trends in Ecology and Evolution*, 13, 380-381, 1998.
- Warburg, M.R.** - Water economy and thermal balance of israeli and australian amphibia from xeric habitats. *Symposium of Zoological Society (London)*, 31, 79-111, 1972.
- Wasserman, F.** - La grenouille dans tous ses états. Gallimard, coll. Découvertes, 112, 1990.
- Welsh, H.H. & L.M., Ollivier** - Stream amphibians as indicators of ecosystem stress. A case study from Californian's redwoods. *Ecological Applications*, 8, 1118-1132, 1998.
- Zwiderwick, A.** - Amphibian distribution patterns in western Europe. *Bijdragen tot de Dierkunde*, 50 (1), 52-72, 1980.

Index

- Albanie : 28
Algérie : 30, 58, 91
Alyte de Majorque ou Ferreret (*Alytes muletensis*) : 23, 64, 76
Alytes accoucheurs : 19, 28
Alytes muletensis : 23, 64, 76
Alytes obstetricans : 76
- Baléares : 23, 64, 76, 77
Bosnie-Herzégovine : 29
- Chioglosse portugais (*Chioglossa lusitanica*) : 53, 58
Chypre : 23, 62, 63, 67
Cistude (*Emys orbicularis*) : 31, 42, 47, 55, 66, 91, 92, 93
Corse : 22, 23, 27, 85
Couleuvre à collier (*Natrix natrix*) : 26, 31, 42
Couleuvre tesselée (*Natrix tessellata*) : 26
Couleuvre vipérine, ou "aspic d'eau" (*Natrix maura*) : 26, 38, 42, 76
Crapaud calamite (*Bufo calamita*) : 31, 32, 38, 41, 46, 81
Crapaud accoucheur (*Alytes obstetricans*) : 33, 58
Crapauds alytes : 19, 23, 28, 44, 64, 76, 77
Crapaud commun (*Bufo bufo*) : 22, 41, 42, 46, 58
Crapaud des joncs : 42
Crapaud vert (*Bufo viridis*) : 11, 28, 70
Crète : 23
Croatie : 29, 66
- Discoglosse corse (*Discoglossus montalentii*) : 23
Discoglosse d'Israël (*Dicoglossus nigriventer*) : 70
Discoglosse peint (*Discoglossus pictus*) : 19, 30
Discoglosse sarde (*Discoglossus sardus*) : 27
Discoglossus galganoi : 38, 46
- Egypte : 62
Emyde caspienne (*Mauremys caspica*) : 37, 66, 91
Emyde lépreuse (*Mauremys leprosa*) : 28, 91
Espagne : 19, 20, 23, 26, 31, 46, 53, 57, 59, 64, 76, 77, 85, 88, 89, 91
Euprocte : 20, 22, 27, 46
Euprocte de montagne (*Euproctus montanus*) : 22, 27
Euprocte des Pyrénées (*Euproctus asper*) : 20
- France : 21, 32, 33, 46, 56, 57, 58, 59, 85, 88, 89
- Grèce : 28, 62, 63, 91
Grenouille agile (*Rana dalmatina*) : 34, 40
Grenouille de Perez ou grenouille rieuse d'Espagne (*Rana perezi*) : 21, 31, 32, 46, 58, 76
Grenouille de rivière (*Rana levantina*) : 70
Grenouille des bois (*Rana sylvatica*) : 40
Grenouille grecque (*Rana graeca*) : 16, 27
Grenouille pyrénéenne (*Rana pyrenaica*) : 20
Grenouille rieuse (*Rana ridibunda*) : 21, 27
Grenouille rousse (*Rana temporaria*) : 20, 42, 58
Grenouille-taureau (*Rana catesbeiana*) : 59
- Hyla intermedia* : 85
Hyla savignyi : 70, 85
- Israël : 31, 62, 70, 85
Italie : 9, 18, 22, 26, 59, 62, 74, 85, 93
- Lézard vivipare (*Lacerta vivipara*) : 26
Liban : 62, 66
Libye : 62
- Maroc : 19, 28, 30, 31, 91
Monténégro : 29
- Pélobate brun d'Italie (*Pelobates fuscus insubricus*) : 74
Pélobate cultripède (*Pelobates cultripedes*) : 31, 32, 35, 38, 39, 46, 81
Pelobates fuscus : 65
Pelobates syriacus : 70
Pelobates varaldii : 31
Pélodyte ponctué (*Pelodytes punctatus*) : 31, 32, 46
Pélodyte : 81
Petite grenouille verte (*Rana lessonae*) : 21
Pleurodèle de Walth (*Pleurodeles walthi*) : 30, 46
Protée (*Proteus anguinus*) : 22, 29, 46
- Rainette méridionale (*Hyla meridionalis*) : 31, 32, 41, 46
Rainette arboricole (*Hyla arborea*) : 35, 38, 41, 45, 74, 85, 86, 87
Rainette sarde : 85
Rana epeirotica : 21
Rana grafi : 21
Rana iberica : 58, 82
Rana sbqiperica : 21
- Salamandra algira* : 30
Salamandra lanzai : 50
Salamandra salamandra : 58
Salamandra salamandra inframaculata : 70
Salamandre mexicaine ou axolotl : 45, 46
Salamandre tachetée : 9
Salamandre tigre (*Ambystoma mexicanum*) : 45
Salamandrina terdigitata : 61
Sardaigne : 23, 85
Sicile : 23
Slovénie : 29
Sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata*) : 41, 43
Spéléomante : 44
Syrie : 62



Tortues : 56, 57, 62, 63, 66, 67, 92, 93
Tortue caouanne (*Caretta caretta*) : 56, 62, 63, 67
Tortue de Floride (*Trachemys scripta elegans*) : 92, 93
Tortue luth (*Dermochelys coriacea*) : 62, 66
Tortue verte ou chélonée franche (*Chelonia mydas*) : 62, 63, 66, 67
Tritons : 20, 21, 30, 31, 45, 46, 47, 54, 58, 59, 66, 71, 81
Triton alpestre (*Triturus alpestris*) : 46, 54, 58
Triton crêté (*Triturus cristatus*) : 20, 21, 43, 81, 90
Triton crêté italien (*Triturus carnifex*) : 20, 66
Triton d'Hagenmüller : 30
Triton de Poiret (*Pleurodeles poireti*) : 28, 30
Triton marbré (*Triturus marmoratus*) : 20, 31, 32, 43, 46, 58, 81, 88, 89, 90
Triton palmé (*Triturus helveticus*) : 32, 43, 46, 58
Triturus alpestris apuanus : 45
Triturus boscai : 46, 58
Triturus karelini : 20
Triturus nebulosus : 30
Triturus vittatus vittatus : 70
Triturus vulgaris : 31
Tunisie : 28, 62
Vipère péliade (*Vipera berus*) : 26
Yougoslavie : 29, 66



Station Biologique de la Tour du Valat : Etudier pour mieux gérer

Créée en 1954 par Luc Hoffmann, la Station biologique de la Tour du Valat est un organisme privé, géré par la Fondation Sansouire, reconnue d'utilité publique. Une équipe de près de 80 personnes se consacre aux activités scientifiques, à la gestion du domaine et aux actions de conservation.

Une politique efficace de conservation de la nature doit s'appuyer sur des connaissances scientifiques issues d'une recherche rigoureuse. Dans ce cadre, la Tour du Valat a mis en place un programme de recherche sur le fonctionnement des zones humides et plus particulièrement sur les roselières, les mares temporaires et les rizières. Elle s'implique aussi dans des études à long terme sur les oiseaux d'eau coloniaux en Camargue et en région méditerranéenne. Le département de la conservation s'efforce de promouvoir le transfert des connaissances obtenues par les chercheurs et les gestionnaires à travers le développement de plans de gestion pour les zones humides méditerranéennes, la mise en place de stages de formation, le conseil et l'appui aux politiques promouvant la gestion rationnelle de ces ressources, l'édition d'ouvrages de vulgarisation.

Dans ce contexte, la Tour du Valat s'est donnée pour mission ***“d'arrêter la perte et la dégradation des zones humides méditerranéennes et de les restaurer”***.



Le projet MedWetCoast

Le projet MedWetCoast vise à conserver la biodiversité d'importance mondiale et régionale dans six pays/autorités riverains de la Méditerranée : l'Albanie, l'Égypte, le Liban, le Maroc, l'autorité Palestinienne et la Tunisie.

Développé par la Station Biologique de la Tour du Valat et le Conservatoire du Littoral en étroite collaboration avec les pays impliqués, le budget est financé par les contributions nationales de ces pays ainsi que par le Fond pour l'Environnement Mondial (FEM) à travers le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) et le Fond Français pour l'Environnement Mondial (FFEM).

Lancé en 1999, le projet a une durée de cinq ans et se structure autour d'actions à trois niveaux distincts et complémentaires ; au niveau local, il vise à mettre en œuvre une gestion durable et intersectorielle de 15 sites pilotes (zones humides et côtières menacées) ; au niveau national, il entend développer des cadres légaux innovants pour éradiquer les causes de la dégradation de la biodiversité, renforcer les institutions impliquées dans la gestion des ressources naturelles et promouvoir des politiques coordonnées ; enfin au niveau régional, il veut renforcer les capacités par la formation et l'assistance technique, valoriser et partager l'expérience méditerranéenne par le travail en réseau.

Le projet MedWetCoast est partie intégrante de l'Initiative MedWet et agit en étroite collaboration avec d'autres initiatives ou organisations régionales, particulièrement le Plan d'Action pour la Méditerranée (Convention de Barcelone).

Dans cette région du monde où la biodiversité compte parmi les plus riches et les plus menacées, MedWetCoast contribue activement à la préserver durablement et à “fermer le cercle méditerranéen”.



Publié avec le soutien financier du Fond pour l'Environnement Mondial (FEM) à travers le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD).