

n° 2 - Décembre 2013

Nature de PROVENCE

Écologie, conservation et gestion des espèces et écosystèmes en région Provence-Alpes-Côte d'Azur

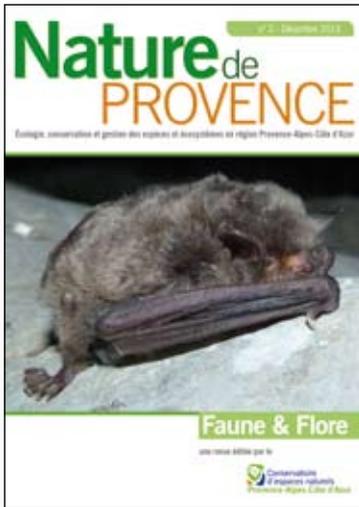


Faune & Flore

une revue éditée par le

 Conservatoire
d'espaces naturels
Provence-Alpes-Côte d'Azur

Edito



Depuis 1978, le Conservatoire d'espaces naturels de PACA participe à la connaissance et à la valorisation de notre nature provençale. Notre revue, Faune de Provence, devenue Nature de Provence l'année dernière regroupe des articles sur la faune, la flore dans leurs différentes composantes. Nous aimerions l'ouvrir à des articles sur la gestion des milieux. Nous sommes là dans notre cœur de métier : **la conservation.**

Pour conserver il faut connaître, analyser, hiérarchiser. Le CEN PACA ne peut intervenir partout et nous devons faire des choix pour nos actions. Ces choix reposent sur la connaissance produite par le monde scientifique mais aussi par l'ensemble de travail des naturalistes de notre région. Il est également important que ces savoirs soient partagés. Ceci nous a amené à l'outil de partage SILENE sur internet pour la répartition des espèces.

Cette revue, lieu de partage, est donc un outil important pour le CEN PACA, elle est faite pour vous mais aussi avec vous. Elle est une des traces que nous faisons pour les générations futures. Longue vie à Nature de Provence.

Directeur de la publication

Vincent Kulesza

Coordination scientifique

Julie Delauge

Comité de relecture

Patrick Bayle, Stéphane Bence,
Alexandre Cluchier, Julie Delauge,
Thierry Disca, Franck Dhermain,
Régis Ferriere, Philippe Geniez,
Sébastien Lavergne, George Oliosio,
Philippe Orsini, Cécile Ponchon

Equipe éditoriale de ce numéro

Gisèle Beaudoin, André Cerdan,
Julie Delauge, Irène Nzakou,
Cédric Roy, Claude Tardieu,
Yannick Tranchant, Mélissa Végara

Conception et réalisation

Régis Jalabert

Impression

Pure Impression

*Imprimé sur du papier blanchi sans chlore
avec des encres à base d'huile végétale.*

Photo de couverture

Raphael Colombo

Dépôt légal

1^{er} semestre 2014

Jean BOUTIN

Directeur du CEN PACA



Sommaire



Flore

- **Le Géranium argenté (*Geranium argenteum* L.) et le dilemme du Petit Prince**
Cédric Dentant et Aurélien Besnard p 5
- ***Anacamptis palustris* (Jacq.) Bateman, Pridgeon et Chase, 1997 dans le département des Bouches-du-Rhône**
Daniel Pavon, Danièle Hamard, Michel Hamard, Nicole Yaverkovski et Henri Michaud p 13
- **Les colchiques de Provence : état de conservation et nouveautés taxonomiques**
Alain Fridlender et Marc Pignal p 19



Faune

- **Liste actualisée (2000 - 2013) des mammifères de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur**
Patrick Bayle, Françoise Poitevin, Emmanuel Cosson et Frank Dhermain p 37
- **Actualisation de la liste des amphibiens et reptiles de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur**
Stéphane Beltra p 55
- **Découverte de la présence du Murin de Capaccini *Myotis capaccinii* (Bonaparte, 1837) dans l'est des Alpes-Maritimes - Synthèse des connaissances en région Provence-Alpes-Côte d'Azur**
Raphaël Colombo et Audrey Pichard p 63
- **Quelques éléments pour l'aide à l'identification de l'âge des Aigles de Bonelli *Aquila fasciata* (Vieillot, 1822)**
Nicolas Vincent-Martin et Cécile Ponchon p 71
- **Les amphibiens du Parc national du Mercantour (PNM) et du Parco naturale Alpi Marittime (PNAM) : bilan des connaissances et perspectives d'études**
Alain Morand et Stéfano Bovero p 79
- **L'audition chez les chéloniens - Cas de la Tortue d'Hermann *Testudo hermanni* (Gmelin, 1789)**
Stéphane Gagno p 91
- **Deux cas d'anomalie caudale chez le Lézard ocellé *Timon lepidus lepidus* (Daudin, 1802) dans le sud-est de la France (Bouches-du-Rhône)**
Julien Renet p 99



Autres thématiques

- **L'Inventaire Biologique Généralisé du territoire Mercantour / Alpi Marittime : sept années de collaboration entre gestionnaires d'espaces naturels et taxonomistes**
Marie-France Leccia et Alain Morand p 103
- **Mise en place d'un Observatoire Agricole de la Biodiversité en Pays d'Aix**
Thibault Juvénal p 115

Flore



Le Géranium argenté (*Geranium argenteum* L.) et le dilemme du Petit Prince

The silver geranium (*Geranium argenteum* L.) and the Petit Prince dilemma

Cédric Dentant¹ et Aurélien Besnard²

¹Parc national des Ecrins,
Service scientifique, Domaine de
Charance, F-05000 Gap

cedric.dentant@ecrins-parcnational.fr

²UMR 5175 CEFE, Ecole Pratique
des Hautes Etudes, Biogéographie
et Ecologie des Vertébrés, campus
CNRS, 1919 route de Mende
F-34293 Montpellier Cedex 5

RESUME

Régulièrement occupée par un troupeau de brebis, une population de Géranium argenté a été mise en défens afin de la préserver. Pour évaluer la pertinence de cette action, un protocole spécifique a été mis en place avec le défens. Le choix des variables suivies s'est avéré pertinent pour deux d'entre elles : le nombre de juvéniles et le nombre d'adultes fertiles relevés par placette. Cette variable, dès deux saisons de mise en défens, permet de mesurer un effet positif de l'action de gestion.

MOTS CLES :

Gestion, modèle linéaire généralisé, évaluation, pâturage.

SUMMARY

Regularly, a population of *Geranium argenteum* was occupied by sheep. In order to preserve it from damage, an enclosure has been set up. To assess the relevancy of this action, a specific monitoring design has been set up along with the enclosure. Two of the chosen monitored variables appears to be relevant thanks to statistical models : the number of juvenils and the number of fertile adults per quadrat. After two years of monitoring, this variable permits already to highlight the positive effect of the realized operation.

KEY WORDS :

Management, generalized linear model, assessment, pasture.

INTRODUCTION

La littérature classique produit souvent des éléments imagés de réflexion. Le Petit Prince d'Antoine de Saint-Exupéry en est une singulière illustration : personnage hors norme, parlant autant aux adultes qu'aux enfants, il trouve que la meilleure représentation d'un mouton est une boîte. Autrement dit un enclos. Pour l'écrivain, c'est évidemment matière à poésie. Pour l'écologue des espaces alpins, cela tient plutôt du miracle : un mouton tenu à distance de son objet d'étude ! Dans la même logique, la vaniteuse fleur du Petit Prince est mise, sur son propre choix, sous cloche. Voilà l'œuvre poétique qui rattrape la réalité du gestionnaire : maîtriser une perturbation

(le mouton) pour préserver un patrimoine biologique (la fleur). Mais la boîte du mouton et la cloche de la fleur sont-ils conjointement nécessaires ?

La fleur que nous considérerons présentement est le Géranium argenté (*Geranium argenteum* L.) plante vasculaire des montagnes du sud de l'Europe (photo 1). Très rare en France, elle n'occupe que quelques stations dans les Hautes-Alpes et Alpes-de-Haute-Provence (Chas *et al.*, 2006). L'une d'elle, située sous le pic du Tourond, dans le massif du Vieux Chaillol (Parc national des Ecrins, Hautes-Alpes), s'est avérée régulièrement occupée par un troupeau de moutons y cherchant un abri contre le vent. La station servait de reposoir, au sens premier du terme.



Figure 1 : Géranium argenté en pleine floraison. Photo : C. Dentant/PNE.
Figure 1: Silver geranium blooming. Picture: C. Dentant/PNE.

Préoccupés par la dégradation de la population locale de cette espèce rare et protégée (abroussement important des individus ; déchaussage des touffes (figure 2) ; apport conséquent d'azote), la question symbolique de la mise en boîte des moutons ou de la mise sous cloche de la plante s'est naturellement posée. De manière pragmatique, il est difficile de mettre en boîte un troupeau de brebis présent dans l'alpage pour y pâturer à l'air libre pendant de longs mois ! Les agents du Parc national des Ecrins ont donc décidé de mettre la station de géranium sous cloche — c'est-

à-dire en défens — avec un protocole de suivi permettant d'évaluer l'efficacité de cette action. L'hypothèse de travail est ainsi la suivante : si la mise en défens a un effet positif sur la population de Géranium, une meilleure régénération (plus de juvéniles) ou une meilleure floraison des adultes (plus d'individus fertiles) seront observées à terme, du fait de l'absence des pressions de broutage et de piétinement. Un protocole de suivi démographique individuel centré aurait aussi pu être envisagé, mais sa mise en œuvre aurait été disproportionnée en termes de coût de mise en place.



Figure 2 : Exemple de dégradation constatée : individu avec souche mise à nu et partie aérienne abrutie. Photo : C. Dentant/PNE.
Figure 2: Example of degradation observed: individual with root exposed and aerial part eaten. Picture: C. Dentant/PNE.

Matériel et méthode

La mise en défens consiste en la pose contiguë de deux filets de berger encerclant la plus grosse partie de la station de géranium. De nombreux individus se rencontrent de manière discontinue sur les pentes accédant au sommet, sans qu'il soit possible de faire un défens les intégrant. Au final, nous sommes loin de la cloche en verre de la

prétentieuse petite rose ! Cette pose est saisonnière, puisque les filets ne sont mis que pour la période d'estive. Des structures permanentes ont été fixées à même le sol rocheux, à l'aide d'un perforateur d'alpinisme. Ce dispositif permet de placer de manière identique le filet d'une année sur l'autre (figures 3 à 5).



Figure 3 : Mise en place du défens (1) : perforation de la roche-mère pour fixation des filets de protection. Photo : Marc Corail/PNE
Figure 3: Enclosure setting up (1): drilling of bedrock in order to set shepherd's nets. Picture: Marc Corail/PNE



Figure 4 : Mise en place du défens (2) : positionnement des filets de protection pour la saison d'estive. Photo : C. Dentant/PNE.
Figure 4: Exclosure setting up (2): sheperd's net setting for summer. Picture: C. Dentant/PNE.



Figure 5 : Défens en place (vue vers le sud). Photo : C. Dentant/PNE.
Figure 5: Exclosure (southward view). Picture: C. Dentant/PNE.

Le Parc national des Ecrins participant activement au Réseau de Conservation de la flore Alpes-Ain (RCFAA, animé par le Conservatoire Botanique National Alpin), le plan d'échantillonnage mis en place suit les dispositions préconisées en son sein. Le niveau ainsi retenu est le niveau « station » (ou niveau 2), à savoir que les analyses menées ne s'appliquent qu'à l'échelle de la station d'espèce considérée. L'unité statistique du suivi est une placette de 50 par 50 cm (figure 6). L'échantillon est un ensemble de 12 placettes choisies initialement de manière aléatoire, puis repérées par un ancrage permanent sur le terrain (pieu enfoncé à même le sol et n'en dépassant que de quelques centimètres). Les placettes ont été réparties comme suit : huit au sein de la zone de défens ; quatre à l'extérieur, en témoin. Le pieu de repérage d'un de ces témoins a toutefois été déchaussé et déplacé entre la première prise de données et la seconde. Nous ne l'avons donc pas inclus dans l'analyse.

Les variables relevées pour chaque placette sont :

- le nombre d'adultes fertiles (*adf*), c'est-à-dire produisant fleurs et/ou fruits ;
- le nombre d'adultes stériles (*ads*), c'est-à-dire sans fleurs ni fruits ;
- le nombre de juvéniles (*juv*), à savoir des individus grêles, ayant récemment germés, ou ayant au plus une paire de feuille ;
- et enfin la modalité de présence du troupeau sur la placette (*pat*), qui prend la valeur 1 si le troupeau passe sur les placettes, 0 le cas contraire.

Deux campagnes de mesure ont été réalisées : la première en 2011 (1^{er} août), lors de la mise en place du défens ; la seconde en 2012 (1^{er} août également).

Les analyses sont réalisées à l'aide de modèles linéaires généralisés (GLM), en supposant que les variables réponses, notées *juv*, *adf* et *ads* (nombres de juvéniles, d'adultes fertiles et d'adultes stériles) suivent une loi binomiale négative. La distribution binomiale négative a été préférée à la distribution de Poisson – classiquement utilisée pour les données de comptages – du fait d'une forte surdispersion des abondances observées sur les placettes (voir *Résultats*). La significativité des covariables est testée à l'aide d'une analyse de variance (ANOVA). La pertinence relative des modèles est obtenue par comparaison du critère d'information d'Akaike (AIC) (Burnham et Anderson, 1998). L'AIC traduit la qualité du modèle selon le principe de parcimonie : le modèle décrivant le mieux les données tout en ayant le moins de paramètres (variables explicatives) aura l'AIC le plus faible. Tous les modèles ont été ajustés avec le logiciel R 3.0 (R Core Team, 2013).

Résultats

1- Représentation graphique des données et test d'adéquation

Les trois variables réponses à tester (*juv*, *adf* et *ads*) en fonction de la variable explicative *pat* sont mesurées sur des échantillons résultant d'un tirage au sein de la population étudiée. Elles suivent ainsi théoriquement toutes les trois une loi de Poisson. La figure 6 montre que les distributions de ces variables sont très étalées. Un test d'adéquation est nécessaire pour vérifier que les données ne soient pas surdispersées (distribution trop étalée par rapport à l'attendu suivant une loi de Poisson).

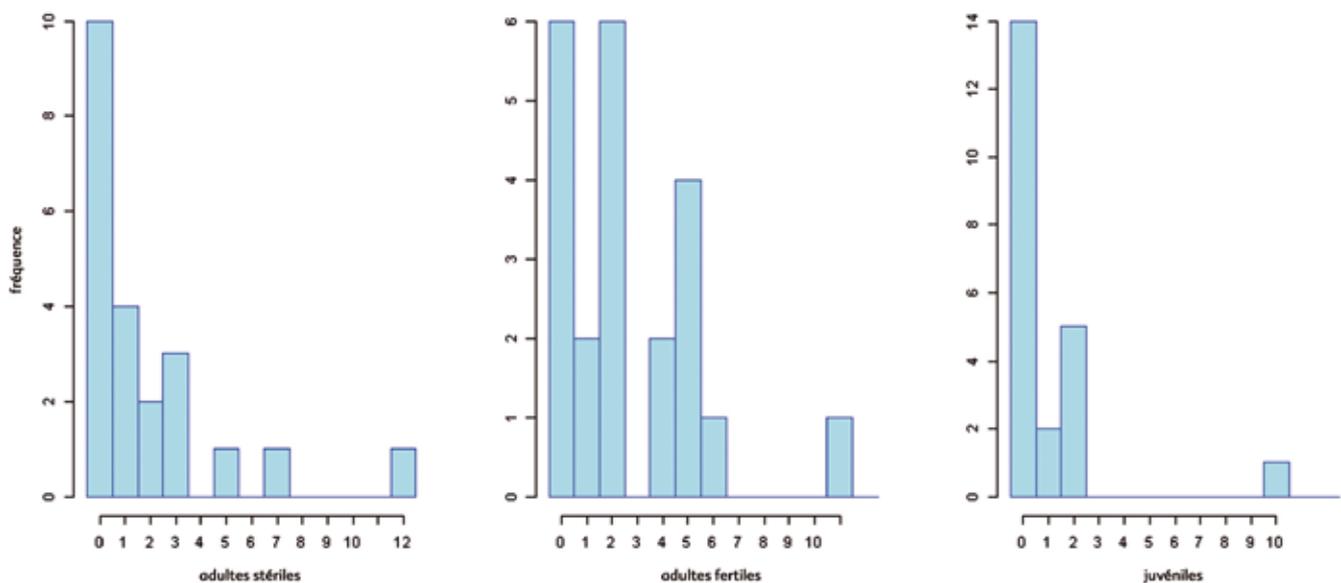


Figure 6 : Histogrammes des variables réponses (la fréquence correspond au nombre de placettes pour la valeur considérée)
Figure 6: Histograms of response variables (the frequency is the number of plots for the current value)

Ce test de surdispersion, réalisé grâce à la fonction *dispersiontest* (bibliothèque AER) (Cameron et Trivedi, 1990), est conduit sur les résultats du modèle prédisant le nombre d'adultes fertiles (*adf*) en fonction du traitement (*pat*). Son résultat est significatif ($z=1.85$, $p=0.03$). Il en est de même pour les modèles prédisant *ads* et *juv* en fonction de *pat*, avec $z=1.68$ ($p=0.05$) et $z=1.40$ ($p=0.08$) respectivement. Pour cette raison, une distribution de données suivant une loi binomiale négative a été préférée à une loi de Poisson.

2 - Corrélations

Il est toujours intéressant de connaître le degré de relation entre les variables. C'est ce que mesurent les coefficients de corrélation. La figure 2 permet de constater d'ores et déjà que la variable *ads* n'est corrélée à aucune autre. Elle sera assurément peu utile pour mesurer l'effet de gestion. Les autres variables présentent des corrélations suffisamment faibles ($r=0,40$ et $0,41$) pour qu'elles puissent être testées simultanément dans un même modèle (il est en effet proscrit de mettre plusieurs variables explicatives corrélées dans un même modèle sous peine de détecter des effets qui n'existent pas. On parle d'inflation des erreurs de type I).

3 - Estimation de l'effet de gestion : modèles linéaires généralisés avec distribution négative binomiale

Plusieurs modèles sont testés avec la fonction *glm.nb* (bibliothèque MASS). Seuls deux d'entre eux présentent un

effet significatif du pâturage sur l'abondance en individus. Même si présentement les modèles sont assez simples, leurs résultats sont testés avec une ANOVA pour vérifier que la part de déviance expliquée par la variable est significative (fonction *anova*).

Comme attendu, la variable *ads* (nombre d'adultes stériles) ne montre aucun lien avec la présence ou non de brebis sur les placettes ($p=0,53$). Ce qui n'est pas le cas pour les variables *adf* et *juv*, qui présentent des valeurs significativement plus faibles en présence de pâturage ($p=0,05$ et $p=0,01$ respectivement).

Ces deux variables sont faiblement corrélées ($r=0,40$). Il est donc possible de les mettre dans le même modèle. Ce dernier ne présente toutefois aucune réduction notable d'AIC.

Au final, les deux modèles mettant en évidence des effets de la mise en défens et présentant les AIC les plus faibles (respectivement 58,7 et 97,1) sont ceux modélisant le nombre de juvéniles ou le nombre d'adultes fertiles en fonction de la modalité de présence du troupeau sur la placette. Le pourcentage de déviance expliqué par le modèle des juvéniles en fonction des modalités de présence du troupeau est plus fort que celui impliquant les adultes fertiles ($R^2=0,25$ contre $R^2=0,14$).

Les estimations du modèle avec comptage de juvéniles donnent ainsi 2 juvéniles par placette non pâturée, et 0,35 pour une placette pâturée.

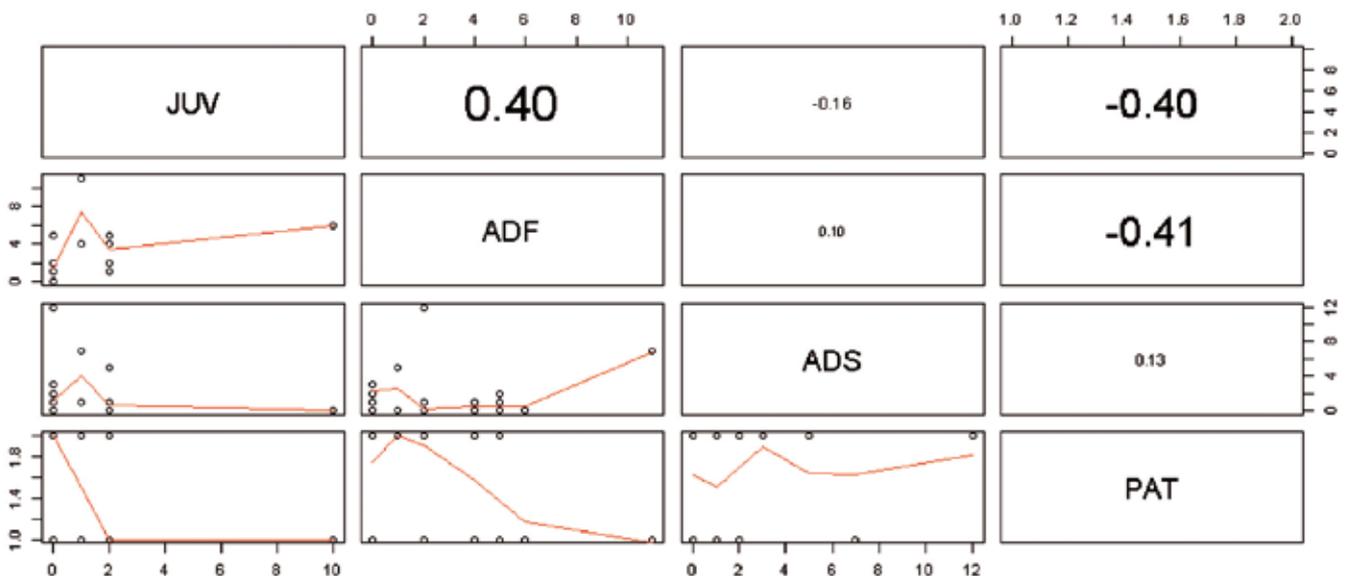


Figure 7 : Graphe des corrélations.

Les chiffres à droite de la diagonale correspondent aux corrélations estimées pour les variables prises 2 à 2 (plus le chiffre apparaît en gros, plus la corrélation est forte). Les graphes de la diagonale gauche correspondent aux variables représentées 2 à 2, l'une en fonction de l'autre.

Pairplot of variables.

Figure 7: The right panel contains estimated pairwise correlations (the front size is proportional to the absolute value of the estimated correlation coefficient). The left panel contains pairwise scatterplots

Discussion

Le nombre de juvéniles et d'adultes fertiles par placette s'avère être des paramètres adéquats pour mesurer l'effet à court terme de la gestion conservatoire entreprise sur la population de Géranium argenté. La plus forte part explicative du nombre de juvéniles rend cette variable particulièrement pertinente pour le suivi initié. Le protocole de gestion de la station du Tourond montre de manière explicite — et finalement assez rapide — que les juvéniles sont nettement moins nombreux au sein des placettes quand le troupeau les pâture, et pas loin de six fois plus nombreux dans les placettes mises en défens. Ce constat peut sembler être une tautologie, encore fallait-il tester les variables pour savoir laquelle (ou lesquelles) serait la plus efficace pour rendre compte de cet effet de gestion. De plus, il aurait été tout à fait possible que l'apport azoté du troupeau favorise, au moins dans le court terme, le recrutement dans la population de Géranium. Les juvéniles sont beaucoup plus sensibles au piétinement et au broutage que les adultes, ces derniers étant plus compacts et plus fortement enracinés. L'abondance de juvéniles est donc rapidement réduite en présence d'ovins. Ils témoignent

de plus à la fois de la capacité reproductive des individus de la population et d'un cycle naturel de recrutement démographique. Ils semblent ainsi caractériser le retour à un bon fonctionnement de la population mise en défens, et certainement une meilleure capacité de persistance locale sur le long terme. Il faudra toutefois quelques années pour que les juvéniles produits deviennent adultes et participent à leur tour pleinement à la démographie de la population. Les placettes disposées dans la mise en défens montrent aussi une présence accrue d'adultes fertiles (+45%). Seule ressource végétale disponible dans cette zone, les individus de géranium y étaient fortement abrutis en période favorable de floraison. Il n'est donc pas surprenant que la suppression locale du pâturage permette une résurgence notable de floraison. De nouveaux relevés de données les années à venir permettront d'affiner ce diagnostic. Il est encore trop tôt pour s'assurer que le défens est efficace pour pérenniser la population. Toutefois, le fait qu'un an seulement après sa mise en place, la population présente un recrutement largement augmenté et une proportion d'individus reproducteurs plus importante, est très encourageant.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette étude, relativement simple dans son dispositif, se veut être le témoignage d'une approche pragmatique pour la mesure d'un effet de gestion. Dans le cadre d'actions conservatoires ou de suivis de population, il arrive encore que des masses considérables de données soient accumulées au fil des ans sans que les effets des actions menées ne soient testés. Ici, c'est bien la réplication de placettes avec ou sans défens qui permet de tester de manière rigoureuse l'effet de cette mesure de gestion. L'aide des biostatisticiens et des biostatisticiennes permet de penser ces actions de manière plus opérationnelle et fonctionnelle. Statuer

rigoureusement sur un effet de gestion permet de donner plus de sens à celle-ci, ou au contraire de remettre en question objectivement son efficacité.

Si les gestionnaires ne sont généralement pas des chercheurs — au sens académique du terme — il est primordial qu'ils soient des scientifiques, c'est-à-dire des personnes qui posent des hypothèses sur leur action, les testent et les questionnent.

La fleur du Petit Prince renonce d'elle-même à la cloche de verre, y voyant tout le symbole de sa vanité. Pour le Géranium argenté pourtant, point de salut sans cloche : la mise en défens restera, car contrairement à la rose, il n'a pas d'épines pour se défendre. Seulement un filet posé par des hommes, mais avec une efficacité testée !

REMERCIEMENTS

Ils vont à Marc Corail — premier à avoir signalé l'importance d'une action à mener — et Emmanuel Evin, tous deux gardes-moniteurs au Parc national des Ecrins. Merci également à Richard Bonet, responsable du service scientifique du Parc, pour son implication dans le suivi des très rares stations de Géranium argenté. Enfin, un remerciement particulier à Sébastien Lavergne pour son incontournable pertinence.

BIBLIOGRAPHIE

- Burnham K.P., Anderson D.R., 1998. *Model Selection and Inference. A Practical Information — Theoretic Approach*. Springer-Verlag, New York.
- Cameron A.C., Trivedi P.K., 1990. Regression-based Tests for Overdispersion in the Poisson Model. *Journal of Econometrics* 46, 347–364.
- Chas E., Le Driant F., Dentant C., Garraud L., Van Es J., Salomez P., Gattus J.-C., Quelin L., 2006. *Atlas des plantes rares ou protégées des Hautes-Alpes*. Société alpine de la protection de la nature/Naturalia Publication, 312 p.
- R Core Team., 2013. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.



***Anacamptis palustris* (Jacq.) Bateman, Pridgeon & Chase dans le département des Bouches-du-Rhône**

***Anacamptis palustris* (Jacq.) Bateman, Pridgeon & Chase in the department of Bouches-du- Rhône**

Daniel Pavon¹, Danièle Hamard², Michel Hamard², Nicole Yaverkovski³ et Henri Michaud⁴

¹ Institut Méditerranéen de
Biodiversité et d'Ecologie (IMBE,
UMR CNRS 7263 - IRD 235)
Aix-Marseille Université
bâtiment Villemin Europôle de
l'Arbois BP80 FR
13545 Aix-en-Provence cedex 04

daniel.pavon@imbe.fr

² Société linnéenne de Provence
Société Française
d'Orchidophilie

dami.hamard@laposte.net

³ Station biologique
de la Tour du Valat
(Arles, Le Sambuc, 13)

⁴ Conservatoire Botanique
National Méditerranéen de
Porquerolles (Hyères, Var)

RESUME

Les auteurs dressent un bilan chorologique et évaluent les menaces qui pèsent sur l'Orchis des marais (*Anacamptis palustris*) dans le département des Bouches-du-Rhône.

MOTS CLES :

Orchidée, espèce protégée, bilan chorologique, conservation.

SUMMARY

Authors present a chorologic review and an evaluation of threats on Bog Orchid (*Anacamptis palustris*) in the department of Bouches-du-Rhône.

KEY WORDS :

Orchid, protected species, chorologic review, conservation.

INTRODUCTION

Suite aux études moléculaires récentes (Bateman *et al.*, 1997), l'Orchis des marais est aujourd'hui rangé dans le genre *Anacamptis* L.C.M. Richard, sous le nom de *A. palustris* (Jacq.) Bateman, Pridgeon & Chase. Ses deux principaux synonymes sont :

- *Orchis palustris* Jacq. [basionyme]
- *Orchis laxiflora* Lam. subsp. *palustris* (Jacq.) Bonnier & Layens

Cette espèce est proche de l'Orchis à fleurs lâches (*Anacamptis laxiflora* (Lam.) Bateman, Pridgeon & Chase = *Orchis laxiflora* Lam. subsp. *laxiflora*) avec laquelle elle peut s'hybrider (*A. x lloydiana* (Rouy) B. Bock) et a parfois été confondue. Ces deux taxons, longtemps traités au rang de sous-espèce (exemple de *Flora Europaea*), sont désormais traités au rang d'espèce par la plupart des spécialistes et des auteurs récents (Bournérias, 1998 ; Souche, 2004 ; Bournérias et Prat, 2005 ; Delforge, 2005). *Anacamptis laxiflora* et *A. palustris* sont deux espèces protégées en région PACA sous l'appellation globale « *Orchis laxiflora* Lam. - Orchis à fleurs lâches ». De ces deux taxons, *Anacamptis palustris* reste le plus rare à l'échelon national (Bournérias, 1998 ; Bournérias et Prat, 2005).

L'Orchis des marais est une orchidée élancée, à tige teintée de rouge foncé vers le sommet. Les fleurs sont rose-lilas à pourpres avec un labelle étalé et presque plat présentant une zone centrale pâle généralement ponctuée (figures 1 et 2). Ces derniers critères représentent les différences fondamentales avec *A. laxiflora* qui possède un labelle plié (à lobes latéraux fortement « réfléchis »), à zone centrale généralement blanc pur.

L'Orchis des marais affectionne les formations marécageuses basses (jonçaias, formations à Choin noirâtre, pelouses palustres à molinie, etc.). Cette espèce printanière fleurit localement de façon fugace entre mai et juin (*A. laxiflora* reste légèrement plus précoce avec une floraison plutôt centrée entre avril et mai). C'est la seule période à laquelle elle soit parfaitement identifiable. Sur une même station, le nombre d'individus fleuris varie de manière sensible d'une année à l'autre et semble fortement dépendant des conditions climatiques saisonnières et notamment du niveau de sécheresse.

Cette orchidée présente une répartition mondiale euryméditerranéenne (Bòlos et Vigo, 2001 ; Pignatti 1997). Elle est rare en France et semble encore plus localisée ailleurs en Europe occidentale (Cozzolino *et al.*, 2003). Sur le territoire national, elle est en forte régression et mérite la mise en place de mesures de conservation du fait des nombreuses atteintes portées à ses habitats naturels (Bournérias et Prat, 2005).

Au vu de son statut, il nous est apparu pertinent de réaliser une synthèse départementale sur cette espèce patrimoniale à fort enjeu de conservation.



Figure 1 : *Anacamptis palustris*, 12 juin 2006, Fos-sur-Mer (13).
Photo : D. Pavon.

Figure 1: *Anacamptis palustris*, 12th June 2006, Fos-sur-Mer (13).
Picture: D. Pavon.



Figure 2 : Détail des fleurs d'*Anacamptis palustris*, 5 juin 2006, Fos-sur-Mer. Photo : D. Pavon.

Figure 2: Detail of flowers of *Anacamptis palustris*, 5th June 2006, Fos-sur-Mer. Picture: D. Pavon.

BILAN DES POPULATIONS ET MENACES

La carte ci-dessous (figure 3) fait apparaître sa situation départementale.

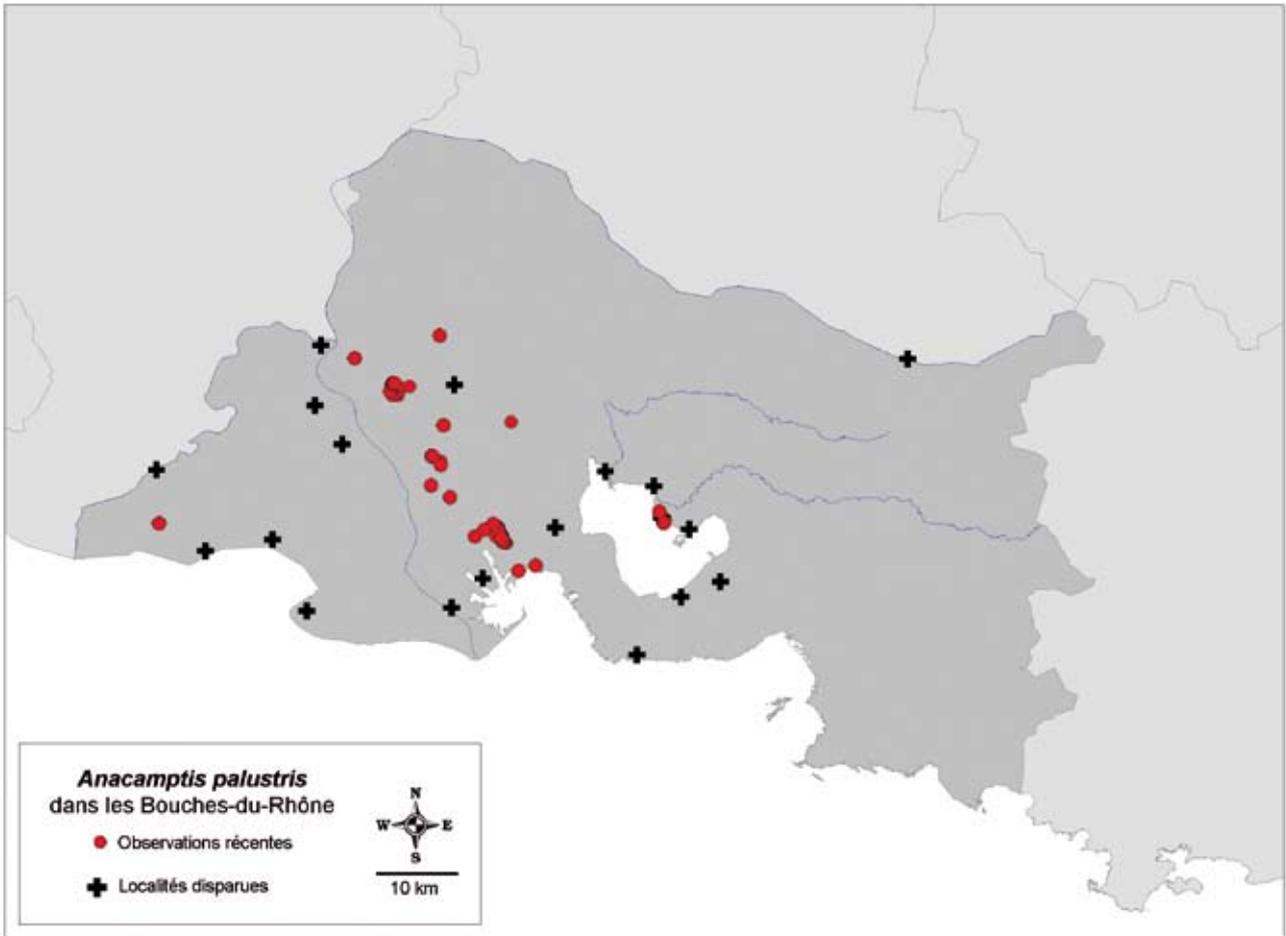


Figure 3 : *Anacamptis palustris* dans les Bouches-du-Rhône.
Figure 3: *Anacamptis palustris* in Bouches-du-Rhône.

Un tableau annexe (tableau 1) détaillé dresse la liste des principales observations de cette espèce dans le département des Bouches-du-Rhône.

Les bords de Durance et la région Aixoise

Il existe dans ce secteur une importante confusion. En effet, le catalogue de Molinier (1981) reprend une mention ancienne par De Fonvert et Achintre (1882) en bordure de cette rivière dans le secteur du Pont de Pertuis. Il s'avère toutefois que les deux tirages du « Catalogue des plantes qui croissent naturellement aux environs d'Aix-en-Provence » publiés par ces deux auteurs sont contradictoires. Ainsi, dans l'édition de 1870 c'est « *Orchis laxiflora* » qui est mentionné dans des « prairies sur la rive gauche de la Durance près du Pont de Pertuis » et non « *Orchis palustris* ». À ce jour, *A. palustris* n'a pas non plus été revu aux abords de la Durance côté Vaucluse (Girerd et Roux, 2011).

A ce jour, *Anacamptis palustris* doit être considéré comme

disparu dans ces secteurs. Sa disparition soulève les problématiques de conservation des habitats naturels de la Durance, une rivière malmenée par les activités humaines (barrages, gravières, zones agricoles, etc.) aux rives fortement dégradées, dénaturées voire par endroit totalement artificialisées, ainsi que celles sans doute liées à l'urbanisation de la région aixoise.

Les bords de Durance et la région Aixoise

Le catalogue de Molinier (1981) ne mentionne aucune localité pour ce secteur. Toutefois, la plante y a été anciennement observée en 1947 par G. Talon (« carnets de terrain inédits et herbiers », données reprises dans la fiche ZNIEFF de type 2 « Marais des Baux » n° 13-104-100).

L'Orchis des marais y est toujours présent. Il a été revu dans les prairies humides du secteur des marais des Baux sur la commune de Paradou où une centaine d'individus y a été dénombrée (Hamard M., Hamard D. et Patry N., comm. pers., 2011).

Les pourtours de l'étang de Berre

Anacamptis palustris était cité comme commune il y a plus d'un siècle dans les marais autour de l'étang de Berre. Divers auteurs l'ont signalé à Marignane, Saint-Chamas et aux étangs d'Istres à Lavalduc (Molinier, 1981). Depuis, aucune mention concernant ces secteurs ne semble avoir été confirmée.

L'Orchis des marais subsiste sur la commune de Berre-l'Étang dans le secteur de Bouquet-Galy. Une des sous-populations locales, qui se trouve dans un enclos à chevaux, a été observée en 1997 (Chabert J.-P., comm. pers.) et en 2000 (Signoret H., Michaud H., Pavon D. et Viglione J., obs. pers.). En 2003, la population dépassait les 50 individus fleuris, en mélange avec l'Orchis à feuilles lâches (*A. laxiflora*), et semblait en bon état de conservation.

L'espèce est donc en nette régression dans ce secteur. Les stations actuelles restent fortement menacées par la constante mutation du pourtour de l'étang de Berre.

Le golfe de Fos

Ce secteur était anciennement rattaché à la Crau humide voire à la Camargue par les auteurs du siècle dernier. L'Orchis des marais est aujourd'hui bien connu du golfe (divers observateurs) où il présente trois principaux noyaux de population plus ou moins proches :

- Mas de Tonkin / Gonon / Feuillane ;
- Marais de l'Audience (site autrefois géré par la Tour du Valat) ;
- Marais de Saint-Gervais.

Dans ce secteur du département, l'espèce présente des populations parfois abondantes et encore en bon état de conservation. Elles sont toutefois en grand danger car situées dans des secteurs encore soumis au développement d'activités portuaires et industrielles consommatrices d'espaces naturels à forte valeur biologique.

Très récemment, dans le secteur du Mas de Gonon-Mas des Platanes, la construction d'une plateforme logistique a été réalisée en bordure immédiate de pelouses palustres abritant de nombreuses espèces d'orchidées dont *Anacamptis palustris*. Seule la mise en place d'une gestion adaptée de ce site et de ses habitats palustres assurerait éventuellement le maintien de cette biodiversité remarquable. Il n'est pas exclu que ces aménagements entraînent des effets sur les bilans hydrologiques locaux et des variations de charges pastorales (taureaux) ne permettant pas la survie de cette population.

La Crau

Cette espèce reste encore bien représentée dans tout le secteur de Crau Coustière, (bordure ouest de la Crau) où la plaine de Crau sèche laisse place à la Crau humide depuis

le marais Coucou jusqu'au marais du Petit Clar, en passant par celui de Chanoines et l'étang des Aulnes. Dans cette petite région naturelle, on note aussi la présence d'une petite population aux abords sud-est de la décharge d'Entressen (prairie humide en bord de route entre le Mas du Rigau et le Mas d'Amphoux).

Localement, les habitats en place sont encore en bon état de conservation et présentent à ce jour les plus importantes populations départementales, voire nationales avec plusieurs centaines (milliers ?) d'individus au total. Ainsi, dans ce secteur géographique, *Anacamptis palustris* semble peu menacé, notamment par des activités humaines consommatrices d'espaces naturels comme l'industrie, les infrastructures et l'urbanisation. Le récent classement des Marais du Vigueirat en Réserve Naturelle Nationale est une étape importante vers la protection de ces marais, véritables supports d'une biodiversité exceptionnelle et assurant de multiples services écosystémiques.

La Camargue

Étonnamment, cette espèce a, semble-t-il, toujours été très rare et éparse dans ce secteur du département où l'on note essentiellement d'anciennes citations (Molinier, 1981). Ainsi, *Anacamptis palustris* n'y a été retrouvé que très récemment dans le secteur de Sylvéreal (Michaud H. et Yaverkovski N., comm. pers., 2011). Aucune autre donnée récente n'a pu être confirmée à l'intérieur du delta du Rhône.

A ce jour, l'espèce est donc très rare en Camargue. La bonne représentativité de son habitat dans ce secteur doit nous inciter à effectuer de plus amples recherches. Il est possible qu'elle soit encore présente dans d'autres sites de cet immense ensemble du département présentant d'importantes zones humides, il est vrai, parfois peu accessibles !

La Nerthe

L'espèce n'a jamais été revue au Grand Valat de Saussetles-Pins où elle a été anciennement mentionnée (Molinier, 1981).

CONCLUSION

Le département des Bouches-du-Rhône est déjà fortement urbanisé et industrialisé, notamment autour de l'étang de Berre et surtout du golfe de Fos. Dans ce dernier secteur, avec l'émergence de nombreux projets consommateurs d'espaces naturels, les populations parfois encore abondantes sont en sursis car elles se situent presque toujours sur des terrains dont le devenir reste incertain. Les abords de l'étang de Berre ont aussi subi de profondes mutations ayant entraîné une forte régression de cette espèce. Seule la Crau humide présente de belles populations bien réparties, encore en bon état de conservation et qui semblent à ce jour peu menacées. Ces populations sont peut-être parmi les plus importantes à l'échelon national. Ailleurs (Alpilles et Camargue) l'espèce se maintient tant bien que mal et reste rare et localisée. Enfin, aucune donnée récente n'a pu confirmer le maintien de cette espèce sur les bords de Durance et dans le massif de la Nerthe.

Au vu de son importante régression, cette espèce vulnérable mérite la mise en place de mesures de conservation, en priorité dans le golfe de Fos où elle reste très fortement menacée. En parallèle, des programmes de réintroduction et de suivi pourraient être menés dans des secteurs aujourd'hui protégés (exemple du site du Bolmon/Jaï mais aussi ailleurs en Camargue), afin de s'assurer de son maintien sur le long terme dans le département.

(Orchidaceae) populations based on chloroplast minisatellite and microsatellite variation. *Molecular Ecology* 12, 2783-2792.

- De Fonvert A., Achintre J., 1870-1882. *Flore d'Aix-en-Provence. Catalogue des plantes vasculaires qui croissent naturellement dans les environs d'Aix.*
- Delforge P., 2005. *Guide des orchidées d'Europe.* Editions Delachaux et Niestlé, Paris, 640 p.
- Girerd B., Roux J.-P., 2011. *ww.* Collection Parthénope, Éditions Biotope, Mèze, 1012 p.
- Molinier R., 1981. *Catalogue des plantes vasculaires des Bouches-du-Rhône.* Imprimerie municipale, Marseille, 375 p.
- Pignatti S., 1997. *Flora d'Italia.* Vol. 3. Editions Edagricole, Bologna (Italie),
- Société Française d'Orchidophilie (ouvrage collectif sous la direction scientifique de M. Bournérias & D. Prat), 2005. *Les Orchidées de France, Belgique et Luxembourg.* Collection Parthénope, Éditions Biotope, Mèze, 504 p.
- Souche R., 2004. *Les orchidées sauvages de France, grandeur nature.* Editions Les Créations du Pélican, Montpellier, 340 p.

REMERCIEMENTS

Cette petite synthèse n'aurait pu voir le jour sans les observations, remarques et précisions d'André Blasco, Jean-Pierre Chabert, Mathieu Chambouleyron, Hervé Gomila, Arne Saatkamp, Errol Véla, et Julien Viglione. Nous tenons à les remercier une fois de plus pour leur collaboration et leur éternelle disponibilité.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bateman R.M., Pridgeon A.M. et Chase M.W., 1997. Phylogenetics of subtribe Orchidinae based on nuclear ITS sequences 2. Infrageneric relationships and reclassification to achieve monophyly of *Orchis sensu stricto*. *Lindleyana*, 12 : 113-141.
- Bòlos O. De, Vigo J., 2001. *Flora del països Catalans, Vol. IV.* Éditions Barcino, Barcelona (Espagne), 750 p.
- Bournérias M., 1998. *Les Orchidées de France, Belgique et Luxembourg.* Collection Parthénope, Éditions Biotope, Mèze, 416 p.
- Cozzolino S., Cafasso D., Pellegrinio G., Musacchio A. et Widmer A., 2003. Fine-scale phylogeographical analysis of Mediterranean *Anacamptis palustris*

ANNEXES

Tableau 1 : Principales mentions du taxon dans le département des Bouches-du-Rhône.
Table 1: Main observations of the taxon in the department of Bouches-du-Rhône.

Secteur	Communes	Lieu-dit	Population (nbre d'individus)	Mention	Source
Camargue	Arles	Petit marais à Cazeneuve	Non précisée	Ancienne	Tallon in Molinier (1981)
Camargue	Arles	Plan du Bourg à Lansac	Non précisée	Ancienne	Molinier et Tallon in Molinier (1981)
Camargue	Arles	Dunes de Beauduc à l'Homme-Mort	Non précisée	Ancienne	Poucel in Molinier (1981)
Camargue	Saintes-Maries-de-la-Mer	Dunes de Rousty	Non précisée	Ancienne	Tallon in Molinier (1981)
Camargue	Saintes-Maries-de-la-Mer	Sud de Sylveréal	Non précisée	Ancienne	Poucel in Molinier (1981)
Camargue	Saintes-Maries-de-la-Mer	Le Ferradou	1-9?	Récente (> 1990)	H. Michaud et N. Yaverkovski
Alpilles	Paradou	Marais des Baux	10-99 ? (une centaine)	Récente (> 1990)	D. et M. Hamard N. Patry
Crau	-	(« dans toutes les prairies marécageuses »)	« Commun » (Non précisé)	Ancienne	Molinier (1981)
Crau	-	Crau humide depuis Coucou jusqu'à Petit Clar (Beauchamp)	100-999 (> 10 000 ?)	Récente	Divers observateurs
Crau	Saint-Martin-de-Crau	Étang des Aulnes	100-999 (environ 300)	Récente	J.-P. Chabert D. et M. Hamard
Crau	Istres	Entressen Amphoux / Rigou	10-99 ? (une dizaine)	Récente	D. et M. Hamard
Golfe de Fos	Fos-sur-Mer	Audience	100-999	Récente	Divers observateurs
Golfe de Fos	Fos-sur-Mer	Tonkin / Gonon / Feuillane	100-999	Récente	Divers observateurs
Golfe de Fos	Fos-sur-Mer	Saint-Gervais	1-9?	Récente	E. Véla (comm. pers.)
Étang de Berre	-	« marais autour de l'étang de Berre »	Non précisé (« Commun »)	Ancienne	Blanc in Molinier (1981)
Étang de Berre	Saint-Chamas	-	Non précisée	Ancienne	Pathier in Molinier (1981)
Étang de Berre	Saint-Chamas	Moulin de Merveille	Non précisée	Ancienne	R. Molinier (notes inéd.)
Étang de Berre	Berre-l'Étang	-	Non précisée	Ancienne	Delmas in Molinier (1981)
Étang de Berre	Berre-l'Étang	Galy / Bouquet	10-99 ?	Récente	Divers observateurs
Étang de Berre	Marignane	Palunettes	Non précisée	Ancienne	Roux in Molinier (1981)
Etang de berre	Châteauneuf-les-Martigues	-	Non précisée	Ancienne	Coste et Decr. in Molinier (1981)
Étangs d'Istres	-	Lavalduc	Non précisée	Ancienne	Poucel in Molinier (1981)
Massif de la Nerthe	Sausset-les-Pins	Le Grand Valat	Non précisée	Ancienne	Molinier in Molinier (1981)
Vallée de la Durance	Meyrargues	« rive gauche vers le Pont de Pertuis »	Non précisée	Ancienne	Fonvert et Achintre in Molinier (1981)



Les colchiques de Provence : état de conservation et nouveautés taxonomiques

Colchicum in Provence (South-East France): conservation and taxonomic novelties

Alain Fridlender¹, Marc Pignal²

¹ Université de Provence, Faculté des Sciences Saint Charles, 13 331 Marseille cedex 3 et Biodiversité et Conservation 13 004 Marseille

alain.fridlender@univ-amu.fr

² MNHN Paris, Département Systématique et Evolution, UMR 7205 MNHN/CNRS Origine Structure et Evolution de la Biodiversité, 16 rue Buffon C.P. 39, 75231 Paris cedex 05 France

pignal@mnhn.fr

RESUME

Les plantes que les botanistes français appellent Colchique de Naples (*C. neapolitanum* auct.) depuis plus d'un siècle diffèrent notablement du *C. neapolitanum* (Ten.) Ten. du sud de l'Italie ; elles se rapprochent du *C. multiflorum* Brot., espèce polymorphe dont la forme typique pousse dans l'ouest de la Péninsule Ibérique. Deux sous-espèces provençales de ce Colchique à nombreuses fleurs, sont décrites ici. *C. multiflorum* Brot. subsp. *paranquei* Fridl. et M.Pignal subsp. nov. localisé dans les zones fraîches et siliceuses du Var présente des feuilles et des fleurs grandes et nombreuses. *C. multiflorum* Brot. subsp. *longifolium* (Castagne) Fridl. et M.Pignal comb. et stat. nov., plus petit dans toutes ses parties avec des feuilles plus étroites et généralement plaquées au sol, pousse plutôt dans les milieux secs et pierreux, généralement calcaires, de toute la Provence. Protégés en 1982 en France sous le seul et même nom erroné de *C. neapolitanum* (Ten.) Ten., ces deux colchiques ont ensuite été considérés comme communs et non menacés. Relativement abondantes dans certains massifs, les deux sous-espèces provençales nécessitent cependant une attention particulière : elles se raréfient notamment suite au mitage des espaces agricoles et naturels par les villas, les zones artisanales et industrielles.... Les populations de *C. multiflorum* subsp. *paranquei* du Var subissent les plus fortes régressions. Bien que souvent considéré comme une espèce commune en France, le *C. autumnale* L. s'avère menacé (principalement par la disparition de son habitat) dans bien des secteurs : dans les Bouches-du-Rhône, il est au bord de l'extinction et devrait faire l'objet d'une attention particulière. Les effectifs du *Merendera filifolia* Cambess. [= *Colchicum filifolium* (Cambess.) Stef.] sont en chute libre (réduction de l'aire de son habitat et envahissement progressif de ses pelouses littorales par des invasives). Globalement, les colchiques s'avèrent plutôt rares ; ceux des milieux littoraux, frais et humides étant les plus menacés.

MOTS CLES :

Conservation ; *Colchicum multiflorum* subsp. *longifolium* comb. et stat. nov. ; *Colchicum multiflorum* subsp. *paranquei* subsp. nov. ; *Colchicum neapolitanum* ; *Colchicum autumnale* ; *Merendera filifolia*.

SUMMARY

Though they have been reported for more than a century in French floras, *C. neapolitanum* (Ten.) Ten. doesn't exist in France. The plants that French botanists call *C. neapolitanum* auct. are clearly different from the real *C. neapolitanum* (Ten.) Ten. of Southern Italy. They are close to *Colchicum multiflorum* Brot., an especially polymorphic species, of which the typical form grows in the West of the Iberian peninsula. Two Provence subspecies of this Lusitanian *Colchicum*, are described hereafter. *C. multiflorum* Brot. subsp. *paranquei* Fridl. et M.Pignal subsp. nov. show leaves and flowers which are large and numerous, and is settled in moist and siliceous areas in the Var. *C. multiflorum* Brot. subsp. *longifolium* (Castagne) Fridl. et M.Pignal comb. et stat. nov. which is smaller in all its parts, with narrower leaves more or less procumbent, rather grows in dry and stony environment, generally calcareous of Provence. Protected from 1982 in France under the wrong name of *C. neapolitanum*, these 2 *Colchicum* subspecies were later considered common. Quite abundant in some massifs, both Provencal subspecies, nevertheless, need a special attention: in many areas, they become more and more rare, especially because of business/industrial areas, villas and buildings development in traditional agricultural areas and natural landscape. Populations of *C. multiflorum* subsp. *paranquei* of Var suffer the strongest regressions. Though it's often considered as a common plant in France, *C. autumnale* L. seems to be endangered in many areas (especially because of the destruction of moist ecosystems). In the Bouches-du-Rhône it is almost extinct, and should be submitted to a special attention. *Merendera filifolia* Cambess. [= *Colchicum filifolium* (Cambess.) Stef.] is a priority species: its localities number has been dramatically reduced and, in each population there are less and less bulbs. Its shore lawns are colonized by invasive plants. On the whole, *Colchicum* species appear to be quite rare. Especially the ones growing in damp and moist areas, which are threatened the most.

KEY WORDS :

Conservation ; *Colchicum multiflorum* subsp. *longifolium* comb. et stat. nov. ; *Colchicum multiflorum* subsp. *paranquei* subsp. nov. ; *Colchicum neapolitanum* ; *Colchicum autumnale* ; *Merendera filifolia*.

Le statut de protection, l'identification et la distribution des colchiques sur le territoire national pourrait apparaître simples et bien connus : *C. cupanii* Guss. introduit ; *Bulbocodium vernum* L., *Merendera montana* (L.) Lange [= *C. montanum* auct.], *C. autumnale* L., *C. alpinum* DC. et *C. neapolitanum* auct., plus ou moins communs selon les régions ; *M. filifolia* Cambess. [= *Colchicum filifolium* (Cambess.) Stef.] et *C. corsicum* Baker rares et protégés. Nous discuterons ici de l'état de nos connaissances sur ces questions en Provence en nous attardant particulièrement sur le Colchique de Naples.

1. - Le Colchique de Naples, *Colchicum neapolitanum* auct., en France : un siècle de signalement et 15 ans de protection pour une espèce absente du territoire.

Depuis son signalement en France continentale et en Corse par l'abbé H. Coste (1901), le *C. neapolitanum* hante toute la littérature botanique française. Considéré comme assez rare dans le midi de la France, on l'observait principalement en Provence ainsi que dans les massifs et les collines du nord du Languedoc-Roussillon. Les limites nord et ouest de sa répartition française étant la Drôme, l'Ardèche, l'Aveyron et le Lot-et-Garonne ; la limite sud se trouve dans l'Aude (il manquerait dans les Pyrénées-Orientales). Sa répartition et même sa présence dans le Sud-Ouest demeure obscure. Bien qu'anciennement signalé (comme rare) dans les terrains humides de quelques localités girondines (Jeanjean - 1961), seul le *C. autumnale* est mentionné dans la récente flore du Sud-Ouest (Auger et Laporte-Cru, 1982).

Cette supposée rareté avait justifié sa protection nationale (Arrêté du 20 janvier 1982 - Annexe 1) : « [...] il est interdit en tout temps et sur tout le territoire national de détruire, de colporter, de mettre en vente, de vendre ou d'acheter et d'utiliser tout ou partie des spécimens sauvages [...] présents sur le territoire national, à l'exception des parcelles habituellement cultivées [...] ». Ce statut sera toutefois ultérieurement contesté, *C. neapolitanum* apparaissant finalement relativement abondant et non menacé. Suite à l'Arrêté du 31 août 1995, il n'est plus protégé. En revanche, le rarissime *Merendera filifolia* et le *C. cupanii*. (dont on pense qu'il a disparu à l'état sauvage) demeurent protégés et le *C. corsicum* apparaît désormais à l'Annexe 1. La même année, *M. filifolia*, *C. corsicum* (Annexe 1 de la Convention de Berne, Annexe IV de la Directive Habitat) et *C. cupanii* sont également retenus parmi les espèces prioritaires du Livre Rouge de la Flore menacée de France (Olivier et al., 1995).

Dans *Flora Europaea*, Brickell (1980) regroupe les bulbeuses à 3-4 feuilles et limbes plus ou moins dressés de 14-26 cm x 1-3(4) cm du sud de l'Europe sous ce même binôme de *C. neapolitanum* (présence du bord de mer jusqu'à plus de 2 000 m dans des milieux très variés au Maroc, au Portugal, en Espagne, en France, dans toute l'Italie, les îles tyrrhéniennes ou encore les massifs yougoslaves).

En fait, le « vrai » Colchique de Naples *C. neapolitanum* (Ten.) Ten. décrit de Basilicate et de Campanie est absent de la Péninsule Ibérique, de France et de l'archipel cyrno-sarde où il a été confondu avec le *C. multiflorum* Brot. et de nombreux endémiques cyrno-sardes (Camarda 1978, 1990 ; Fridlender 1999 a, b, c, 2009 ; Fridlender et al., 2002). Il s'en distingue notamment par ses fleurs plus grêles qui présentent souvent de légers damiers et un nombre chromosomique plus petit.

2. - Les deux sous espèces du *C. multiflorum* Brot. en Provence

Le Colchique à nombreuses fleurs (*C. multiflorum*) a été décrit par Brotero (1804) dans le centre est du Portugal (localités classiques : Alentejo, Ribatejo, Beira Baixa et Alta, Trás-Os-Montes). On le rencontre dans les provinces ibériques frontalières (Caceres, Avila, Salamanca, Zamora), mais aussi dans les chaînes montagneuses de Castille (Madrid et Segovia) où il est connu sous le nom de *C. guadarramense* Pau. Nous l'avons également récolté dans la Cordillère Cantabrique, région où il a été confondu avec *C. autumnale* ou avec *C. lusitanum* Brot. (Asturias, P. Nat. Somiedo, 24-8-2008, Valle de Lago 1 190 m, pasto cerca de la Iglesia, A. Fridlender s.n., CLF; *ibid.* Coto de Buena Madre 1100m, pasto por encima del pueblo, A. Fridlender s.n., CLF!).

En Provence, le *C. multiflorum* s'élève rarement au-dessus de 1 200 m et il se raréfie à l'intérieur des terres où les confusions avec le *C. autumnale* se multiplient. Dans le Vaucluse, cette bulbeuse se trouve dans les collines, les garrigues et stations sèches et/ou sableuses des régions d'Apt, de Caumont-sur-Durance, du Lubéron... Suivant la vallée du Rhône, il remonte jusqu'à la Drôme dans l'extrême sud du Dauphiné ; sa limite nord étant vraisemblablement le sud Diois où il se maintient même en montagne. Il pénètre le long de la vallée de la Durance où se concentre la plupart de ses populations des Alpes-de-Haute-Provence (Montagne de Lure, région de Sisteron). Ce colchique ne semble d'ailleurs entrer timidement plus à l'est du département qu'à la faveur de la vallée de la Bléone. Les garrigues des collines et massifs calcaires des Bouches-du-Rhône, du Var et des Alpes-Maritimes abritent sans doute les populations françaises les plus abondantes entre 50 et 1 200 m. Sa présence s'y révèle cependant très inégale selon les massifs : abondant, localisé, rare où même absent. Enfin, on le rencontre également à basse altitude dans les zones siliceuses arrosées du Massif des Maures où il diffère notablement par sa morphologie et sa phénologie : en Provence on peut donc distinguer deux formes auxquelles nous attribuons un statut de sous-espèce (tableaux 1 et 2).

Tableau 1 : Taxonomie de *C. multiflorum* en Provence
 Table 1: *C. multiflorum* taxonomy in Provence (Southern France).

Colchicum multiflorum Brot. Flora Lusit 1 : 597 (1804).

= *C. neapolitanum* auct., in Coste : *Flore descriptive et illustrée de la France* (1901) ; in Fournier : *Les quatre flores de France* (1947), in Guinochet et Vilmorin : *Flore de France* (1978) = *C. neapolitanum* auct. p.p., in Fiori et Paoletti : *Flora Analitica d'Italia*, 177 (1896) ; in Zangheri : *Flora Italica*, 844 (1976) ; in Pignatti : *Flora d'Italia* 350-352 (1982) ; in Brickell : *Flora Europaea* (1980) = *C. arenarium* auct. (non W. et K.) in Grenier et Godron : *Flore de France* Tome 3 : 170 (1847-1856) ; in Bonnier et Douin (1929 [1911-1935]) = ? *C. guadarramense* Pau., Bol. Soc. Aragonesa Ciencias Naturales 11 : 42(1912).

Type : Hab. Beira praesertim boreali, flor. Sept et Oct., mox post aquas aequinoctiales. Peren. (*Brotero s.n.*, supposé détruit, à chercher peut-être à LISU ou MO selon Stafleu et Cowan (1979). Aucun type n'a été localisé ; cependant, les descriptions de Brotero (1804, 1827) et la morphologie des plantes présentes dans les régions citées ne laissent pas de doute quand à l'identité de cette espèce (Fernandez et França, 1977; Persson, 2007) et à sa distinction avec les *C. autumnale* L. et *C. lusitanum* Brot. également présents dans le nord ouest de la Péninsule Ibérique.

***C. multiflorum* Brot. subsp. *longifolium* (Castagne) Fridl. et M. Pignal comb. et stat. nov.**

= *C. longifolium* Castagne, Catalogue Pl. Marseille 135 (1845)
 = *C. neapolitanum* Tenore var. *longifolium* (Castagne) Rouy, Flore de France XII : 457 (1910) = *C. castrense* De Larambergue, Bull. Soc. Bot. France VI : 688 (1855-1856) = *C. neapolitanum* Tenore var. *castrense* (De Laramb.) Rouy, *Le Naturaliste* 245 (1892) = *C. provinciale* Loret, Bull. Soc. Bot. France (6) : 459 (1859) = *C. neapolitanum* Tenore var. *provinciale* (Loret) Rouy, Flore de France XII : 457 (1910) = *C. neapolitanum* auct., in Ardoino : *Flore des Alpes Maritimes* 365 (1867) ; in Molinier *Catalogues des plantes vasculaires des Bouches-du-Rhône*, p. 69 (1980) = *C. neapolitanum* auct. p.p., in Albert et Jahandiez : *Catalogue des plantes vasculaires qui croissent naturellement dans le département du Var*, p. 455 (1908).

Type : France, Bouches-du-Rhône : Montaud [Monteau-les-Miramas], lectotype, G désigné par K. Persson in Bot. Jahrb. Syst. 127(2) : 199 (2007), part avec description manuscrite de Castagne 1838. Isolectotype probable : Montaud s.n., s.d., spécimen accompagné d'un dessin de Castagne MARS!

Icon. figures 1, 5 et 9.

Typification du *C. longifolium* Castagne. Natif de Marseille qu'il quittera de longues périodes pour s'instruire (Suisse) ou s'enrichir (Constantinople), dans la dernière décennie de sa vie, Louis Castagne (1785-1858) herborisait autour de son domaine de Monteau situé à environ 1 km au nord-ouest de Miramas-le-Vieux dans les collines calcaires peu élevées (50 – 110 m) du Nord de l'Etang de Berre. Il a manifestement envoyé d'abondants récoltes de *C. longifolium* : fleurs séchées que l'on retrouve dans de nombreux herbiers européens accompagnées de notes manuscrites en provenance de Miramas, Montaud (actuellement Monteau), *iter Istres et Miramas*... Plusieurs d'entre elles se trouvent également dans l'herbier général de la Faculté des Sciences de Marseille (MARS) où est encore conservé son herbier. La plupart des récoltes ne sont pas datées, mais concernent toujours ces mêmes localités qui correspondent à sa diagnose de 1845 « aux bords de la Crau, dans le territoire d'Istres et de Miramas » : Montaud dans les Coussous, *L. Castagne s.n.* MARS! ; Montaud, Castagne s.n. MARS! ; Montaud 14 septembre 1850, *Castagne s.n.* MARS! Cette dernière récolte est postérieure à la date du protologue. Il l'a aussi récolté dans les collines environnantes de la sainte Victoire (environ de la tour de la Keirié, *Castagne s.n.* MARS!) ou des Calanques (Luminy près de Marseille, *Castagne s.n.* MARS!). Parmi les spécimens, on trouve également une part en provenance de Montaud que nous avons étiqueté (en 2003 lors du rangement de l'herbier Castagne par R. Verlaque, Conservateur de MARS) comme étant le type : les récoltes sont accompagnées d'un dessin de L. Castagne (figure 9). Elle pourrait raisonnablement correspondre au type de l'espèce ; cependant un lectotype ayant été désigné (in G), cette part correspond probablement à un **isolectotype**.

***C. multiflorum* Brot. subsp. *paranquei* Fridl. et M. Pignal subsp. nov.**

= *C. neapolitanum* auct. p.p., in Ardoino : *Flore analytique du département des Alpes-maritimes*, p. 365 (1867) ; in Albert et Jahandiez : *Catalogue des plantes vasculaires qui croissent naturellement dans le département du Var*, p. 455 (1908) ; in Charpin A. et R. Salanon, Matériaux pour la Flore des Alpes maritimes. *Boissiera* 41 : 124 (1988) = *C. autumnale* auct. p.p., in Albert et Jahandiez : *Catalogue des plantes vasculaires qui croissent naturellement dans le département du Var*, p. 455 (1908).

Type : France, Var, Massif des Maures en bordure de l'Endre (affluent de l'Argens), 16-5-2005 feuilles et fruits, A. Fridlender s.n., P! [P00080370]

Diagnose : *C. multiflorum* Brot. subsp. *longifolium* similis, sed *plantae robustiores, flores plures, (3-5-(7) versus 2-3), fluorescentia postea (october), corollae majores, color corollam obscurior, folia 3-5, valde evoluta, cum lamina erectis, majoris latorisque. C. multiflorum* Brot. subsp. *multiflorum* similis, sed *corollae et folia minores.*

Etym. Ce nouveau taxon est dédié à Fabrice Paranke.

Hab. Dans les champs humides, le bord des ruisseaux, les maquis et subéraies (*Quercion suberis*).

Icon. figures 1 et 5.

Paratype : France, Var, Massif des Maures en bordure de l'Endre (affluent de l'Argens), fleurs 24-10-2004, A. Fridlender s.n., P! [P00080426], MARS ! ; Massif des Maures, ça et là le long des Vallées de la Môle et de la Verne (en amont de Cogolin), *Fridlender s. n.* (CLF !, P ! [P00080400]) ; Var, affluents de La Môle et de la Verne entre 15 et 50 m altitude, *Fridlender s. n.* (CLF !) ; Var, les Mayons, clairières et sous bois 100-200m, *Fridlender s. n.* (CLF !) ; Var, Vallée de l'Endre depuis son confluent avec l'Argens alt. 15m jusqu'à 120m, ça et là dans les suintements herbeux, maquis et sous bois (pinèdes, chênaies), *Fridlender s. n.* (CLF !) ; Var, subéraies dégradées entre Montauroux et le barrage de Saint Cassien (environs de Fondurane) 150-200m *Fridlender s. n.* (CLF !) ; Var, vallée de l'Argentière et contreforts de l'Esterel (80-250m), Adrets-de-l'Esterel / Mandelieu-la Napoule, *Fridlender s. n.* (CLF !) ; Var, Riou de l'Argentière 80-90m, *Fridlender s. n.* (CLF !) ; Var, vallée de l'Argentière et contreforts de l'Esterel, subéraies envahies par les villas 190-240m, *Fridlender s. n.* (CLF !) ; Var, vallée de l'Argentière et contreforts de l'Esterel, maquis et bord de routes 180m, *Fridlender s. n.* (CFF !).

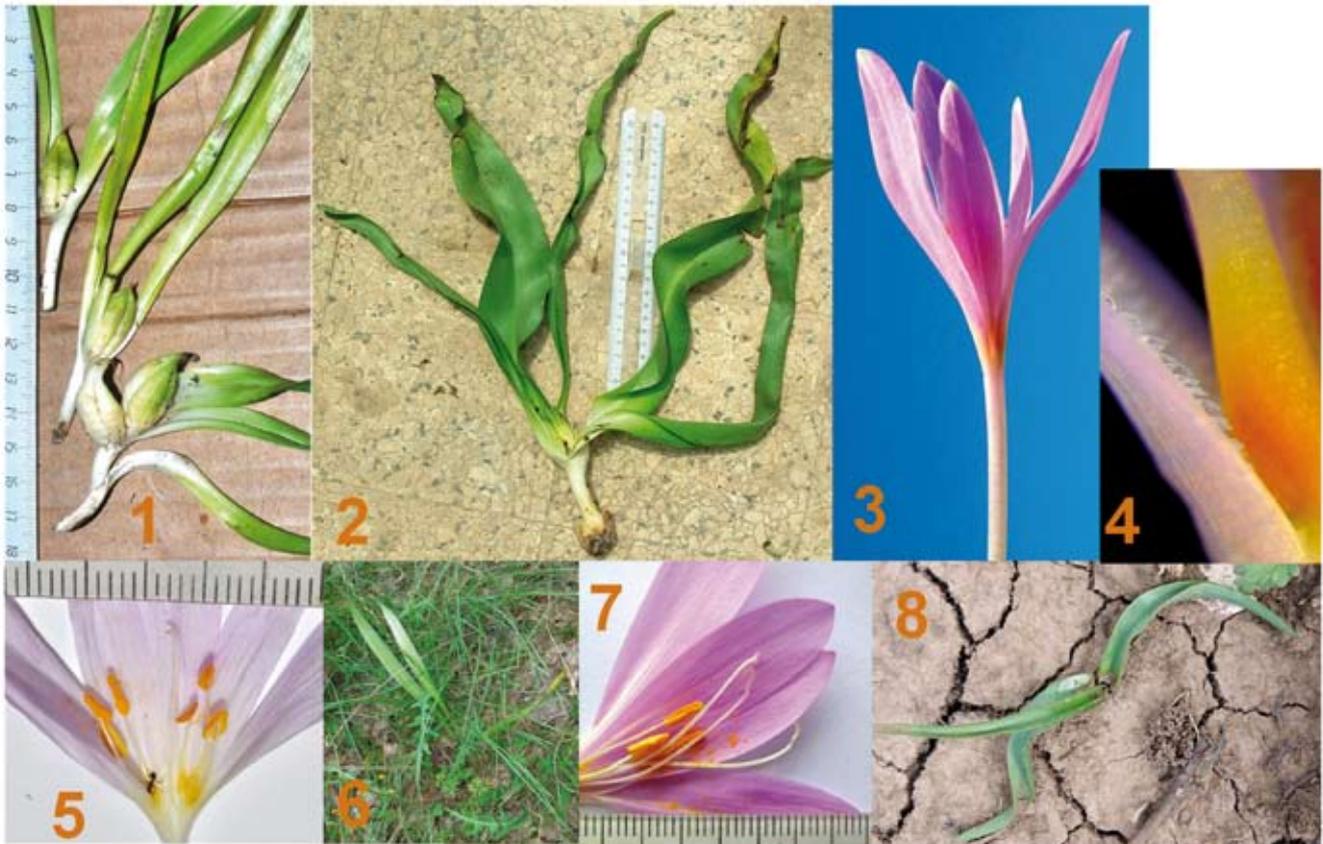


Figure 1 : Comparaison des deux sous espèces provençales de *C. multiflorum* : morphologie

2, 4, 7 - *C. multiflorum* subsp. *paranquei* : fleurs plus foncées, feuilles rarement prostrées au sol, plus nombreuses, plus longues et larges que le *C. multiflorum* subsp. *longifolium*. 1, 3, 5, 6, 8 - *C. multiflorum* subsp. *longifolium*. 1,2 - Les plantes fructifères typiques des deux sous espèces sont photographiées à côté de la même règle, longue de 20 cm ! 3 – fleur de la localité Type de Miramas. 4 – Les poils sécréteurs sont inconstants à la base des filets et/ou des tépales chez la plupart des espèces de colchiques. 6 – Feuilles plus ou moins dressées, en sous bois, à la Sainte Baume. 8 – Feuilles plaquées au sol, pelouse érodée à la Sainte Victoire. Photos : A. Fridlender.

Figure 1: Comparison of both *C. multiflorum* subspecies: *C. multiflorum* subsp. *paranquei* (2,4,7), *C. multiflorum* subsp. *longifolium* (1, 3, 5, 6, 8). Pictures: A. Fridlender.

C. multiflorum* subsp. *longifolium

Le plus souvent les feuilles de ce colchique se développent plus ou moins plaquées au sol ou à la végétation mais, en sous bois et entre des hautes herbes, elles tendent à se redresser. Comme toujours chez les colchiques, la vigueur du feuillage résulte de la conjonction des conditions micro environnementales (humidité, ombrage...) et de l'histoire récente de l'individu (âge, épisodes traumatiques des années précédentes – coupe, broutage...). Les dimensions des plantes sont donc assez variables selon les populations ; nous en donnons les valeurs moyennes issues de quelques 400 plantes en provenance de toute la Provence (tableau 2). Les principales mesures effectuées sur trente pieds de la localité type (Miramas - Montaud à Sulauze) sont également indiquées.

On doit considérer que les plantes nommées *C. longifolium* dans les Bouches-du-Rhône, *C. castrense* dans le Sidobre (Tarn) et *C. provinciale* dans les environs de Cannes par les botanistes du 19^{ième} siècle correspondent toutes à cette même sous-espèce du *C. multiflorum*. Concernant l'identité du *Colchicum provinciale* Loret, nous renvoyons le lecteur à l'annexe 1.

Tableau 2 : Comparaison des deux sous-espèces du *C. multiflorum* en Provence (moyennes et écarts types obtenus sur environ 400 individus adultes de chaque taxon). Pour chaque organe, le nombre de mesure peut varier : il est bien plus faible pour les cornes (seule une centaine de plantes ont été déterrées) ; certains organes ne peuvent parfois pas être mesurés (feuilles broutées, tépales ou étamines abîmées...). Montaud - Sulauze : principales mesures concernant 30 plantes de la localité Type.

Table 2: Comparison of both *C. multiflorum* subspecies in Provence. Sulauze: main data of 30 individuals from Castagne type locality

<i>C. multiflorum</i> Btot. subsp. <i>longifolium</i> (Castagne) Fridl. et M. Pignal	<i>C. multiflorum</i> Brot. subsp. <i>paranquei</i> Fridl. et M. Pignal
Corme Longueur x largeur	
m = 24,7 ± 4,9 x 15,9 [30 !] ± 4,1 mm	m = 36,6 ± 8,7 x 22,9 [45 !] ± 6,9 mm
Longueur du tube florale (du sommet du corme à la base de l'insertion des parties libres des tépales)	
m = 91,6 ± 24 [26-143] mm Lisière forestière Sainte Baume : m = 111 ± 17,5 mm Pelouse plateau de Caussol : m = 88,8 ± 23 mm	m = 114 ± 34,8 [47-226] mm Fondurane prairie m = 103 ± 25,3 mm Escarcet prairie humide m = 136 ± 25 mm
Tépale interne (parties libres) Longueur x largeur	
m = 28 ± 5,7 x 6,8 ± 1,6 mm	m = 33,7 ± 5,8 x 7,1 ± 1,5 mm
Tépale externe (parties libres) Longueur x largeur	
m = 32,3 [50 !] ± 6,1 x 9 [18 !] ± 2 mm Sulauze m = 31,7 ± 4,6 x 8,4 ± 2 mm	m = 38 [55 !] ± 6,3 x 9,1 [16 !] 1,8 mm
Longueur des étamines internes, externes et des anthères (internes + externes)	
m = 11,2 ± 2,4 mm m = 14,7 [22 !] ± 2,5 mm m = 5 [8 !] ± 0,9 mm Sulauze étam. ext. m = 15,4 ± 2,2 mm, anth. m = 4,9 ± 0,7 mm	m = 13,7 ± 2,4 mm m = 17,1 [27 !] ± 2,8 mm m = 5,7 [8 !] ± 0,8 mm
Longueur des styles et du stigmate	
m = 17,1 [28 !] ± 3,6 mm m = 1,52 [3,5 !] ± 0,5 mm Sulauze m = 19,2 ± 3,1 / 1,7 ± 0,5 mm	m = 25,5 [38 !] ± 4 mm m = 1,7 [3,5 !] ± 0,6 mm
Nombre de fleur et de fruits fertiles par corme	
m = 1,6 [5!] ± 0,8 m = 1,3 [3 !] ± 0,5 Sulauze m = 1,3 ± 0,5 / 1,2 ± 0,8 mm	m = 3 [7 !] ± 1,4 m = 2,3 [7!] ± 1,2
Longueur des fruits	
m = 27 [40 !] ± 5,7 mm Sulauze m = 30 ± 2,9 mm	m = 28,7 [48 !] ± 7,8 mm
Nombre de feuilles par corme adulte (florifère)	
m = 3,4 [2-4] ± 0,5 Sulauze m = 3,6 ± 0,5 mm	m = 3,9 [3-6] ± 0,7
Longueur moyenne des trois premières feuilles	
m = 18,5 [36 !] ± 4,8 cm Sulauze m = 29,4 ± 50,4	m = 23,5 [42 !] ± 7,1 cm
Largeur moyenne des feuilles ; rapport moyen Longueur / largeur des feuilles	
m = 15,4 [26 !] ± 3,6 mm m = 10,2 ± 5,6 Sulauze m = 16,6 ± 1,8 mm	m = 25,8 [59 !] ± 7,8 mm m = 9,5 ± 3,2
Plantes d'aspect souvent grêle à fleurs rose pâle, floraison généralement précoce en septembre, feuilles de taille assez variables mais limbes généralement plaqués au sol, étroits. Caractéristique des garrigues et sous-bois clairs, dans les zones plutôt sèches et/ou pierreuses essentiellement calcaires, toute la Provence.	Plante plus robuste à fleurs plus nombreuses, floraison plus tardive (octobre), corolles plus foncées et plus grandes, feuilles très développées à limbes généralement dressés nettement plus grands et 2 fois plus larges. Plantes des zones plus arrosées : prairies, fonds de vallons, « maquis » et boisements claires siliceux des massifs des Maures et de l'Esterel.

C. multiflorum subsp. paranquei

Ce colchique à feuilles nombreuses, et parfois géantes, possède de nombreuses fleurs roses plus tardives et généralement bien plus foncées que celles du *C. multiflorum* subsp. *longifolium*. Dans toutes ses dimensions, il est nettement plus grand. D'une manière générale, ce taxon diffère de l'espèce type du Portugal (*C. multiflorum*

subsp. *multiflorum*) par ses cornes généralement plus petits mais plus feuillés. Les limbes (assez variables selon les populations) sont de longueurs équivalentes, mais généralement moins larges. Les fleurs sont plus nombreuses que chez les plantes du Portugal avec des corolles et anthères plus petites. Enfin, les stigmates sont plus nettement éloignés des anthères (styles plus longs et étamines légèrement plus courtes).

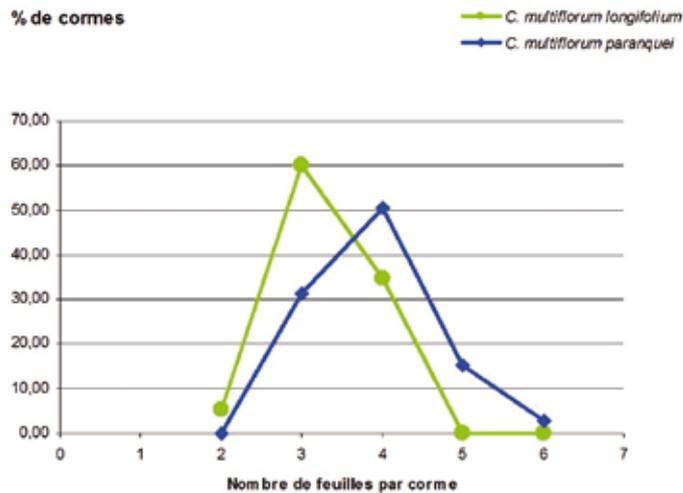


Figure 2 : Comparaison du nombre de feuilles (en pourcentage) par corne chez les deux colchiques (plantes adultes florifères). La plupart des pieds (60%) de *C. multiflorum* subsp. *longifolium* (n = 115 pieds) comptent 3 feuilles et 34 % en ont 4. En revanche, les cornes à 4 feuilles (53 %) dominent chez le *C. multiflorum* subsp. *paranquei* (n = 105 pieds) avec seulement 31 % d'adulte à 3 feuilles. Aucun individu ne fleurit avec seulement 2 feuilles mais plus de 15% d'entre eux en possèdent 5 et quelques pieds en ont même 6.
Figure 2: Leaves number per corm in both *C. multiflorum* subspecies.

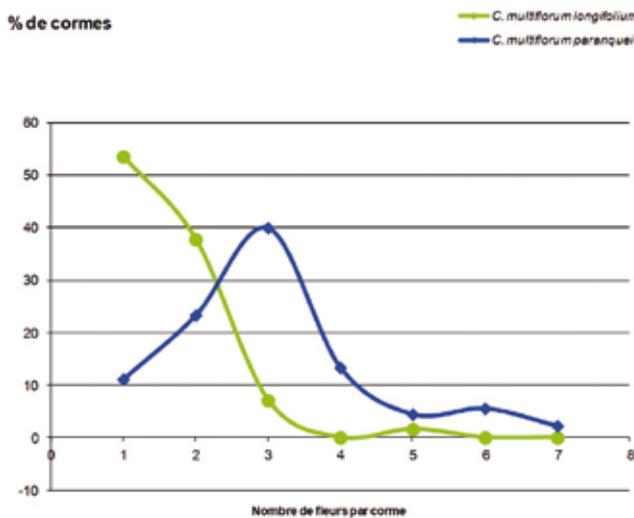


Figure 3 : Comparaison du nombre de fleurs (en pourcentage) par corne chez les deux colchiques. La majorité (53 %) des *C. multiflorum* subsp. *longifolium* (n = 127 pieds, moyenne 1,6 fleurs/corne) sont uniflores (37 % en ont 2) tandis que chez le *C. multiflorum* subsp. *paranquei* (n = 90 pieds, moyenne 3 fleurs/corne), 23 et 41 % des pieds possèdent respectivement 2 et 3 fleurs. Les uniflores (11%) sont même moins nombreux que les individus à 4 fleurs (13,5 %).
Figure 3: Flowers number per corm in both *C. multiflorum* subspecies.

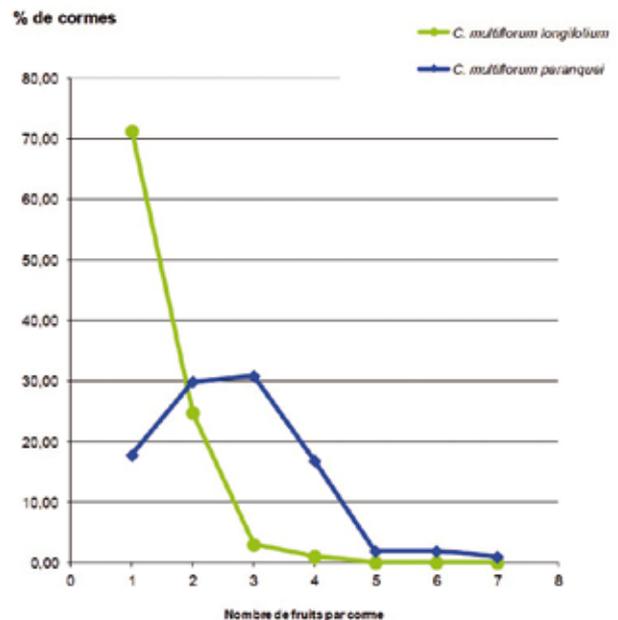
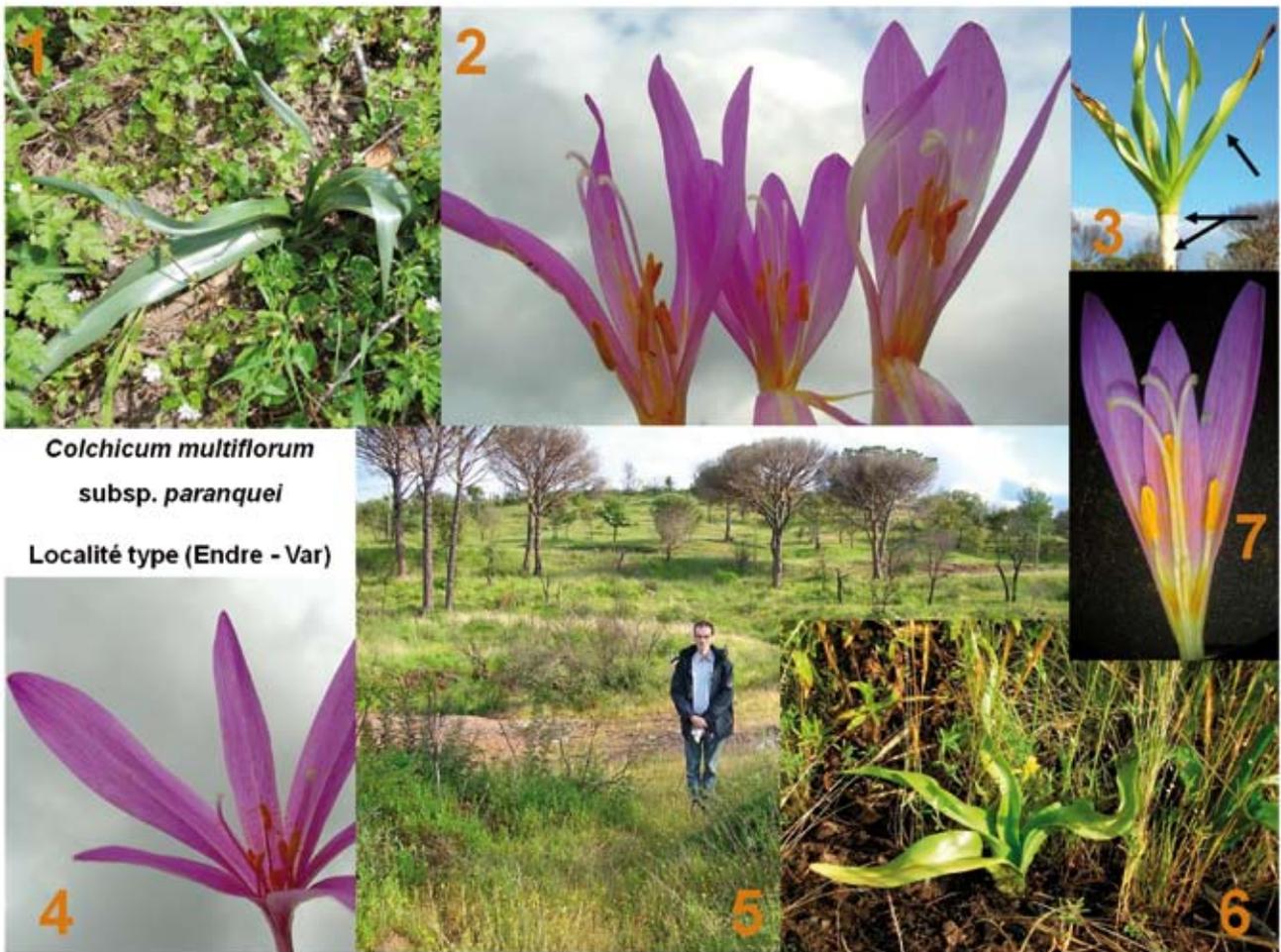


Figure 4 : Comparaison du nombre de fruits (en pourcentage) par corne chez les deux colchiques. On observe peu souvent 2 fruits (24,7 %) chez le *C. multiflorum* subsp. *longifolium* (n = 101 pieds, moyenne 1,3 fruits/corne) et très rarement 3. En revanche, deux tiers des *C. multiflorum* subsp. *paranquei* (n = 107 pieds, moyenne 2,6 fruits/corne), ont 2 ou 3 fruits ; les pieds à 4 fruits étant presque aussi nombreux que ceux à un seul fruit (16,8 % versus 17,8 %).
Figure 4: Fruits number per corm in both *C. multiflorum* subspecies.

Par ses habitats et sa grande taille, il se rapproche plus des plantes vigoureuses qui poussent dans certaines prairies bien arrosées du Portugal que de celles des garrigues marseillaises (floraison plus précoce en septembre, fleurs plus pâles...). Il apparaît ainsi comme intermédiaire entre *C. multiflorum* subsp. *multiflorum* et *C. multiflorum* subsp. *longifolium*. Ses grandes dimensions et son écologie concourent à induire des confusions avec le *C. autumnale*. Dans le Var et les Alpes-Maritimes, sa distribution reste à préciser, notamment par une nouvelle identification des mentions bibliographiques et des récoltes de *C. autumnale* et *C. neapolitanum* (Albert et Jahandiez, 1908 ; Charpin et Salanon, 1988).

Sur le terrain, avec les mesures et les illustrations fournies, ces deux sous-espèces sont relativement faciles à distinguer : cependant nous insistons sur le fait qu'aucun

colchique ne peut sérieusement être déterminé à partir d'un seul individu et qu'il est nécessaire d'observer les feuilles au printemps et plusieurs fleurs en automne ! Seules les planches d'herbier complètes avec de nombreuses fleurs, feuilles et/où des observations manuscrites pertinentes sont identifiables. Déterminer un colchique en se basant sur quelques fleurs cueillies dans un près revient à identifier des *Rosa*, des *Sorbus* ou encore des *Prunus* avec seulement des fleurs tombées et recueillies au sol. En culture, les différences se conservent ; cependant comme la plupart des colchiques des milieux frais (cf. *C. autumnale*, *C. alpinum*), le *C. multiflorum* subsp. *paranquei* supporte mal la culture en pot en particulier dans le contexte climatique de Marseille ce qui rend les comparaisons délicates.



***Colchicum multiflorum*
subsp. *paranquei***

Localité type (Endre - Var)

Figure 5 : *C. multiflorum* subsp. *paranquei*

1, 6 - Limbes larges plus ou moins redressés ou procombants sans stipe aérien. 3 - La partie blanche (flèche) correspond à la base des feuilles engainées dans la cataphylle souterraine (et non pas à un stipe aérien comme on l'observe chez le *C. autumnale*). 2, 7 - Fleurs grandes, roses, foncées (parfois lavées de blanc) à styles longs et stigmates à papilles souvent bien développées. 4 - Fleur hyperchrome à styles et filets rouges. 5 - Localité Type, Vallée de l'Endre (Var) : l'incendie a permis pour un temps de limiter l'invasion par ces omniprésentes pinèdes qui stérilisent la végétation provençale. Photos : A. Fridlender.

Figure 5: *C. multiflorum* subsp. *paranquei*: leaves generally erect, flowers sometimes hyperchromatous, type locality (5). Pictures: A. Fridlender.

Ce nouveau taxon semble se cantonner aux milieux frais, siliceux et de basse altitude (10-200 m) qui correspondent aux vallées irriguées par les principaux ruisseaux des Maures et de l'Estérel. Ces stations abyssales dominées par des maquis riches en nombreuses espèces de cistes, bruyères et genêts (*Genista*, *Calycotome*, *Cytisus*, *Teline*, *Cytisophyllum*), des subéraies et chênaies vertes et pubescentes mélangées à de nombreux feuillus, correspondent à des ambiances biogéographiques remarquables. Le long de la Môle par exemple, ce colchique côtoie souvent les remarquables peuplements « abyssaux » à *Fritillaria involucrata*, *Narcissus poeticus*,

Lilium martagon dans des prairies et sous-bois rivulaires (*Populus*, *Quercus sp. pl.*) où abondent les thermophiles myrtes et pistachiers. Ces habitats (figure 6) s'avèrent radicalement différents des basses garrigues envahies par les *Pinus halepensis* des Bouches-du-Rhône (où de vigoureux boisements à *Alnus glutinosa*, *Quercus pubescens*, *Osmunda*, etc. apparaîtraient pour le moins incongrus). On doit le rechercher sur les versants plus secs et les sommets de ces massifs afin d'en préciser la répartition réelle : est-il seulement inféodé aux vallées d'où il est extrêmement menacé par la destruction de ses habitats?



Figure 6 : Comparaison des deux sous espèces provençales de *C. multiflorum* : habitats 1 à 3 – Habitats de *C. multiflorum* subsp. *paranquei* Massif des Maures 80-250 m : prairies à *Narcissus poeticus*, *Lilium martagon*, *Fritillaria involucrata* dans un contexte thermophile marqué (*Quercus suber*, *Myrtus communis*, *Olea europea*, *Pistacia lentiscus*...); maquis, sous bois et ourlets forestiers (subéraie...). 4 à 6 – Habitats de *C. multiflorum* subsp. *longifolium* : garrigues incendiées de basse altitude avec régénération de cistes, romarins, Chênes kermess...(4); sous bois de chênaies mixtes à *Quercus ilex*, *Q. pubescens*, *Acer sp. pl.* etc. (5); terrasses calcaires au-dessus de 1000 m dans les Alpes-Maritimes (6). Photos : A. Fridlender.

Figure 6: Comparison of both *C. multiflorum* subspecies: *C. multiflorum* subsp. *paranquei* (1-3), *C. multiflorum* subsp. *longifolium* (4-6). Pictures: A. Fridlender.

3. - Conservation des colchiques de Provence : importance de préserver les populations des Bouches-du-Rhône et du Var

Actuellement, en Provence, seul le rarissime *Merendera filifolia* fait (en principe) l'objet de protection *in situ*. Présent sur la commune de Martigues, il se trouve actuellement en zone non constructible, mais divers aménagements néfastes s'y poursuivent discrètement. Il est urgent d'y contrôler toutes les invasives : 1- arrachage des pieds mères (y compris dans les parkings et lotissements alentours), 2 - arrêter les « terrassements » comme les levées de terres, aplanissements, etc. qui en favorisent

la dissémination. En effet, *Medicago arborea* commence à coloniser dangereusement ces pelouses. En outre, on doit stopper efficacement et définitivement le passage des motos sur les pelouses à *M. filifolia* dont l'érosion est inquiétante par endroit.

Nous manquons de données concernant le *Bulbocodium vernum*, une espèce globalement peu abondante mais dont la plupart des stations de montagnes ne sont sans doute pas menacées.

***C. cupanii* Guss.**

Comme nous l'avons évoqué précédemment, le *C. cupanii* a été protégé, mais considéré comme déjà éteint dans

les années soixante et/ou probablement introduit, il n'a jamais fait l'objet d'une protection effective. En effet, il n'existe plus dans sa station originelle (dernière récolte : Mont Alban, Sept. 1977 in herbier privé). Seules subsistent des populations manifestement sub-spontanées dans quelques propriétés (du Var notamment). Cependant, aucun élément ne permet de prouver définitivement qu'il n'ait pas été spontané. Lors de sa découverte en octobre 1904 (Arbost, 1905), il avait été vainement recherché en plusieurs stations favorables et n'aurait donc été indigène en France qu'en un seul point du Mont Vinaigrier où, particulièrement localisé, il apparaissait déjà bien menacé. Il ne fait aucun doute que cette magnifique plante a été cultivée en Méditerranée (cultures progressivement passées de mode au cours du vingtième siècle, - cf. *Sternbergia lutea*, *Ornithogalum arabicum* etc.). En vérité, personne ne peut affirmer que cette seule localité française (où elle aurait été observée dès 1873 par M. Goiron et récoltée ensuite par l'abbé Montolivo, lorsque le site semblait éloigné de toute influence horticole) ne soit pas spontanée.

Cette disparition niçoise (potentiellement liée aux récoltes trop nombreuses sur une localité si réduite) n'est pas sans rappeler la raréfaction généralisée du *C. cupanii* que nous avons constaté partout dans le nord de son aire de distribution (Sardaigne, nord de l'Italie...). Que rajouter aux propos de J. Arbost (1905) relatifs au *C. cupanii* qu'il considérait alors autochtone : « Par contre si la culture ne l'a pas apportée, elle est appelée à la faire disparaître dans un avenir prochain, car l'envahissement croissant des propriétés d'agrément, sur le littoral et jusque dans les sites les plus agrestes, restreint de plus en plus le champ d'exploration du botaniste et a amené déjà la disparition d'un grand nombre de localités bien connues autrefois pour leurs plantes rares. ».

***Colchicum autumnale* L.**

Contrairement aux idées héritées des appréciations des botanistes de la première moitié du vingtième siècle, le *C. autumnale* n'est plus aussi abondant qu'on a pu le penser. Longtemps considéré comme « la peste des herbages » par les éleveurs qui en redoutaient la toxicité, sa situation actuelle en Europe s'avère très contrastée. L'Arc Alpin et l'Europe Centrale représentent son fief de distribution avec des régions où la lutte contre son développement dans les prairies fait encore l'objet de quelques recherches agronomiques ; ses populations y sont denses et nombreuses. Mais partout ailleurs, elles se révèlent plus dispersées. Ses limites sud sont les Pyrénées (Cantabrique ?), la Provence, la Toscane, les Montagnes d'Albanie et du Nord Est de la Grèce, régions où elles s'avèrent parfois très rares. Dispersé en Bulgarie, le Colchique d'automne y atteint sa limite Est en s'approchant des rivages de la Mer Noire. La plante devient rare au delà du 50^{ème} parallèle Nord à l'exception de quelques zones d'Allemagne. Elle figure dans la catégorie « en danger » de l'UICN dans les Livres Rouges de plusieurs régions allemandes, du Luxembourg, de Lituanie mais aussi d'Albanie. Dans le Nord Est de

l'Europe (Estonie, Biélorussie, Ukraine), on la classe dans la catégorie UICN « vulnérable ». Elle s'avère « menacée » en Grande-Bretagne où elle ne serait spontanée que dans le sud de l'Angleterre. Il existe plusieurs programmes de conservation du *C. autumnale* en Europe comme en Irlande ou en Belgique. En Wallonie, les recherches relatives à sa préservation tentent de trouver des remèdes pour contrer les effets dévastateurs de la fragmentation de ses habitats.

Globalement en France il nous semble également en régression. Cependant il serait faux d'incriminer la seule déprise agricole ; certes des prairies de fauches et des pâturages laissent place à des friches et boisements secondaires mais ceux-ci terrorisent plus les aménageurs et gestionnaires de tapis d'orchidées que les colchiques (et la majorité des autres « bulbeuses ») : *C. autumnale* se développe parfaitement bien dans les ourlets forestiers et dans les sous-bois clairs.

En revanche, comme la plupart des géophytes (et pas seulement les orchidées), sa sensibilité aux engrais et produits phytosanitaires s'avère extrême. Dans les prairies de fauches et pâtures d'Auvergne autrefois couvertes de fleurs de colchiques en fin d'été, les recours massifs à l'ensilage et aux divers types d'ensemencements fourragers, induisent une transformation des prairies desquelles disparaissent toutes les bulbeuses (colchiques, narcisses, jonquilles...), mais aussi de belles vivaces à souches comme les gentianes, vératres... De telles pratiques sont même encore prônées par certains chercheurs (INRA...), et bien sûr les ingénieurs et techniciens agricoles (chambres d'agriculture, etc.), autant d'acteurs et d'administrations curieusement incontournables dans les médiatiques opérations de développement durable, de reconquête de la biodiversité... L'épandage du petit lait s'avère quand à lui radical : dès lors qu'un paysan pactise avec une laiterie, on peut être certain que deux ans plus tard tous les colchiques de ses près auront disparu comme on le constate régulièrement au sein même des Parcs naturels régionaux auvergnats, en bordure des Réserves naturelles (Sancy)... Le préambule au chapitre sur les colchiques de Maurice Chassagne (1956) semble lointain : « CC et nuisible dans les prairies argileuses autour de la Limagne, plaine et montagnes... » ! La Limagne, riche plaine agricole déjà prisée des Gaulois, se transforme en une succession de cités dortoirs, zones artisanales, zones industrielles... après avoir été drainées pour la maïsiculture ! Dans un avenir probablement assez proche, cette espèce y fera peut-être l'objet de plans de conservation.

Nos observations demeurent trop ponctuelles pour décrire l'état de conservation, sans doute contrasté, de cette espèce délaissée en Provence. Pourtant, si les botanistes la prenaient en considération, nous craignons qu'ils mettraient également en évidence sa régression en particulier en plaine et à basse altitude. Toutefois, dans les Alpes, *C. autumnale* et aussi *C. alpinum* comptent encore de beaux peuplements en de nombreuses localités, ce qui n'exclut pas une possible érosion des effectifs.

En revanche, dans les zones les plus sèches, la situation du *C. autumnale* nous semble parfois critique. Avec leur climat sec marqué, les Bouches-du-Rhône n'abritaient sans doute ce colchique que dans les prairies fraîches, en fond de vallons et à proximité des cours d'eau et de certains suintements. Mais ces biotopes sont pratiquement tous rayés de la carte : que reste-t-il des pâturages de l'Huveaune, de la Torse, de la Luyne, de la Crau humide et ses reliques glaciaires ? Dans ce département, *C. autumnale* a vraisemblablement disparu de l'aire marseillaise (prairies de la basse Huveaune) et est au bord de l'extinction ailleurs. Il mérite comme bien des plantes « banales » des milieux humides un plan de conservation urgent. Depuis combien de décennies n'a-t-on plus observé d'Aulne glutineux au bord de l'Huveaune (principale rivière de Marseille) ? Et pourtant, ce ruisseau tient son nom de cet arbre comme l'atteste son ancienne graphie « *Liverne* » inscrite sur la carte de Cassini : le Verne étant un des anciens noms français de *Alnus glutinosa*.

L'aulne et le Colchique d'automne, deux plantes parmi les plus connues des campagnes françaises, s'avèrent menacées pour la première et au bord de disparition pour la deuxième dans les Bouches-du-Rhône. *C. autumnale* n'y est actuellement signalé que dans un vallon humide du versant Nord de la Sainte-Victoire (figure 7) et à Saint-Cannat (photographie de J. P. Chabert du 22-5-2005 in <http://jeanpierre.chabert.free.fr/Bota> consultation 20 avril 2013). Il n'est pas certain que la cartographie de ces deux taxa dans le département du Var, bien plus arrosé, ne révélerait pas également quelques désagréables surprises. Il suffit de songer à cet égard à la colonisation des torrents à Aulnes et Lauriers roses par les invasives (*Acacia dealbata*, *Arundo donax*...).

L'étude précise des changements concernant le Colchique d'automne se heurtera au manque de données historiques pour cette plante dite banale : peu de mentions précises, pratiquement pas de récoltes et d'inévitables confusions avec le *C. multiflorum*.



Figure 7 : Les habitats des deux *Colchicum* des Bouches-du-Rhône

C. multiflorum subsp. *longifolium* fuit la façade maritime la plus aride des Calanques (1) et se réfugie dans les vallons où les chemins des randonneurs sont souvent des ruisseaux temporaires qui coulent quelques jours par an après les gros orages (6) ou lors des plus rares épisodes qui suivent la fonte des neiges (2 : source du ruisseau de Luminy). 7 – Le vallon de l'Herbe, seule localité encore attestée de colchiques dans le Parc National des Calanques est emprunté par les VTT qui élargissent la piste et roulent parfois sur ses feuilles. Cyprès et *Iris germanica* introduits devraient y être arrachés : ici abondent les *Iris chamaeiris* et *Juniperus phoenicea* aux floraisons et silhouettes tout aussi gracieuses ! Quelques géophytes typiquement associés à ce colchique : *Tulipa sylvestris* L. s.l. (8), *Narcissus requienii* M.J. Roemer (9), *Anemone palmata* L. (10). *C. autumnale* (3) dans un suintement (4) au fond d'une dépression du versant nord de la Sainte victoire (5). Ce type de suintements se rencontre ça et là aux abords du Grand Site Ste Victoire et des zones Natura 2000. Ces ruisselets discontinus qui alimentent des ruisseaux plus ou moins temporaires (Infernet, Cause, Bayeux, Naise...) sont tous menacés par les drainages sauvages, les constructions nouvelles, réaménagements de vieilles bâtisses. Ils mériteraient une exploration naturaliste systématique et une attention de la part des conservateurs de la nature. Photos : A. Fridlender.

Figure 7: Ecology of both *Colchicum* species growing in Bouches-du-Rhône: *C. multiflorum* subsp. *longifolium* and *C. autumnale* (3,4,5). Pictures: A. Fridlender.

C. multiflorum subsp. longifolium

Nous avons précédemment ébauché la distribution de ce taxon qui était signalé sous le nom de Colchique de Naples. En Provence, son abondance apparaît particulièrement hétérogène selon les massifs. Son optimum se situerait entre 300 et 900 m sur les versants où commence à s'estomper l'influence maritime ; mais il semble également se raréfier plus à l'intérieur dès lors que la côte n'est plus visible à l'horizon.

Ainsi, *C. multiflorum* subsp. *longifolium*. abonde dans les Massifs de la Sainte-Victoire (versant nord), de l'arrière pays toulonnais (Siou Blanc), de Vence ou encore de Caussols mais apparaît plus dispersé dans les Alpilles, le Luberon où les collines du pourtour de l'étang de Berre. Actuellement, on ne peut prédire l'avenir de

ces populations : assez insensibles aux incendies, elles souffrent localement des sangliers hybrides introduits par les chasseurs et surtout de la réduction des espaces naturels et agricoles traditionnels par l'urbanisation (figure 7 et 8).

Malgré le mitage galopant des espaces, les garrigues couvrent encore de vastes surfaces dans les petits massifs calcaires autour de Marseille. Pourtant, nous ne connaissons que deux petites populations de Colchique à longues feuilles : dans la Nerthe, nous ne l'avons observé qu'au Rove ; dans le Massif des Calanques, il ne subsisterait qu'une quinzaine de pieds dans le vallon de l'Herbe (puit de Cancel) qui mène au mont Puget. Nous ne l'avons pas vu dans la Chaîne de l'Etoile où il faudrait visiter ses



Figure 8 : Le mitage de la Provence, une des principales menaces sur les populations de colchiques

1 - Construction prochaine d'une villa sur une population de *C. multiflorum* subsp. *paranquei* : la clôture est déjà installée avec son inévitable alignement de jeunes *Pyracantha* (invasive des sous bois de tout l'arrière pays provençal). 2, 3 — Une des dernières zones fraîches de Cannes (localité type probable du *C. provinciale* Loret) en bordure d'un ruisseau : une partie de cette vaste parcelle a déjà été transformée en rond-point. 4 à 6 — Miramas — Montaud « localité type » de *C. longifolium* Castagne : les anciennes garrigues pâturées se couvrent d'une végétation dense (4). Les colchiques s'y maintiennent même lorsque la pinède s'est installée (6), les populations y sont alors généralement moins denses et florifères. Ces massifs demeurent soumis à la gestion DFCI (pistes, OLD...) dont l'impact à long terme sur la biodiversité est particulièrement discutable. En revanche, à court terme ces pratiques ne sont pas défavorables aux colchiques qui, du reste, profitent effrontément des grands incendies. Les « brûlages dirigés » remis à la mode dans les années 90 sont bien connus pour densifier les populations de certaines plantes (en particulier les bulbeuses, comme l'Orchidée subvention), d'animaux chassés (dits gibiers : perdrix, lapins, sangliers) et certains passereaux. Ces pratiques obèrent cependant l'espoir de voir ces géophytes coexister en équilibre avec les autres plantes et animaux de la chênaie claire. 7 - Peuplement rivulaire d'endémiques (*C. multiflorum* subsp. *paranquei*, *Fritillaria involucreta*) en sursis vers Cogolin. La disparition de ce cortège en situation abyssale aussi remarquable qu'inattendu, ne saurait tarder si les administrations (DREAL...) persistent à soutenir le développement actuel des ZAC, et lotissements. Photos : A. Fridlender.

Figure 8: Provence *Colchicum* population destruction, especially by urbanisation: *C. multiflorum* subsp. *paranquei* (1,7) ; *C. multiflorum* subsp. *longifolium* (2 et 3 *C. provinciale* Loret type locality, 4-6 *C. longifolium* Castagne type locality). Pictures: A. Fridlender.

quelques anciennes stations (sub. *C. neapolitanum* auct.). Sans doute existe-t-il d'autres petites populations, cachées dans quelques vallons où le sol est encore constitué, mais le climat de la citée phocéenne ne semble pas lui convenir. Notons que la seule population connue dans le Parc National des Calanques (figure 7) semble en régression : de la trentaine de pieds florifères que nous avons observés en septembre 2005, nous n'avons retrouvé que quelques individus en 2011, et une douzaine de fleurs en 2013. Bien que longtemps pourchassés sur les diverses pistes qui sillonnent le massif (DFCI, etc.) où ils ne causent pourtant guère de dommage, les VTT sont tolérés dans ce vallon où, au printemps 2010, nous avons constaté que les feuilles de quelques colchiques étaient écrasées sous leurs roues ! La construction du Campus Universitaire a vraisemblablement mis fin à sa présence sur les terrains de l'ancienne ferme de Luminy où nous ne l'avons pas retrouvé. Dans le vallon de Luminy (affluent de la Gouffone), où la garrigue abrite quelques *Anemone palmata* L. non encore complètement dévorées par les sangliers, vivait donc le *C. multiflorum* subsp. *longifolium*. En aval, ce petit affluent de l'Huveaune irriguait quelques prairies (dont le Corbusier, par ses aménagements, a eu la fierté de signer le glas) où poussaient probablement les stations « abyssales reliques » les plus méridionales de *C. autumnale* !

C. multiflorum* subsp. *paranquei

Nos données, encore provisoires et fragmentaires, nous laissent penser que ce taxon n'est présent que dans les basses vallées du Var où ses stations apparaissent particulièrement vulnérables car menacées par l'urbanisation tentaculaire des villes côtières et villages des Maures. Probablement présent dans les Alpes-Maritimes, nous ne pensons pas qu'il ait fleuri dans les Bouches-du-Rhône : la quinzaine de populations de *C. autumnale* évoquées par Molinier (1981) correspondent vraisemblablement, soit au *C. autumnale*, soit au *C. multiflorum* subsp. *longifolium* seules espèces encore présentes dans le département.

Dans le Var et les Alpes-maritimes, plusieurs mentions bibliographiques de *C. autumnale* se rapportent vraisemblablement au *C. multiflorum* subsp. *paranquei*. Il serait souhaitable d'en vérifier l'identité sur le terrain afin de dresser une carte de distribution exacte de ces deux taxa. En effet, sur herbier les identifications seront d'autant plus délicates que les échantillons risquent de ne pas être représentatifs des plantes, d'autant plus qu'elles cohabitent, en particulier dans le Haut Var. Dans de telles récoltes où fleurs et feuilles des deux taxons pourraient être mélangées, il sera illusoire de tenter la détermination des échantillons d'herbiers !

Dans le bassin de l'Artuby (Haut Var), vers 900-1000 m d'altitude, nous avons observé lors d'anciennes herborisations les seules populations de colchiques que nous connaissions où vivaient en mélange les *C. autumnale* et *C. multiflorum* s.l. (en particulier aux environs des hameaux de La Martre et de l'Estang). Dans les prairies

les plus détrempées, seul *C. autumnale* était présent au milieu des *Narcissus poeticus*, mais sur les pentes mieux drainées les deux espèces se mélangeaient. L'étude des colchiques de cette région isolée située aux confins du Var, des Alpes-Maritimes et de la Haute-Provence, permettra sans doute d'éclairer d'un jour nouveau notre connaissance de ces bulbeuses.

Malheureusement, les stations les plus remarquables (cf. par exemple celles de Albert et Jahandiez, 1908) ont sans doute presque toutes disparu sous les riches villas et autres ZAC, ZAD... On ne peut pourtant pas exclure que dans de telles localités (Toulon, Fréjus, Solies-Toucas, ou encore Le Luc) ne cohabitaient pas, chacune dans son habitat, les trois colchiques *C. autumnale*, *C. multiflorum* subsp. *longifolium* et *C. multiflorum* subsp. *paranquei*.

On peine à imaginer une telle diversité aujourd'hui tellement la destruction des zones fraîches et/ou humides des basses altitudes a été généralisée, emportant des cortèges de plantes dont seules les historiques inventaires floristiques témoignent de l'existence passée.

Même si ultérieurement cette forme des zones fraîches du *C. multiflorum* s'avèrerait plus abondante, les peuplements actuellement connus méritent une attention en termes de conservation : ils sont tous très menacés (urbanisation, invasives) et renferment un cortège de plantes particulièrement remarquable à si basse altitude en bordure de la Méditerranée.

CONCLUSION

Paradoxalement, les études taxonomiques actuelles renforcent certains aspects des approches du 19^{ème} siècle à qui on a un peu hâtivement reproché-mais pas toujours à tort- de multiplier les espèces. Alors que les derniers lambeaux de nombreux écosystèmes disparaissent sous nos yeux, on redécouvre, trop tardivement, que la diversité végétale a existé sous nos latitudes et que nous sommes bien loin de l'avoir correctement décrite même dans une région aussi prospectée que la Provence.

Ce bref aperçu de la situation des colchiques en Provence souligne que tant nos connaissances floristiques de base que la préservation des milieux sont loin d'être satisfaisantes en dépit des réglementations, des discours et de la multiplication de structures dédiées à la gestion, l'inventaire scientifique, la conservation, la biodiversité... Il faut encourager les naturalistes et la botanique de terrain qui produisent des observations irremplaçables, sans négliger la réalisation de nouveaux spécimens d'herbiers, y compris dans certaines zones protégées où les récoltes de plantes sont généralement interdites. Les autorisations de récoltes y sont possibles, mais il serait souhaitable dans l'intérêt des connaissances botaniques, que les procédures en soient facilitées (voire encouragées !) puisqu'elles sont à la base de la « connaissance des éléments rares ou menacés de la flore sauvage, d'une région ou d'un groupe d'espèces donnée, de leur localisation... » (Art. 1^{er} du Décret 88-352 du 12-4-1988, in Code de l'Environnement Art. R.

214-1) ; un des trois « objectifs » des Conservatoires botaniques nationaux. Arrêtons de caricaturer les récolteurs et leurs « centuries » : les botanistes (trop rares aujourd'hui) sont quand même loin d'être la cause principale de la disparition de la flore. Nous ne prônons pas ici la réalisation de récoltes massives de plantes rares et menacées dans les Réserves naturelles et les Parcs nationaux, mais nous maintenons que les récoltes de la plupart des espèces françaises sont encore très insuffisantes dans les herbiers. Les biologistes contemporains apprécient de pouvoir bénéficier des anciennes récoltes de cette botanique dite de « curés » pour les études de génétiques, d'histoire du climat, des invasions biologiques... Du reste, les colchiques ne sont pas les seules plantes qui, dès lors qu'on les étudie un peu, montrent que bien des espèces ont été mal identifiées comme l'attestent les découvertes régulières « d'espèces nouvelles » en Provence.

La systématique demeure indispensable à toute approche de conservation de la nature puisqu'elle seule permet de mettre en évidence, identifier voire découvrir les taxons (espèce, variétés, écotype, cytotypes, populations marginales, etc.) qui méritent une attention prioritaire.

Dès à présent, il nous semble nécessaire de s'intéresser à la préservation des *C. autumnale* et *C. multiflorum* subsp. *paranquei* et, malheureusement, d'envisager déjà leur intégration dans certaines listes des Livres Rouges.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier ici particulièrement Jean Marc Tison ainsi que Fabrice Paranque, Alain Cambier, Mireille Gouiran, Danièle Hamard, Régine Verlaque, qui nous ont accompagnés dans nos excursions provençales et/ où ont apporté leur précieux concours à la réalisation de ce manuscrit (signalement de stations nouvelles, consultation d'herbier, corrections, traductions ...).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Albert A., Jahandiez E., 1908. *Catalogue des plantes vasculaires qui croissent naturellement dans le département du Var*. Klincksieck, Paris, 455 p.
- Arbois M. J., 1905. Une espèce nouvelle pour la flore française : *Colchicum montanum* L. var. *b pusillum* Fiori. *Bulletin de la Société Botanique de France* 5, 346-359.
- Ardoino H., 1867. *Flore analytique du département des Alpes-Maritimes ou description des plantes vasculaires qui croissent spontanément entre le versant est de l'Esterel et la Roia, les Alpes et la Mer*. Ardoin J.V. Ed., Menton, 1867.
- Auger R., Laporte-Cru J., 1982. *Flore du domaine atlantique du Sud-Ouest de la France*. CNDP – Centre Régional de Documentation Pédagogiques, Bordeaux, 516 p.
- Bonnier G. E. M., Douin R. C., 1911-1935. *Flore complète illustrée en couleurs de la France Suisse et Belgique Vol. 10 (1929)*. Librairie Générale de l'Enseignement, Delachaux et Niestlé, E. Orlhac et J. Lebègue (Ed.), Neuchâtel.
- Brickell C. D., 1980. *Colchicum*. In : Tutin T. G., Heywood V. H., Burges N. A., Moore D. M., Valentine D. H., Walters S. M. (éds.), *Flora Europaea. Volume 5 - Alismataceae to Orchidaceae*. Cambridge University Press, Cambridge, 21-25.
- Brotero F. de A., 1804. *Flora Lusitânica, seu plantarum, quae in Lusitania vel sponte crescunt, vel frequentius coluntur, ex florum praesertim sexubus systematice distributarum, synopsis. Pars I*. Olisipone : Ex Typographia Regia, Lisboa (Portugal), 607 p.
- Brotero F. de A., 1827. *Phytographia Lusitaniae selectior, seu novarum, rariorum, et aliarum minus cognitarum stirpium, quae in Lusitania sponte veniunt, ejusdemque florum spectant, descriptiones iconibus illustratae. Tom. II*. Olisipone : Ex Typographia Regia, Lisboa (Portugal), 263 p.

- Camarda I., 1978. Le piante endemiche della Sardegna (*Colchicum gonarei* species nova) 21-23. *Bolletino della Società Sarda di Scienze Naturali* 17, 227-242.
 - Camarda I., 1990. Le Piante Endemiche Della Sardegna (*Colchicum corsicum* Baker.) 198. *Bolletino della Società Sarda di Scienze Naturali* 27, 283-287.
 - Castagne L., 1845. *Catalogue des Plantes qui croissent naturellement aux environs de Marseille*. Nicot et Pardignon (éds.), Aix en Provence, 135 p.
 - Charpin A., Salanon R., 1988. Matériaux pour la flore des Alpes maritimes : catalogue de l'Herbier d'Emile Burnat déposé au Conservatoire botanique de la Ville de Genève, Volume 2 : Rubiaceae – Orchidaceae. Boissiera 41, 123-124.
 - Chassagne M., 1956. *Inventaire analytique de la flore d'Auvergne et contrées limitrophes des départements voisins*. Lechevalier P. (éd.), Paris, 458 p.
 - Coste H., 1901. *Flore descriptive et illustrée de la France de la Corse et des contrées limitrophes, Tome III*. Blanchard A. (éd.), Paris, 8007p.
 - Fernandes A., França F. 1977. Le genre *Colchicum* L. au Portugal. *Boletim da Sociedade Broteriana* 51, 5-36.
 - Fournier P., 1947. *Les quatre flores de France, Corse comprise*. Lechevalier P. (éd.), Paris, 1104 p.
 - Fridlender A., Brown S., Verlaque R., Crosnier M.T., Pech N., 2002. Cytometric determination of genome size in *Colchicum* species (Liliales, Colchicaceae) of the western Mediterranean area. *Plant Cell Reports* 21, 347-352.
 - Fridlender A., 1999a. Une nouvelle espèce corse de colchique : *C. arenasii* sp. nov. (Liliaceae). *Acta Botanica Gallica* 146(2), 157-167.
 - Fridlender A., 1999b. Les colchiques à feuilles hystéranthées du Maroc. I. *Colchicum fharii* Fridlender sp. nov. *Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* 68(9), 251-278.
 - Fridlender A., 1999c. *Originalités biologiques et systématiques des espèces rares. Quelques exemples choisis dans la flore Tyrrhénienne*. Thèse de doctorat, MNHN, Paris, 502 p.
 - Fridlender A., 2009. *Colchicum verlaqueae* Fridlender : un colchique nouveau endémique du littoral sarde. *Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* 78(5-6), 111 – 117.
 - Grenier J. C., Godron D. A., 1855. *Flore de France ou description des plantes qui croissent naturellement en France et en Corse, Volume 3*. Baillièrre, Paris, 779.
 - Guinochet M., Vilmorin R. de., 1978. *Flore de France, Volume 3*. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 380 p.
 - Jeanjean A.F., 1961. Catalogue des plantes vasculaires de la Gironde. *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux* 99, 68.
 - Loret H., 1859. Glanes d'un botaniste avec quelques observations sur des espèces du midi de la France. Douzième partie. *Bulletin de la Société Botanique de France* 6, 459-460.
 - Loret H., Barrandon A., 1876. *Flore de Montpellier, Tome II*. Coulet C. et Delahaye A. (Eds.), Montpellier-Paris, 919 p.
 - Molinier R., 1981. *Catalogue des plantes vasculaires des Bouches du Rhône*. Imprimerie Municipale de Marseille, Marseille, 375 p.
 - Olivier L., Galland J-P., Maurin H., Roux J-P., 1995. *Livre rouge de la flore menacée de France, Tome I : espèces prioritaires*. Collection Patrimoines naturels, Volume 20, Série Patrimoine générique, SPN/IEGB/MNHN, Conservatoire Botanique National de Porquerolles, Ministère de l'Environnement, Paris, 662 p
 - Persson K., 2007. Nomenclatural synopsis of the genus *Colchicum* (Colchicaceae), with some new species and combinations. *Botanische Jahrbücher für Systematik* 127(2), 165-242.
 - Pignatti S., 1982. *Flora d'Italia, Volume 3*. Edagricola, Bologna (Italie), 790 p.
 - Rouy G., 1910. *Flore de France ou description des plantes qui croissent spontanément en France, en Corse et en Alsace-Lorraine - Tome XII*. Société des Sciences Naturelles de la Charente Inférieure, Deyrolle E. (éd.), Paris.
 - Stafleu S.A., Cowan R.S., 1979. *Taxonomic Literature: A selective guide to botanical publications and collections with dates, commentaries and types, Volume 2*. Bohn, Scheltema & Holkema, 991 p.
 - Stefanoff B., 1926. Monographiia na roda *Colchicum* L. *Sbornik na Blgarckata Akademia na Naukit* 22(9), 3-102.
- Annexe : Typification du *Colchicum provinciale* Loret**
Annexe : *C. provinciale* Loret: typification.
- C. provinciale* Loret, Bull. Soc Bot. France (6) :459 (1859)
 Type : France, Cannes, Var, fin mai 1851, Loret s.n. (lectotype désigné ici), P! [P01802148, 2 feuilles,], Isolectotype : feuille, K! [K000464088]. Paralectotype : France, Cannes (Var), octobre 1850, Loret s.n. [P01802148, fleur]. Les fleurs et les feuilles ne se développant pas à la même saison, ces parts d'herbiers sont donc composites (planches constituées de deux récoltes distinctes). C'est la partie feuillée (récolte de printemps) qui est choisie ici comme Type, la fleur étant considérée comme Paralectotype.
 Icon. figure 10.
- Lors de la séance de la Société Botanique de juillet 1859, H. Loret présente une espèce nouvelle originaire de Cannes (Var) récoltée en octobre 1850 (en fleur) et mai 1851 (en fruit). Il précise qu'il a eu des correspondances concernant sa trouvaille avec l'anglais J. Gay, qu'il considère alors comme un spécialiste des colchiques. De fait, dans l'herbier du Royal Botanic Garden de Kew se trouve une part de l'herbier J. Gay sur laquelle sont attachés trois récoltes (K000464088 !, K000464089 !, K000464090 !) qui se veulent sans doute et très logiquement illustrer les trois colchiques décrits du sud de la France au milieu du 19^{ème} siècle :
1. - *C. longifolium* Castagne manifestement envoyé par H. Loret à J. Gay et récolté par Castagne dans

sa localité type « Miramas près Marseille, 24 -10-1859 » ;

2. - ce que J. Gay considère comme étant soit le *C. castrense* décrit par H. de Larambergue dans le proche département du Tarn, soit le *C. longifolium*, qui a été récolté à Saint Jean de Védas le 12 -9-1855 (station montpelliéraine classique) ;
3. - une feuille, un bulbe et une fleur avec une étiquette manuscrite : « *Colchicum* Cannes en Provence, croissant dans un sol fertile qui est sous l'eau une partie de l'année, fleurissant en Mai, feuillé et fructifié en Septembre. Henri Loret », in litt. 18 Nov. 1858. Cette étiquette, sur laquelle J. Gay a rajouté le nom « *longifolium* Loret » et un commentaire en anglais corrigeant la phénologie, correspond exactement aux propos que Henri Loret dit avoir écrit dans son courrier à M. J. Gay : « j'avais indiqué, par un *lapsus calami*, les fleurs en mai et les fruits en octobre » (Loret, 1859). Cette étiquette correspond donc sans ambiguïté à celle qui accompagnait l'échantillon qu'il dit avoir joint à son courrier. Mais, si tel est le cas, celui-ci ne serait pas représentatif de sa nouvelle espèce comme il l'indique lui-même : « n'ayant pu envoyer ma plante à M. Gay dans tous ses états ».

Par ailleurs, dans l'herbier du MNHN de Paris se trouve une part (P01802148!) avec une fleur et deux feuilles en provenance de Cannes, fin mai 1851, qui indique que : « Le bulbe n'est pas tronqué au sommet comme pour le *C. castrense*, ni le style égal aux étamines, la station est différente de celle de *C. longifolium* ». Par ailleurs une note en fin de la description précise : « J'ai détaché une feuille pour M. Gay ». Il n'y a donc guère de doute : H. Loret a conservé un seul échantillon de sa récolte cannoise de mai 1851 dont il a détaché une feuille qui se trouve dans l'herbier de Gay à Kew. L'échantillon présent au MNHN contient donc les deux feuilles d'un individu (de la récolte de mai 1851 citée dans le protologue comme en témoigne l'étiquette manuscrite) et une fleur qui pourrait être celle citée comme ayant été observée en octobre 1850 (mais aucune étiquette ne le mentionne). C'est donc cette récolte (les deux feuilles de la part N° P01802148) que nous avons désignée comme lectotype du *C. provinciale*. Cet individu feuillé cité comme référence lors de la description de sa nouvelle espèce a été coupé en deux par Loret lui-même : deux feuilles sont conservées à Paris ; la troisième (isolectotype) se retrouve dans l'herbier de Kew (K000464088) accompagnée d'un bulbe et d'une fleur (qui correspondent à des récoltes de dates inconnues, possiblement octobre 1850).

Comme il l'écrit lui-même (« n'ayant conservé qu'une très petite quantité d'échantillons, je crois devoir m'abstenir d'en donner une diagnose »), la diagnose de Loret (pages 459 et 460 du Bulletin de la Société Botanique de France (6)1859) reste succincte : « [...] périgone de 20 cm à divisions linéaires 4-5 fois plus courtes que le tube [...] feuilles planes linéaires ou lancéolées linéaires d'environ

20 x 2 cm [...] bulbe presque toujours uniflore, jamais tri-flores [...] feuilles plus étroites [et non] ondulés et étalées à terre [comme le] *C. longifolium* Cast. [...] style dépassent de beaucoup les plus longues étamines [...] capsule petite elliptique [...] sol fertile souvent submergé [...] ».

Cette description s'accorde particulièrement bien à un individu de *C. multiflorum* subsp. *longifolium* qui serait uniflore et à feuilles dressées comme on l'a observé nous même entre les hautes herbes sous une pinède de Cannes où il est rare (figure 8). Les *C. multiflorum* subsp. *longifolium* plus typiques abondent d'ailleurs non loin de là, à Vence ou à Caussol au dessus de Grasse (figure 6), où leurs feuilles sont plaquées ou non au sol selon l'environnement (figure 1). La population que nous avons retrouvée à Cannes, très menacée par l'urbanisation, pousse quant à elle dans un sol assez caillouteux couvert d'une garrigue ombragée par des pins et à proximité d'un ruisseau.

En se basant sur le type et la « description » rien de sérieux ne distingue la plante décrite par Loret de celle de Castagne (qui peut pousser à l'ombre, présenter des feuilles dressées et dont le nombre de fleurs par corne varie suivant le contexte écologique et l'âge de l'individu). Du reste, les plantes que nous avons récoltées à Sulauze près de Miramas (localité type de *C. longifolium*, figure 8) et dans la ville de Cannes au bord d'un ruisseau en milieu pierreux (figure 8 : 2, 3) correspondent à la description de *C. provinciale* de Loret. Les plantes de Cannes apparaissent un peu plus grandes que celle de Miramas, mais ne diffèrent pas quant au nombre de fleurs (jamais plus de 2 par corne) et à leur aspect général (coloration, etc.). Notons que dans les montagnes de Grasse, les fleurs de colchiques sont également en moyenne un peu plus grandes que celles des Bouches-du-Rhône. Cela pourrait correspondre à une différenciation géographique est-ouest mais soulignons que ces populations orientales aux corolles légèrement plus grandes (Var, Alpes maritimes) vivent aussi dans des régions plus arrosées.

Enfin, dans leur Flore de Montpellier, Loret et Barrandon (1876) n'apportent aucune indication complémentaire fiable sur la distinction, pour le moins ambiguë, de ces deux taxons. Ils donnent deux critères distinctifs (*loc. cit.* p. 463) : différence de taille de la corolle (20 cm versus 10 cm) et absence de nervation transversale. Malheureusement, la visibilité des nervures dépend avant tout du pressage et de la conservation des fleurs. Par ailleurs, tant qu'on n'explique pas ce que l'on désigne par longueur du périanthe cette dimension n'a strictement aucune valeur systématique : le tube de la corolle commence sous terre (où il est protégé par une feuille particulière en fourreau nommée cataphylle) à la base du corne et se prolonge à l'air libre (en s'allongeant plus ou moins selon le développement des herbes alentour) ; il se termine par 6 tépales libres. Ainsi, par exemple, une même fleur (dont le corne serait enfoui 8 cm sous terre) pourrait mesurer 20 cm (longueur totale réelle de la fleur !), 12 cm (longueur de la partie aérienne) ou 4 cm (longueur des parties libres des 6 tépales) ! Par ailleurs

très fréquemment dans les herbiers où les diagnoses on se contente de mesurer la fleur cueillie, c'est-à-dire la longueur des tépales libres plus une partie du tube aérien de la corolle (coupé au hasard au dessus du sol) : dans ce cas notre fleur pourrait mesurer ici entre 6 et 10 cm ... Malheureusement, Loret et Barandon (1876) prennent cette valeur (longueur d'une partie de la fleur coupée au hasard) comme élément diagnostique.

Type et description de Loret s'accordent donc bien avec le *C. multiflorum* subsp. *longifolium* et ne correspondent pas aux colchiques des zones humides du Var (Esterel et prolongements nord orientaux des Maures) qui sont multiflores (3-5[7 !] fleurs par corne) et possèdent des feuilles à limbe assez large de 1,8-3,5 [6!] cm. Nous suivons donc ici le traitement adoptés dans les monographies du genre *Colchicum* (Stefanof, 1926; Persson, 2007), qui considèrent que les 3 colchiques décrits dans le sud de la France à Miramas en 1845, dans le Sidobre en 1855 et à Cannes en 1859 sont identiques et donc synonymes.

La plante des Maures et de l'Esterel correspond donc à un colchique pour lequel il n'existait aucun nom valide puisque l'espèce décrite à Cannes ne peut pas s'appliquer à ces plantes dont la localité type et l'écologie seraient pourtant proches. C'est pourquoi nous avons été conduits à créer une épithète nouvelle pour cette sous-espèce.



Figure 9 : *C. multiflorum* Brot. subsp. *longifolium* (Castagne) Fridl. & M. Pignal : Isolectotype (MARS !) accompagnée d'une planche dessinée par L. Castagne. Photo : A. Fridlender.

Figure 9: *C. multiflorum* Brot. subsp. *longifolium* (Castagne) Fridl. & M. Pignal: isolectotype (MARS !) with the original Louis Castagne drawing. Pictures: A. Fridlender.

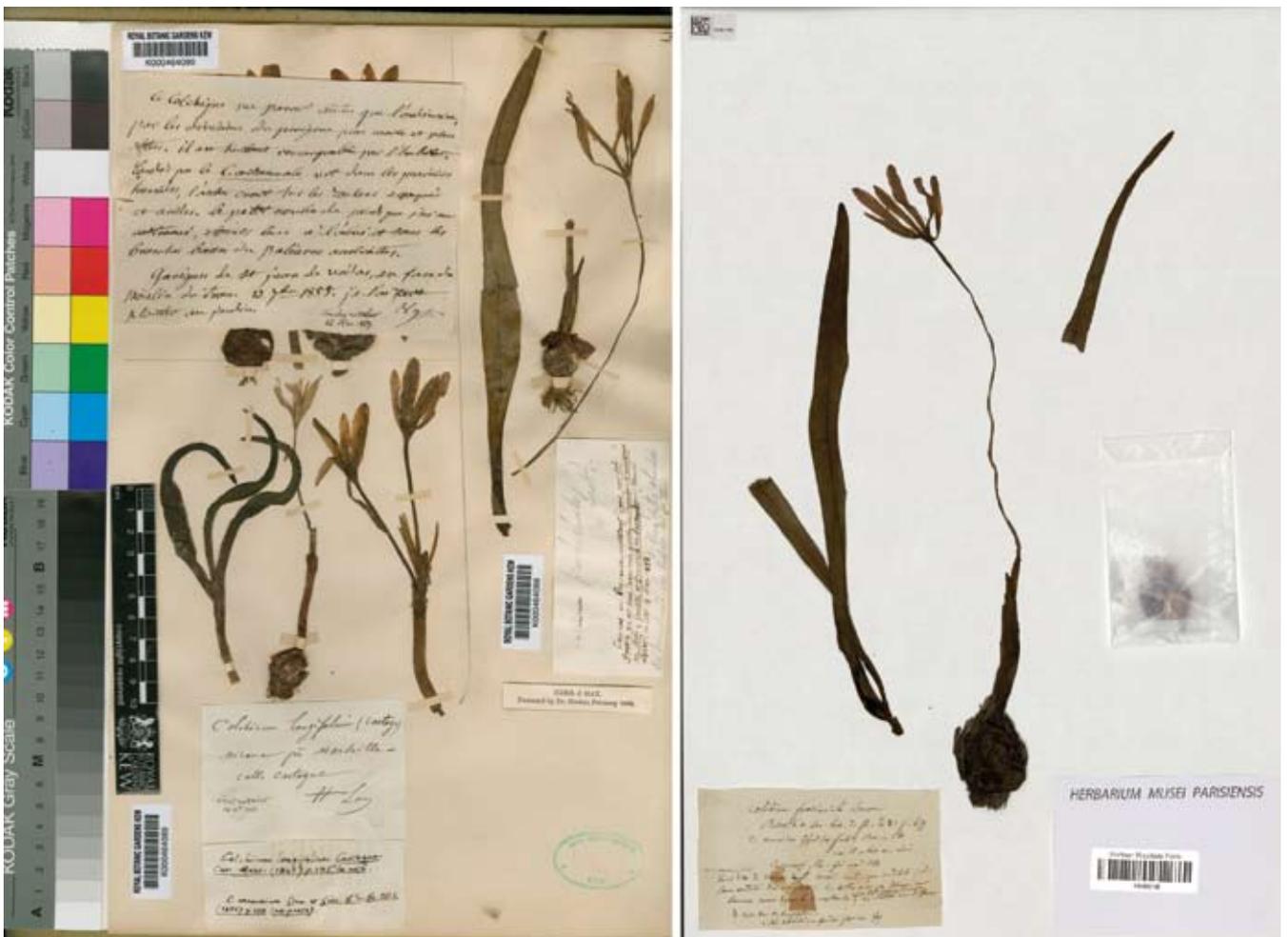


Figure 10 : *C. provinciale* Loret : lectotype (P !) et isolectotype (K). Photos : P, K.
 Figure 10 : *C. provinciale* Loret : lectotype (P !) and isolectotype (K). Pictures: P, K.

Faune



Liste actualisée (2000 - 2013) des mammifères de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

Updated (2000 - 2013) list of the Mammals of the Provence-Alpes-Côte d'Azur Region (France)

Patrick Bayle¹, Françoise Poitevin², Emmanuel Cosson³ et Frank Dhermain⁴

¹ 118, rue Liandier, 13008 Marseille

pbayle@mairie-marseille.fr

² Laboratoire Biogéographie et
Ecologie des Vertébrés (EPHE), CEFE
CNRS UMR 5175
1919 route de Mende, 34293
Montpellier cedex 5

francoise.poitevin@cefe.cnrs.fr

³ Groupe Chiroptères de Provence
rue Villeneuve
04230 Saint-Etienne-les-Orgues

gcp@gcprovence.org

⁴ Groupe d'Etude des Cétacés de
Méditerranée, Clinique Vétérinaire
13 bd du Redon Chloris A
13009 Marseille

contact@gecem.org

RESUME

La liste des mammifères de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur constitue un état des lieux des connaissances actuelles sur la faune mammalienne. Elle compte 104 espèces de mammifères et comprend les répartitions départementales, les protections nationales, européennes et internationales ainsi que les statuts de conservation de chaque espèce.

MOTS CLES :

Mammifères, région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

SUMMARY

The list of Mammals living in the Provence-Alpes-Côte d'Azur Region constitutes an inventory of up-to-date knowledge on the mammalian fauna. It contains 104 Mammal species and includes their regional distribution, a list of the relevant national, European, and international protection laws, as well as the conservation statuses of each species.

KEY WORDS :

Mammals, Provence-Alpes-Côte d'Azur Region

Depuis les travaux précurseurs des années 1970 - 1980, notamment l'article général de Cheylan (1979) sur la répartition des mammifères en Provence, l'Atlas des mammifères de France (Fayard, 1984) ou encore l'étude d'Orsini (1990) sur les micromammifères du Mercantour, de nombreuses données ont été rassemblées par les naturalistes locaux sur la présence et la distribution des différentes espèces de mammifères dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA). Par ailleurs, des recherches ont été menées par des spécialistes sur plusieurs groupes d'espèces (notamment parmi les insectivores et les rongeurs), du matériel conservé ayant été soumis à des analyses génétiques ou morphométriques poussées. Ces travaux ont permis de réviser le statut taxonomique de plusieurs espèces. Ainsi, petit à petit, les connaissances sur le cortège mammalien de la région se précisent. Cependant, à ce jour, seuls quelques bilans ont été dressés sur des secteurs géographiques délimités (par exemple Haut-Dauphiné - Parc national des Ecrins et CRAVE, 1995 ou Camargue - Poitevin *et al.*, 2010), mais aucune synthèse récente n'a été effectuée au niveau régional.

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) présente pourtant une grande richesse mammalogique, avec plus d'une centaine d'espèces (soit le nombre le plus élevé pour une région administrative en France métropolitaine), dont certaines sont peu, voire pas, représentées dans le reste du pays. Outre la grande superficie de la région, cette richesse s'explique principalement par sa localisation, son gradient altitudinal et la diversité des zones biogéographiques représentées -des côtes provençales aux sommets alpins, et, bien sûr, par la présence de la Méditerranée.

Les observations de mammifères en PACA sont régulièrement collectées depuis les années 1980, numérisées et géo-référencées depuis 1995. La liste proposée ici correspond cependant à l'état des connaissances en ce début du XXI^e siècle et ne prend en compte que les espèces qui ont été contactées au moins une fois dans la région depuis l'année 2000.

Suivant les groupes d'espèces, les sources de données sont différentes. Pour les petits mammifères, insectivores et rongeurs, une part importante de la distribution de ces espèces provient de l'analyse de pelotes de rejection de rapaces nocturnes, principalement de Grand-duc d'Europe *Bubo bubo* (Linnaeus, 1758), d'Effraie des clochers *Tyto alba* (Scopoli, 1769), de Chouette hulotte *Strix aluco* Linnaeus, 1758 ... Ce sont plus de 2 000 analyses qui ont été réalisées et plus de 200 000 proies mammaliennes identifiées. Pour les autres groupes de mammifères, ce sont les observations de tout le réseau naturaliste qui ont été utilisées. Pour les ongulés, les auteurs se sont par ailleurs appuyés sur les études et les suivis régulièrement mis à jour et publiés par l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (Corti, 2012). Il en est de même pour les grands prédateurs, Loup *Canis lupus* Linnaeus, 1758 et Lynx boréal *Lynx lynx* (Linnaeus, 1758), pour le Castor d'Eurasie *Castor fiber* Linnaeus, 1758 et la Marmotte des Alpes *Marmota marmota*

(Linnaeus, 1758) dont les populations font l'objet de suivis. La veille bibliographique assurée permet d'actualiser les connaissances. Ces dernières années, du fait de la mise en place du réseau Natura 2000 en application de la directive européenne « Habitats » ou de la réactualisation des ZNIEFF : Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique, des inventaires ont été menés dont nous avons tenu compte pour les espèces patrimoniales.

Cent quatre espèces de mammifères, se répartissant dans huit ordres, ont été observées au moins une fois en PACA pendant la période considérée (2000 - 2013). Leur distribution par département est présentée dans le tableau 1. Les différents statuts de chaque espèce, tant du point de vue de la protection réglementaire que de l'état de conservation des populations ou encore en tant qu'indicateurs patrimoniaux, figurent dans le tableau 2.

En comparant la liste actuelle que nous avons dressée avec celle qui peut être établie à partir des données figurant dans l'Atlas des mammifères de France (Fayard, *op. cit.*), nous pouvons comparer le cortège mammalien de PACA à 30 ans d'intervalle (tableau 3). Les observations collectées dans cet ouvrage couvrent une longue période (1950-1984) et font état de 84 - 85 espèces en PACA, l'incertitude portant sur la Musaraigne couronnée *Sorex coronatus* Millet, 1828, dont la répartition était alors mal connue. Il convient de noter qu'au moment de la publication en 1984, au moins une espèce, le Rhinolophe de Mehely *Rhinolophus mehelyi* Matschie, 1901, avait certainement disparu de la région depuis longtemps. Par ailleurs, il existe une très grande incertitude (liée très certainement à des erreurs d'identification) sur la présence effective à l'époque en PACA de deux autres espèces, le Campagnol terrestre *Arvicola terrestris* (Linnaeus, 1758), aujourd'hui renommé Campagnol fouisseur *Arvicola scherman* (Shaw, 1801), et le Chat forestier *Felis silvestris* Schreber, 1775. Ce sont donc en fait 81 - 82 espèces qui étaient connues il y a 30 ans en PACA. La communauté mammalienne de la région se serait donc enrichie depuis de plus de 20 espèces.

En fait cet accroissement du nombre d'espèces résulte avant tout des connaissances acquises ces dernières années sur certains groupes taxonomiques et les espèces qui les composent. C'est le cas notamment des chiroptères (30 espèces connues aujourd'hui en PACA contre 19 en 1984), grâce à l'important travail de terrain effectué par l'association naturaliste qui leur est dédiée, le Groupe Chiroptères de Provence (GCP).

Une autre raison de cette augmentation de la richesse spécifique mammalienne de la région est la découverte de nouvelles espèces, en raison notamment des progrès de la génétique. C'est ainsi que, ces dernières années, la présence d'au moins cinq taxons nouvellement décrits a été mise en évidence en PACA : la Musaraigne du Valais *Sorex antinorii* Bonaparte, 1840, le Mulot alpestre *Apodemus alpicola* Heinrich, 1952, le Murin d'Alcathoe *Myotis alcathoe* Helversen et Heller, 2001, la Pipistrelle pygmée *Pipistrellus*

pygmaeus (Leach, 1825) et l'Oreillard montagnard *Plecotus macbullaris* Kuzjakin, 1965. Pour les chiroptères, de nouvelles découvertes sont à venir avec, par exemple, le Murin de Natterer *Myotis nattereri* (Kuhl, 1817) qui est en réalité formé par deux espèces cryptiques dont la répartition n'est pas encore connue (Puechmaille et al., 2012).

Quelques espèces montrent une augmentation de leur aire de répartition. C'est le cas de la Genette commune *Genetta genetta* (Linnaeus, 1758), dont de rares noyaux de populations étaient connus de longue date en Provence, mais qui a colonisé l'ensemble de PACA à partir des années 1990 (Gaubert et al., 2008). Le Campagnol fouisseur, quant à lui, s'est implanté dans l'extrême nord-ouest de la région (secteur du col du Lautaret) en 1998, suite à la progression des populations issues de l'Isère (Boudin, 2008).

Il ne faut pas oublier que, depuis le début du XX^e siècle, pas moins d'une dizaine d'espèces de mammifères a été introduite en PACA, volontairement ou par accident. Certaines sont acclimatées dans la région depuis longtemps, tels le Ragondin *Myocastor coypus* (Molina, 1782) (Bayle in Poitevin et al., 2010) ou le Mouflon méditerranéen *Ovis gmelinii* Blyth, 1841. Au contraire, d'autres, comme le Lapin de Floride *Sylvilagus floridanus* (J.A. Allen, 1890) (cité par Fayard, op. cit.) n'ont pas réussi à se maintenir. Les espèces restantes sont des acquisitions récentes de la faune provençale, postérieures à la publication de l'Atlas des mammifères de France en 1984, tels le Lièvre ibérique *Lepus granatensis* Rosenhauer, 1856, l'Ecureuil à ventre rouge *Callosciurus erythraeus* (Pallas, 1779) ou même le Rat musqué *Ondatra zibethicus* (Linnaeus, 1766). Ces taxons sont aujourd'hui durablement acclimatés en PACA alors que d'autres, tels le Vison d'Amérique *Mustela vison* Schreber, 1777, le Raton-laveur commun *Procyon lotor* (Linnaeus, 1758) ou encore le Cerf sika *Cervus nippon* Temminck, 1838 sont peut-être en train de s'implanter. Aucun chiroptère ni cétacé n'a été introduit par l'Homme en PACA, ni fait l'objet de renforcement de population par élevage.

Notons enfin que, si, parmi les « moyens et grands mammifères » de la région, l'Ours brun *Ursus arctos* Linnaeus, 1758, le Phoque-moine de Méditerranée *Monachus monachus* (Hermann, 1779) et probablement le Chat forestier *Felis silvestris* ont disparu de PACA au XX^e siècle par l'action de l'homme, d'autres espèces, après avoir été éliminées pendant la même période, sont revenues dans la région. Ce retour s'est effectué, soit spontanément dans le cas du Loup et de la Loutre d'Europe *Lutra lutra* Linnaeus, 1758, soit à partir de populations réintroduites dans des régions périphériques (anciennement pour le Bouquetin des Alpes *Capra ibex* Linnaeus, 1758 ou récemment pour le Lynx boréal *Lynx lynx*).

En ce qui concerne les cétacés, au total, 16 espèces ont été inventoriées sur le littoral provençal depuis le XIX^e siècle, mais les prospections en mer et identifications d'animaux échoués menées ces dernières années par le Groupe d'Etude des Cétacés de Méditerranée (GECEM) et d'autres groupes n'ont permis de contacter que 10 espèces dans la

période considérée dans le présent inventaire. Les espèces qui, en ce début du XXI^e siècle « manquent à l'appel », sont :

- l'Orque *Orcinus orca* (Linnaeus, 1758) (très peu de mentions fiables, capture au XIX^e siècle au large de Monaco, observation vers Toulon à la fin du XX^e siècle),
- le Pseudorque *Pseudorca crassidens* (Owen, 1846) (deux mentions d'échouage au milieu du XX^e siècle),
- l'Hypérodon boréal *Hyperoodon ampullatus* (Forster, 1770) (unique mention d'échouage au XIX^e siècle),
- le Sténo à rostre étroit *Steno bredanensis* (G. Cuvier in Lesson, 1828) (trois échouages, à la fin du XIX^e siècle, en 1926 et en 1970),
- le Mésoplodon de Sowerby *Mesoplodon bidens* (Sowerby, 1804) (échouage simultanée de deux individus aux îles de Lérins en 1996, unique mention en Méditerranée),
- le Rorqual de Rudolphi *Balaenoptera borealis* Lesson, 1828 (une seule observation en 1987 dans le Var).

On voit donc à travers cette rapide évocation que la région PACA est particulièrement riche en mammifères puisqu'on n'y dénombre pas moins de 104 espèces, tous groupes taxonomiques confondus, parmi les 152 que compte la France métropolitaine, dont 115 continentales et 37 marines, (Galindo, 2009). La région est d'ailleurs la seule de France où on peut rencontrer deux espèces de mammifères : la Taupe aveugle *Talpa caeca* Savi, 1822 et le Campagnol de Savi *Microtus savii* (de Selys-Longchamps, 1838), endémiques de la péninsule italique, qui se trouvent en limite d'aire de répartition près de la frontière italienne. C'est également un lieu qui a servi de refuge pour d'autres, notamment le Castor d'Eurasie *Castor fiber* Linnaeus, 1758.

Mais c'est avant tout un territoire profondément et constamment modelé et modifié par l'homme et ses activités, dans lequel la nature est soumise à des contraintes importantes et sans cesse renouvelées qui expliquent certainement en grande partie les modifications importantes et rapides de la communauté mammalienne que nous avons tentées de décrire. Certaines de ces pressions anthropiques peuvent avoir un effet bénéfique pour quelques espèces et permettre leur implantation ou l'augmentation de leurs effectifs (il suffit de penser au Sanglier *Sus scrofa* Linnaeus, 1758, totalement hybridé et dont il n'existerait plus de souche sauvage...). Mais n'oublions pas que d'autres espèces voient leurs habitats et leurs conditions de vie se dégrader, avec pour conséquence une régression de leurs populations : c'est le cas notamment du Lapin de garenne *Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus, 1758), pourtant considéré comme espèce clé-de-voûte des communautés de vertébrés terrestres du bassin méditerranéen occidental, ou bien des chiroptères cavernicoles qui ont subi un véritable effondrement dès les années 1970.

Si ce début de XXI^e siècle montre une assez bonne connaissance du peuplement mammalien de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, cela ne doit pas occulter le fait que notre compréhension des répartitions et des écologies régionales reste souvent insuffisante, notamment pour certaines espèces rares et menacées.

Tableau 1 : Distribution des mammifères dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur - Distribution of the Mammals present in the Provence-Alpes-Côte d'Azur region

Nom scientifique	Nom français	Présence en région PACA	Répartition départementale					Commentaires	
			04	05	06	13	83		84
<i>Erinaceus europaeus</i> Linnaeus, 1758	Hérisson d'Europe	X	X	X	X	X	X	X	répandu à basse et moyenne altitudes
<i>Sorex araneus</i> Linnaeus, 1758	Musaraigne carrellet	X	X	?					évite la région méditerranéenne ; identification par analyse génétique, encore assez peu d'animaux séquencés
<i>Sorex antinorii</i> Bonaparte, 1840	Musaraigne du Valais	X	X	X					évite la région méditerranéenne ; identification par analyse génétique, encore assez peu d'animaux séquencés
<i>Sorex coronatus</i> Millet, 1828	Musaraigne couronnée	A rechercher						X	évite la région méditerranéenne ; identification par analyse génétique, encore assez peu d'animaux séquencés
<i>Sorex minutus</i> Linnaeus, 1766	Musaraigne pygmée	X	X	X				?	évite la région méditerranéenne
<i>Neomys anomalus</i> Cabrera, 1907	Crossope de Miller	X	X	X	X	?		?	rare et localisée, (étude génétique en cours)
<i>Neomys fodiens</i> (Pennant, 1771)	Crossope aquatique	X	X	X	?	?		?	rare et localisée, (étude génétique en cours)
<i>Crocidura leucodon</i> (Hermann, 1780)	Crocidure bicolore	X	X	X			(X)		espèce de la zone de montagne ; une seule station connue en 83
<i>Crocidura russula</i> (Hermann, 1780)	Crocidure musette	X	X	X	X	X	X	X	répandue à basse altitude ; quelques stations en 05 et 06
<i>Crocidura suaveolens</i> (Pallas, 1811)	Crocidure des jardins	X	(X)	(X)	X	X	X	X	répandue à basse et moyenne altitudes ; quelques stations dans le 05
<i>Suncus etruscus</i> (Savi, 1822)	Pachyure étrusque	X	(X)	X	X	X	X	X	répandue jusqu'à ca. 1000 m d'altitude ; très rare en 05
<i>Talpa caeca</i> Savi, 1822	Taupe aveugle	X		(X)					très localisée en 06
<i>Talpa europaea</i> Linnaeus, 1758	Taupe d'Europe	X	X	X	X	X	X	X	répandue
<i>Lepus europaeus</i> (Pallas, 1778)	Lièvre d'Europe	X	X	X	X	X	X	X	répandu
<i>Lepus granatensis</i> Rosenhauer, 1856	Lièvre ibérique	Acclimaté durablement			(X)				introduit en Crau depuis les années 1980 ; acclimaté
<i>Lepus timidus</i> Linnaeus, 1758	Lièvre variable	X	X	X					occupe les Alpes internes

Nom scientifique	Nom français	Présence en région PACA	Répartition départementale					Commentaires	
			04	05	06	13	83		84
<i>Oryctolagus cuniculus</i> (Linnaeus, 1758)	Lapin de garenne	X	X	X	X	X	X	X	répandu mais en régression
<i>Sciurus vulgaris</i> Linnaeus, 1758	Ecureuil roux	X	X	X	X	X	X	X	commun
<i>Callosciurus erythraeus</i> (Pallas, 1779)	Ecureuil à ventre rouge	Acclimaté durablement		(X)					introduit en 06 ; localisé
<i>Marmota marmota</i> (Linnaeus, 1758)	Marmotte des Alpes	X	X	X					répandue dans la zone de montagne
<i>Castor fiber</i> Linnaeus, 1758	Castor d'Eurasie	X	(X)		X	(X)	X	X	présent dans le Rhône et ses principaux affluents ; à partir du bassin de la Durance, pénètre en 05 et en 83 par le Verdon.
<i>Clethrionomys glareolus</i> (Schreber, 1780)	Campagnol roussâtre	X	X	X		X	X	X	répandu ; évite la région méditerranéenne
<i>Arvicola sapidus</i> Miller, 1908	Campagnol amphibie	X	X	(X)	X		X	X	peu commun ; localisé en 06 où il atteint sa limite orientale
<i>Arvicola schermani</i> Shaw, 1801	Campagnol fouisseur	X	(X)						limité au secteur nord, vallée de la Grave, a franchi le col du Lautaret en 2009
<i>Ondatra zibethicus</i> (Linnaeus, 1766)	Rat musqué	Acclimaté durablement	X			X		X	peu commun ; a colonisé la Durance à partir du Rhône
<i>Microtus agrestis</i> (Linnaeus, 1761)	Campagnol agreste	X	X		X		X	X	commun ; atteint sa limite orientale, absent de l'est du 13
<i>Microtus arvalis</i> (Pallas, 1778)	Campagnol des champs	X	X	X					répandu dans les Alpes internes, au-dessus de 1300 m
<i>Microtus duodecimcostatus</i> (de Selys-Longchamps, 1839)	Campagnol provençal	X	X	X	X		X	X	commun ; espèce méditerranéenne
<i>Microtus multiplex</i> (Fatio, 1905)	Campagnol de Fatio	X	X	X					commun ; espèce alpine
<i>Microtus savii</i> (de Selys-Longchamps, 1838)	Campagnol de Savi	X		(X)					localisé à la vallée frontalière avec l'Italie
<i>Chionomys nivialis</i> (Martins, 1842)	Campagnol des neiges	X	X	X	X		X	X	répandu ; espèce inféodée au milieu rocheux (éboulis)
<i>Micromys minutus</i> (Pallas, 1771)	Rat des moissons	X			X		X	X	très localisé, à rechercher dans les zones humides

Nom scientifique	Nom français	Présence en région PACA	Répartition départementale						Commentaires
			04	05	06	13	83	84	
<i>Apodemus alpicola</i> Heinrich, 1952	Mulot alpestre	X	?	X	?				espèce montagnarde ; identification par analyse génétique, encore assez peu d'animaux séquencés
<i>Apodemus flavicollis</i> (Melchior, 1834)	Mulot à collier	X	X	X	X			X	répartition alpine sauf dans le nord 84 ; identification délicate
<i>Apodemus sylvaticus</i> (Linnaeus, 1758)	Mulot sylvestre	X	X	X	X			X	commun
<i>Rattus norvegicus</i> (Berkenhout, 1769)	Rat surmulot	X	X	X	X			X	répandu en plaine, absent en montagne
<i>Rattus rattus</i> (Linnaeus, 1758)	Rat noir	X	X	X	X			X	répandu en plaine et en moyenne montagne
<i>Mus musculus</i> Linnaeus, 1758	Souris grise	X	X	X	X			X	répandue en plaine ; anthropophile ailleurs
<i>Mus spretus</i> Lataste 1883	Souris à queue courte	X	X		X			X	répandue ; espèce méditerranéenne qui atteint sa limite orientale à l'est du 83
<i>Glis glis</i> (Linnaeus, 1766)	Loir gris	X	X	X	X			X	répandu ; absent des zones littorales, de Camargue et de Crau
<i>Muscardinus avellanarius</i> (Linnaeus, 1758)	Muscardin	X	X	X					répandu dans la zone de montagne et en 83 ; non détecté en 13 et en 84
<i>Eliomys quercinus</i> (Linnaeus, 1766)	Lérot	X	X	X	X			X	répandu ; en déclin en Camargue
<i>Myocastor coypus</i> (Molina, 1782)	Ragondin	Acclimaté durablement	X			X		X	répandu dans les zones humides
<i>Canis lupus</i> Linnaeus, 1758	Loup gris	X	X	X	X			X	recolonisation en cours ; quelques observations dans le 13, le 83 et le 84
<i>Vulpes vulpes</i> (Linnaeus, 1758)	Renard roux	X	X	X	X			X	commun
<i>Mustela erminea</i> Linnaeus, 1758	Hermine	X	X	X					espèce alpine
<i>Mustela nivalis</i> Linnaeus, 1766	Belette d'Europe	X	X	X	X			X	en régression
<i>Mustela putorius</i> Linnaeus, 1758	Putois d'Europe	X	X	X	X			X	présent en plaine ; relativement rare, atteint sa limite orientale en limite du 83

Nom scientifique	Nom français	Présence en région PACA	Répartition départementale					Commentaires
			04	05	06	13	83	
<i>Mustela vison</i> Schreber, 1777	Vison d'Amérique	Acclimatisé durablement ?			(X)			quelques observations en Camargue
<i>Martes foina</i> (Erxleben, 1777)	Fouine	X	X	X	X	X	X	répandue
<i>Martes martes</i> (Linnaeus, 1758)	Martre des pins	X	X	X	X		(X)	espèce alpine ; quelques observations en Camargue
<i>Meles meles</i> (Linnaeus, 1758)	Blaireau européen	X	X	X	X	X	X	répandu
<i>Lutra lutra</i> (Linnaeus, 1758)	Loutre d'Europe	X			(X)		(X)	recolonisation en cours par la vallée du Rhône ; premiers individus en Camargue en 2012
<i>Genetta genetta</i> (Linnaeus, 1758)	Genette commune	X	X	X	X	X	X	en expansion
<i>Lynx lynx</i> (Linnaeus, 1758)	Lynx boréal	A rechercher	?	(X)			?	recolonisation en cours, quelques rares observations
<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	Raton-laveur commun	Acclimatisé durablement ?				(X)		quelques observations d'individus isolés, notamment en Camargue
<i>Sus scrofa</i> Linnaeus, 1758	Sanglier	X	X	X	X	X	X	très commun
<i>Cervus elaphus</i> Linnaeus, 1758	Cerf élaphe	X	X	X		X	X	assez répandu ; très localisé en 83
<i>Cervus nippon</i> Temminck, 1838	Cerf sika	Acclimatisé durablement ?				(X)	(X)	une petite population en limite des 13 et 83
<i>Dama dama</i> (Linnaeus, 1758)	Daim	Acclimatisé durablement	X			(X)	(X)	5 petites populations
<i>Capreolus capreolus</i> (Linnaeus, 1758)	Chevreuil européen	X	X	X	X	X	X	répandu
<i>Rupicapra rupicapra</i> (Linnaeus, 1758)	Chamois	X	X	X	(X)	(X)	X	répandu en montagne ; localisée en 13 et 83
<i>Capra ibex</i> Linnaeus, 1758	Bouquetin des Alpes	X	X	X				une dizaine de populations dont 75 % sont au-dessus de 2000 m d'alt.
<i>Ovis gmelinii</i> Blyth, 1841	Mouflon méditerranéen	Acclimatisé durablement	X	X	X	(X)	(X)	introduit dans les années 1950 et très localisé en 13 et 83 ; une population de Mouflon de Corse dans le 04.

Nom scientifique	Nom français	Présence en région PACA	Répartition départementale						Commentaires
			04	05	06	13	83	84	
<i>Rhinolophus euryale</i> Blasius, 1853	Rhinolophe euryale	X	X	X	X	(X)	X		très rare et localisé avec une population régionale de quelques centaines d'animaux proche de l'extinction
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (Schreber, 1774)	Grand Rhinolophe	X	X	X	X	X	X	X	répartition localisée en plaines et collines par noyaux dont certains semblent en déclin ; rare ou absent en altitude
<i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800)	Petit Rhinolophe	X	X	X	(X)	X	X	X	répandu en plaines et collines, localement commun ; en déclin marqué dans 13 (presque éteint), 83 et 84
<i>Myotis alcathoe</i> Helversen & Heller, 2001	Murin d'Alcathoe	X	X	X					espèce rare des forêts montagnardes
<i>Myotis bechsteinii</i> (Kuhl, 1817)	Murin de Bechstein	X	X	X	X	X	X	X	rare et localisé partout
<i>Myotis blythii</i> (Tomes, 1857)	Petit Murin	X	X	X	X	X	X	X	répandu, peu abondant
<i>Myotis brandtii</i> (Eversmann, 1845)	Murin de Brandt	X	X	X					espèce rare des forêts montagnardes
<i>Myotis capaccinii</i> (Bonaparte, 1837)	Murin de Capaccini	X	X	X	X	X	X	X	espèce localisée et rare des lacs et cours d'eau de collines méditerranéennes avec environ 5000 individus en 5 populations
<i>Myotis daubentonii</i> (Kuhl, 1817)	Murin de Daubenton	X	X	X	X	X	X	X	répandu
<i>Myotis emarginatus</i> (E. Geoffroy, 1806)	Murin à oreilles échancrées	X	X	X	X	X	X	X	espèce répandue peu abondante des plaines et collines
<i>Myotis myotis</i> (Borkhausen, 1797)	Grand Murin	X	X	X	X	X	X	X	répandu mais semble rare
<i>Myotis mystacinus</i> (Kuhl, 1817)	Murin à moustaches	X	X	X	(X)	(X)	(X)	(X)	espèce commune des forêts montagnardes mais localement rare dans les reliefs des Alpes du Sud ; semble absente de la zone méditerranéenne
<i>Myotis nattereri</i> (Kuhl, 1817)	Murin de Natterer	X	X	X	X	X	X	X	répandu
<i>Pipistrellus kuhlii</i> (Kuhl, 1817)	Pipistrelle de Kuhl	X	X	X	X	X	X	X	commune partout
<i>Pipistrellus nathusii</i> (Keyserling & Blasius, 1839)	Pipistrelle de Nathusius	X	X	X	X	X	X	X	répandue mais rare sauf dans les zones humides méditerranéennes
<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	Pipistrelle commune	X	X	X	X	X	X	X	commune en montagne et collines, moins abondante en plaines méditerranéennes

Nom scientifique	Nom français	Présence en région PACA	Répartition départementale						Commentaires
			04	05	06	13	83	84	
<i>Pipistellus pygmaeus</i> (Leach, 1825)	Pipistrelle pygmée	X	X	X	X	X	X	X	répandue en boisements humides de plaine, notamment en Camargue
<i>Hypsugo savii</i> (Bonaparte, 1837)	Vespère de Savi	X	X	X	X	X	X	X	répandue, peu commune
<i>Nyctalus lasiopterus</i> (Schreber, 1780)	Grande Noctule	X	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	très rare au statut inconnu
<i>Nyctalus leisleri</i> (Kuhl, 1817)	Noctule de Leisler	X	X	X	X	X	X	X	répandue, mais peu commune
<i>Nyctalus noctula</i> (Schreber, 1774)	Noctule commune	X	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	rare et localisée, peut-être résidente dans les gorges du Verdon
<i>Eptesicus nilssonii</i> (Keyserling & Blasius, 1839)	Sérotine de Nilson	X	X	X	X	X	X	X	espèce boréale montagnarde rare et localisée
<i>Eptesicus serotinus</i> (Schreber, 1774)	Sérotine commune	X	X	X	X	X	X	X	répandue, peu commune
<i>Vespertilio murinus</i> Linnaeus, 1758	Sérotine bicolore	X	X	X	X	X	X	X	espèce boréale, montagnarde rare et localisée
<i>Barbastella barbastellus</i> (Schreber, 1774)	Barbastelle d'Europe	X	X	X	(X)	X	(X)	(X)	espèce très rare ou absente des plaines méditerranéennes; plus régulière mais rare à peu commune dans les boisements montagnards
<i>Plecotus auritus</i> (Linnaeus, 1758)	Oreillard roux	X	X	X	(X)	(X)	(X)	(X)	espèce des forêts de montagne alpines et préalpines
<i>Plecotus austriacus</i> (J. Fischer, 1829)	Oreillard gris	X	X	X	X	X	X	X	répandue et commune, notamment en zone méditerranéenne
<i>Plecotus macrobullaris</i> Kuzjakin, 1965	Oreillard montagnard	X	X	X	(X)	(X)	(X)	(X)	répandue et peu commune en montagne, rare en zone méditerranéenne
<i>Miniopterus schreibersii</i> (Kuhl, 1817)	Minioptère de Schreibers	X	(X)	X	X	X	X	X	répandue en plaine, peu commune ou rare en montagne
<i>Tadarida teniotis</i> (Rafinesque, 1814)	Molosse de Cestoni	X	X	X	X	X	X	X	répandue mais semble peu fréquent

Nom scientifique	Nom français	Présence en région PACA	Répartition départementale						Commentaires
			04	05	06	13	83	84	
<i>Delphinus delphis</i> Linnaeus, 1758	Dauphin commun	X			X	X	X		très rare sur le littoral continental depuis la fin du XX ^e siècle
<i>Stenella coeruleoalba</i> (Meyen, 1833)	Dauphin bleu et blanc	X			X	X	X		abondant partout, populations relativement côtières en certains points présentant des fonds importants côtoient des populations pélagiques plus uniformément distribuées,
<i>Tursiops truncatus</i> (Montagu, 1821)	Grand Dauphin	X			X	X	X		en forte augmentation depuis le début du XXI ^e siècle sur le littoral continental, principalement sur des fonds de moins de 200 m
<i>Grampus griseus</i> (G. Cuvier, 1812)	Dauphin de Risso	X			X	X	X		fréquente essentiellement le talus continental
<i>Globicephala melas</i> (Traill, 1809)	Globicéphale noir	X			X	X	X		essentiellement l'été, au large
<i>Ziphius cavirostris</i> G. Cuvier, 1823	Ziphius	X			X	X	X		rarement observé, 16 échouages connus, essentiellement dans le Var
<i>Physeter catodon</i> Linnaeus, 1758	Cachalot	X			X	X	X		commun, fréquente essentiellement le talus continental, pratiquement absent en hiver
<i>Balaenoptera acutorostrata</i> Lacépède, 1804	Petit Rorqual	X				X	X		quelques observations en mer près des côtes, 6 échouages connus
<i>Balaenoptera physalus</i> (Linnaeus, 1758)	Rorqual commun	X			X	X	X		commun au large
<i>Megaptera novaeangliae</i> (Borowski, 1781)	Mégaptère	X			X	X	X		deux échouages récents, et augmentation des observations en mer

Tableau 2 : Les différents statuts de protection nationaux, européens et internationaux des mammifères de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur - The different statuses at national, European and international levels of the Mammals present in the Provence-Alpes-Côte-d'Azur region

Nom scientifique	Nom français	1. Statut de protection en France	Textes réglementaires internationaux				Statut de conservation (Union Internationale pour la Conservation de la Nature)		8. ZNIEFF PACA	9. SCAP	10. TVB PACA
			2. Directive Habitats-Faune-Flore	3. Convention Berne	4. Convention de Bonn	5. Convention CITES	6. Liste Rouge France	7. Liste Rouge mondiale			
<i>Erinaceus europaeus</i> Linnaeus, 1758	Hérisson d'Europe	Tp		III			LC	LC			
<i>Sorex araneus</i> Linnaeus, 1758	Musaraigne carrellet			III			DD	LC			
<i>Sorex antinorii</i> Bonaparte, 1840	Musaraigne du Valais			III			DD	DD	R		
<i>Sorex coronatus</i> Millet, 1828	Musaraigne couronnée			III			LC	LC			
<i>Sorex minutus</i> Linnaeus, 1766	Musaraigne pygmée			III			LC	LC			
<i>Neomys anomalus</i> Cabrera, 1907	Crossope de Miller	Tp		III			LC	LC	D	X	
<i>Neomys fodiens</i> (Pennant, 1771)	Crossope aquatique	Tp		III			LC	LC			
<i>Crocidura leucodon</i> (Hermann, 1780)	Crocidure bicolore			III			LC	LC	R		
<i>Crocidura russula</i> (Hermann, 1780)	Crocidure musette			III			LC	LC			
<i>Crocidura suaveolens</i> (Pallas, 1811)	Crocidure des jardins			III			NT	LC			
<i>Suncus etruscus</i> (Savi, 1822)	Pachyure étrusque			III			LC	LC			
<i>Talpa caeca</i> Savi, 1822	Taupe aveugle						NA(b)	LC	D		
<i>Talpa europaea</i> Linnaeus, 1758	Taupe d'Europe						LC	LC			
<i>Lepus europaeus</i> (Pallas, 1778)	Lièvre d'Europe			III			LC	LC			
<i>Lepus granatensis</i> Rosenhauer, 1856	Lièvre ibérique						NA(a)	LC			
<i>Lepus timidus</i> Linnaeus, 1758	Lièvre variable			III			NT	LC	R	X	
<i>Oryctolagus cuniculus</i> (Linnaeus, 1758)	Lapin de garenne						NT	NT			
<i>Sciurus vulgaris</i> Linnaeus, 1758	Ecureuil roux	Tp		III			LC	LC			
<i>Callosciurus erythraeus</i> (Pallas, 1779)	Ecureuil à ventre rouge						NA(a)	LC			

Nom scientifique	Nom français	1. Statut de protection en France	Textes réglementaires internationaux				Statut de conservation (Union Internationale pour la Conservation de la Nature)		8. ZNIEFF PACA	9. SCAP	10. TVB PACA
			2. Directive Habitats-Faune-Flore	3. Convention Berne	4. Convention de Bonn	5. Convention CITES	6. Liste Rouge France	7. Liste Rouge mondiale			
<i>Marmota marmota</i> (Linnaeus, 1758)	Marmotte des Alpes			III			LC	LC	X	X	
<i>Castor fiber</i> Linnaeus, 1758	Castor d'Eurasie	Tp	II / IV	III			LC	LC	X	X	
<i>Clethrionomys glareolus</i> (Schreber, 1780)	Campagnol roussâtre						LC	LC			
<i>Arvicola sapidus</i> Miller, 1908	Campagnol amphibie	Tp					NT	VU	X		
<i>Arvicola scherman</i> Shaw, 1801	Campagnol fouisseur						LC	LC			
<i>Ondatra zibethicus</i> (Linnaeus, 1766)	Rat musqué						NA(a)	LC			
<i>Microtus agrestis</i> (Linnaeus, 1761)	Campagnol agreste						LC	LC			
<i>Microtus arvalis</i> (Pallas, 1778)	Campagnol des champs						LC	LC			
<i>Microtus duodecimcostatus</i> (de Selys-Longchamps, 1839)	Campagnol provençal						LC	LC			
<i>Microtus multiplex</i> (Fatio, 1905)	Campagnol de Fatio						LC	LC			
<i>Microtus savii</i> (de Selys-Longchamps, 1838)	Campagnol de Savi						NA(b)	LC			
<i>Chionomys nivalis</i> (Martins, 1842)	Campagnol des neiges			III			LC	LC			
<i>Micromys minutus</i> (Pallas, 1771)	Rat des moissons						LC	LC	R		
<i>Apodemus alpicola</i> Heinrich, 1952	Mulot alpestre						DD	LC	D		
<i>Apodemus flavicollis</i> (Melchior, 1834)	Mulot à collier						LC	LC			
<i>Apodemus sylvaticus</i> (Linnaeus, 1758)	Mulot sylvestre						LC	LC			
<i>Rattus norvegicus</i> (Berkenhout, 1769)	Rat surmulot						NA(a)	LC			
<i>Rattus rattus</i> (Linnaeus, 1758)	Rat noir						LC	LC			
<i>Mus musculus</i> Linnaeus, 1758	Souris grise						LC	LC			

Nom scientifique	Nom français	1. Statut de protection en France	Textes réglementaires internationaux				Statut de conservation (Union Internationale pour la Conservation de la Nature)		8. ZNIEFF PACA	9. SCAP	10. TVB PACA
			2. Directive Habitats-Faune-Flore	3. Convention Berne	4. Convention de Bonn	5. Convention CITES	6. Liste Rouge France	7. Liste Rouge mondiale			
<i>Mus spretus</i> Lataste 1883	Souris à queue courte						LC	LC			
<i>Glis glis</i> (Linnaeus, 1766)	Loir gris		III				LC	LC			
<i>Muscardinus avellanarius</i> (Linnaeus, 1758)	Muscardin		IV				LC	LC			
<i>Eliomys quercinus</i> (Linnaeus, 1766)	Lérot		III				LC	NT			
<i>Myocastor coypus</i> (Molina, 1782)	Ragondin					NA(a)	LC	LC			
<i>Canis lupus Linnaeus, 1758</i>	Loup gris	Tp*	II / IV	II, A		VU	LC	LC	X		
<i>Vulpes vulpes</i> (Linnaeus, 1758)	Renard roux					LC	LC	LC			
<i>Mustela erminea Linnaeus, 1758</i>	Hermine					LC	LC	LC			
<i>Mustela nivalis Linnaeus, 1766</i>	Belette d'Europe					LC	LC	LC			
<i>Mustela putorius Linnaeus, 1758</i>	Putois d'Europe					LC	LC	LC			
<i>Mustela vison Schreber, 1777</i>	Vison d'Amérique					LC	LC	LC			
<i>Martes foina</i> (Erxleben, 1777)	Fouine					LC	LC	LC			
<i>Martes martes</i> (Linnaeus, 1758)	Marte des pins					LC	LC	LC			
<i>Meles meles</i> (Linnaeus, 1758)	Blaireau européen					LC	LC	LC			
<i>Lutra lutra</i> (Linnaeus, 1758)	Loutre d'Europe	Tp	II / IV	II, A		LC	LC	NT	X		
<i>Genetta genetta</i> (Linnaeus, 1758)	Genette commune	Tp	III			LC	LC	LC			
<i>Lynx lynx</i> (Linnaeus, 1758)	Lynx boréal	Tp	II / IV	II, A		EN	LC	LC	X	X	
<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	Raton-laveur commun					NA(a)	LC	LC			
<i>Sus scrofa Linnaeus, 1758</i>	Sanglier					LC	LC	LC			

Nom scientifique	Nom français	1. Statut de protection en France	Textes réglementaires internationaux				Statut de conservation (Union Internationale pour la Conservation de la Nature)			8. ZNIEFF PACA	9. SCAP	10. TVB PACA
			2. Directive Habitats-Faune-Flore	3. Convention Berne	4. Convention de Bonn	5. Convention CITES	6. Liste Rouge France	7. Liste Rouge mondiale				
<i>Cervus elaphus</i> Linnaeus, 1758	Cerf élaphe			III				LC	LC	R		X
<i>Cervus nippon</i> Temminck, 1838	Cerf sika							NA(a)	LC			
<i>Dama dama</i> (Linnaeus, 1758)	Daim			III				NA(a)	LC			
<i>Capreolus capreolus</i> (Linnaeus, 1758)	Chevreuil européen			III				LC	LC			
<i>Rupicapra rupicapra</i> (Linnaeus, 1758)	Chamois			III				LC	LC			X
<i>Capra ibex</i> Linnaeus, 1758	Bouquetin des Alpes	Tp		III				NT	LC	D		X
<i>Ovis gmelinii</i> Blyth, 1841	Mouflon méditerranéen			III				VU	NE			
<i>Rhinolophus euryale</i> Blasius, 1853	Rhinolophe euryale	Tp		II		II		NT	NT	D	X	
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (Schreber, 1774)	Grand Rhinolophe	Tp		II		II		NT	LC	D	X	X
<i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800)	Petit Rhinolophe	Tp		II		II		LC	LC	R	X	X
<i>Myotis alcathoe</i> Helversen & Heller, 2001	Murin d'Alcathoe	Tp		II		II		LC	DD	R		
<i>Myotis bechsteinii</i> (Kuhl, 1817)	Murin de Bechstein	Tp		II		II		NT	NT	D	X	X
<i>Myotis blythii</i> (Tomes, 1857)	Petit Murin	Tp		II		II		NT	LC	D	X	
<i>Myotis brandtii</i> (Eversmann, 1845)	Murin de Brandt	Tp		II		II		LC	LC	R		
<i>Myotis capaccinii</i> (Bonaparte, 1837)	Murin de Capaccini	Tp		II		II		VU	VU	D	X	X
<i>Myotis daubentonii</i> (Kuhl, 1817)	Murin de Daubenton	Tp		II		II		LC	LC			
<i>Myotis emarginatus</i> (E. Geoffroy, 1806)	Murin à oreilles échancrées	Tp		II		II		LC	LC	D		
<i>Myotis myotis</i> (Borkhausen, 1797)	Grand Murin	Tp		II		II		LC	LC	D		

Nom scientifique	Nom français	1. Statut de protection en France	Textes réglementaires internationaux				Statut de conservation (Union Internationale pour la Conservation de la Nature)			8. ZNIEFF PACA	9. SCAP	10. TVB PACA
			2. Directive Habitats-Faune-Flore	3. Convention Berne	4. Convention de Bonn	5. Convention CITES	6. Liste Rouge France	7. Liste Rouge mondiale				
<i>Myotis mystacinus</i> (Kuhl, 1817)	Murin à moustaches	Tp		II	II		LC	LC				
<i>Myotis nattereri</i> (Kuhl, 1817)	Murin de Natterer	Tp		II	II		LC	LC				
<i>Pipistrellus kuhlii</i> (Kuhl, 1817)	Pipistrelle de Kuhl	Tp		II	II		LC	LC				
<i>Pipistrellus nathusii</i> (Keyserling & Blasius, 1839)	Pipistrelle de Nathusius	Tp		II	II		NT	LC	R			
<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	Pipistrelle commune	Tp		III	II		LC	LC				
<i>Pipistrellus pygmaeus</i> (Leach, 1825)	Pipistrelle pygmée	Tp		II	II		LC	LC				
<i>Hypsugo savii</i> (Bonaparte, 1837)	Vespère de Savi	Tp		II	II		LC	LC	R			
<i>Nyctalus lasiopterus</i> (Schreber, 1780)	Grande Noctule	Tp		II	II		DD	NT	D			
<i>Nyctalus leisleri</i> (Kuhl, 1817)	Noctule de Leisler	Tp		II	II		NT	LC	R			
<i>Nyctalus noctula</i> (Schreber, 1774)	Noctule commune	Tp		II	II		NT	LC	R			
<i>Eptesicus nilssonii</i> (Keyserling & Blasius, 1839)	Sérotine de Nilson	Tp		II	II		LC	LC	D			
<i>Eptesicus serotinus</i> (Schreber, 1774)	Sérotine commune	Tp		II	III		LC	LC				
<i>Vespertilio murinus</i> Linnaeus, 1758	Sérotine bicolore	Tp		II	II		DD	LC	D			
<i>Barbastella barbastellus</i> (Schreber, 1774)	Barbastelle d'Europe	Tp		II	II		LC	NT	D			
<i>Plecotus auritus</i> (Linnaeus, 1758)	Oreillard roux	Tp		II	II		LC	LC				
<i>Plecotus austriacus</i> (J. Fischer, 1829)	Oreillard gris	Tp		II	II		LC	LC				
<i>Plecotus macbullaris</i> Kuzjakin, 1965	Oreillard montagnard	Tp		II	II		DD	LC	R			
<i>Miniopterus schreibersii</i> (Kuhl, 1817)	Minioptère de Schreibers	Tp		II	II		VU	NT	D	X	X	
<i>Tadarida teniotis</i> (Rafinesque, 1814)	Molosse de Cestoni	Tp		II	II		LC	LC	R			

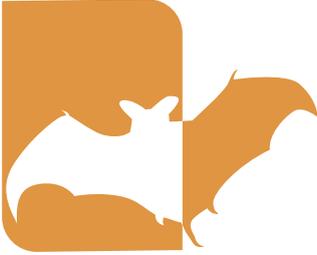
Nom scientifique	Nom français	1. Statut de protection en France	Textes réglementaires internationaux				Statut de conservation (Union Internationale pour la Conservation de la Nature)		8. ZNIEFF PACA	9. SCAP	10. TVB PACA
			2. Directive Habitats-Faune-Flore	3. Convention Berne	4. Convention de Bonn	5. Convention CITES	6. Liste Rouge France	7. Liste Rouge mondiale			
<i>Delphinus delphis</i> Linnaeus, 1758	Dauphin commun	Tp		II	I/II(Méd.)			DD(Méd.)			
<i>Stenella coeruleoalba</i> (Meyen, 1833)	Dauphin bleu et blanc	Tp		II	II(Méd.)			VU(Méd.)			
<i>Tursiops truncatus</i> (Montagu, 1821)	Grand Dauphin	Tp		II	II(Méd.)			VU(Méd.)		D	
<i>Grampus griseus</i> (C. Cuvier, 1812)	Dauphin de Risso	Tp		II	II(Méd.)			DD			
<i>Globicephala melas</i> (Traill, 1809)	Globicéphale noir	Tp		II				DD(Méd.)			
<i>Ziphius cavirostris</i> G. Cuvier, 1823	Ziphius	Tp		II				DD			
<i>Physeter catodon</i> Linnaeus, 1758	Cachalot	Tp		II	I/II			EN(Méd.)			
<i>Balaenoptera acutorostrata</i> Lacépède, 1804	Petit Rorqual	Tp		II				DD(Méd.)			
<i>Balaenoptera physalus</i> (Linnaeus, 1758)	Rorqual commun	Tp		II	I			NT(Méd.)			
<i>Megaptera novaeangliae</i> (Borowski, 1781)	Mégaptère	Tp		II	I		I	NA(b)		D	

Tableau 3 : Evolution récente du cortège des mammifères de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur - Recent evolution of the Mammal community of the Provence-Alpes-Côte-d'Azur region

Ordre	Nombre d'espèces	
	Fayard (1984)	Présente étude (2000-2013)
Erinaceomorphes	1	1
Soricomorphes	10-11	12
Lagomorphes	4	4
Rongeurs	24	26
Artiodactyles	7	8
Carnivores	10	13
Chiroptères	19	30
Cétacés	9	10
TOTAL	84-85	104

BIBLIOGRAPHIE :

- Bayle P., 2010. Ragondin *Myocastor coypus*. In: Poitevin F., Olivier A., Bayle P., Scher O., *Mammifères de Camargue*. Regard du Vivant et Parc naturel régional de Camargue, 182-185.
- Boudin P., 2008. *Bilan des pullulations de campagnols et leurs impacts sur les prairies de fauche du parc national des Ecrins*. Mémoire de Master 2 Equipement, protection et gestion des milieux de montagne. Université de Savoie, Le-Bourget-du-Lac.
- Cheylan G., 1979. Contribution à la répartition des mammifères de Provence. *Bulletin CROP2*, 37-62.
- Corti R., 2012. *Inventaire des populations françaises d'ongulés de montagne, Mise à jour 2011*. Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage et Fédération Nationale des Chasseurs, 53 p.
- Coste S., Comolet-Tirman J., Grech G., Poncet L., Sibley J.-P., 2010. *Stratégie Nationale de Création d'Aires Protégées : Première phase d'étude - Volet Biodiversité*. Rapport SPN 2010/7, Muséum National d'Histoire Naturelle (Service du Patrimoine Naturel) - MEEDDM, Paris, 84 p.
- Delauge J., Bayle P., Carrel G., Chappaz R., Cheylan M., Dhermain F., Durand G., Lebel I., Paulus G., Rombaut D., Vincent-Martin N., 2009. *Mise à jour des référentiels ZNIEFF de Provence-Alpes-Côte d'Azur*. DIREN PACA et CEN PACA, 16 p.
- Direction Régionale de l'Environnement Provence-Alpes-Côte d'Azur et Agence Régionale pour l'Environnement., 2005. *L'actualisation de l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de Provence Alpes Côte d'Azur. Annexe 1: Listes des espèces et habitats déterminants et remarquables*. Inventaire du Patrimoine Naturel de Provence-Alpes-Côte d'Azur ZNIEFF 2ème génération, Edition 2004, DIREN PACA, 55 p.
- Fayard A. (coord.), 1984. *Atlas des mammifères sauvages de France*. Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, Paris, 299 p.
- Galindo C., 2009. *La Liste rouge des espèces menacées en France. Mammifères de France métropolitaine*. Union Internationale pour la Conservation de la Nature France, Muséum National d'Histoire Naturelle, Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères et Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, 12 p.
- Gaubert P., Jiguet F., Bayle P., Angelici F.M., 2008. Has the common genet (*Genetta genetta*) spread into south-eastern France? *Italian Journal of Zoology* 75, 43-57.
- International Union for the Conservation of Nature., 2013. *The IUCN Red List of Threatened species, 2013*, 1.
- Orsini P., 1990. Richesse, diversité et abondance de quelques peuplements de micromammifères des Alpes-Maritimes. *Vie et Milieu* 40, 229-233.
- Parc national des Ecrins., Centre de Recherches Alpin sur les Vertébrés., 1995. *Faune sauvage des Alpes du Haut-Dauphiné. Atlas des Vertébrés t. I – Poissons, Amphibiens, Reptiles, Mammifères*. Parc national des Ecrins et CRAVE, 304 p.
- Poitevin F., Olivier A., Bayle P., Scher O., 2010. *Mammifères de Camargue*. Regard du Vivant et Parc naturel régional de Camargue, 232 p.
- Puechmaile S., Allegrini B., Boston E., Dubourg-Savage M.-J., Evin A., Le Bris Y., Knochel A., Lecoq V., Lemaire M., Rist D., Teeling E.C., 2012. Genetic analyses reveal further cryptic lineages within the *Myotis nattereri* species complex. *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde* 77, 224-228.
- Sordello R., Comolet-Tirman J., de Massary J.-C., Dupont P., Haffner P., Rogeon G., Sibley J.-P., Touroult J., Trouvilliez J., 2011. *Trame verte et bleue - Critères nationaux de cohérence - Contribution à la définition du critère sur les espèces*. Rapport SPN/21, Muséum National d'Histoire Naturelle (Service du Patrimoine Naturel) - MEDDTL, Paris, 57 p.
- Temple H.J., Cuttelod A., 2009. *Statut de conservation et répartition géographique des mammifères méditerranéens*. Union Internationale pour la Conservation de la Nature, Gland (Suisse) et Cambridge (Royaume-Uni), 33 p.
- Temple H.J., Terry A., 2007. *The status and distribution of European Mammals*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 48 p.



Actualisation de la liste des amphibiens et reptiles de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

Actualisation of the list of amphibians and reptiles living in the Provence-Alpes-Côte d'Azur

Stéphane Beltra¹ (d'après Nature de Provence - Revue du CEN PACA, 2012 N°1, 75-82)

¹ CEN PACA - 890 chemin de
Bouenhour Haut
13090 Aix-en-Provence

stephane.beltra@cen-paca.org

RESUME

La liste des Amphibiens et Reptiles de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur a été publiée en 2012 dans Nature de Provence N°1. Elle constitue un état des lieux des connaissances actuelles sur l'herpétofaune et doit à ce titre être actualisée.

MOTS CLES :

Reptiles, Amphibiens, région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

SUMMARY

The list of amphibians and reptiles living in the Provence-Alpes-Côte d'Azur constitutes an inventory of up-to-date knowledge on herpetofauna.

KEY WORDS :

Reptile, Amphibian, Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Amphibiens

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Répartition départementale							Protection nationale	Protection européenne			Protection internationale		Statut de conservation	
		13	84	83	06	04	05	Arrêté - 19/11/2007 ¹		Dir. Habitats ²	C. Berne ³	C. Bonn ⁴	CITES ⁵	LR France ⁶	LR UICN mondiale ⁷	
Salamandre tachetée	<i>Salamandra salamandra salamandra</i> Linnaeus, 1758				x(?)		x(?)	Art. 3		Ann. III	-	-	LC	LC		
Salamandre tachetée terrestre	<i>Salamandra salamandra terrestris</i> Lacépède, 1788	x(ex)		x	x			Art. 3		Ann. III	-	-	LC	LC		
Salamandre de Lanza	<i>Salamandra lanzai</i> Nascetti, Andreone, Capula et Bullini, 1988							Art. 2	Ann. IV	Ann. II	-	-	CR	VU		
Triton palmé	<i>Lissotriton helveticus helveticus</i> Razoumowsky, 1789	x	x					Art. 3		Ann. III	-	-	LC	LC		
Triton alpestre	<i>Ichthyosaura alpestris alpestris</i> Laurenti, 1768					x(?)	x	Art. 3		Ann. III	-	-	LC	LC		
Triton crêté	<i>Triturus cristatus</i> Laurenti, 1768	x						Art. 2	Ann. II et IV	Ann. II	-	-	LC	LC		
Spélérpès de Strinati	<i>Speleomantes strinati</i> Aellen, 1958				x	x		Art. 2	Ann. II et IV	Ann. II	-	-	NT	NT		
Alyte accoucheur	<i>Alytes obstetricans obstetricans</i> Laurenti, 1768	x	x		x	x		Art. 2	Ann. IV	Ann. II	-	-	LC	LC		
Sonneur à ventre jaune	<i>Bombina variegata variegata</i> Linnaeus, 1758					x(?)	x	Art. 2	Ann. II et IV	Ann. II	-	-	VU	LC		
Discoglosse sarde	<i>Discoglossus sardus</i> Tschudi, 1837			x				Art. 2	Ann. II et IV	Ann. II	-	-	LC	LC		
Pélobate cultripède	<i>Pelobates cultripipes</i> Cuvier, 1829	x	x	x				Art. 2	Ann. IV	Ann. II	-	-	VU	NT		
Pélobyte ponctué	<i>Pelodytes punctatus</i> Daudin, 1802	x	x	x	x	x		Art. 3		Ann. III	-	-	LC	LC		
Crapaud commun	<i>Bufo bufo spinosus</i> Daudin, 1803	x	x	x	x	x		Art. 3		Ann. III	-	-	LC	LC		
Crapaud calamite	<i>Bufo calamita</i> Laurenti, 1768	x	x	x		x		Art. 2	Ann. IV	Ann. II	-	-	LC	LC		
Rainette méridionale	<i>Hyla meridionalis</i> Boettger, 1874	x	x	x	x	x		Art. 2	Ann. IV	Ann. II	-	-	LC	LC		
Grenouille agile	<i>Rana dalmatina</i> Fitzinger in Bonaparte, 1838		x(?)	x	x	x		Art. 2	Ann. IV	Ann. II	-	-	LC	LC		

Amphibiens

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Répartition départementale						Protection nationale	Protection européenne			Protection internationale	Statut de conservation	
		13	84	83	06	04	05		Arrêté - 19/11/2007 ¹	Dir. Habitats ²	C. Berne ³		C. Bonn ⁴	CITES ⁵
Grenouille rousse	<i>Rana temporaria temporaria</i> Linnaeus, 1758	x	x	x	x	x	x	Art. 5	Ann. V	-	-	-	LC	LC
Grenouille rieuse	<i>Pelophylax ridibundus</i> Pallas, 1771	i(l)	i(l)	i(l)	i(l)	i(l)	i(l)	Art. 3	Ann. V	-	-	-	LC	LC
Grenouille des Balkans	<i>Pelophylax kurtmuelleri</i> Gayda, 1940			i(EX)					Ann. III	-	-	-	LC	LC
Grenouille de Lessona	<i>Pelophylax lessonae</i> Cameron, 1882 (P. l. lessonae Cameron, 1882 et/ou P. l. bergeri Günther, 1986; sous-espèce(s) indéterminée(s))				x	x(?)	x(?)	Art. 2	Ann. IV	Ann. III	-	-	NT	LC
Grenouille verte	<i>Pelophylax esculentus</i> Linnaeus, 1758 (P. e. esculentus et/ou P. e. hispanicus; sous-espèce(s) indéterminée(s))				x	x(?)	x(?)	Art. 5	Ann. V	Ann. III			LC	LC
Grenouille de Perez	<i>Pelophylax perezi</i> Seoane, 1885	x						Art. 3	Ann. V	Ann. III	-	-	NT	LC
Grenouille de Graf	<i>Pelophylax kl. grafi</i> Crochet, Dubois, Ohler and Turner, 1995	x						Art. 3	Ann. III	-	-	-	DD	NT

Reptiles

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Répartition départementale						Protection nationale	Protection européenne			Protection internationale	Statut de conservation	
		13	84	83	06	04	05		Arrêté - 19/11/2007 ¹	Dir. Habitats ²	C. Berne ³		C. Bonn ⁴	CITES ⁵
Tortue caouanne	<i>Caretta caretta</i> Linnaeus, 1758	x(ro)		x(ro)	x(ro)				Ann. II et IV	Ann. II	Ann. I et II	Ann. I	DD	EN
Tortue verte	<i>Chelonia mydas mydas</i> Linnaeus, 1758	x(ex)							Ann. IV	Ann. II	Ann. I et II	Ann. I	NA ^b	EN
Tortue imbriquée	<i>Eretmochelys imbricata imbricata</i> Linnaeus, 1766	x(ex)		x(ex)	x(ex)				Ann. IV	Ann. II	Ann. I et II	Ann. I	NA ^b	CR
Tortue luth	<i>Dermodochelys coriacea</i> Vandelli, 1761	x(ro)		x(ex)	x(ex)				Ann. IV	Ann. II	Ann. I et II	Ann. I	DD	CR
Cistude d'Europe	<i>Emys orbicularis galloitalica</i> Fritz, 1995	x	x	x	x	x		Art. 2	Ann. II et IV	Ann. II			NT	NT
Emyde lépreuse	<i>Mauremys leprosa leprosa</i> Schweigger, 1812	x(d)		x(d)	x(d)									
Tortue à tempes rouges	<i>Trachemys scripta elegans</i> Wied, 1839	i(l)	i(l)	i(l)	i(l)	i(l)							NAa	LC
Tortue à tempes jaunes	<i>Trachemys scripta scripta</i> Thunberg, 1792	i(l)	i(l)	i(l)	i(l)								NAa	LC
Chélydre serpentine	<i>Chelydra serpentina</i> Linnaeus, 1758	i(EX)		i(EX)										VU

Reptiles

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Répartition départementale							Protection nationale	Protection européenne			Protection internationale		Statut de conservation	
		13	84	83	06	04	05	Arrêté - 19/11/2007 ¹		Dir. Habitats ²	C. Berne ³	C. Bonn ⁴	CITES ⁵	LR France ⁶	LR UICN mondiale ⁷	
Tortue alligator	<i>Macrochelys temminckii</i> Troost, 1835	i(EX)		i(EX)												VU
Tortue d'Hermann occidentale	<i>Testudo hermanni hermanni</i> Gmelin, 1789	x(d)	x(d)	x	x(d)	x(d)		Art. 2	Ann. II et IV	Ann. II			EN			NT
Tortue d'Hermann orientale	<i>Testudo hermanni boettgeri</i> Mojsisovics, 1889	i(EX)		i(EX)	i(EX)				Ann. II et IV	Ann. II						NT
Tortue grecque	<i>Testudo graeca</i> Linnaeus, 1758	i(EX)	i(EX)	i(EX)	i(EX)			Art. 2	Ann. II et IV	Ann. II						VU
Tortue mauresque du Maghreb	<i>Testudo graeca graeca</i> Linnaeus, 1758	i(l)	i(l)	i(l)	i(l)			Art. 2	Ann. II et IV	Ann. II						VU
Tortue mauresque de Tunisie	<i>Testudo graeca nabeulensis</i> Highfield, 1990	i(EX)		i(EX)	i(EX)			Art. 2	Ann. II et IV	Ann. II						VU
Tortue turque	<i>Testudo graeca ibera</i> Pallas, 1814	i(EX)		i(EX)	i(EX)			Art. 2	Ann. II et IV	Ann. II						VU
Tortue bordée	<i>Testudo marginata</i> Schoepff, 1789				i(EX)				Ann. II et IV	Ann. II						LC
Hémidactyle verrouqueux	<i>Hemidactylus turcicus turcicus</i> Linnaeus, 1758	x		x	x			Art. 3		Ann. III			NT			LC
Phyllodactyle d'Europe	<i>Euleptes europaea</i> Gené, 1839	x		x	x			Art. 2	Ann. II et IV	Ann. II			NT (VU pop provençale)			NT
Tarentule mauritanie	<i>Tarentola mauritanica mauritanica</i> Linnaeus, 1758	x	x	x	x	x		Art. 3		Ann. III			LC			LC
Seps strié	<i>Chalcides striatus</i> Cuvier, 1829	x	x	x	x	x		Art. 3		Ann. III			LC			LC
Lézard des souches	<i>Lacerta agilis agilis</i> Linnaeus, 1758				x	x		Art. 2	Ann. IV	Ann. II			LC			LC
Lézard vert occidental	<i>Lacerta bilineata bilineata</i> Daudin, 1802	x	x	x	x	x		Art. 2	Ann. IV	Ann. II			LC			LC
Lézard ocellé	<i>Timon lepidus lepidus</i> Daudin, 1802	x	x	x	x	x		Art. 3		Ann. II			VU			NT
Lézard vivipare	<i>Zootoca vivipara vivipara</i> Jacquin, 1787							Art. 3		Ann. III			LC			LC
Lézard catalan	<i>Podarcis liolepis cebennensis</i> Guillaume & Geniez, 1986		x					Art. 2		Ann. III			LC			NE
Lézard des murailles	<i>Podarcis muralis merremius</i> Risso, 1826	x	x	x	x	x		Art. 2	Ann. IV	Ann. II			LC			LC

Reptiles

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Répartition départementale							Protection nationale	Protection européenne			Statut de conservation	
		13	84	83	06	04	05	Arrêté - 19/11/2007 ¹		Dir. Habitats ²	C. Berne ³	C. Bonn ⁴	CITES ⁵	LR France ⁶
Lézard des ruines	<i>Podarcis siculus campestris</i> De Betta, 1857	i(l)		i(l)				Art. 2	Ann. IV	Ann. II			LC	LC
Psammodrome d'Edwards	<i>Psammadromus edwardsianus</i> Dugès, 1829	x	x	x	x (ex)	x		Art. 3		Ann. III			NT	LC
Orvet italien	<i>Anguis veronensis</i> Pollini, 1818	x	x	x	x	x	x	Art. 3		Ann. III			LC	NE
Couleuvre verte et jaune	<i>Hierophis viridiflavus viridiflavus</i> Lacépède, 1789		x	x	x	x	x	Art. 2	Ann. IV	Ann. II			LC	LC
Coronelle lisse	<i>Coronella austriaca austriaca</i> Laurenti, 1768		x	x	x	x	x	Art. 2	Ann. IV	Ann. II			LC	LC
Coronelle girondine	<i>Coronella girondica</i> Daudin, 1803	x	x	x	x	x	x	Art. 3		Ann. III			LC	LC
Couleuvre d'Esculape	<i>Zamenis longissimus longissimus</i> Laurenti, 1768	x	x	x	x	x	x	Art. 2	Ann. IV	Ann. II			LC	LC
Couleuvre à échelons	<i>Rhinechis scalaris</i> Schinz, 1822	x	x	x	x	x	x	Art. 3		Ann. III			LC	LC
Couleuvre de Montpellier	<i>Malpolon monspessulanus monspessulanus</i> Hermann, 1804	x	x	x	x	x	x	Art. 3		Ann. III			LC	LC
Couleuvre vipérine	<i>Natrix maura</i> Linnaeus, 1758	x	x	x	x	x	x	Art. 3		Ann. III			LC	LC
Couleuvre à collier	<i>Natrix natrix helvetica</i> Lacépède, 1789	x	x	x	x	x	x	Art. 2		Ann. III			LC	LC
Vipère aspic	<i>Vipera aspis aspis</i> Linnaeus, 1758		x	x	x	x	x	Art. 4		Ann. III			LC	LC
Vipère d'Orsini	<i>Vipera ursinii ursinii</i> Bonaparte, 1835		x	x	x	x	x	Art. 2	Ann. II et IV	Ann. II		Ann. I	GR	VU

LÉGENDES

Répartition départementale

- x = Espèce ou sous-espèce autochtone formant des populations établies
- x (ro) = Espèce ou sous-espèce autochtone régulièrement observée
- x (ex) = Espèce ou sous-espèce autochtone exceptionnellement observée
- x (?) = Espèce ou sous-espèce autochtone dont la présence reste à confirmer
- x (d) = Espèce ou sous-espèce autochtone observée en dehors des limites de son aire de répartition (introduite, échappée de captivité)
- i (I) = Espèce ou sous-espèce allochtone formant des populations établies (introduite, échappée de captivité)
- i (R) = Espèce ou sous-espèce allochtone régulièrement observée
- i (EX) = Espèce ou sous-espèce allochtone exceptionnellement observée

Statuts de protection nationaux, européens et internationaux

¹ Arrêté du 19 novembre 2007 fixant les listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection

Art. 2. Pour les espèces d'amphibiens et de reptiles dont la liste est fixée ci-après :

- I. - Sont interdits, sur tout le territoire métropolitain et en tout temps, la destruction ou l'enlèvement des œufs et des nids, la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle des animaux dans le milieu naturel.
- II. - Sont interdites sur les parties du territoire métropolitain où l'espèce est présente ainsi que dans l'aire de déplacement naturel des noyaux de populations existants, la destruction, l'altération ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repos des animaux. Ces interdictions s'appliquent aux éléments physiques ou biologiques réputés nécessaires à la reproduction ou au repos de l'espèce considérée, aussi longtemps qu'ils sont effectivement utilisés ou utilisables au cours des cycles successifs de reproduction ou de repos de cette espèce et pour autant que la destruction, l'altération ou la dégradation remette en cause le bon accomplissement de ces cycles biologiques.
- III. - Sont interdits, sur tout le territoire national et en tout temps, la détention, le transport, la naturalisation, le colportage, la mise en vente, la vente ou l'achat, l'utilisation, commerciale ou non, des spécimens prélevés
 - dans le milieu naturel du territoire métropolitain de la France, après le 12 mai 1979 ;

- dans le milieu naturel du territoire européen des autres Etats membres de l'Union européenne, après la date d'entrée en vigueur de la directive du 21 mai 1992 susvisée.

Art. 3. Pour les espèces d'amphibiens et de reptiles dont la liste est fixée ci-après :

- I. - Sont interdits, sur tout le territoire métropolitain et en tout temps, la destruction ou l'enlèvement des œufs et des nids, la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle des animaux dans le milieu naturel.
- II. - Sont interdits, sur tout le territoire national et en tout temps, la détention, le transport, la naturalisation, le colportage, la mise en vente, la vente ou l'achat, l'utilisation, commerciale ou non, des spécimens prélevés :
 - dans le milieu naturel du territoire métropolitain de la France, après le 12 mai 1979 ;
 - dans le milieu naturel du territoire européen des autres Etats membres de l'Union européenne, après la date d'entrée en vigueur de la directive du 21 mai 1992 susvisée.

² Directive 92/43/CEE du conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages

La directive 92/43/CEE est une mesure prise par l'Union européenne afin de promouvoir la protection et la gestion des espaces naturels et des espèces de faune et de flore à valeur patrimoniale que comportent ses États membres, dans le respect des exigences économiques, sociales et culturelles.

Annexe II : Espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation

Annexe IV : Espèces animales et végétales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte

Annexe V : Espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion

³Convention de Berne : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe

La faune et la flore sauvages constituent un patrimoine naturel d'intérêt majeur qui doit être préservé et transmis aux générations futures. Au-delà des programmes nationaux de protection, les parties à la convention estiment qu'une coopération au niveau européen doit être mise en œuvre.

Annexe II : comprend la liste des espèces de faune strictement protégées

Annexe III : comprend la liste des espèces de faune protégées

Les parties s'engagent à :

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

Les États prennent les mesures législatives et réglementaires appropriées dans le but de protéger les espèces de la flore sauvage, énumérées à l'annexe I. Sont interdits par la convention: la cueillette, le ramassage, la coupe ou le déracinage intentionnel de ces plantes.

Les espèces de la faune sauvage, figurant à l'annexe II doivent également faire l'objet de dispositions législatives ou réglementaires appropriées, en vue d'assurer leur conservation. Sont prohibés:

- toutes les formes de capture, de détention ou de mise à mort intentionnelles;
- la détérioration ou la destruction intentionnelles des sites de reproduction ou des aires de repos;
- la perturbation intentionnelle de la faune sauvage, notamment durant la période de reproduction, de dépendance et d'hibernation;
- la destruction ou le ramassage intentionnel des œufs dans la nature ou leur détention;
- la détention et le commerce interne de ces animaux, vivants ou morts, y compris des animaux naturalisés ou de toute partie ou de tout produit, obtenus à partir de l'animal.

Les espèces de la faune sauvage, dont la liste est énumérée à l'annexe III, doivent faire l'objet d'une réglementation, afin de maintenir l'existence de ces populations hors de danger (interdiction temporaire ou locale d'exploitation, réglementation du transport ou de la vente...). Les parties ont l'interdiction de recourir à des moyens non sélectifs de capture ou de mise à mort qui pourraient entraîner la disparition ou troubler gravement la tranquillité de l'espèce.

Des dérogations aux dispositions ci-dessus sont prévues par la convention:

- dans l'intérêt de la protection de la faune et de la flore;
- pour prévenir des dommages importants aux cultures, au bétail, aux forêts, aux pêcheries, aux eaux et autres formes de propriété;
- dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques, de la sécurité aérienne, ou d'autres intérêts publics prioritaires;
- à des fins de recherche et d'éducation, de

repeuplement, de réintroduction ainsi que pour l'élevage;

- pour permettre, sous certaines conditions strictement contrôlées, la prise ou la détention pour tout autre exploitation judicieuse, de certains animaux et plantes sauvages en petites quantités.

Les parties contractantes s'engagent à coordonner leurs efforts dans le domaine de la conservation des espèces migratrices, énumérées aux annexes II et III, et dont l'aire de répartition s'étend sur leurs territoires.

4 Convention de Bonn (1979)

Cette convention, signée à Bonn (Allemagne) le 23 juin 1979, a pour objectif la protection et la gestion de toutes les espèces migratrices appartenant à la faune sauvage dont une fraction importante des populations franchit cycliquement de façon prévisible une ou plusieurs parties du territoire national.

Annexe I : regroupe la liste des espèces menacées en danger d'extinction c'est-à-dire les espèces dont l'aire de répartition pourrait disparaître ou toute espèce en danger.

Annexe II : établit la liste des espèces dont l'état de conservation est défavorable. Les espèces migratrices de la faune sauvage appartiennent en majorité aux groupes des mammifères, des reptiles et des oiseaux.

5 CITES (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction)

La CITES a pour but de veiller à ce que le commerce international des spécimens d'animaux et de plantes sauvages ne menace pas la survie des espèces auxquelles ils appartiennent.

Annexe I : comprend toutes les espèces menacées d'extinction. Le commerce de leurs spécimens n'est autorisé que dans des conditions exceptionnelles.

Annexe II : comprend toutes les espèces qui ne sont pas nécessairement menacées d'extinction mais dont le commerce des spécimens doit être réglementé pour éviter une exploitation incompatible avec leur survie. Elle comprend aussi ce qu'on appelle les « espèces semblables », c'est-à-dire celles dont les spécimens commercialisés ressemblent à ceux des espèces inscrites pour des raisons de conservation.

Annexe III : comprend toutes les espèces protégées dans un pays qui a demandé aux autres Parties à la CITES leur assistance pour en contrôler le commerce. La procédure à suivre pour procéder à des changements dans l'Annexe III est distincte de celle pour les Annexes I et II car chaque Partie est habilitée à y apporter unilatéralement des amendements.

Statut de conservation nationaux et internationaux

6 Liste Rouge française

Etablie conformément aux critères de l'UICN, la Liste rouge des espèces menacées en France vise à dresser un bilan objectif du degré de menace pesant sur les espèces de la faune et de la flore à l'échelle du territoire national.

7 Liste Rouge mondiale

La Liste rouge de l'UICN constitue l'inventaire mondial le plus complet de l'état de conservation global des espèces végétales et animales. Elle s'appuie sur une série de critères précis pour évaluer le risque d'extinction de milliers d'espèces et de sous-espèces. Ces critères s'appliquent à toutes les espèces et à toutes les parties du monde.

Catégorie UICN

CR : En danger critique d'extinction

EN : En danger

VU : Vulnérable

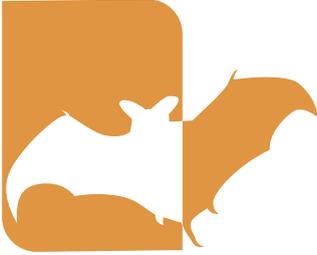
NT : Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)

LC : Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible)

DD : Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)

NA : Non applicable (espèce non soumise à évaluation car (a) introduite dans la période récente ou (b) présente en métropole de manière occasionnelle ou marginale)

NE : Non évaluée (espèce non encore confrontée aux critères de la Liste rouge)



Découverte de la présence du Murin de Capaccini *Myotis capaccinii* (Bonaparte, 1837) dans l'est des Alpes-Maritimes - Synthèse des connaissances en région Provence-Alpes Côte d'Azur

Discovery of the presence of Long-fingered Bat *Myotis capaccinii* (Bonaparte, 1837) in the eastern Alpes-Maritimes - Synthesis of knowledge in the Provence-Alpes-Côte d'Azur region

Raphaël Colombo¹, Audrey Pichard²

¹ 460 route de Noyers
04200 Sisteron

raphcolombo@gmail.com

² 460 route de Noyers
04200 Sisteron

pichardaudrey@gmail.com

RESUME

Le présent article, après avoir fait état de la synthèse des connaissances concernant le Murin de Capaccini *Myotis capaccinii* (Bonaparte, 1837) dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur rapporte les premières mentions du Murin de Capaccini dans le département des Alpes-Maritimes. Après la capture de dix individus, dont une femelle et deux jeunes, deux nouveaux gîtes pour cette espèce ont été découverts dans l'est de ce département. Ces nouvelles données permettent d'étendre la répartition actuelle de l'espèce de plus de 50 km à l'est et laissent supposer la présence d'un nouveau noyau de population reproducteur à découvrir dans le centre des Alpes-Maritimes. L'extension vers l'est de l'aire de répartition nationale du Murin de Capaccini soulève également la question de la connectivité entre les populations françaises et italiennes.

MOTS CLES :

Myotis capaccinii, Murin de Capaccini, répartition, Alpes-Maritimes, Provence-Alpes-Côte d'Azur.

SUMMARY

This article summarises the appreciation of the distribution of the Long-fingered Bat *Myotis capaccinii* in the Provence - Alpes - Côte d'Azur region. It also relates the capture of Long-fingered Bats followed by the discovery of two new roosts for this species in the East of the Alpes-Maritimes. These new indications enable to increase the actual distribution of the species more than 50 km to the East. They lead us to suspect the existence of a breeding population in the center of the Alpes-Maritimes yet to be discovered. The extension to the East of the national distribution of the Long-fingered Bat also raises the question of the connection between the French and Italian populations.

KEY WORDS :

Myotis capaccini, Long-fingered Bat, distribution, Alpes-Maritimes, Provence-Alpes-Côte d'Azur

INTRODUCTION

Le Murin de Capaccini *Myotis capaccinii* (figure 1 et 2) est une chauve-souris de taille moyenne, au pelage grisâtre argenté, et se caractérisant par des grands pieds robustes qui sont dotés d'une pilosité duveteuse jusqu'aux tibias et à l'uropatagium. Espèce uniquement cavernicole, elle affectionne les fleuves et les rivières méditerranéennes et occupe des cavités naturelles à proximité de ces cours d'eau pour se reproduire ou hiberner. Strictement méditerranéenne (Maghreb, Balkans, Italie, Espagne), l'espèce est localisée en France dans le tiers sud-est du pays (Arthur et Lemaire, 2009). Rare et menacée, elle est classée comme vulnérable sur la Liste Rouge des mammifères menacés de France (UICN *et al.*, 2009). La population nationale de Murin de Capaccini a été

estimée à environ 6 000 individus en 2007 (Nemoz et Brisorgueil, 2008). Cette population est répartie entre quatre régions :

- la Corse, totalisant environ 500 femelles réparties en trois colonies majeures de mise-bas (Courtois, Rist et Beuneux, 2011).
- la région Rhône-Alpes, totalisant moins de 500 individus qui se reproduisent sur l'Ardèche, avec un millier d'individus en transit (Vincent, comm. pers., 2013).
- la région Languedoc-Roussillon, qui totalise environ 2 257 individus en période de mise-bas répartis en 12 colonies (Rufay, 2011).
- la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), dont les effectifs varient, en fonction des estimations, entre 3 100 (Nemoz et Brisorgueil, 2008) et 5 000 (Sané et Faure, 2011).



Figures 1 et 2 : Murin de Capaccini *Myotis capaccinii*. 05 octobre 2012 et 28 octobre 2011. Photos : T. Sauvaget et R. Colombo.
Figures 1 and 2: Long-fingered Bat *Myotis capaccinii*. 5th October 2012 and 28th October 2011. Pictures: T. Sauvaget et R. Colombo.

Dans la région PACA, l'espèce semble pourtant très localisée et se limite pour l'essentiel à la moitié nord du Var. On ne connaît ainsi que trois foyers de reproduction dans la région :

Dans le centre du Var, sur l'Argens qui comporte une population très importante et sur la Nartuby, avec, à moins de 20 km de distance, une petite population sans doute satellite. La population reproductrice de l'Argens a été estimée à plus d'un millier d'individus en 2002 et 2003 (respectivement 1 200 et 1 400 juvéniles comptés), et plusieurs centaines en 2007 et 2008 (respectivement 500 et 380 juvéniles comptés) (Rombaut, 2009 ; Colombo, 2009). Sur la Nartuby, l'espèce n'est pas présente en reproduction chaque année, néanmoins l'effectif reproducteur a pu être estimé à une centaine de femelles en 2010 (80 jeunes comptés (Rombaut et Haquart, 2010)).

Le bas-Verdon et la Durance, limite géographique du Var et des Alpes-de-Haute-Provence. Ce foyer de population est relativement important pour l'espèce et bien connu puisque différents gîtes de reproduction, d'hibernation et de transit sont étudiés et suivis. Il comporte :

- une importante colonie de mise-bas en milieu cavernicole au bord du Verdon sur la commune d'Esparron-de-Verdon, estimée à plusieurs centaines de femelles (entre 500 et 640 jeunes comptés entre 2007 et 2012 (donnée collective, GCP-PNRV, comm. pers., 2013),
- une petite population satellite à la confluence Durance/Verdon sur la commune de Beaumont-de-Pertuis. Elle utilise une cavité de manière ponctuelle certaines années à différentes saisons. Une vingtaine de femelles et quelques jeunes ont été comptés en période de mise-bas en 2005 (Quekenborn, 2007). En 2013, quelques individus ont été observés en hibernation au mois de janvier, puis une centaine d'individus ont pu être dénombrés en transit printanier en avril (Faure et Roussel, comm. pers., 2013),
- une cavité utilisée en transit printanier par quelques dizaines d'individus sur la commune de Baudinard-sur-

Verdon (Chavy, comm. pers., 2013),

- une cavité utilisée en transit automnal (accouplement) sur la commune de Jouques (Favre, comm. pers., 2013),
- un complexe d'anciens tunnels au bord du Verdon utilisés lors de l'hibernation et dont les effectifs (entre 200 et 400 individus depuis 2000) (Quekenborn, 2012) en font le site d'hibernation le plus important connu au niveau national.

La Siagne, limite géographique des départements du Var et des Alpes-Maritimes, avec la présence de plusieurs centaines d'individus en période de mise-bas (300 jeunes comptés en 2003 (Haquart, comm. pers.)) Cet effectif n'a pas été estimé entre 2003 et 2012. En juin 2013, 150 juvéniles pour 900 adultes ont pu être comptés (Colombo et Abba, obs. pers., 2013).

Au vu de ces résultats, il semble que les effectifs de jeunes nouveaux-nés soient stables sur le Verdon mais aient considérablement diminué sur l'Argens et la Siagne (divisés par deux durant la dernière décennie).

En additionnant les effectifs de juvéniles les plus récents et en les multipliant à minima par deux (considérant que chaque femelle adulte donne un jeune et que le sex-ratio est équilibré), on peut donc estimer la population régionale de Murin de Capaccini à au moins 3 000 adultes. Ceci représente la moitié des effectifs nationaux, ce qui confère toujours à la région PACA, une responsabilité particulière vis-à-vis de l'espèce.

Quelques données récentes ponctuelles sont connues en marge de cette aire principale de répartition :

- capture d'un mâle dans les Gorges de la Nesque – Vaucluse (Allegrini et Niel, 2009),
- découverte d'un mâle sous le balcon d'une maison en janvier 2000 à Oraison - Alpes-de-Haute-Provence (Favre, comm. pers.),
- capture d'un mâle à la Môle dans le sud du Var en 2012 (Favre et Sauvaget - ONF, comm. pers.),
- quelques individus (jusqu'à une vingtaine) régulièrement observés en hibernation aux abords de l'étang de Berre



Figure 3 : Murin de Capaccini *Myotis capaccinii*. 03 février 2013. Photo : R. Colombo.
Figure 3: Long-fingered Bat *Myotis capaccinii*. 3rd February 2013. Picture: R. Colombo.

dans les Bouches-du-Rhône (Rombaut, Pichard, Colombo et Abba, obs. pers., 2013),

- un individu trouvé dans un lot de pelotes d'Effraie du 02/06/2005 au mas de Bois-Verdun à Arles dans les Bouches-du-Rhône (Kayser *et al.*, 2009).

Il s'agit ici pour l'essentiel de données de mâles isolés (figure 3), vraisemblablement erratiques et en limite d'aire de répartition.

L'analyse des données historiques du Murin de Capaccini dans la région montre pourtant que l'espèce était bien plus largement répartie qu'aujourd'hui (figure 4). Il semble ainsi que l'espèce ait largement régressé, essentiellement à la marge de son aire de répartition et notamment dans le sud du Var et les Bouches-du-Rhône (Siepi, 1889 ; Médard et Guibert, 1990; Haquart *et al.*, 1997; Nemoz et Brisorgueil, 2008 ; registres de Bagueage, MNHN, 1936-1989) ainsi que dans les Alpes-Maritimes. Anciaux De Faveaux (1951) mentionne par exemple plusieurs individus de Murin de Capaccini en hibernation dans une grotte à proximité des Gorges du Loup. Cette grotte a été mensuellement suivie en 2013, mais l'espèce semble l'avoir complètement désertée (Colombo et Pichard, obs. pers., 2013).

S'il est possible que certaines colonies, voire populations, aient effectivement disparu de la région (Gorges du Loup, Brague, plaine des Sorgues, étang de Berre), le déplacement de ces colonies vers d'autres gîtes et/ou le manque de prospections ciblées sur cette espèce en PACA, sont des hypothèses crédibles permettant d'expliquer les vastes lacunes dans la répartition actuelle de l'espèce en

Provence, notamment dans les Bouches-du-Rhône, le sud du Var et les Alpes-Maritimes.

NOUVELLES OBSERVATIONS

Lors des inventaires du site Natura 2000 « Gorges de la Vésubie et du Var-Mont Vial-Mont Férier » FR 9301564 réalisés par le CEN PACA et commandités par la Métropole Nice-Côte d'Azur, quatre observations de Murin de Capaccini ont été effectuées à trois périodes de l'année (automne, hiver et printemps), laissant supposer la présence d'une population de l'espèce sur le site.

Dates et lieux des observations :

- **Levens**, gorges de la Vésubie, le 21 septembre 2012. Raphaël Colombo, Audrey Pichard, Mathieu et Emilie Coste-Chareyre. Dix individus capturés sur l'eau en tout début de nuit, incluant une femelle et neuf mâles (dont deux jeunes).
- **Duranus**, canal de la Vésubie, le 25 octobre 2012. Raphaël Colombo, Audrey Pichard, Aude La Valle et Jean-Pierre Tacconi. Dix individus observés en gîte dans le canal de la Vésubie entre Saint-Jean-la-Rivière et Plan-du-Var.
- **Malaussène**, grotte, le 30 janvier 2013. Audrey Pichard et Florence Ménétrier. Un individu observé en hibernation dans une grotte de la vallée du Var.
- **Levens**, usine de traitement d'eau potable de Polonia, le 06 juin 2013. Raphaël Colombo, Antoine David, Céline Coleuil, Marie-Clélia Godgenger. Un individu mâle adulte capturé.

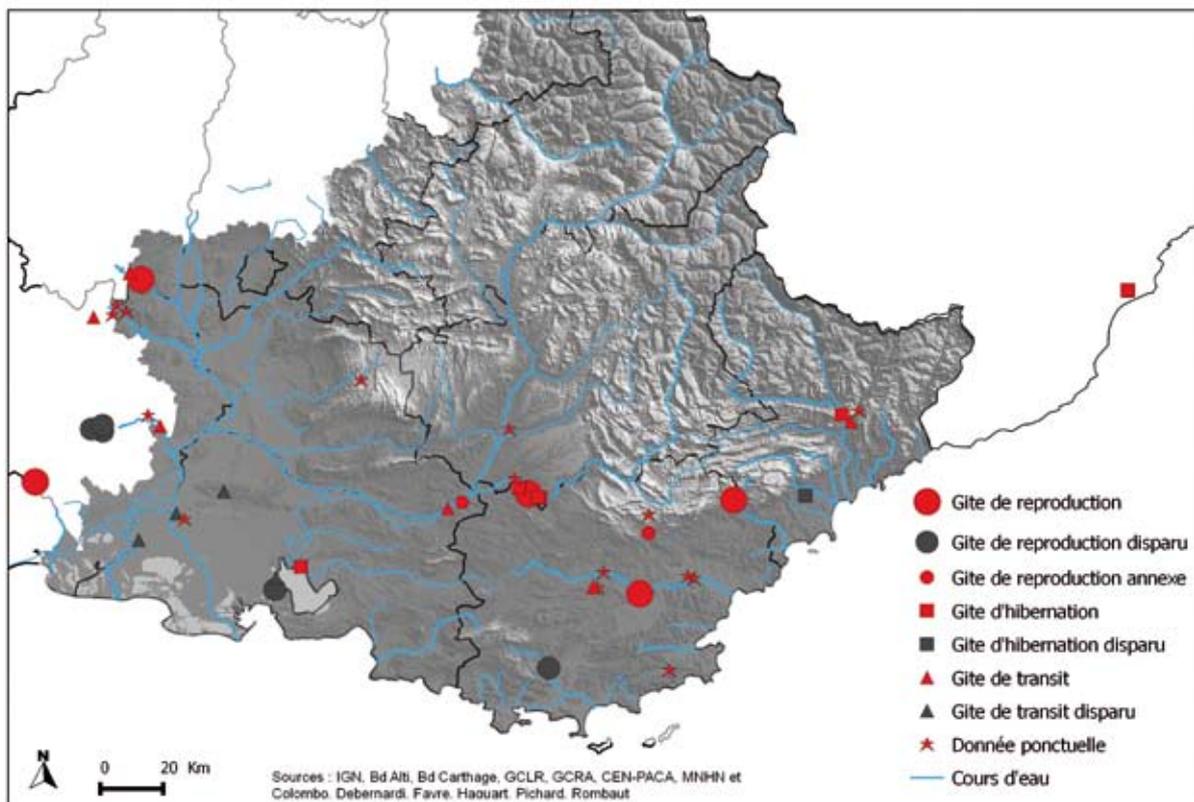


Figure 4 : Carte de localisation des gîtes connus de Murin de Capaccini *Myotis capaccinii* et observations ponctuelles en PACA et à proximité (données acoustiques non prises en compte).

Figure 4: Location map of known roosts of Long-fingered Bat *Myotis capaccinii* and anecdotal observations in PACA and close by (acoustic data are not taken into account)

DISCUSSION

Ces observations qui attestent la présence nouvelle, hormis les observations historiques de Anciaux De Faveaux (1951) en hibernation, du Murin de Capaccini dans l'est des Alpes-Maritimes, ne permettent cependant pas aujourd'hui de considérer qu'une population reproductrice avec une ou plusieurs colonies de mise-bas existe dans ce secteur des Alpes-Maritimes. On ne peut en effet exclure que ces individus observés à l'automne, période de transit bien connue chez les chiroptères (Arthur et Lemaire, 2009), proviennent des colonies du département du Var, se dispersant après la reproduction ou transitant avant l'hiver. En effet, ces dernières ne sont pas si éloignées de ces nouvelles stations : 50 km pour la colonie de la Siagne, et respectivement 75 km, 90 km et 100 km pour les colonies de la Nartuby, l'Argens et le bas-Verdon (figure 4), sachant l'espèce capable de réaliser des déplacements de l'ordre de 100 km et jusqu'à 150 km (Petrova et Ivanonva In Dietz *et al.*, 2009) entre les gîtes. Toutefois, le nombre important d'individus attrapés (dix) pour une capture en milieu naturel, la présence d'une femelle adulte et d'immatures sur un des sites, les caractéristiques très favorables au Murin de Capaccini des cours d'eau Var, Vésubie, Tinée, Estéron, ainsi que le peu de prospections antérieures réalisées dans le secteur, nous laissent penser qu'une colonie de mise-bas de l'espèce existe à proximité. En effet, les colonies de reproduction connues sont réparties sur chaque grand cours d'eau et semblent être distantes d'environ 20 à 45 km. Le secteur semble donc tout à fait adéquat. Par ailleurs, des contacts acoustiques ont également été mentionnés récemment, attribuables au Murin de Capaccini sur l'Estéron, à proximité de Roquestéron (Disca, comm. pers., 2013), à une vingtaine de kilomètres de Levens.

Même si les recherches automnales dans les cavités alentours n'ont aujourd'hui pas permis d'en découvrir plus, des prospections complémentaires devraient permettre de préciser le statut de l'espèce, notamment en période de mise-bas (mai-juin).

Par ailleurs, la découverte d'individus de Murin de Capaccini dans cette partie des Alpes-Maritimes en fait la mention la plus orientale de France pour l'espèce (figure 4). Ces observations rapprochent ainsi les populations italiennes et françaises. La colonie de mise-bas italienne la plus proche connue se trouve dans le Piémont, sur le lac Majeur (Debernardi, Patriarca et Toffoli, 2010; Debernardi et Patriarca, 2007) à plus de 250 km. Néanmoins, quelques observations hivernales ont aussi attesté la présence de l'espèce en Ligurie (Dinale, 1965) à moins de 100 km (figure 4).

Les études génétiques réalisées à l'échelle du bassin méditerranéen sur les populations de Murin de Capaccini (Cosson, 2004) montrent clairement une philopatrie élevée chez l'espèce ainsi qu'une séparation en deux ensembles génétiquement bien distincts : l'un regroupant les populations italiennes et balkaniques, l'autre regroupant les populations françaises et espagnoles. Néanmoins, ces analyses effectuées sur de l'ADN mitochondrial ne nous

informent pas sur la structure globale des populations, mais bien uniquement sur les mouvements des femelles.

La distance relative entre les mentions françaises les plus orientales et les mentions italiennes les plus occidentales est ici réduite à seulement 90 km. Il n'est donc pas à exclure qu'il y ait des échanges transfrontaliers via des mouvements de mâles et donc un brassage génétique des populations (indétectable en utilisant l'ADN mitochondrial). Cette stratégie, basée sur des femelles à philopatrie élevée et des mâles beaucoup plus mobiles et erratiques afin d'assurer un brassage génétique, est bien connue chez d'autres espèces de chiroptères. Les travaux de Kerth (Kerth *et al.*, 2000 ; Kerth, *et al.*, 2002; Kerth et Petit, 2005) l'ont notamment démontré au sujet du Murin de Bechstein *Myotis bechsteini*.

Ces hypothèses seraient aujourd'hui à confirmer sur les populations de Murin de Capaccini, notamment par la réalisation d'études génétiques basées sur de l'ADN nucléaire (microsatellites). De telles études permettraient de mieux comprendre les relations entre populations françaises et italiennes ainsi que sur les comportements de déplacement et de migration structurant les populations de cette espèce.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier particulièrement Benjamin Allegrini, Mara Calvini, Dominique Chavy, Thierry Disca, Philippe Favre, Alexandre Haquart, Sébastien Puechmaille, Dominique Rombaut, Roberto Toffoli et Stéphane Vincent pour leur disponibilité et leurs conseils tout au long de la rédaction de cette synthèse. Merci également au Muséum d'histoire naturelle de la Ville de Genève et au CCO pour leur bibliothèque mondiale des chauves-souris.

CONCLUSION

En raison de son écologie strictement inféodée aux cavités et aux cours d'eau méditerranéens, le Murin de Capaccini est l'une des espèces de chauves-souris de la région les plus vulnérables et menacées. Au vu des effectifs nationaux de l'espèce, la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, et notamment le département des Alpes-Maritimes, a une forte responsabilité vis-à-vis de la conservation de l'espèce. Malgré la mise en place de mesures de gestion conservatoire sur les populations du Verdon et de l'Argens depuis quelques années, il semble que les effectifs reproducteurs régionaux aient considérablement diminué au cours de la dernière décennie. La mise en place urgente de nouvelles mesures de protection des sites cavernicoles et de restauration ou de maintien des habitats de chasse apparaît donc indispensable. Dans cette perspective, ces nouvelles données, qui étendent les connaissances sur la répartition nationale du Murin de Capaccini, incitent à poursuivre l'effort de prospection afin qu'un éventuel nouveau noyau de population puisse être préservé. Or, parmi les actions de conservation les plus efficaces pour ce type d'espèce, la mise en défend des cavités utilisées, notamment les sites de mise-bas, s'avère la plus aisée. L'amélioration des connaissances concernant l'espèce, notamment dans le sud des départements du Var, des Alpes-Maritimes et des Bouches-du-Rhône, qui sont les plus menacés par la pression urbaine croissante, devient donc urgente. Cela passe aussi par la poursuite des études génétiques des populations qui apporteraient de précieuses informations sur l'écologie, et donc, sur la conservation du Murin de Capaccini.

BIBLIOGRAPHIE

- Allegrini B., Niel F., 2009. Inventaire chiroptérologique du site Natura 2000 des gorges de la Nesque (Vaucluse) et de sa périphérie. *Le Vespère* 2, 87-93.
- Anciaux De Faveaux M., 1951. Observations sur les Chiroptères de la grotte de la Baume-Granet à Roquefort-les-pins (Alpes-Maritimes). *Mammalia*, 148-156.
- Arthur L., Lemaire M., 2009. *Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Collection Parthénope éditions Biotope, Mèze. Paris, 544 p.
- Colombo R., 2009. *Inventaires biologiques du site Natura 2000 Val d'Argens (Var). Précis méthodologique de traçabilité des chiroptères*. Université des Sciences et Techniques de Montpellier - Biotope.
- Cosson, E., 2004. *Etude phylogéographique d'une espèce vulnérable, le Murin de Capaccini (Myotis capaccinii Bonaparte 1837) et stratégies de conservation des populations résiduelles*. Thèse Doct. Sci. Vie Terre, Univ. Aix-Marseille I, Marseille. 237p.
- Courtois J., Rist D., Beuneux G., 2011. *Les Chauves-souris de Corse*. Albiana.
- Debernardi P., Patriarca E., 2007. The Bats of the Lake Maggiore Piedmont Shore (NW Italy). *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy* 18 (1), 39-55.
- Debernardi P., Patriarca E., Toffoli R., 2010. Monitoraggio delle colonie di chiroptères riproduttive e svernanti di particolare interesse conservazionistico note in Piemonte e dati preliminari sull'attività di swarming. *Stazione zoológica Piemontese*.
- Dietz C., Von Helversen O., Nill D., 2009. *L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord : Biologie, caractéristiques, protection*. Delachaux et Niestlé.
- Dinale G., 1965. Studi sui Chiropteri italiani: IV - osservazioni su *Myotis emarginatus* (Geoffr.), *Myotis capaccinii* (Bp.), *Nyctalus noctula* (Schr.), *Plecotus* sp. e *Barbastella barbastellus* (Schr.) in alcune regioni italiane. *Annali del Museo Civico di Storia Naturale Giacomo Doria* 4(156), 3.
- Haquart A., Bayle P., Cosson E., Rombaut D., 1997. Chiroptères observés dans les départements des Bouches-du-Rhône et du Var. *Faune de Provence* 18, 13-32.
- Kayser Y., Bayle P., Chambouleyron M., Disca T, Haquart A., Olivier A., 2009. Les Chauves-souris de Camargue Synthèse et actualisation des données. *Le Vespère* 1, 36-57.
- Kerth G., Mayer F., König B., 2000. Mitochondrial DNA (mtDNA) reveals that female Bechstein's bats live in closed societies. *Molecular Ecology* 9, 793-200.
- Kerth G., Mayer F., Petit E., 2002. Extreme sex-biased dispersal in the communally breeding, nonmigratory Bechstein's bat *Myotis bechsteinii*. *Molecular Ecology* 11, 1491-1498.
- Kerth G., Petit E., 2005. Colonization and dispersal in a social species, the Bechstein's bat (*Myotis bechsteinii*). *Molecular Ecology* 14, 3943-3950.
- Médard P., Guibert E., 1990. Disparition d'un milieu et raréfaction d'une espèce en France: le Murin de Capaccini *Myotis capaccinii* (Bonaparte, 1837). » *Mammalia* 54, 297-300.
- Némoz, M., Brisorgueil, A. (coord.), 2008. *Connaissance et conservation des gîtes et habitats de chasse de trois chiroptères cavernicoles, Rhinolophe euryale, Murin de Capaccini, Minioptère de Schreibers*. S.F.E.P.M., 104p.
- Quekenborn, D., 2012. *Bilan du suivi 2012 des gîtes majeurs à Chiroptères au sein du PNR Verdon, GCP, 31p.*
- Quekenborn, D., Deblois, S., Bouquier, L., 2007. Rapport d'étude des territoires de chasse du Murin de capaccini *Myotis capaccinii* en période de gestation dans le Verdon. Groupe chiroptères de Provence, 41 p.
- Registres de baguage des Chiroptères (1936-1989), Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France.
- Rombaut D., Haquart A., 2010. Note sur l'évolution des populations de Chiroptères de la grotte aux Chauves-souris de Châteaudouble.
- Rombaut D., 2009. Sources et ponts d'Entraygues, plan de gestion – partie inventaire. CEN PACA.
- Rufray V., 2011. Les gîtes importants pour la conservation des Chiroptères de l'annexe II de la Directive habitats en Languedoc-Roussillon - Localisation, historique, effectifs sud de la France. *Le Vespère* 2, 124-180.
- Sané R., Faure C., 2011. Plan régional d'actions en faveur des Chiroptères de Provence-Alpes-Côte d'Azur 2009-2013. DREAL - Groupe Chiroptère de Provence.
- Siepi P., 1889. Liste des Chiroptères dans les départements des Bouches-du-Rhône et du Var. *Compte-rendu des séances du congrès international de Zoologie*.
- UICN France, MNHN, SFPEM, ONCFS, 2009. La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.



Quelques éléments pour l'aide à l'identification de l'âge des Aigles de Bonelli *Aquila fasciata* (Vieillot, 1822)

Some elements for the help to the identification of the age of Bonelli's Eagles *Aquila fasciata* (Vieillot, 1822)

Nicolas Vincent-Martin¹, Cécile Ponchon²

¹ CEN PACA, Ecomusée de la Crau
13310 Saint-Martin-de-Crau
Tél. 04 90 47 93 93

sofetnvm@free.fr

² CEN PACA, Ecomusée de la Crau
13310 Saint-Martin-de-Crau
Tél. 04 90 47 93 93

cecile.ponchon@cen-paca.org

RESUME

La survie des adultes cantonnés est un élément-clé de la conservation à long terme de l'Aigle de Bonelli *Aquila fasciata*. La détection des disparitions par le remplacement des individus cantonnés est donc importante pour connaître les sites subissant des problèmes de conservation. Cette détection peut être améliorée par une meilleure identification de l'âge des jeunes individus. Ce travail, perfectible, est rendu possible par l'augmentation récente des photos numériques et l'âge connu des oiseaux grâce au baguage.

La mue est typique des grands accipitridés, dite mue séquentielle. La mue des rémiges débute au milieu de la seconde année civile par les primaires internes, puis par trois autres foyers sur les rémiges secondaires, S13, S1 et S5. La mue est interrompue à l'automne. Au printemps suivant, elle recommence là où elle s'était arrêtée, puis un nouveau cycle de mue débute par P1.

La coloration des rémiges va aussi changer à chaque mue. Ainsi à la première mue apparaît une large barre sombre sur le bord de fuite des rémiges, discontinue pour les oiseaux de fin de deuxième année et début de troisième année, continue pour les oiseaux de fin de troisième année et début de quatrième année. Les petites barres transversales des rémiges vont aussi s'élargir au fil des mues jusqu'à obtenir des plumes complètement gris ardoise à l'âge de 10 ans environ. Le ventre et les couvertures sous-alaires vont perdre petit à petit leur coloration rousse, jusqu'à l'absence totale de plumes brun-roux à l'âge de cinq-six ans.

Il existe des variabilités individuelles dont certaines sont décrites.

MOTS CLES :

Aigle de Bonelli, âge, mue, coloration du plumage

SUMMARY

The breeder's survival is a key element for the long term conservation of the Bonelli's Eagle *Aquila fasciata*. Detection of the death by the replacement of one breeder is thus of crucial matter to know the sites that are problematic in terms of conservation. This detection can be improved by a better identification of the age of the young birds. This perfectible work is possible thanks to the recent improvement of digital pictures and the age of birds known thanks to the ringing programme.

Bonelli's Eagle moulting is typical of large Accipitridae, called sequential moulting. Remiges' moulting starts in the middle of the second civil year by the internal primaries then by three spots on the secondary remiges, S13, S1 and S5 ; moulting is then interrupted in autumn. Next spring, it starts again where it had stopped, and a new cycle of moulting starts by P1.

The remiges' coloration changes with each moulting. So at the first moulting, a large dark line appears on the trailing edge of the remiges, discontinuous for the birds at the end of their second civil year and at the beginning of the third year; continuous for the eagles at the end of their third year and at the beginning of the fourth. The small transversal lines of the remiges will widen as moulting progresses, until the feathers will be completely slate grey at ten years old. Belly and underwing coverts will slowly lose their red coloration till the total absence of brown-red feathers at the age of five-six years. There is large variability between individuals; some of which are described.

KEY WORDS :

Bonelli's Eagle, age, moulting, plumage colouring

INTRODUCTION

L'Aigle de Bonelli *Aquila fasciata* (Vieillot, 1822) est le rapace le plus menacé en France avec seulement 30 couples nicheurs en 2013. Ce statut justifie la succession de trois plans nationaux d'action (PNA) en sa faveur depuis 1999 et l'espèce fait l'objet d'un suivi important par un grand nombre d'observateurs. Le programme de baguage, initié en 1990, est aujourd'hui une des actions prioritaires du PNA. Il a permis d'enrichir significativement les connaissances sur la dynamique de population de l'espèce (Hernández-Matías *et al.*, 2010 ; Besnard *et al.*, 2011 ; Hernández-Matías *et al.*, 2011) et tout particulièrement dans la métapopulation franco-ibérique (Hernández-Matías *et al.*, 2013). Un effort important est mis sur la reconnaissance par les contrôles de bagues des individus cantonnés pour connaître leur âge, mais aussi détecter d'éventuels changements au sein des couples. Ces informations sont essentielles pour déterminer la qualité des sites de reproduction, la présence de menaces sur la survie des adultes reproducteurs qui, comme on le sait, est un élément-clé de la conservation de l'espèce sur le long terme, avec la survie pré-adulte (Real et Mañosa, 1997 ; Soutullo *et al.*, 2008; Hernández-Matías *et al.*, 2013). Ainsi, détecter les recrutements (changement d'un individu d'un couple) est primordial pour améliorer les connaissances. Cela nécessite une bonne reconnaissance des oiseaux par les observateurs qui peut probablement être améliorée par une meilleure connaissance des différents plumages et l'identification de l'âge des oiseaux grâce aux colorations des plumages et de la mue.

Cet article vise à décrire et détailler la mue pour chaque classe d'âge qui peut être identifiée au moins pour les premières classes, de manière directe, soit sur photos ou par des observations détaillées *in natura*. C'est d'ailleurs par l'amélioration des photos grâce aux appareils

numériques et l'identification de l'âge des oiseaux par les bagues qu'il est possible d'illustrer chaque classe d'âge. De plus, des photos d'oiseaux en mains sont présentées. Ces individus ont été capturés en France avec l'aide de Victor Matarranz (Ministère de l'environnement espagnol) dans le cadre d'un programme personnel de baguage et du PNA Aigle de Bonelli afin de réaliser un suivi des adultes par GPS.

DESCRIPTION DE LA MUE

En raison de l'usure, les oiseaux remplacent régulièrement leur plumage afin de garantir leur capacité de vol et une bonne isolation thermique. La vitesse à laquelle le plumage est remplacé varie d'une espèce à l'autre, de ses habitudes migratoires et surtout de sa taille. Ainsi, les grands rapaces peuvent mettre plusieurs années pour changer complètement leur plumage du fait de la longueur du rachis qui peut mettre plusieurs semaines pour pousser complètement. Sur une année, le nombre de plumes remplacées est donc limité, en particulier les premières années. Les grands rapaces, comme l'Aigle de Bonelli, ont donc adopté une stratégie de mue dite séquentielle. Un examen attentif de l'état de la mue peut alors permettre l'identification de l'âge des oiseaux (Forsman, 1999).

Comme la majorité des grands accipitridés, la mue des rémiges débute au milieu de la seconde année civile par les primaires (P) P1 (figure 1), puis par trois autres foyers sur les secondaires (S), S13, S1 et S5. Le nombre de plumes changées avant l'interruption de la mue à l'automne est généralement de quatre à cinq primaires et de six à sept secondaires. Au printemps suivant (troisième année civile), la mue recommence là où elle s'était arrêtée, puis un nouveau cycle de mue débute pour les primaires en P1 alors que le premier cycle de mue des primaires n'est pas

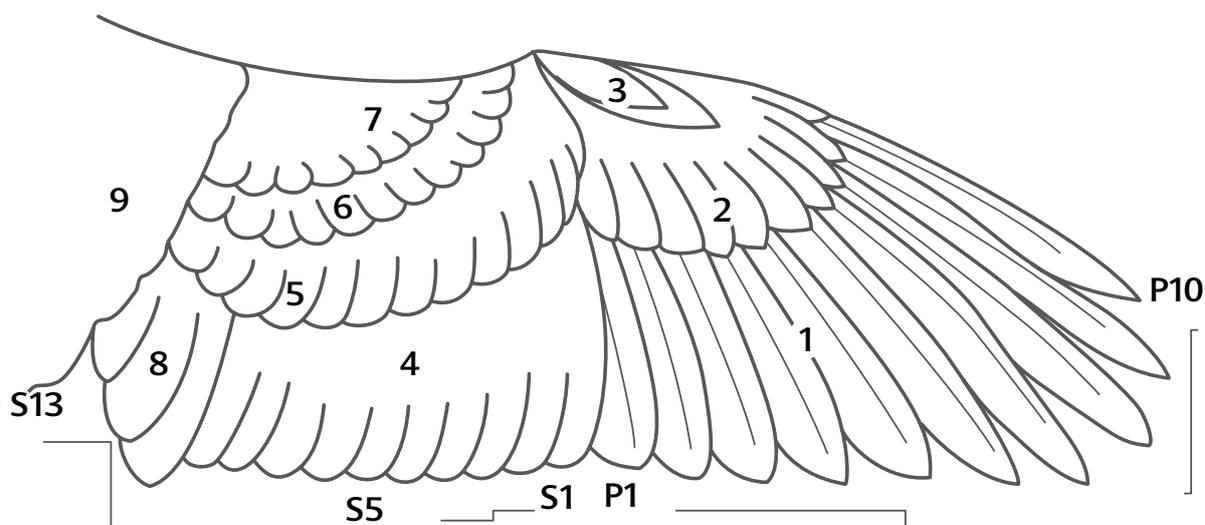


Figure 1 : Aile d'un Aigle de Bonelli avec les différents foyers de mues. Les flèches indiquent le sens de la mue. 1-P : Rémiges primaires, 2 – CP : couverture primaire (tectrices) 3 – Al : Alula, 4 – S : Rémiges secondaires 5 – GC : Grande couverture (tectrices) 6 –MC : couverture médiane 7- PC : Petite couverture 8- T : Rémige tertiaire 9- Plumes scapulaires (tectrices)

Figure 1: Bonelli's Eagle wing with several moulting spots. Arrows indicates ways of moulting. 1-P: Primaries, 2 – CP: Primary coverts 3 – Al: Alula, 4 – S: Secondaries; 5 – GC: Greater coverts; 6 –MC: Median coverts; 7- PC: Lesser coverts; 8- T: Tertiaries; 9- Scapulars

terminé. A cette période, un Aigle de Bonelli a donc trois générations de rémiges primaires (RP). En fin de troisième et début de quatrième année civile, l'oiseau a changé au moins une fois toutes ou quasiment toutes les plumes

de vol. Au printemps de la quatrième année, la mue des rémiges recommence avec la même stratégie, mais à cause des variations individuelles, il devient difficile de donner un âge aux oiseaux au-delà de quatre ans.

OISEAUX DE PREMIÈRE ANNÉE CIVILE

Le plumage juvénile est caractéristique avec la présence de roux plus ou moins foncé selon les individus, sur le ventre et les couvertures sous-alaires. Certains individus peuvent avoir des stries marquées sur la poitrine. Les rémiges sont gris uni avec de fines barres transversales, ou virgules noires, sur toute leur longueur à l'exception des primaires externes (P6 à P10) terminées par une zone plus sombre formant une pointe noire diffuse au bout de l'aile et un fond beaucoup plus clair en leur centre. Le nombre visible de barres noires perpendiculaires varie de cinq-six sur les plumes internes à huit-neuf sur les secondaires les plus longues. Les grandes couvertures sous-alaires primaires sont généralement gris-noir. Les grandes couvertures sous-alaires secondaires peuvent être soit rousses comme le reste des couvertures (photo 1), soit plus ou moins marquées de noir formant chez certains individus une barre noire fine dans la longueur de l'aile (photo 2).

Ce plumage est conservé jusqu'à la fin du printemps de la seconde année civile.



Photos 1 et 2 : Détails des ailes d'Aigles de Bonelli *Aquila fasciata* de un an, à gauche le 10 juillet 2011 (© J.C. Tempier), à droite le 25 juillet 2007 (© A. Flitti). Ils garderont ce plumage jusqu'au printemps suivant. Ces deux individus montrent une nette différence de coloration des grandes couvertures. Photos 1 and 2: Wing details of one-year Bonelli's Eagles *Aquila fasciata*, on the left, July 10 2011 (© J.C. Tempier), on the right July 25 2007 (© A. Flitti). They will keep this feathering till the following spring. Those two birds show clear differences in the coloration of the greater coverts.

OISEAUX DE DEUXIÈME ANNÉE

La première mue débute au milieu du printemps de la seconde année. Elle se remarque sur le ventre avec l'apparition de flammèches noires d'épaisseur très variable, sur fond marron-roux et sur les couvertures sous-alaires dont la coloration est un « patchwork » de plumes rousses juvéniles et de nouvelles plumes (photo 3). La coloration des couvertures muées est très variable ; il semble déjà y avoir dimorphisme sexuel. En effet, les femelles ont tendance à avoir de grandes à moyennes couvertures noires avec parfois de petites taches blanches en bout, alors que les mâles présentent souvent des taches terminales ou longitudinales blanches nettement marquées.

Les rémiges commencent aussi leur mue à cette période là. Celle-ci commence par P1 et continue vers l'extérieur de l'aile, puis celle des secondaires débute par trois foyers différents qui sont, dans l'ordre chronologique, S13, S1 puis S5. Les nouvelles rémiges sont alors plus sombres avec des barres noires plus larges et surtout une tache terminale sombre, variant du gris foncé au noir et formant une barre terminale discontinue le long du bord de fuite de l'aile. Là aussi, il semble y avoir une différence en fonction du sexe et des individus, mais globalement sur les femelles la tache noire en



Photo 3 : Aigle de Bonelli *Aquila fasciata* de deux ans en mue le 07 septembre (2006 © R. Riols). Les RP internes ont déjà mué et présentent une tache terminale noire. Seules les RS les plus internes ont mué. On remarque nettement le « patchwork » des couvertures sous-alaires neuves et juvéniles sur cet individu.

La queue présente deux générations de rectrices ; juvéniles à bout clair et de seconde génération à bout noir.

Photo 3: Second-year Bonelli's Eagle *Aquila fasciata* moulting, September 07 2006 (© R. Riols). The internal RP have already moulted, and have a black terminal patch. Just the most internal RS have moulted. A patchwork appears on the underwing coverts between new and young feathers on that bird.

bout de plumes est entièrement noire alors que chez les mâles elle est plus claire, surtout sur les primaires internes (photos 4 et 5).

Comme les rémiges, les rectrices muent depuis différents foyers (photos 3 et 4). La queue présente des plumes neuves au bout noir plus ou moins marqué, et des plumes juvéniles (photo 3).

Two generations of rectrices are visible on the tail, young with clear end, second generation with black end.

OISEAUX DE TROISIÈME ANNÉE

En début d'année, les oiseaux de trois ans sont relativement faciles à identifier et très proches des oiseaux de fin de deuxième année. Les moyennes et petites couvertures sous-alaires semblent avoir complètement mué. Elles sont encore marron-roux avec des barres ou stries noires dans la longueur des plumes. Les grandes couvertures n'ont pas toutes mué. Leur couleur est généralement noire, mais certains individus présentent des proportions plus ou moins importantes de blanc (photos 4 et 5).

Les rémiges présentent deux générations de plumes car la mue est suspendue à l'automne. Sur les primaires, il faut noter que toutes les plumes présentent une barre terminale sombre, gris diffus à noire généralement bien nette et large. Sur les secondaires, on retrouve le même pattern qu'à l'automne avec des plumes neuves à bout noir ou gris foncé en S1-2, S5-6 et S internes, contrastant avec les plumes non muées juvéniles de couleur de fond entièrement gris-clair (photos 4 et 5).



Photos 4 et 5 : Aigles de Bonelli *Aquila fasciata* de trois ans, à gauche mâle le 24 février 2010 (© M. Magnier), et à droite femelle probable le 31 mars 2012 (© S. Durand). Le mâle de gauche présente des taches terminales des RP internes peu marquées comparé à l'oiseau de droite. On note aussi la présence de deux générations de secondaires, S1, S2, S5 et les internes sur l'oiseau de gauche et S1, S2, S4?, S5, S6 et les internes sur l'oiseau de droite sont neuves. Elles contrastent avec les autres RS juvéniles. On note la présence de deux générations de rectrices (juvéniles et de première mue) sur l'oiseau de gauche.

Photos 4 and 5: Third-year Bonelli's Eagles *Aquila fasciata*, on the left a male, February 24 2010 (© M. Magnier), on the right a likely female, March 31 2012 (© S. Durand).

The male has terminal patches on the internal RP not so marked, compared to the female. Notice the presence of two generations of secondaries, S1, S2, S5 and the internals on the male and S1, S2, S4?, S5, S6 and the internals on the female are new. They contrast with the others juvenile RS. Notice two generations of rectrices (juvenile and first moulting) on the male.



Photo 6 : Aigle de Bonelli *Aquila fasciata* mâle de trois ans le 14 mai 2008 (© D. Lacaze). Le ventre n'a pas totalement mué et présente des plumes nettement rousses et d'autres à dominance blanche. Un peu plus tard dans l'année, le ventre se sera nettement éclairci, au moins pour certains individus.

Photo 6: Third-year male Bonelli's Eagle *Aquila fasciata*, May 14 2008 (© D. Lacaze). The belly hasn't completely moulted, and clearly shows red-feathers and others with a white dominance. A bit later in the year, the belly will be clearer, at least for some individuals.

La mue des primaires recommence au milieu du printemps par P5 ou P6, là où elle s'était arrêtée à l'automne précédent. Un nouveau cycle de mue débute dans la seconde moitié de l'année par P1. Les oiseaux ont donc trois générations de primaires en fin de printemps et automne avec P7-8 à P10 juvéniles, P2-3 à P6-7 de deuxième génération et P1-2 de troisième génération.

La taille des taches du ventre varie beaucoup d'un individu à l'autre, mais ces taches sont sur fond à dominance roux en début d'année. Progressivement le ventre va muer, la couleur de fond va s'éclaircir vers le blanc et les taches s'affiner (photo 6).

La tache blanche du dos est peu présente en début d'année, et sera plus ou moins marquée en fin d'année.

OISEAUX DE QUATRIÈME ANNÉE

Les couvertures sous-alaires et tectrices du ventre paraissent encore « sales ». Les petites couvertures sont striées de noir sur un fond chamois. Les plumes du ventre présentent en leur centre des formes de gouttes, flammèches ou stries noires aux limites diffuses, de couleur marron-fauve sur fond blanc délavé (photo 7).

Une barre noire continue est bien marquée sur le bord de fuite des rémiges et l'intérieur des plumes reste finement barré de noir sur fond gris clair (photos 8 et 9). S1 et S5 peuvent paraître plus courtes avec une barre terminale plus claire (photos 7 et 8).

La mue des rémiges se déroule comme précédemment, en débutant au milieu du printemps, avec comme foyers

d'abord P1 vers l'extérieur, S13 vers l'extérieur, et S1 et S5 vers l'intérieur. Ces nouvelles plumes sont d'apparence plus sombre que la génération précédente, avec notamment les barres transversales noires qui s'élargissent. D'une mue à l'autre, les plumes s'assombrissent, mais, semble-t-il, aussi lors du même cycle de mue. Ainsi, dans le même cycle de mue, la dernière plume muée sera plus sombre que la première (photo 7).



Photo 7 : Aigle de Bonelli *Aquila fasciata* femelle de quatre ans le 5 février 2013 (© B. Rémy). On note la présence de marron-roux sur les plumes du ventre autour des flammèches centrales. Les couvertures sont encore nettement fauves. Toutes les rémiges sont de même génération sauf les P1 à P3 neuves. La différence de coloration et de taille des RS est nettement visible avec une S1 et S5 nettement plus claires et plus petites.

Photo 7: Fourth-year female Bonelli's Eagle *Aquila fasciata*, February 5 2013 (© B. Rémy). Presence of brown-red feathers on the belly, around central sparks. Covers are still clearly fawn. All remiges are from the same generation except P1 to P3 that are new. Differences in coloration and size of the RS are clearly visible with S1 and S5 clearer and smaller.



Photos 8 et 9 : Deux Aigles de Bonelli *Aquila fasciata* mâles de quatre ans, à droite le 3 mars 2013 (© J. Amic), à gauche le 8 avril 2011 (© M. Magnier). Les rémiges sont toutes de la même génération, mais S1 et S5 sont plus courtes et plus claires car elles sont déjà anciennes. On distingue deux générations de rectrices de deuxième et troisième cycles de mue.

Photos 8 and 9: Fourth-year male Bonelli's Eagles *Aquila fasciata*, on the right, March 3 2013 (© J. Amic), on the left April 8 2011 (© M. Magnier). Remiges are all of the same generation, but S1 and S5 are shorter and clearer because they are older. Notice two generations of rectrices of second and third moulting cycle.

OISEAUX DE CINQUIÈME ANNÉE

L'identification des oiseaux de cinq ans n'est pas aisée. Les mâles sont très proches des oiseaux de quatre ans avec des barres transversales sur les rémiges bien marquées contrastant avec la couleur de fond grise. Un examen attentif permet de voir que S1-2 et S5-6, voire S7, sont neuves, donc plus sombres que celles qui les entourent (photos 10 et 11). Chez les femelles, la couleur générale des plumes paraît plus sombre. Les barres transversales semblent plus larges et contrastent moins avec la couleur de fond des plumes (photo 12).

Les couvertures sous-alaires présentent encore un fond de couleur chamois à blanc crème chez certains mâles alors qu'elles sont blanches chez d'autres et les femelles. La couleur des tectrices du ventre est nettement dominée par le blanc. Il faut un examen précis de ces plumes pour détecter encore des traces de marron-roux sur certaines d'entre elles (photo 13).



Photo 10 : Aigle de Bonelli *Aquila fasciata* mâle en fin de quatrième année, le 7 décembre 2011 (© N. Vincent-Martin). Il aura le même type de plumage en début de cinquième année. Les S1, S5, S6 et S7 sont neuves. Les P1 à P6 sont de même génération, mais les P1 et P2 sont déjà vieilles. Les P7 à P10, nettement usées, sont de la génération précédente.

Photo 10: Fourth-year male Bonelli's Eagle *Aquila fasciata*, December 7 2011 (© N. Vincent-Martin). It will have the same feathering at the beginning of its fifth year. S1, S5, S6 and S7 are new. P1 to P6 are of the same generation, but P1 and P2 are already old. P7 to P10, clearly used, are of the previous generation.



Photo 13 : Aigle de Bonelli *Aquila fasciata* femelle de cinq ans le 5 juin 2012 (© D. Lacaze). Des traces de roux subsistent sur quelques plumes de la poitrine

Photo13: Fifth-year female Bonelli's Eagles *Aquila fasciata*, June 5 2012 (© D. Lacaze). Red feathers are still visible on the breast.



Photos 11 et 12 : Aigles de Bonelli *Aquila fasciata* de cinq ans, mâle à droite le 18 mars 2009 (© J.C. Tempier) et femelle à gauche le 7 mai 2012 (© M. Magnier). Les femelles sont généralement plus sombres que les mâles principalement sur les couvertures sous-alaires et les cuisses. On note deux zones plus sombres parmi les rémiges au centre des ailes, il s'agit de S1 et S5-6 nouvellement muées.

Photos 11 and 12: Fifth-year Bonelli's Eagles *Aquila fasciata*, male on the right, March 18 2009 (© J.C. Tempier) and female on the left, May 7 2012 (© M. Magnier). Females are generally darker than males, mostly on the underwing coverts and the thighs. Notice two darker areas among the central remiges, the newly moulted S1 and S5-6

OISEAUX DE PLUS DE CINQ ANS

Identifier l'âge des oiseaux au-delà de cinq ans devient quasiment impossible par observation directe ou sur photos. L'âge des oiseaux présentés ci-dessous a été déterminé grâce à leurs bagues. Il apparaît clairement que les rémiges s'assombrissent au fur et à mesure que l'oiseau vieillit, avec des barres transversales de plus en plus larges sur un fond de plus en plus sombre (photos 14 à 16). Passé un certain âge, les barres sombres se dégradent par l'apparition de vermicules claires désordonnées. Les oiseaux très âgés ont des rémiges qui s'éclaircissent à nouveau mais à cause du nombre croissant de vermicules (photos 17 à 19).



Photos 14 et 15 : A droite, Aigle de Bonelli *Aquila fasciata* mâle de six ans le 31 mars 2012 (© S. Durand) ; à gauche, femelle de sept ans le 26 mars 2012 (© M. Magnier). Le mâle présente nettement deux stades de plumes sur les secondaires et probablement sur les primaires. Toutes les rémiges les plus internes sont récentes.

Photos 14 and 15: Sixth-year male Bonelli's Eagle *Aquila fasciata* on the right, March 31 2012 (© S. Durand) ; on the left, seventh-year female, March 26 2012 (© M. Magnier). The male shows clearly 2 stages of feathers on the secondaries and probably on the primaries. All internal remiges are new.



Photo 16 : Aigle de Bonelli *Aquila fasciata* femelle de 10 ans le 7 décembre 2011 (© N. Vincent-Martin). Les rémiges sont quasiment entièrement sombres, gris ardoise, avec une barre de fuite large et plus foncée. Des vermicules apparaissent notamment sur les primaires. La mue semble plus complexe, ou s'agit-t-il simplement « d'accidents » ?

Photo 16: Ten-year old female Bonelli's Eagle *Aquila fasciata*, December 7 2011 (© N. Vincent-Martin). Remiges are almost completely dark, slate grey, with large and darker trailing edge. Vermiculates appear on the primaries. Moults seems to be more complex, or is it just "accidents"?

Photo 17 : Aigle de Bonelli *Aquila fasciata* femelle de 11 ans le 11 juin 2009 (© J.C. Tempier)

Photo 17: Eleven-year old female Bonelli's Eagle *Aquila fasciata*, June 11 2009 (© J.C. Tempier)



Photo 18 : Aigle de Bonelli *Aquila fasciata* mâle de 14 ans le 6 novembre 2009 (© C. Ponchon). A cet âge les vermicules sont très présents sur les primaires et apparaissent sur les secondaires.

Photo 18: Fourteen-year old male Bonelli's Eagle *Aquila fasciata*, November 6 2009 (© C. Ponchon). At that stage, vermiculates are plentiful on the primaries and appear on the secondaries.

Photo 19 : Mâle de 19 ans le 29 mai 2012 (© A. Ravayrol). L'aile s'éclaircit à nouveau grâce aux nombreux vermicules sur les rémiges. La barre noire du bord de fuite reste.

Photo 19: Nineteen-year old male Bonelli's Eagle *Aquila fasciata*, May 29 2012 (© A. Ravayrol). Wing clears up again thank to numerous vermiculates on the remiges. The black trailing edge stays.

CONCLUSION

L'identification de l'âge des Aigles de Bonelli n'est pas facile sur le terrain et dépendra beaucoup de la qualité de l'observation. De plus il y a encore beaucoup de choses à approfondir qui ne peuvent l'être par photographie ou par observation directe, notamment les périodes de début et fin de mue et le nombre de plumes muées par année. D'autre part, l'examen de nombreuses photos d'oiseaux d'âges connus montre qu'il y a beaucoup de variation individuelle de la coloration du plumage et en particulier du ventre qu'il serait difficile de présenter ici. Il est donc préférable pour l'identification de l'âge de prendre en compte plusieurs critères comme la couleur des différentes parties : ventre, couverture sous-alaire, rémiges, et le stade de mue des rémiges et couvertures sous-alaies. L'identification du sexe peut être intéressante pour donner un âge, car les femelles semblent acquérir des colorations d'adultes plus rapidement que les mâles.

ABRÉVIATIONS

RP ou P : rémiges primaires

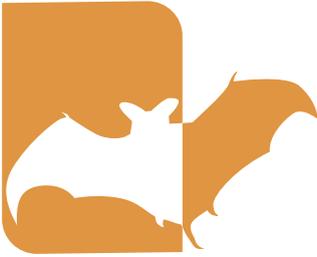
RS ou S : rémiges secondaires

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier en particulier les photographes qui ont autorisé la publication de leurs photos pour cet article. Le suivi de la population d'Aigle de Bonelli en France ne pourrait se faire sans la participation de nombreux observateurs qui, par leur travail, ont permis de nettes améliorations de nos connaissances sur l'espèce. Nous remercions aussi le CRBPO pour son soutien et la confiance qu'il nous accorde par la validation du programme de baguage. Enfin, nous remercions Victor Matarranz, du Ministère espagnol en charge de l'environnement, pour les connaissances qu'il nous a apporté sur cette espèce.

BIBLIOGRAPHIE

- Besnard A., Vincent-Martin N., Ravayrol A., Chevalier C., 2011. Aigle de Bonelli : Démographie de la population française. *Rapace de France - L'OISEAU magazine* hors série 13, 27.
- Forsman D., 1999. *The Raptors of Europe and the Middle East : A Handbook to Field Identification*. Poyser Natural History, Londres, 589 p.
- Hernández-Matías A., Real J., Pradel R., Ravayrol A., Vincent-Martin N., Bosca F., Cheylan G., 2010. Determinants of territorial recruitment in Bonelli's eagle populations. *The Auk* 127 (1), 173-184.
- Hernández-Matías A., Real J., Pradel R., Ravayrol A., Vincent-Martin N., 2011. Effects of age, territoriality and breeding on survival of Bonelli's Eagle *Aquila fasciata*. *Ibis* 153 (4), 846-857.
- Hernandez-Matias A., Real J., Moleon M., Palma L., Sanchez-Zapata J.A., Pradel R., Carrete M., Gil-Sanchez J.M., Beja P., Balabontin J., Vincent-Martin N., Ravayrol A., Benitez J. R., Arroyo B., Fernandez C., Ferreiro E., Garcia J., 2013. From local monitoring to a broad-scale viability assessment : a case study for the endangered Bonelli's eagle *Aquila fasciata* in Western Europe. *Ecological Monographs* 83(2), 239-261.
- Real J., Mañosa S., 1997. Demography and conservation of western European Bonelli's eagle *Hieraetus fasciatus* populations. *Biological Conservation* 79, 59-66.
- Soutullo A., López-López P., Urios V., 2008. Incorporating spatial structure and stochasticity in endangered Bonelli's eagle's population models: Implications for conservation and management. *Biological Conservation* 141, 1013-1020.



Les amphibiens du Parc national du Mercantour (PNM) et du Parco naturale Alpi Marittime (PNAM) : bilan des connaissances et perspectives d'études

Amphibians of the Mercantour National Park and the Parco naturale Alpi Marittime: Current knowledge and study proposal

Gli anfibi del Parco nazionale del Mercantour (PNM) e del Parco Naturale delle Alpi Marittime (PNAM): stato delle conoscenze e indirizzi di ricerca

¹ Parc national du Mercantour
« Etude des Patrimoines Naturel et Culturel »

alain.morand@mercantour-parcnational.fr

² Association "Zirchiltagg" Sardinia
Wildlife Conservation

stefano.bovero@tin.it

Alain Morand¹ et Stéfano Bovero²

RESUME

L'Inventaire Biologique Généralisé (All Taxa Biodiversity Inventory + Monitoring) des deux parcs a permis de relancer différentes études et travaux d'inventaires des populations d'amphibiens. Un premier bilan met en évidence le caractère encore très lacunaire de la connaissance de ce groupe zoologique tant en matière de distribution des espèces que des zones prospectées ainsi que l'absence d'objectifs clairement identifiés sur le territoire Mercantour / Alpi Marittime.

L'ATBI confirme la présence de la plupart des espèces précédemment citées dans les bases de données des deux parcs et la littérature. Pour ces espèces, une plus grande distribution de *Speleomantes strinatii* est révélée, l'absence d'espèces suspectées (*Salamandra lanzai* ; *Ichthyosaura alpestris*) est confirmée alors qu'il existe de petites populations à proximité.

Par ailleurs, certains enjeux de connaissances des populations d'amphibiens, en particulier dans leurs relations avec l'influence des pratiques d'alevinages ou celles de récentes maladies émergentes, sont mis en évidence.

Dans le contexte d'un programme d'assistance à la recherche (Risk Assessment of Chytridiomycosis to European Amphibian Biodiversity ou RACE), la Grenouille rousse *Rana temporaria* a fait l'objet de la recherche d'un champignon pathogène de l'ordre des Chytrides, *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd). Au même moment d'importantes mortalités de têtards, juvéniles et adultes de Grenouilles rousses ont été observés dans plusieurs lacs entre 2010 et 2013, suspectés d'être porteurs de pathogènes. Bd n'a pas été détecté dans ces lacs tandis qu'un Ranavirus a été identifié comme responsable de ces événements.

En définitive et au regard de l'intérêt patrimonial (national et européen) de certaines espèces (ex : *Speleomantes strinatii*) des deux côtés de la frontière et de problématiques scientifiques communes (alevinage et amphibiens, maladies émergentes), quelques axes stratégiques sont proposés pour la prochaine décennie tant pour améliorer la compréhension de la distribution de certaines espèces que pour asseoir un ensemble de connaissances utiles à la conservation et gestion des populations les plus menacées.

MOTS CLES :

amphibiens, Parc national du Mercantour, Parco naturale Alpi Marittime, distribution, inventaire, populations menacées, alevinage, maladies émergentes

SUMMARY

All Taxa Biodiversity Inventory (All Taxa Biodiversity Inventory + Monitoring) of the two parks permit to revive several studies and inventories of amphibian populations. A first assessment demonstrates the poor knowledge of this zoological group in both species distribution and sampled areas, and the absence of clearly identified scientific objectives on the territory Alpi Marittime / Mercantour.

The ATBI confirms the contemporary presence of most species listed in the available data base and in the literature..

Among these species, a larger distribution of *Speleomantes strinati* is revealed and suspected absence of species (e.g. *Salamandra lanzai* ; *Ichthyosaura alpestris*) is confirmed, while small populations can be present near the parks. . Some challenging questions related to amphibian populations, such as relation with fish introduction, or emerging infectious diseases, are revealed.

In the context of the UE program research RACE (Risk Assessment of Chytridiomycosis to European Amphibian Biodiversity), Common frog *Rana temporaria* were tested for the presence of the pathogenic chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) At the same period, important mortalities in tadpoles, metamorphosed juveniles and adults of this frog were observed in several lakes between 2010 and 2013. Bd was not detected in these lakes, while a Ranavirus was identified as responsible of these mortality events.

Finally and depending with the conservation (National and European) status of species (ex : *Speleomantes strinati*) in both territories and common scientific topics (e.g. fish stocking and amphibians ; emerging infectious diseases), several strategic axis are proposed for the next 10 years to improve the amphibian community distribution, and allow an effective habitat and vulnerable species management.

KEY WORDS :

amphibians, Mercantour National Park, Parco Alpi Marittime, distribution, inventory, threatened populations, fish introduction, emerging infectious disease

RIASSUNTO

L'Inventario Biologico Generalizzato ATBI (All Taxa Biodiversity Inventory + Monitoring) realizzato nei due parchi ha permesso di rilanciare lo studio e la ricerca sulla distribuzione e la caratterizzazione delle popolazioni di anfibi. Un primo bilancio ha messo in evidenza diverse lacune conoscitive relativamente all'effettiva distribuzione delle specie, alle aree monitorate e carenza nel delineare di obiettivi chiari nel territorio del Mercantour/Alpi Marittime.

L'ATBI ha confermato la presenza delle maggior parte specie precedentemente censite sulla base dei dati dei due parchi e delle fonti bibliografiche. Per alcune specie, come *Speleomantes strinati*, è stato possibile ampliare l'areale distributivo, mentre per altre (*Salamandra lanzai* ; *Ichthyosaura alpestris*) né è stata confermata l'assenza nei territori dei parchi e la loro presenza, a livello di piccole popolazioni, in comprensori vicini. Parallelamente sono stati messi in evidenza particolari aspetti delle popolazioni di anfibi, quali le criticità legate all'introduzione di pesci nei laghi e alla presenza di patologie emergenti.

Nel contesto di un programma di collaborazione al progetto RACE (Risk Assessment of Chytridiomycosis to European Amphibian Biodiversity), la rana temporaria *Rana temporaria* è stata oggetto di studio per la ricerca di un micete patogeno appartenente all'ordine dei Chitridi, *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd). Parallelamente tra il 2010 e il 2013 sono stati infatti rilevati, in diversi laghi, eventi di mortalità in massa di larve, giovani e adulti di rana temporaria, specie sospettata come portatrice di agenti patogeni. In questi laghi non è stata rilevata la presenza di B mentre un Ranavirus è stato riconosciuto causa del fenomeno.

Analisi specifiche hanno rilevato l'assenza di chitridiomicosi ma anche la presenza di un'altra patologia infettiva, dovuta a *Ranavirus*.

In conclusione sono state definite alcune linee strategiche di studio e conservazione riguardanti alcune specie di importanza nazionale e europea (es. *Speleomantes strinati*) e sulle problematiche scientifiche comuni del PNM e PANM (relazione pesci/anfibi e patologie emergenti). Queste linee di azione potranno, nel corso del prossimo decennio, implementare le informazioni sulla distribuzione di alcune specie e contribuire a mettere insieme conoscenze utili alla conservazione e alla gestione delle popolazioni più minacciate.

PAROLE CHIAVE :

anfibi, Parco nazionale del Mercantour, Parco naturale delle Alpi Marittime, distribuzione, inventario, popolazioni vulnerabile, introduzione di pesci , patologie emergenti.

INTRODUCTION

Avec près de 2 500 km² de territoire protégé, le Parc national du Mercantour est devenu avec son voisin italien (figure 1), le Parco naturale Alpi Marittime, un haut lieu de la protection de la biodiversité en Europe, 963 km² y bénéficiant d'une protection stricte dont l'Etat français pour le Mercantour et la Région Piémont pour Alpi Marittime sont garants (Morand et Commenville, 2010). Cela représente plus de 30% des 8 000 km² d'espaces protégés dans les Alpes.

Alors qu'une espèce d'amphibiens sur cinq dans le monde, dont de nombreuses espèces endémiques risquent de disparaître d'ici 2050 (Temple et Cox, 2009), il est urgent d'inventorier les espèces et d'évaluer l'état des populations dans les espaces protégés de l'Arc Alpin qui peuvent être considérés comme des observatoires d'altitude des changements de la diversité écologique. Si les amphibiens de ce territoire ont fait l'objet de quelques travaux et études au cours des 30 dernières années, aucun inventaire approfondi n'a pu être réalisé à ce jour sur une telle superficie et ce n'est que très récemment que les chercheurs

se sont intéressés à l'état démographique et sanitaire des populations, aux interactions avec les autres espèces aquatiques ainsi qu'à la qualité de leurs habitats.

Dans le contexte de l'Inventaire Biologique Généralisé (2007-2013) (Biaggi *et al.*, 2010; Leccia, 2012), la recherche d'espèces à enjeu patrimonial a été effectuée ainsi que l'étude approfondie de sites à enjeu. Pour exemple, le parc national du Mercantour et celui d'Alpi Marittime portent une responsabilité européenne pour le Spéléropès de Strinati *Speleomantes strinatii* Aellen, 1958, petit urodèle terrestre à aire de répartition restreinte (extrême sud-est de la France, Alpes ligures et frange septentrionale des Apennins) et quasi menacé, inscrit sur la liste rouge française de l'IUCN (Renet et Delauge, 2012). Concernant les milieux, les lacs d'altitude sont devenus l'une des priorités de la Charte du Parc national du Mercantour, dans l'objectif notamment d'une gestion intégrée et concertée entre les différents gestionnaires et usagers (Parc National du Mercantour, 2012; Morand, 2013).

En conséquence, cet article a comme premier objectif de fournir un état actuel des connaissances sur les amphibiens en matière d'inventaires, suivis, études et travaux de recherche

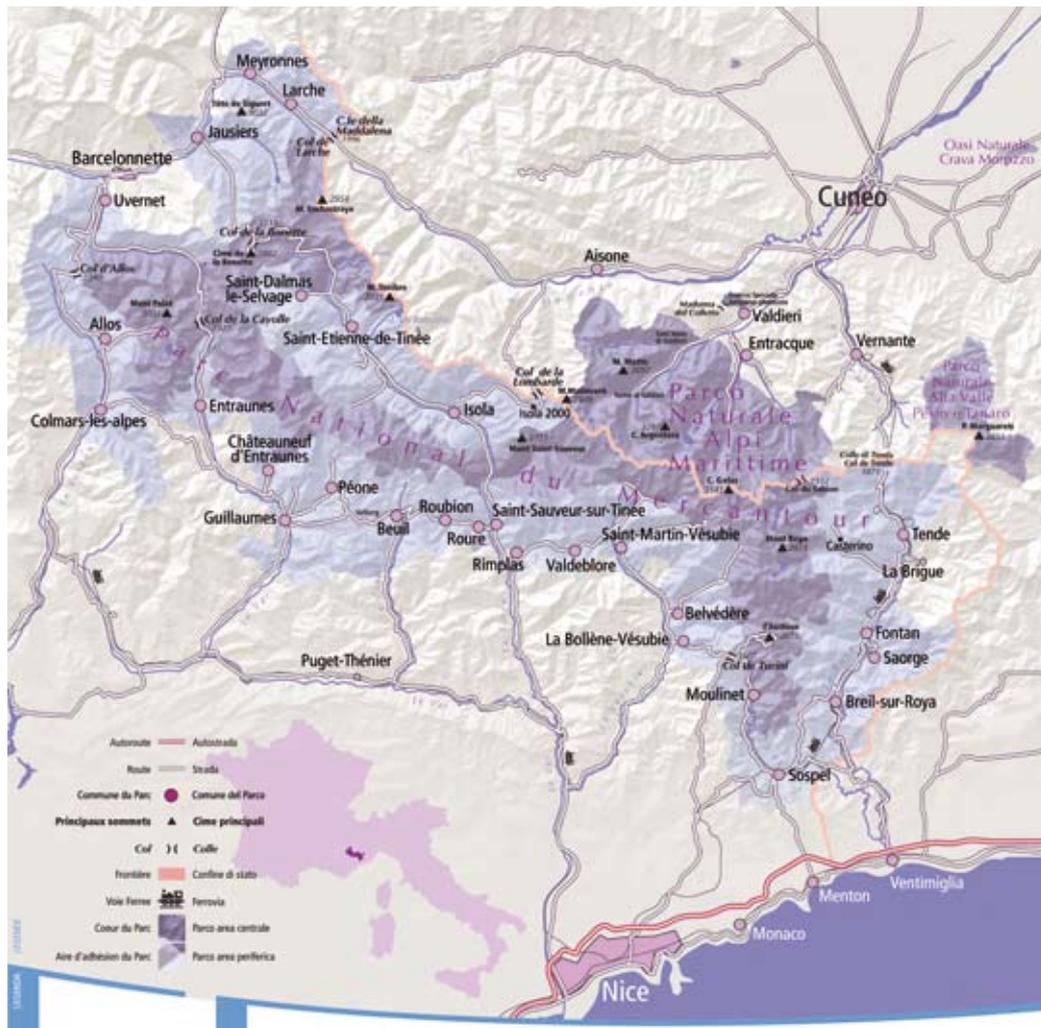


Figure 1 : le Parc National du Mercantour (PNM) et le Parco naturale Alpi Marittime (PNAM) (source : PNM et PNAM)
 Figure 1: General map of PNM and PNAM (source: PNM et PNAM)

menés dans les deux parcs. Le second objectif est d'orienter à moyen et long terme les actions d'inventaires et de suivis, les études, voire les actions de gestion qui pourraient être poursuivies ou initiées en réponse aux enjeux de recherche et de conservation des populations d'amphibiens.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Les données exploitées dans ce manuscrit sont issues d'une part, de la base de données « Contact » du Parc du Mercantour et celle d'Alpi Marittime et d'autre part de données de terrain encore non saisies dans les bases de données des deux parcs et issues de prospections récentes de l'Inventaire Biologique Généralisé au cours de la période 2007-2013. Les notes, les rapports d'étude ou de stage et les publications ont été également consultés.

La participation au programme de veille sanitaire et d'épidémiologie des populations d'amphibiens (Risk Assessment of Chytridiomycosis to European Amphibian Biodiversity 2010-2012) a favorisé également, au delà de son objectif premier en matière d'état sanitaire des populations, l'apport d'informations en matière d'inventaires.

L'effort de prospection a été très hétérogène et variable dans les deux espaces protégés. Il s'est appuyé sur des techniques d'observations très diverses : observation diurne ou nocturne à vue des adultes et des larves ; écoute des chants pour les anoures ; capture à l'épuisette ; pièges nocturnes lumineux de construction artisanale ou standardisés (Drechsler *et al.*, 2012) ; récolte de certains spécimens pour le Muséum d'histoire naturelle (Knoepffler, 1967).

Parsouci de méthodes d'observations facilement réalisables par le personnel en charge des protocoles d'acquisition de données naturalistes (gardes-moniteurs, techniciens, etc.), quelques formations à la connaissance de l'écologie des amphibiens et à la détermination des différentes écophases larvaires ou adultes ont été réalisées (1988, 2010, 2011) sur le territoire de l'un des deux parcs ou via un organisme de formation (Acteurs, Territoires, Espaces

Naturels). L'utilisation des ouvrages de détermination de Miaud et Muratet (2004) ou Muratet (2008) a fait l'objet d'une initiation par les équipes de terrain.

RÉSULTATS

Inventaires de type Atlas, diagnostics Natura 2000 et autres prospections naturalistes

Au sein du territoire du PNM, les premiers travaux sur les amphibiens ont commencé à la fin des années 60 entrepris par certains chercheurs du Muséum d'Histoire naturelle (Knoepffler, 1967). Ils seront suivis de prospections naturalistes par les gardes-moniteurs dès la création du PNM en 1979 et les observations capitalisées progressivement dans une base de données (Perfus, 1993). Un protocole d'inventaire structuré des espèces d'amphibiens, mais également de reptiles, sera mis en place sur des habitats privilégiés lors de sorties spécifiques le plus souvent diurnes, ou au hasard d'autres missions (Cheylan, 1988 ; Grillet, 1988). Ce protocole construit pour durer au moins cinq années (Cheylan, 1989) servira de base aux cartes de distribution des espèces de l'atlas du PNM (par mailles de 5 x 5 Km) et à la localisation de zones d'écrasement routier pour le crapaud commun (Claudin et Mielle, 2002).

Ayant comme principal objectif la caractérisation et la distribution générale des peuplements herpétologiques selon les grands types de milieux, ce premier grand inventaire atteste de la présence de quatre espèces d'amphibiens à large répartition : la Grenouille rousse *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 (figure 2), le Crapaud commun *Bufo bufo* Linnaeus, 1758, la Salamandre tachetée *Salamandra atra* Linnaeus, 1758 ainsi qu'également le Spéléropès de Strinati (figure 3) géographiquement localisé à certaines zones. Quelques rares données de Crapaud accoucheur *Alytes obstetricans* Laurenti, 1768 sont aussi collectées.



Figure 2 : Adulte de Grenouille rousse *Rana temporaria*, juillet 2012, Lac de Beuil, Beuil (06). Photo : A. Morand.
Figure 2: Adult Common frog *Rana temporaria*, July 2012, Lac de Beuil, Beuil (06). Picture: A. Morand.



Figure 3 : Spéléropès de Strinati *Speleomantes strinatii*, amphibien urodèle endémique de l'extrême sud-est de la France et le nord-ouest de l'Italie, 2009, Grotte d'Aspremont. Photo : J. Lopez.
Figure 3: Strinati's cave salamander *Speleomantes strinatii*, endemic caudata amphibian in SE French and NW Italian, 2009, Cave « Aspremont ». Picture: J. Lopez.

La présence de deux autres espèces, la Grenouille verte *Pelophylax* sp. (ou son complexe) et la Rainette méridionale *Hyla meridionalis* Boettger, 1874, a aussi été détectée dans la vallée de la Roya (BD « Contact » PNM) non loin de la commune de Sospel, mais ces données restent rares et à approfondir. Quelques écoutes et observations effectuées à Lucéram sur la rivière « Le Paillon » de chant de Grenouille rieuse *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) et d'un individu de Grenouille verte sur le site de Fanguetto dans la Bendola semblent également confirmer la présence du complexe de Grenouille verte (obs. pers.) sur le territoire du parc ou son proche voisinage.

Si la plupart des espèces fait l'objet régulièrement de nouvelles observations de la part d'agents du parc, ajoutées à la base de données « Contact », aucune campagne de prospection structurée, depuis celle effectuée entre 1988 et 1993, n'a été relancée. Seul un effort plus soutenu sur le Spélerpès de Strinati a été engagé récemment. En effet, dans la dynamique de l'Inventaire Biologique Généralisé et la création d'un groupe bio spéléologique (sous le pilotage de Tordjman et Lemaire), c'est avec le CEN PACA et le Muséum d'Histoire Naturelle de Nice qu'une compilation de données anciennes et de nouvelles prospections ont été effectuées en vue de l'actualisation de la distribution du Spélerpès (Renet *et al.*, 2012). Deux autres opérations ponctuelles ont été menées également, l'une d'entre elles en raison de la possible présence historique du Triton alpestre *Ichthyosaura alpestris apuana* (Bonaparte, 1839) sur les lacs de Chaffour (figure 4) et Cimon, préférés au Lac de Tenibre historiquement cité par Knoepffler (1967) mais suspectés d'erreur de localisation (P. Orméa, comm. pers.) dans la haute vallée de la Tinée, l'autre en raison d'une observation suspectée être de la Salamandre de Lanza *Salamandra lanzai* (Nascetti, Andreone, Capula et Bullini, 1988) dans la vallée de l'Ubaye (G. Lombart, comm. pers.) d'où une prospection ciblée d'une équipe du PNM (Morand, 2009).



Figure 4 : Lacs de Chaffour et Cimon, août 2011, Saint-Etienne de Tinée (06). Photo : A. Morand.

Figure 4 : Lakes « Chaffour » and « Cimon », August 2011, Saint-Etienne de Tinée (06). Picture : A. Morand.

Certains secteurs ont aussi fait l'objet de prospections approfondies soit dans le cadre d'études ciblées (Bergeal, 1996 ; Rufroy 1996 ; Schmidlin, 1996) soit en vue d'établir un diagnostic « zéro » de sites Natura 2000 (Cluchier, 2002) ou de zone à forts intérêts, comme récemment, la réserve naturelle régionale des Gorges de Daluis (Martinerie, 2013). Ces inventaires confirment et précisent la présence et la distribution des espèces les plus communes et l'absence de celles en limite de répartition ou seulement suspectées.

Au terme des différentes études et prospections, le parc renferme, en conséquence, un nombre relativement faible d'espèces d'amphibiens, soit huit espèces.

- quatre espèces à observations régulières et grande étendue: le Crapaud commun, la Grenouille rousse, la Salamandre tachetée, le Spélerpès de Strinati,
- une espèce d'observation régulière sur des sites très localisés : l'Alyte accoucheur dont la recherche doit se poursuivre, notamment sur d'anciennes localisations (ex : Moyenne-Tinée),
- trois espèces dont la présence mérite d'être confirmée, précisée : la Rainette méridionale, la Grenouille rieuse, la Grenouille de *Lessona Pelophylax lessonae* Camerano, 1882,
- deux espèces non trouvées malgré de nouvelles prospections mais dont la présence mérite d'être toujours recherchée : la Salamandre de Lanza, le Triton alpestre dont la population la plus proche connue se trouve au Lac de la Cabane situé sur la commune du Lauzet (Alpes de Haute-Provence) au nord-ouest du Parc du Mercantour.

Pour le Parco naturale Alpi Marittime (PNAM), la connaissance herpétologique est restée longtemps lacunaire sans échantillonnage systématique ni aucune étude approfondie. L'inventaire des espèces a donc été longtemps incomplet, avec de grandes portions de territoire jamais prospectées (Morisi, 1983 ; Andreone et Sindaco, 1998). Il faut attendre les travaux de Falzoi en 2004 ainsi que la poursuite des prospections dans le cadre du programme ATBI (Bovero, 2012) ou de prospections élargies aux Alpes italiennes (Bovero *et al.*, 2013) pour avoir une photographie plutôt précise sur la distribution des amphibiens dans le PNAM. Oneto et Ottonello (2012) étudient également la distribution réelle et potentielle du Spélerpès de Strinati de la zone SIC IT1160056 « Alpi Marittime » et zones contigües du Parc.

Au terme des différentes études et prospections, le parc comprend, quatre espèces.

- trois espèces d'observation régulière, la Grenouille rousse, le Crapaud commun et la Salamandre tachetée,
- une espèce rare et localisée, le Spélerpès de Strinati qui n'est connu que dans un site, la grotte du bandit et ses environs proches,
- deux autres espèces ont été contactées à proximité du PNAM : le Triton alpestre dont la plus proche population connue se trouve en Haute-Vallée du Tanaro dans la région Piémont, dans le lac Quarzina, et la Grenouille

agile *Rana dalmatina* Fitzinger in Bonaparte, 1838 à proximité de Valdiéri.

Assistance au programme de recherche « Risk Assessment of Chytridiomycosis to European Amphibian Biodiversity » (RACE)

Le PNM participe au programme européen RACE (Risk Assessment of Chytridiomycosis to European Amphibian Biodiversity – <http://www.bd-maps.eu/>.) dont l’ambition est d’évaluer l’état sanitaire des populations d’amphibiens en Europe, notamment l’impact pathologique d’un champignon pathogène *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd). C’est la connaissance de périodes favorables aux frayères de Grenouille rousse dans des sites accessibles par les gardes-moniteurs (P. Archimbaud, comm. pers., 2011) qui a déterminé le choix du Lac de Millefont en mai 2011 pour y prélever une trentaine d’individus distincts à échantillonner (figure 5). Aucune présence du champignon n’a été détectée lors de ces premières analyses (Dejean, 2012). En conséquence, le test d’une seconde cible, l’Alyte accoucheur, espèce particulièrement vulnérable à la mycose (Bosh et al., 2000), s’est effectué, en août 2012 sur le Lac de Beuil, l’une des rares stations connues comme ayant une population viable et conséquente d’Alyte accoucheur dans les Alpes-Maritimes. L’analyse de quatre individus (un juvénile, trois adultes) a été négative. La découverte de cadavres (têtards, juvéniles et adultes) de Grenouilles rousses dans plusieurs lacs (lacs de Prals, plusieurs lacs de la vallée des Merveilles, ...) a permis, par ailleurs, de détecter la présence d’un autre pathogène, un Ranavirus. Des expériences réalisées en 2013 (Miaud, 2013) ont montré la relation de causalité entre le Ranavirus détecté sur les cadavres de Grenouille rousse récoltés en 2012 et la mortalité de celles-ci.

Dans le PNAM, si plusieurs cas de mortalité ont été également constatés sur des Grenouilles rousses (Bovero, 2012), ces individus n’ont pas fait l’objet d’analyse virologique. La recherche du champignon tueur (Bd) a toutefois été effectuée par une équipe italienne de chercheurs sur le Spélerpès de Strinati, démontrant l’absence de chytridiomycose d’une part mais surtout sa forte résistance à la contamination (Pasman et al., 2012).

Lacs de montagne : poissons et amphibiens

La question de l’introduction de poissons, notamment de la famille des Salmonidés, dans les lacs de montagne par les pratiques d’alevinage fait l’objet de l’attention des deux parcs. Au cours de ces dernières années et soutenu par la démarche ATBI, les deux parcs ont été particulièrement vigilants pour identifier les menaces sur les populations d’amphibiens. Il en ressort, de part et d’autre de la frontière, une problématique commune aux deux parcs, qui est celle de la forte introduction de poissons dans de nombreux lacs et certains cours d’eau. Les premiers inventaires effectués au cours de cette dernière décennie et ceux effectués au cours des étés 2012 et 2013 (Bovero 2012 ; Bovero et al., 2012), respectivement, dans le PNAM et le PNM constatent l’absence totale ou la quasi-absence de pontes et têtards de Grenouille rousse dans les lacs alevinés avec plusieurs espèces de Salmonidés (ex : lac de Graveirette, commune de Valdeblore 06) ; lacs Balaour nord et sud (Vésubie)). Il est observé, par ailleurs, de manière contigüe à ces lacs, de grande quantité de têtards dans les petits plans d’eau et zones humides, plus ou moins temporaires. Ces observations, bien qu’elles doivent être confirmées sur un plus grand nombre de lacs et dans d’autres vallées, soulèvent plusieurs hypothèses.



Figure 5 : Mise en œuvre du protocole « recherche de Chytridium » par écouvonnage des parties kératinisées de *Rana temporaria*, mai 2011, Lac de Millefont, Valdeblore (06). a : Le matériel, mai 2011. Photo : A. Morand. b : Manipulation sur une Grenouille rousse. Photo : C. Simon.
 Figure 5: Swabbing of *Rana temporaria* for detection of the chytrid fungus. May 2011, one of the lakes « Millefont », Valdeblore (06). a: Equipment, May 2011. Picture: A. Morand. b: Experiment on a Common frog. Picture: C. Simon.

Dans le PNAM, l'absence de la Salamandre tachetée dans nombre de sites qui présentent des conditions environnementales favorables pour l'espèce (ex : Comba dell'Infernetto, Valdieri) laisse supposer également des interactions négatives (compétition, prédation) entre poissons et amphibiens de par l'introduction de la Truite commune *Salmo trutta* Linnaeus, 1758 dans les ruisseaux.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Ce premier bilan des travaux sur les amphibiens des deux parcs Alpi Marittime et Mercantour met en évidence, d'une part le caractère encore très lacunaire de la connaissance de ce groupe zoologique tant en matière de distribution des espèces que des zones prospectées et d'autre part le besoin de participer à de nouvelles problématiques de recherche en vue de mieux protéger et gérer les populations d'amphibiens et leurs habitats.

En vue d'atteindre ces objectifs et répondre à cet enjeu important, les deux espaces protégés doivent s'organiser en actions de connaissance, de gestion et de sensibilisation.

Action de connaissance : suivis démographiques et sanitaires, impact de la fragmentation du paysage et des changements climatiques

Les suivis de populations d'amphibiens à long terme sont très rares (Kenneth-Dodd, 2010) alors qu'il devient de plus en plus important d'évaluer et bien comprendre le déclin des amphibiens par la mise en œuvre de protocole de suivi à long terme sur plusieurs sites-références. Il s'agit d'évaluer la part qui revient aux fluctuations naturelles des populations (Meyer *et al.*, 1998) par rapport à celles qui sont dues aux activités humaines ou aux changements globaux (Sztatecsny et Hödl, 2009).

Le protocole « POPAMPHIBIEN » (Société Herpétologique Française, 2010), relevant des méthodes indiciaires de type Indice de Changement Environnemental (ou ICE), répond à cet objectif de suivre l'état des populations d'amphibiens (démographie, santé, ...). Il fait l'objet d'une réflexion au sein de la communauté batrachologique en France et de plusieurs gestionnaires d'espaces protégés (Réserves naturelles, Parcs naturels régionaux, Parcs nationaux, Conservatoire d'espaces naturels,...) qui l'ont déjà testé mais le plus souvent en plaine et très peu en montagne (Guenel, 2011). La mise en œuvre de ce protocole dans le Parc national du Mercantour est menée sur les amphibiens des lacs d'altitude et soulève plusieurs difficultés dans l'objectif d'un « monitoring » sur le long terme, notamment : le choix des sites en raison de leur grand nombre (plus de 300 lacs et laquets) et leur caractère spécifique en terme d'histoire de gestion, leur accessibilité (parfois à plus de trois heures de marche et dans des conditions d'enneigement à risque), etc. Au delà du suivi des tendances populationnelles et de ses difficultés de mise en œuvre, le suivi de pathologies anciennes et émergentes est devenu aussi prioritaire pour la conservation des populations d'amphibiens sur

le long terme et il s'agit de participer activement (www.alerte-amphibien.fr). L'ensemble de ces réflexions est actuellement en cours dans le contexte du programme de Recherche-Action « Lacs sentinelles » (Birk *et al.*, 2013).

Parallèlement à l'étude de l'état des populations (démographique et sanitaire) à l'échelle de leurs habitats aquatiques de reproduction, l'isolement de sous-populations viables par la fragmentation et dégradations de ces mêmes habitats aquatiques nous incitent à travailler à l'échelle du paysage, tout du moins des vallées avec leur mosaïque de lacs et autres milieux aquatiques. La fragmentation des milieux est parmi les plus importantes menaces sur la biodiversité (Forman, 1995). L'identification des zones et sites de reproduction viables et le rétablissement de connexions entre les sous-populations par des corridors écologiques et biologiques sont une autre perspective d'étude à envisager.

Enfin, si on considère le fait que le territoire PNM/PNAM représente la limite de la distribution d'un grand nombre d'espèces de différentes origines phylogéographiques, avec pour conséquence une fragilité accrue des populations vivant aux limites des aires de la distribution avec réduction de la variabilité génétique (Case et Taper, 2000 ; Channell et Lomolino, 2000), il n'est pas incohérent de renforcer les prospections mais de manière plus structurée. Le grand nombre des milieux aquatiques, notamment des lacs d'altitude, suppose la recherche de techniques d'échantillonnage au meilleur coût-bénéfice en vue de bien connaître ces écosystèmes. En conséquence, il est intéressant de tester d'autres techniques d'inventaire, comme celles faisant appel à des approches moléculaires (barcoding). Cette méthode a été testée, cet été 2013, sur une vingtaine de lacs profonds et de plus de 0,5 ha, sur trois taxons (amphibiens, poissons, odonates). La méthode, une fois calibrée et si elle est reconnue comme efficace, pourrait être étendue dans un proche avenir à beaucoup plus de lacs.

Actions de gestion : vers une approche intégrée et concertée des lacs d'altitude

Pour exemple, la tentative de soustraire à l'alevinage un certain nombre de lacs voire de secteurs de bassins hydrographiques, est engagée dans le contexte d'une part d'une concertation avec les Associations de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques (APPMA) et les représentants du monde de la pêche (Fédérations de Pêche — FDP — des Alpes-Maritimes et des Alpes de Haute-Provence) (Morand, 2013; Jacquemin, 2013) et d'autre part, d'une collaboration entre les chercheurs et les gestionnaires autour d'un observatoire sur les lacs sentinelles (Birk *et al.*, 2013). S'il s'agit bien évidemment de travailler de manière concertée sur les enjeux socio-économiques et environnementaux des lacs d'altitude, le document de gouvernance ou Charte du Parc national du Mercantour s'est engagé à réduire sur un certain nombre d'entre eux la pression des activités humaines (pratiques d'alevinage,

couchades de troupeaux ovins, assainissement de refuges, etc.) en vue d'étudier de nouvelles trajectoires de gestion des lacs. La recherche de plus de naturalité pour les lacs se confronte d'une part à des dynamiques socio-économiques (ex : gestion de la pêche sportive ou de tourisme) non négligeables dans un contexte de développement durable mais également la recherche de plus d'appropriation des deux espaces protégés par les locaux. D'autre part, cette démarche de gestion interventionniste doit intégrer aussi la difficulté de définir un état initial des écosystèmes, penser davantage en terme de nouvelle trajectoire de gestion et mieux intégrer la complexité à vouloir supprimer dans certains lacs les espèces invasives de poissons (ex : Vairons).

L'impact des poissons a été largement démontré sur les amphibiens (compétition, prédation, transmission de pathogènes) (Kats et Ferrer, 2003 ; Scoccianti, 2004 ; Pope, 2008) et également sur plusieurs espèces d'invertébrés (zooplanctons, etc.) (Knapp et Matthews, 2000 ; Schabetsberger *et al.*, 2006 ; Schabetsberger *et al.*, 2009). Il reste, néanmoins, à approfondir localement la distribution de la Grenouille rousse et sa réelle exclusion de certains grands lacs par les poissons introduits (Sineau, 2011). Une première hypothèse serait que la reproduction dans les milieux aquatiques de petite taille, peu profonds, et parfois temporaires, sans poissons, constituerait une stratégie d'évitement des prédateurs et compétiteurs dans des zones refuges. Une autre hypothèse serait que ces habitats aquatiques ont toujours été des sites sélectionnés et privilégiés aux grands plans d'eau.

Une petite dizaine de lacs a fait l'objet, cette année 2013, d'une interruption du plan d'alevinage suite à une première série de négociation et discussion avec les APPMA et leurs représentants (FDP) du 06 et 04. Il s'agit à présent d'étudier la nouvelle trajectoire de gestion des lacs à des pas de temps qu'il reste à déterminer dans le contexte du programme de Recherche-Action « Lacs sentinelles » tant pour évaluer les changements de composition faunistique et floristique de ces plans d'eau que leur fonctionnement trophique.

En outre, dans la mesure où différents partenariats avec le monde de la pêche, dont ce programme entre chercheurs et gestionnaires, contribueraient progressivement au rapprochement du monde des gestionnaires de la pêche et celui des espaces protégés, il n'est pas impossible à l'avenir d'étudier à nouveau la faisabilité de la réintroduction du Triton alpestre ou plus novateur, d'envisager la délocalisation d'une population vulnérable.

Le scénario de réintroduction, après ceux transfrontaliers effectués et réussis sur la grande faune de montagne, à savoir le Gypaète barbu *Gypaetus barbatus* (Linnaeus, 1758) en 1993 et le Bouquetin *Capra ibex* Linnaeus, 1758 en 1987, a déjà été étudié en 1996 par le Parc national du Mercantour (Bergeal, 1996). Néanmoins, sans revenir sur la présence historique du Triton alpestre au lac de Tenibre dans le Mercantour (Knoepffler, 1967) et utiliser l'argument d'une réintroduction suite à disparition récente, la sauvegarde par délocalisation d'une partie de la population du Lac de la Cabane (figure 6), ne constitue-t-elle pas

un projet tout aussi légitime ? En effet, cette population demeure particulièrement vulnérable, d'une part en raison de son isolement géographique et d'autre part en raison du caractère exclusivement aquatique du cycle de vie des individus paedomorphiques de la population, c'est à dire d'individus branchiés, à même de se reproduire à l'état larvaire.

Le risque lié à la présence des poissons prédateurs et/ou compétiteurs est accrue en raison d'une durée d'exposition plus longue dans le milieu aquatique (Denoël *et al.*, 2001 ; Denoël, 2003). En conséquence, quelques individus pourraient être transplantés dans un ou plusieurs autres sites au sein de l'aire de distribution de l'espèce. Mais au delà d'un engagement sérieux et durable dans ce type de projet (qu'il s'agisse d'une réintroduction ou d'une sauvegarde et délocalisation d'une population menacée, son suivi et son évaluation), l'une des conditions prioritaire et préalable est la disparition des facteurs qui ont causé le déclin récent. En effet, de tels projets ne peuvent réussir qu'au terme de compromis dans une démarche relevant de l'écologie de la réconciliation (Rosenzweig, 2003) entre les acteurs et usagers au sein du territoire d'accueil, c'est à dire l'assentiment durable des populations locales ou *a minima* leur non opposition.



Figure 6 : Triton alpestre « métamorphe » mâle, 2009, lac de la Cabane, Seynes les Alpes, 04), l'une des populations les plus septentrionales. Photo : A. Morand.

Figure 6: Male alpine newt metamorph in lake "de la Cabane" Seynes les Alpes, 04), one of the most southern population in France. Picture: A. Morand.

Action d'éducation et sensibilisation, plan de formation

Au fil de l'eau depuis la création des deux parcs, les actions de suivi et de gestion des populations d'amphibiens ont fait l'objet de conférences, expositions photographiques et de présentations orales. Citons, parmi les plus récentes, celles lors de formations en interne auprès des gardes-moniteurs (figure 7) et accompagnateurs « moyenne-montagne » du PNM (juillet 2011), d'étudiants en pré-professionalisation lors d'universités d'été (août 2011), d'ateliers d'échange lors des journées techniques et scientifiques de restitution de l'ATBI+M à la communauté scientifique et aux gestionnaires d'espaces protégés (Bovero et Morand, 2012).

Par ailleurs, dans le cadre du Programme Transfrontalier « Education Environnement Développement Durable » (2007-2013), un poster « Gli anfibi del Mercantour-Gesso-Stura » a été récemment réalisé. Ce document, pour servir utilement à la mission des agents habilités dans les missions de connaissance, police et éducation, précise quelques éléments de détermination des différentes espèces de part et d'autre de la frontière et réaffirme, notamment la forte responsabilité des deux parcs PNAM/PNM à l'égard de ce groupe de vertébrés parmi les plus menacés au monde.

Dans un objectif de suivi à long terme et à démarche participative de science citoyenne (Jolivet et Corraza, 2012), il serait possible d'envisager quelques protocoles d'acquisition de connaissance sur des espèces communes d'amphibiens et accessibles facilement à la détermination par les scolaires comme la Grenouille rousse (protocole « Grenouille rousse » du Centre de Recherches sur les Ecosystèmes d'Altitude (CREA) ou la Salamandre tachetée (Schauer *et al.*, 2012).

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier l'ensemble des agents des deux Parcs pour leur travail de terrain (gardes moniteurs, techniciens, ..) ainsi que les autres observateurs, à savoir les stagiaires, les bénévoles des deux parcs et d'associations naturalistes (CEN PACA, LPO, etc.). Merci également à Monique Perfus et Laura Martinelli en charge, au sein des services scientifiques, de la centralisation des données « amphibiens » dans les bases de données « Contact », respectivement au PNM et PNAM. Nos remerciements vont aussi à Julie Delauge d'avoir accepté notre proposition d'article et aux relecteurs de la première version de ce manuscrit, pour leur remarques et suggestions constructives : Claude Miaud, Marc Cheylan et Cédric Roy. Enfin, nos remerciements vont également à Joséphine Lopez et Charlotte Simon pour le prêt de leurs photographies. Les campagnes de prospection effectuées entre 2008 et 2013 ont été financées dans le cadre d'un programme européen transfrontalier ALCOTRA 2007-2013.



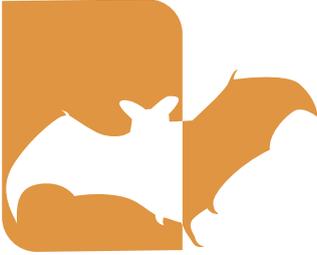
Figure 7 : Formation des agents du Parc national du Mercantour à la reconnaissance des larves d'amphibiens, mai 2010, Puget-Thénier (06). Photo : A. Morand.

Figure 7: Rangers determine tadpoles with a guide for identification, may 2010, Puget-Thénier (06). Picture: A. Morand.

BIBLIOGRAPHIE

- Andreone F., Sindaco R. (eds), 1999. *Erpetologia del Piemonte e della Valle d'Aosta. Atlante degli Anfibi e dei Rettili*. — Monografie XXVI(1998). Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino, 283 p.
- Bergeal D., 1996. *Bilan des connaissances sur le triton alpestre dans le sud-est de la France : potentialité et faisabilité de sa réintroduction en Haute-Tinée*. Mémoire de DESS, Université Catholique de l'Ouest, IEA, MNHN, PNM, 45 p.
- Biaggi De M., Leccia M., Kroupa A., J-C. Monje., 2010. Creating a biodiversity inventory in protected areas to increase knowledge of their natural heritage and to improve land management. *eco.mont* 2, 49-52.
- Birck C., Epailard I., Leccia M.-F., Crassous C., Morand A., Miaud C., Bertrand C., Cavalli L., Jacquet S., Moullec P., Bonnet R., Sagot C., Franquet E., Nellier Y.M., Perga M.E., Cottin N., Pignol C., Malet E., Naffrechoux E., Giguet-Covex C., Jouffroy-Bapicot I., Etienne D., Millet L., Sabatier P., Wilhelm B., Perren B., Arnaud F., 2013. Sentinel lakes: a network for the study and management of mountain lakes in the French Alps and in Corsica. *eco.mont* 5, 63-69.
- Bosch J., Martínez-Solano I., García-Paris M., 2000. Evidence of a Chytrid fungus infection involved in the decline of the Common Midwife Toad in protected areas of central Spain. *FrogLog* 40, 1.
- Bovero., 2012. *Monitoraggio delle speci di anfibi e di rettili e rilievo di eventuali criticita per la conservazione delle popolazioni nel SIC IT 1160056 Alpi Marittime*. Rapporto PNAM, 19 p.
- Bovero S., Morand A., 2012. Séolane, Voyage au coeur de la Biodiversité. Actes des Journées transfrontalières d'échanges scientifiques et techniques - Inventaire Biologique Généralisé. Historique, méthode d'étude et perspective de la recherche batrachologique dans les deux parcs PNM/PNAM. *Les cahiers de Séolane* 2, 29-30.
- Bovero S., Gazzaniga E., Repetto R., 2012. *Relazione tra pesci e anfibi nel Parc national du Mercantour : ricerca sul campo e considerazioni per la conservazione*. Rapporto PNM, 17 p.
- Bovero S., Canalis L., Crosetto S., 2013. *Gli anfibi e i rettili delle Alpi. Come riconoscerli, dove e quando osservarli*. Blu Edizioni (collana Natura e ambiente), Torino, 159 p.
- Case T.J., Taper, M.L., 2000. Interspecific competition, environmental gradients, gene flow, and the coevolution of species' borders. *The American Naturalist* 155, 583–605.
- Channell R., Lomolino MV., 2000. Dynamic biogeography and conservation of endangered species. *Nature* 403, 84–86.
- Cheylan M., 1988. *Synthèse des observations antérieures (de 1980 à 1988) réalisées sur le cœur et la zone périphérique du parc national. Pré-inventaire reptiles/amphibiens*. Parc National du Mercantour, Nice, 12 p.
- Cheylan M., 1989. *Premier inventaire structuré des espèces par milieux, par zone géographique, selon les statuts. Protocole d'étude des amphibiens et reptiles dans le PNM*. Parc National du Mercantour, Nice, 5 p.
- Claudin J., Miellet P. (coord.), 2002. *Atlas des Parcs nationaux de France, Parc national du Mercantour*. Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, Paris, 80 p.
- Cluchier A., 2002. *Inventaire herpétologique du site Natura 2000 PR 60 « Les 4 Cantons »*. Conservatoire-Etudes des Ecosystèmes de Provence, Office National des Forêts, Aix-en-Provence, 70 p.
- Dejean T., Miaud C., Ouellet M., 2010. La chytridiomycose: une maladie émergente des amphibiens. *Bulletin de la Société Herpétologique de France* 134, 27-46.
- Denoël M. 2003. *Avantages sélectifs d'un phénotype hétérochronique. Eco-éthologie des populations pédomorphiques du Triton alpestre, Triturus alpestris (Amphibia, Caudata)*. Collection enquêtes et dossiers 27. Cahier d'Ethologie 27, Liège (Belgique), 327 p.
- Denoël M., Duguet R., Dzukic G., Kalezic M., Mazotti S., 2001. Biogeography and ecology of paedomorphosis in *Triturus alpestris (Amphibia Caudata)*. *Journal of Biogeography* 28, 1271-1280.
- Drechsler A., Bock D., Ortman D., Steinfartz S., 2012. Ortman's funnel trap – a highly efficient tool for monitoring amphibian species. *Herpetology Notes* 3, 13-21.
- Falzoi S., 2004. *Distribuzione della fauna erpetologica nel parco Naturale delle Alpi Marittime*. Tesi di laurea in Scienze Naturali, Università degli Studi di Torino, Torino.
- Forman R.T.T., 1995. *Land mosaics: The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, Cambridge, 632 p.
- Guenel N., 2011. *Mise en place d'un protocole de suivi des amphibiens de la Réserve naturelle de Nohèdes (66) : Salamandra salamandra, Calotriton asper, Bufo bufo et Rana temporaria*. Rapport de Master 2, Université d'Aix-Marseille et Réserve naturelle de Nohèdes, Marseille, 80 p.
- Grillet P., 1988. *Protocole d'inventaire "Reptiles et amphibiens"*. Parc national du Mercantour, Nice, 20 p.
- Jacquemin C., 2013. *Contribution à la connaissance et à la gestion des lacs d'altitude du Parc national du Mercantour*. Rapport de Master « Gestion des Milieux Aquatiques », Université Aix-Marseille et Parc national du Mercantour, Marseille, 54 p.
- Jolivet S., Corraza C., 2012. Séolane, Voyage au coeur de la Biodiversité. Actes des Journées transfrontalières d'échanges scientifiques et techniques - Inventaire Biologique Généralisé. Communication, éducation, sensibilisation à la biodiversité et sciences citoyennes. *Les cahiers de Séolane* 2, 70-71.
- Kats L.B., Ferrer R.P., 2003. Alien predators and amphibian declines: review of two decades of science and the transition to conservation. *Diversity and distributions* 9, 99-110.
- Knapp R.A., Matthews K.R., 2000. Effects of Nonnative Fishes on Wilderness Lake Ecosystems in the Sierra Nevada and Recommendations for Reducing Impacts. *USDA Forest Service Proceedings* 5, 312-317.
- Kenneth-Dodd C., 2010. *Amphibian ecology and conservation. A handbook of techniques*. Oxford University Press, Oxford, 529 p.

- Knoepffler L.P., 1967. Contribution à l'étude des amphibiens et reptiles de Provence. IV. Les amphibiens urodèles. Le Triton alpestre. *Vie et Milieu* 18, 215-220.
- Leccia M.-F., 2012. L'inventaire biologique généralisé Mercantour/Alpi Marittime : un exemple de collaboration réussie entre gestionnaires d'espace protégé et taxinomistes. *Bulletin de la Société Zoologique de France* 137(1-4), 25-31.
- Martinerie G., 2013. Peuplements herpétologiques dans le bassin du fleuve Var (Alpes-Maritimes – Alpes-de-Haute-Provence). *Faune PACA Publication* 29, 36 p.
- Meyer A.-H., Schmidt B.R., Grossenbacher K., 1998. Analysis of the three amphibian populations with quarter-century long times-series. *Proceedings of the Royal Society of London B* 265, 523-528.
- Miaud C., Muratet J., 2004. *Identifier les oeufs et les larves des amphibiens de France*. Collection Techniques et pratiques, Editions Quae (INRA), Paris, 200 p.
- Miaud C., 2013. Un champignon menace les amphibiens. Qu'avons nous appris sur la chytridiomycose ? *Le Courrier de la Nature* 277, 30-36.
- Morand A., 2009. *Recherche de la Salamandre de lanzai (Salamandra lanzai Nascetti, Andreone, Capula, Bullini, 1988) et visite du lac de la Cabane et du Triton alpestre (Ichthysaura alpestris)*. Programme Inventaire Généralisé ou ATBI. Parc National du Mercantour, Nice, 7 p.
- Morand A., 2013. Lacs de montagne. Ils sont beaux... mais sont-ils encore naturels ? *Mountain Wilderness* 93, 6-7.
- Morand A., Commenville P., 2010. Mercantour National Park – across the borders of sea and mountains, a beacon for the protection of our natural and cultural heritage. *eco.mont* 2(2), 39-48.
- Morisi A., 1983. *Guida agli anfibi e rettili della provincia di Cuneo*. L'Artigiana Ed., Alba (CN), 63 p.
- Muratet J., 2008. *Identifier les amphibiens de France métropolitaine*. Collection Guide de terrain, ECODIV, Paris, 291 p.
- Oneto F., Ottonello D., 2012. Séolane, Voyage au coeur de la Biodiversité. Actes des Journées transfrontalières d'échanges scientifiques et techniques - Inventaire Biologique Généralisé. Méthodes d'inventaire et de suivi des populations de Spéléropès de Strinati dans le territoire du Parco naturale delle Alpi Marittime. *Les cahiers de Séolane* 2, 35-36.
- Parc national du Mercantour., 2012. *Charte du Parc national du Mercantour approuvée par décret n°2012-1541 du 28 décembre 2012*. Parc national du Mercantour, Nice, 187 p.
- Pasmans F., Van Rooij P., Blooi M., Giulia G., Serge Bogaerts, Sotgiu S., Garner T.W. J., Fisher M.C., Schmidt B.R., Woeltjes T., Beukema W., Bovero S., Adriaensen C., Oneto F., Ottonello D., Martel A., Salvidio S., 2012. Resistance to Chytridiomycosis in European Plethodontid Salamanders of the Genus *Speleomantes*. *PLoS ONE* 8(5), e63639. doi:10.1371/journal.pone.0063639
- Perfus M., 1993. *Cartographie des reptiles – amphibiens. Bilan provisoire. Observations 1980-1993*. Service Etudes et gestion des milieux, Parc national du Mercantour, Nice, 5 p.
- Pope K.L., 2008. Assessing changes in amphibian population dynamics following experimental manipulations on introducing fish. *Conservation Biology* 6, 1572-1581.
- Renet J., Delauge J., 2012. Vers la mise en place d'une stratégie conservatoire en faveur du Spéléomante de Strinati *Speleomantes strinati* (Aellen, 1958) dans le sud-est de la France. *Nature de Provence* 1, 5-13.
- Renet J., Tordjam P., Gerriet O., Madelaine E., 2012. Le Spéléropès de Strinati, *Speleomantes strinati* (Aellen, 1958) (Amphibia, Urodela, Plethodontidae) : répartitions autochtones en France et en Principauté de Monaco. *Bulletin de la Société Herpétologique de France* 141(1), 3-22.
- Rosenzweig M.L., 2003. *Win-Win Ecology : How the Earth's Species Can Survive in the Midst in the Human Enterprise*. Oxford University Press, Oxford, 224 p.
- Rufay V., 1996. *Protocole reptiles-amphibiens du Parc National du Mercantour - secteur haut var*, Rapport de stage, Ecole Pratique des Hautes Etudes, Montpellier, 14 p.
- Schauer J., Meikl M., Gimeno A., Schwarzenbacher R., 2012. Larval monitoring of fire salamanders within a Sparkling Science Project. *eco.mont* 2, 41-44.
- Schabetsberger R., Grill S., Hauser G., Wukits P., 2006. Zooplankton successions in neighboring lakes with contrasting impacts of amphibians and fish predators. *International Review of Hydrobiology* 91(3), 197-221.
- Schabetsberger R., Luger M.S., Drozdowski G., Jagsch A., 2009. Only the small survive : monitoring long-term changes in the zooplankton community of an alpine lake after fish introduction. *Biological Invasions* 11(6), 1335-1345.
- Schmidlin L., 1996. *Evaluation de l'impact du brûlage dirigé sur les populations de reptiles et amphibiens sur la zone des Granges de la Vilette (Parc national du Mercantour)*. Rapport de stage, Ecole Pratique des Hautes Etudes, Montpellier, 26p.
- Scocianti C., 2004. Amphibians: threats and conservation. *Italian Journal of Zoology* 71(1), 9-15.
- Sineau M., 2011. *Interactions entre les poissons et les amphibiens ? Contribution à la base de données des caractéristiques de ces milieux*. Rapport de Master 2, LECA-Université de Savoie et FPPMA Isère/Savoie/ Haute-Savoie, Chambéry, 41 p.
- Société Herpétologique de France., 2010. *Note méthodologique sur le protocole « POPAMPHIBIEN »*. Société Herpétologique de France, Paris, 3 p.
- Sztatecsny M., Hödl W., 2009. Can protected mountain areas serve as refuges for declining amphibians? Potential threats of climate change and amphibian chytridiomycosis in an alpine amphibian population. *eco.mont* 1(2), 19-23.
- Temple H.J., Cox N.A., 2009. *European Red List of Amphibians*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 33 p.



L'audition chez les chéloniens

Cas de la Tortue d'Hermann (Gmelin, 1789)

The Auditory Sense in Tortoises, using Hermann's Tortoise, *Testudo hermanni* (Gmelin, 1789), as an Example

Gagno Stéphane¹

¹Village des Tortues (SOPTOM)
B.P. 24, 83590 Gonfaron

stgagno@orange.fr

RESUME

La tortue comme la totalité des animaux est équipée d'organes des sens. Toutefois, sa particularité est qu'elle ne présente pas d'oreille externe, spécificité qu'elle partage avec d'autres animaux comme les oiseaux ou encore les cétacés. Il en découle une question récurrente : la tortue entend-elle ?

L'audition tympanique est une nouveauté dans l'évolution qui est apparue indépendamment, dans au moins cinq groupes majeurs de tétrapodes : les anoures, les lépidosauriens, les archosauriens, les mammifères et les chéloniens. Cela a entraîné une modification du traitement de l'information auditive tant pour les hautes fréquences que pour la sensibilité directionnelle (Christensen-Dalsgaard et Carr, 2008).

Une approche simple a été testée sur la Tortue d'Hermann au Village des Tortues (Gonfaron, Var) en 2001. Il faut rappeler que la plupart des études réalisées sur le sujet ont été effectuées sur des animaux qui ont préalablement été décérébrés (section du système nerveux central de l'animal au niveau du mésencéphale). Aussi, l'objectif de la présente approche est de préciser la bande de fréquence audible par la Tortue d'Hermann, de façon non invasive.

MOTS CLES :

Testudo hermanni, audition, chéloniens.

SUMMARY

The turtle as all animals is equipped with sense organs. But its feature is not to have external ear, specificity shared with other animals such as birds or cetaceans. The result is the following question: does the turtle hear?

The tympanic hearing is a novelty in the evolution that has emerged independently in at least five major groups of tetrapods, anurans, lepidosauriens, archosaurs, mammals and chelonians. This has led to a change in auditory information process as for high frequencies than for the directional sensitivity (Christensen-Dalsgaard et Carr, 2008).

A simple approach was tested on the Hermann tortoise at The Village des Tortues in 2001. Remember that most of the studies cited and performed in this document are done on animals previously decerebrated... The goal of our approach is to specify the audio frequency range heard by the Hermann tortoise, noninvasively.

KEY WORDS :

Testudo hermanni, audition, chelonians.

INTRODUCTION

ANATOMIE :

Les reptiles possèdent une oreille interne et une oreille moyenne. C'est seulement chez les crocodiliens qu'il existe un rudiment d'oreille externe se rabattant sur le tympan. Les serpents n'ont que des oreilles très primitives et sont pratiquement sourds ou ne perçoivent que les sons de très basses fréquences. Ils captent surtout les vibrations du sol par l'intermédiaire des os du crâne et à un moindre degré par tout le squelette (Brogard, 1992).

Il n'y a pas d'oreille externe. A l'extérieur, seule une écaille circulaire signale la position de l'oreille. Cette membrane tympanique a une épaisseur d'environ 0,25 millimètre chez *Testudo hermanni* (Gmelin, 1789) (S. Gagno, obs. pers.). A l'oreille interne s'ajoutent différentes formations

destinées à la réception et à la transmission des vibrations, constituant l'oreille moyenne.

L'oreille moyenne est constituée d'une cavité qui communique avec la cavité buccale par la trompe d'Eustache (figure 1 et photo 1). Elle présente un orifice externe clos par le tympan. Les vibrations de cette membrane sont transmises à l'oreille interne par l'intermédiaire d'une baguette ossifiée, la columelle (Rival, 1996).

Concernant l'oreille interne, il y a une étroite relation entre les labyrinthes membraneux et osseux donc communication avec l'oreille moyenne d'une part et la cavité crânienne d'autre part. L'oreille interne est séparée de l'oreille moyenne par un vaste sinus péricapsulaire rempli de liquide qui se prolonge chez certaines espèces dans le crâne et se met en contact avec le sac endolymphatique (Rival, 1996).

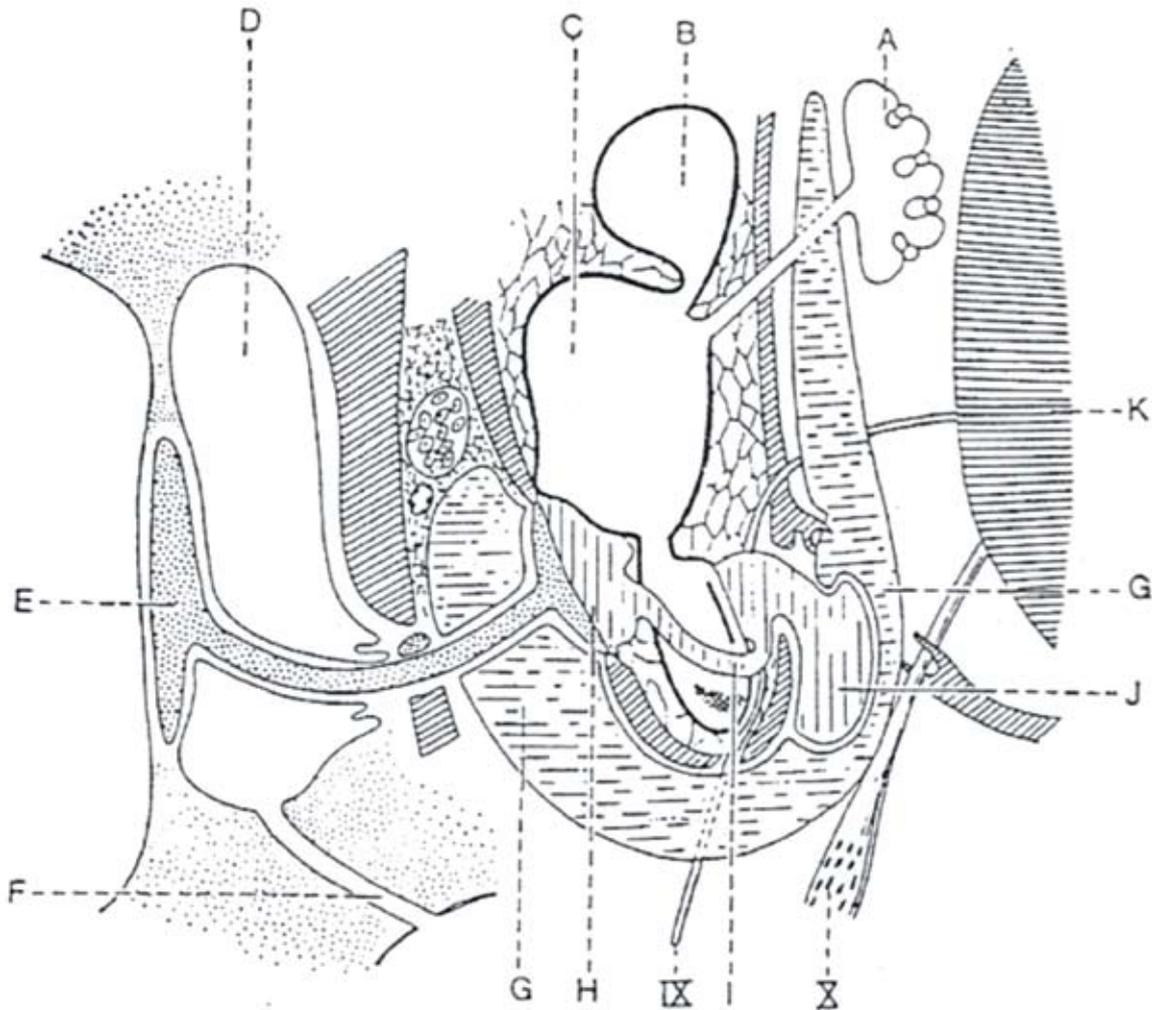


Figure 1 : Oreille d'un Chélonien (*Emys sp.*)(Grasse, 1970). A, sac endolymphatique. B, utricule. C, saccule. D, caisse du tympan. E, columelle. F, trompe d'Eustache. G, sinus péricapsulaire. H, citerne périlymphatique. I, canal périlymphatique. J, cul-de-sac périlymphatique. K, encéphale. IX et X, nerfs crâniens.

Figure 1: A chelonian's ear (*Emys sp.*)(Grasse, 1970). A, endolymphatic sac. B, utricle. C, saccule. D, the middle ear. E columella. F, eustachian tube. G, pericapsular sinus. H, perilymphatic cistern. I, perilymphatic channel. J, perilymph cul-de-sac. K, brain. IX and X, cranial nerves.



Photo 1 : Dissection de la région crâniale d'une tortue, à gauche avec les ouvertures de la Trompe d'Eustache et à droite avec un cathéter positionné pour démontrer son cours.
 Photo 1: Dissection of the upper head region of a tortoise, to the left with the openings of the Eustachian tube and to the right with a catheter positioned to demonstrate its course.

CARACTERISTIQUES DES ONDES SONORES

Pour émettre un son il faut qu'un corps vibre, ces vibrations déplacent des molécules d'air autour de leur position d'équilibre. Il s'ensuit une succession de zones de pression, molécules qui se rapprochent, et de dépression, molécules

qui s'éloignent. Cette succession permet au son de se propager dans l'espace : le son ne peut donc pas circuler dans le vide.

On obtient une représentation sinusoïdale (figure 2).

Le signal va avoir deux caractéristiques principales:

- l'amplitude qui va déterminer l'intensité du son ;
- la fréquence (f) qui est le nombre d'oscillation qu'une molécule d'air effectue par seconde. Elle s'exprime en Hertz (Hz), quelquefois en période par seconde (p.p.s.). La période (T) est le temps d'une oscillation complète (figure 3).

$$f = 1/T$$

Plus la fréquence est élevée, plus le son est aigu. Plus la fréquence est basse plus le son est grave.

Le son se déplace dans l'air à la vitesse de 340 mètres par seconde (Giancoli 1993).

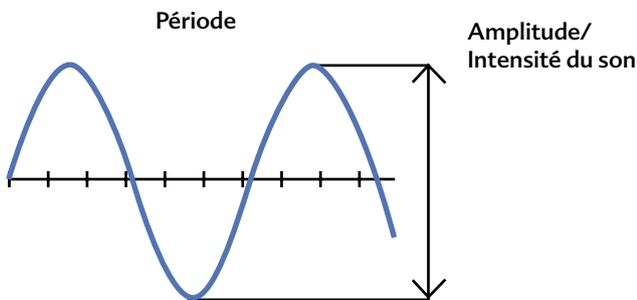


Figure 2 : Caractéristiques d'un signal sonore.
 Figure 2: Characteristics of a sound signal.

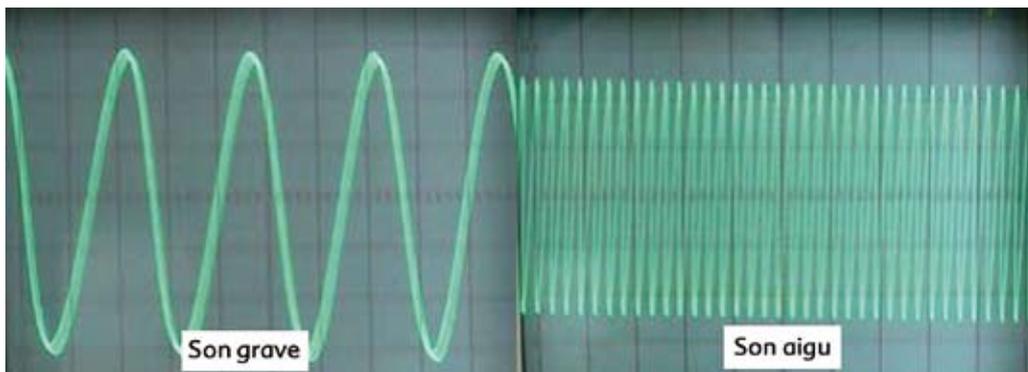


Figure 3 : profil d'un son grave et d'un son aigu.
 Figure 3: Profile of a bass and treble sound.

ETUDES ANTERIEURES CHEZ LES CHELONIENS

Rosenberg (1978 ; 1980 ; 1983 ; 1986) étudie la réponse aux stimulations vibratoires directement sur la carapace. Il travaille sur des *Testudo graeca* Linnaeus, 1758 et des *T. hermanni* décérébrées. Il stimule directement la carapace avec un haut parleur et enregistre la réaction nerveuse avec une électrode implantée dans le système nerveux spinal. Différentes profondeurs sont testées en réalisant des trous de différentes profondeurs. Sa conclusion est que la carapace est innervée avec la capacité de détecter des stimuli vibratoires, la partie sensible étant sur la couche externe de la carapace. Les vibrations à 150 Hz ou au delà ne produisent que peu ou pas de réponses. Il y a des différences de sensibilité suivant les zones stimulées. C'est entre 80 et 100 Hz que la carapace réagit le mieux aux vibrations. Pour lui, ce sont surtout les vibrations véhiculées par le sol, plus que par l'air, qui peuvent être détectées par la carapace lorsque l'animal est complètement rétracté.

Lenhart (1981, 1982, 1983) teste des *Trachemys scripta* (Schoepff, 1792) et des *Terrapene carolina* (Linnaeus, 1758) dans des labyrinthes dont la sortie est signalée par une source sonore. Ces résultats suggèrent que la tortue complète son système auditif par une conduction par les os de sa carapace pour entendre et repérer les vibrations dans l'environnement immédiat. Cette sensibilité est d'autant plus utile lorsque l'animal a sa tête rentrée dans la carapace rendant ainsi difficile la réception des sons ; c'est un moyen pour prévenir l'arrivée d'un prédateur. Pour arriver à cette conclusion, il effectue comme Rosenberg des stimulations vibratoires directement sur la carapace et enregistre des réponses dans le tronc cérébral. La conduction osseuse stimule, selon lui, la réception auditive. En 1983, il effectue avec son équipe des essais analogues sur des tortues marines (*Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) et *Lepidochelys kempii* (Garman, 1880)) : le crâne et la carapace constituent des surfaces réceptives qui sont impliquées dans la réception des sons.

Les tortues sont ainsi capables de percevoir les basses fréquences du spectre de leur plage natale, pour retourner y pondre. Les activités humaines génèrent beaucoup de nuisances sonores sous-marines. Des mesures ont montré des niveaux allant de 80 à 110 dB. Ces pics de perturbation coïncident avec l'activité des tortues marines. Il est indéniable que cette pollution de leur espace vital n'est pas sans effet sur leur comportement et leur écologie (Samuel *et al.* 2005).

De nombreuses études portent sur la partie nerveuse du récepteur auditif (Fettiplace et Crawford, 1978 ; 1980 ; Crawford et Fettiplace, 1981a ; 1981b ; Fettiplace et Fuchs, 1984 ; Drakontides et Browner, 1986 ; Sneary, 1988 ; Avall Severinsen *et al.*, 2003 ; Schnee et Ricci, 2003 ; Christensen-Dalsgaard *et al.*, 2012). Crawford et Fettiplace (1980) ont étudié les phénomènes électriques au niveau des fibres nerveuses et des cellules de la cochlée sur *Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839). Des réponses nerveuses ont été obtenues dans une bande de fréquences comprise entre 70 et 670 Hz. La meilleure sensibilité a

été observée avec des pressions sonores de 30-40 dB. C'est bien dans cette bande de fréquence (avec un pic à 400-500 Hz que Christensen-Dalsgaard *et al.* (2012) observent la vibration optimale du disque tympanique chez la même espèce. L'équipe émet l'hypothèse que la résonance de la cavité d'air que constitue l'oreille moyenne joue également un rôle dans la perception des sons sous-marin. Avec une technique similaire à Crawford et Fettiplace (1980), Ridgway *et al.* (1969) ont obtenu un maximum de sensibilité entre 300 et 400 Hz chez *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758). La limite haute fut de 2000 Hz avec une fréquence audible probable autour de 1000 Hz. Les cellules ciliées jouent un rôle important dans l'amplification du signal et dans la discrimination des fréquences audibles. Leur temps de réaction est de moins d'une milliseconde (Fettiplace *et al.*, 2001). Farris *et al.* (2004) détaillent les mécanismes moléculaires des cellules ciliées. Ces transducteurs mécano-électriques comportent des pores où certaines molécules véhiculent l'information. Ces canaux ont un diamètre de 12,5 Å (1 angström = 10⁻¹⁰ mètre) pour une longueur de 31 Å.

Zeng *et al.* (2007) ont étudié sur *Pelodiscus sinensis* (Wiegmann, 1834) le développement embryologique des zones concernées.

Des mesures électro-physiologiques sur *Chrysemys picta picta* (Schneider, 1783) et *Trachemys scripta* ont mis en évidence des réponses électriques à des fréquences sonores de faibles puissances jusqu'à 500 Hz. Des réponses ont pu être obtenues avec des fréquences dépassant 3000 Hz uniquement avec des « superstimulations » avec des risques de dommages pour le système auditif de l'animal (Vasil'ev et Smirnov, 1981). Vasil'ev et Smirnov (1981) réalisent des mesures électriques dans le noyau auditif de la moelle sur quatre espèces différentes de tortues. Parmi les tortues testées, il s'avère que *Testudo graeca* est la tortue la moins sensible (réponse à partir de 40 dB) avec une bande de fréquence concentrée autour de 100-200 Hz. Pour *Mauremys caspica* (Gmelin, 1774), elle concerne une bande de 300 à 600 Hz avec un maximum de sensibilité à 300 Hz. Par contre *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) et *Agrionemys horsfieldii* Gray, 1844 présentent une meilleure sensibilité (réponse dès 30 dB) et une bande de fréquence plus étendue puisque des signaux électriques sont respectivement enregistrés jusqu'à un maximum de 1,5 KHz et 3,5 KHz.

Les études disponibles sur le sujet montrent donc que la sensibilité auditive des tortues est réduite aux basses fréquences.

Tous ces résultats concernent pour la plupart des mesures électro-physiologiques directement au niveau des structures réceptrices. Il reste à préciser comment et avec quelle sensibilité ces signaux sont intégrés et gérés par le système nerveux central. En d'autres termes, si la tortue va réagir et de quelle manière perceptible. En 1982, Lenhart soumet huit espèces de tortues de trois familles différentes (*Emyidae*, *Testudinidae* et *Chelydridae*) à des stimulations sonores jusqu'à 100 dB. Il n'obtient aucune réaction comportementale lorsque la stimulation est faite par voie aérienne (à l'aide d'un haut parleur). Seules

les stimulations directes sur la dossière engendrent une réaction des animaux (mouvement de la tête). La présente étude teste l'effet des ondes sonores sur la Tortue d'Hermann par la voie aérienne. Les résultats du traitement de cette information sont observés directement par la réaction de l'animal.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Une Tortue d'Hermann est placée dans une chambre anéchoïque : espace clos dont toutes les parois épaisses absorbent le son. Les parois de cette chambre sont constituées de polystyrène et d'une couche de liège. Le caisson est posé sur des pieds en élastomère. L'animal est ainsi totalement isolé des sons et des perturbations vibratoires provenant de l'extérieur. Dans cet espace, est disposé en partie haute un haut-parleur de 40 watts qui n'est pas en contact avec le caisson afin de ne pas lui transmettre de vibrations. Ce haut-parleur est relié à un générateur de fréquence capable d'émettre des ondes acoustiques sinusoïdales de 0 à 100 KHz. Un sonomètre permet d'établir le nombre de décibels émis en fonction de la fréquence (figure 4). La température ambiante du lieu d'expérimentation varie entre 25 et 30 °C.

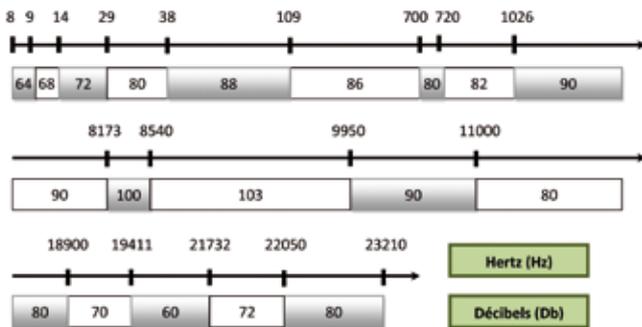


Figure 4 : Décibel produit par le matériel utilisé en fonction de la fréquence émise.
Figure 4: Decibel produced by the equipment used according to the transmitted frequency.

Le générateur est mis en route lorsque l'animal est calme et en position de repos c'est-à-dire tête posé au sol. Un balayage en fréquence est opéré à partir d'une fréquence initiale, soit en montant soit en descendant en fréquence (figure 5) entre 0 et 100 KHz. La fréquence audible par la tortue est trouvée lorsque celle-ci réagit à la stimulation en relevant la tête par exemple. Cette fréquence est alors notée. L'expérience est répétée avec 10 individus adultes et avec des fréquences initiales variables. L'ensemble de ces résultats reportés sur un même graphique montre la bande de fréquence audible par la Tortue d'Hermann. L'ensemble des mesures est réalisée dans les locaux du Village des Tortues.

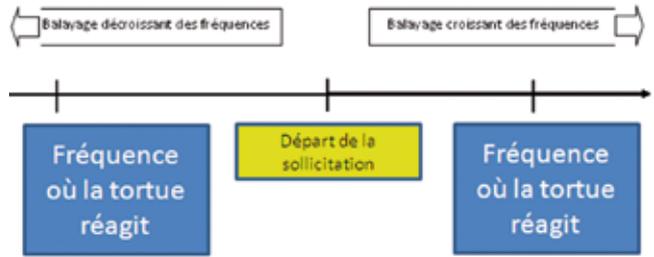


Figure 5 : Procédure utilisée pour détecter les fréquences audibles pour chaque tortue.
Figure 5: the used procedure to detect the audible frequencies for every tortoise.

Les animaux sont en bonne santé et sont choisis d'une manière aléatoire dans les enclos du parc. Leurs caractéristiques morphométriques sont rassemblées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques morphométriques des tortues testées.
Table 1: Morphometric charact of the tested tortoises.

Tortue N°	Sexe	Longueur	Largeur	Hauteur	Poids
		(mm)	(mm)	(mm)	(g)
1	M	110	85	59	236
2	M	141	110	74	550
3	F	171	131	85	990
4	F	200	148	95	1523
5	F	185	134	90	1200
6	F	158	127	88	726
7	F	170	125	89	1014
8	F	155	112	88	790
9	F	151	114	74	660
10	F	160	117	82	786

RESULTATS ET DISCUSSION

Confrontés aux stimulations sonores, les individus après la phase d'assouplissement ont réagi de diverses manières :

- réveil rapide suivi soit d'une rétraction des membres et de la tête, soit au contraire, étirement du cou. C'est la réaction la plus observée.
- mouvement des pattes antérieures d'avant en arrière, ce qui augmente sa ventilation pulmonaire.
- bâillement qui ressemble à une sorte de gène.

Les fréquences pour lesquelles sont obtenues des réactions sont reportées sur un axe pour chacun des 10 individus. La figure 6 montre, pour exemple, les réactions de la tortue n°1. Chaque point correspond à une fréquence dont la valeur est notée en rouge. Les flèches montantes ou descendantes indiquent si l'on monte ou si l'on descend en fréquence lors du balayage.

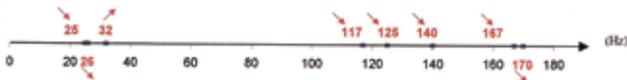


Figure 6 : Graphique de réaction pour la tortue n°1. En rouge est noté la fréquence à laquelle la tortue a réagi. La flèche indique si c'est en baissant la fréquence ou en l'augmentant.

Figure 6: Graph of reaction for the turtle n° 1. In red is noted the frequency in which the tortoise in reacted. The flèche indicates if it is by lowering(dimming) the frequency or by increasing it

L'ensemble des réponses de toutes les tortues sont ensuite cumulées (figure 7). Chaque réaction est représentée par un carré bleu. La bande de fréquences s'étend de 10 à 182 Hertz. Elle apparaît donc très étroite si on la compare à celle de l'Homme qui est comprise entre 20 et 20 000 Hz. Une partie de cette bande correspond aux infrasons (entre 10 et 20 Hz) qui sont inaudibles pour l'Homme. En clair, les Tortues d'Hermann sont réceptives aux sons graves.

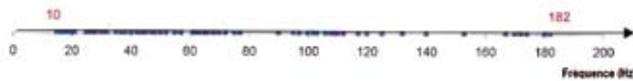


Figure 7 : Fréquences des sollicitations qui ont obtenu au moins une réaction pour les tortues testées.

Figure 7: Frequency of solicitations which received at least one reaction for tested tortoises.

Dans cette étude, la tortue réagit aux ondes sonores en levant la tête contrairement aux observations de Lenhart en 1982. Il avait commencé ses essais à une fréquence de 250 Hz, fréquence qui s'avère déjà trop élevée pour la Tortue d'Hermann. Les résultats montrent que cette dernière est assez limitée dans sa capacité de réception des sons. Elle est surtout spécialisée dans la réception des sons graves, voir très graves, comme les infra sons. A de telles fréquences les vibrations peuvent être ressenties par l'ensemble de sa structure osseuse qui, par ses capteurs, doit contribuer largement à la perception du monde qui l'entoure. De nombreux animaux sont sensibles à des fréquences plus hautes, les ultrasons, comme le chien (50 KHz), le chat (25 KHz) ou encore la chauve-souris (100 KHz). Cependant, même de gros animaux comme les éléphants peuvent eux aussi, comme la tortue, utiliser les infrasons (Giancoli 1993). Ils leurs permettent de communiquer à plusieurs kilomètres de distance. Gageons que cette sensibilité doit être bien utile à la tortue pour détecter bien à l'avance l'arrivée d'un prédateur qui se déplace au sol.

Les études disponibles sur le sujet et citées dans le présent document montrent que la sensibilité auditive des tortues est en général faible et réduite aux basses fréquences. La capacité de réception d'un son par la tortue est directement liée aux caractéristiques intrinsèques de son appareil auditif et de chacun de ses constituants. Par exemple, les études ont montré que les cellules ciliées jouent un rôle dans la discrimination des sons suivant leur sensibilité. La présence d'une membrane tympanique, qui participe à la réception et à la transmission des vibrations, est également impliquée dans cette limitation. La partie sensible du tympan étant la partie cartilagineuse plus que la peau qui le recouvre (Christensen-Dalsgaard et al., 2012) Si l'on considère cette structure d'un point de vue purement mécanique, il s'agit d'une plaque circulaire encastree. Sur le plan vibratoire, parmi toutes les plaques de même aire, la plaque circulaire à la plus basse fréquence vibratoire. Ses fréquences de vibrations se calculent suivant la formule suivante :

$$f = \alpha \frac{Eh^2}{22\pi Qa^4(1-\gamma^2)}$$

Pour une plaque circulaire encastree $\alpha = 5,9$

Elles dépendent donc de différents facteurs comme la masse volumique du matériau (Q), le module de Young du matériau (E) et le coefficient de poisson (γ). On peut considérer que ces paramètres sont quasi-identiques d'une espèce de tortues à une autre. Par contre, les deux autres paramètres, épaisseur de la plaque (h) et diamètre de la plaque (a) dépendent de l'espèce de tortue considérée. Ces deux seuls paramètres peuvent expliquer des différences de sensibilités auditives observées entre certaines espèces. Par exemple, dans les essais de Vasil'ev et Smirnov (1981) l'*Agrionemys horsfieldii* et l'*Emys orbicularis* ont des épaisseurs de tympan quatre fois supérieures à la *Testudo graeca*. Ce paramètre étant placé au numérateur de la formule précédente il est donc tout à fait logique de constater que la bande de fréquence audible pour ces deux espèces est beaucoup plus grande que chez la Tortue grecque avec des sensibilités de détection plus élevées.

CONCLUSION

Les tortues sont donc équipées d'un système auditif développé. Ce système est complété par une sensibilité de la carapace qui doit permettre la réception d'une bonne partie du spectre de fréquence à laquelle l'espèce réagit. Il permet certes de détecter l'arrivée de prédateurs mais d'autres études ont montré aussi son implication dans l'accouplement. Selon Galeotti *et al.* (2005a) les vocalises générées par les mâles Hermann jouent un rôle dans leur sélection par les femelles. Leurs résultats suggèrent également un rôle intra-sexuel (éloignement des autres mâles, perturbations...). De plus, ces vocalises sont spécifiques à chaque espèce de tortues méditerranéennes. Ce signal pourrait permettre ainsi à la femelle de rejeter un mâle d'une espèce sympatrique (Ballasina, 1995 *in par* Galeotti *et al.*, 2005a). Les signaux de cour utilisés par les *Testudo hermanni*, les *Testudo marginata* Schoepff, 1795 et les *Testudo graeca* Linné, 1758, dont les vocalises, dévoilent de façon fiable les diverses composantes de la condition du mâle (Galeotti *et al.*, 2005b ; Sacchi *et al.*, 2003, 2004 ; Pellitteri-Rosa *et al.*, 2011).

Des études récentes ont précisé les mécanismes fonctionnels physiologiques de ces vocalisations (Sacchi *et al.*, 2004). Des cas de communication ont même été mesurés chez différentes espèces. Chez *Gopherus polyphemus* (Daudin, 1802) des échanges complexes durant 10 minutes ont été enregistrés entre 40 et 3 Hz avec des portées de plusieurs kilomètres de terriers à terriers (Ashton *et al.*, 2008). Ferrara *et al.* (2013) ont enregistré des émissions de sons chez *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) dans différents contextes (basking, ponte, dans et hors de l'eau...). Selon les auteurs il existerait une communication entre les adultes et les jeunes permettant de rassembler les jeunes lors des migrations massives. Des enregistrements réalisés sur *Chelodina oblonga* Gray, 1841 décrivent un système de communication acoustique en milieu aquatique. Le répertoire est complexe avec une fréquence d'émission moyenne inférieure à 1 KHz mais pouvant s'étendre de 100 Hz à 3,5 KHz (Giles, 2005 ; Giles *et al.*, 2009). Il faut noter que les fréquences émises par les animaux suivis par les différents auteurs sont dans certains cas supérieures à celles enregistrés dans la présente étude et d'autres citées ici comme celle de Vasil'ev *et al.* (1981) sur *Testudo graeca*, dénotant des différences suivant les espèces et des productions de sons qui dans certaines fréquences ne sont pas toujours destinées à être entendues par les individus de l'espèce concernée.

Malgré l'absence d'oreilles externes, le système auditif chez les tortues joue donc un rôle important dans leur vie quotidienne, leur survie et leurs choix.

REMERCIEMENTS

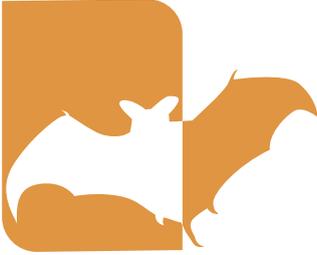
L'auteur tiens à remercier le docteur Briec Fertard pour sa relecture attentive ainsi que les représentants SOPTOM pour leur soutien et leur relecture sans oublier Mlle. Soline Venard et M. Alexandre Leroux pour leur participation aux prises de mesures au cours de leur stage scolaire.

L'auteur remercie également l'éditeur ainsi que le comité de relecture pour les corrections apportées.

BIBLIOGRAPHIE

- Ashton, R.E., Ashton P.S., 2008. *The natural history and management of the Gopher tortoise Gopherus polyphemus* (DAUDIN). Krieger Publishing, Malabar (Florida), 275 p.
- Avall Severinsen S., Morup Jorgensen J., Randel Nyengaard J., 2003. Structure and growth of the utricular macula in the inner ear of the slider turtle *Trachemys scripta*. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology* 4(4), 505-520.
- Brogard J., 1992. *Les maladies des reptiles*, 2^{ème} éd. Editions du point vétérinaire, Maison Alfort, 320 p.
- Crawford A.C., Fettiplace R., 1980. The frequency selectivity of auditory nerve fibres and hair cells in the cochlea of the turtle. *Journal of Physiology* 306, 79-125.
- Crawford A.C., Fettiplace R., 1981a. An electrical tuning mechanism in turtle cochlear hair cells. *Journal of Physiology* 312, 377-412.
- Crawford A.C., Fettiplace R. 1981b. Non-linearities in the responses of turtle hair cells. *Journal of Physiology* 315, 317-38.
- Christensen-Dalsgaard J., Carr C.E., 2008. Evolution of a sensory novelty: tympanic ears and the associated neural processing. *Brain Research Bulletin* 75(2-4), 365-370.
- Christensen-Dalsgaard J., Brandt C., Willis K.L., Christensen C.B., Darlene Ketten, Edds-Walton P., Fay R.R., Madsen P.T., Carr. C.E., 2012. Specialization for underwater hearing by the tympanic middle ear of the turtle, *Trachemys scripta elegans*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279(1739), 2816-2824.
- Drakontides A.B., Browner R.H., 1986. Ultrastructural features of the ventromedial region of the laminar nucleus in the red-eared turtle (*Chrysemys scripta elegans*). *Journal of Comparative Neurology* 248(4), 555-572.
- Farris H.E., LeBlanc C.L., Goswami J., Ricci A.J., 2004. Probing the pore of the auditory hair cell mechanotransducer channel in turtle. *Journal of Physiology* 558(3), 769-792.
- Ferrara C.R., Vogt R.C., Sousa-Lima R.S., 2013. Turtle vocalizations as the first evidence of posthatching parental care in Chelonians. *Journal of Comparative Psychology* 127(1), 24-32.
- Fettiplace R., et Crawford A.C., 1978. The coding of sound pressure and frequency in cochlear hair cells of the terrapin. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 203(1151), 209-218.
- Fettiplace R., Crawford A.C., 1980. The origin of tuning in turtle cochlear hair cells. *Hearing Research* 2(3-4), 447-454.

- Fettiplace R., Fuchs P.A., 1984. Synaptic hyperpolarization and inhibition of turtle cochlear hair cells. *Journal of Physiology* 356, 525-550
- Fettiplace R., Ricci A.J., Hackney C.M., 2001. Clues to the cochlear amplifier from the turtle ear. *Trends in Neurosciences* 24(3), 169-175.
- Galeotti P., Sacchi R., Pellitteri Rosa D., Fasola M., 2005a. Female preference for fast-rate, high-pitched calls in Hermann's tortoises *Testudo hermanni*. *Behavioral Ecology* 16, 301-308.
- Galeotti P., Sacchi R., Fasola M., Pellitteri Rosa D., Marchesi M., Ballasina D., 2005b. Courtship displays and mounting calls are honest, condition-dependent signals that influence mounting success in Hermann's tortoises. *Canadian Journal of Zoology* 83, 1306–1313.
- Giancoli D.C., 1993. *Physique générale : ondes, optique et physique moderne*. Edition De Boeck, 36-39.
- Giles C.J., 2005. The underwater acoustic repertoire of the long-necked, freshwater turtle *Chelodina oblonga*. Thèse de doctorat, School of environmental sciences, Australia, 224 p.
- Giles C.J., Davis J.A., McCauley R.D., Kuchling G., 2009. Voice of the turtle: the underwater acoustic repertoire of the long-necked freshwater turtle, *Chelodina oblonga*. *Journal of the Acoustical Society of America* 126(1), 434-443.
- Grassé, P.P., 1970. *Traité de zoologie. Tome XIV Fasc. II: Reptiles: Caractères généraux et anatomie*. Éditions Masson, Paris, 747 p.
- Lenhardt M.L., 1981. Evidence for auditory localization ability in the turtle. *Journal of Auditory Research* 21(4), 255-261.
- Lenhardt M.L., 1982. Bone conduction hearing in turtles. *Journal of Auditory Research* 22, 153-160.
- Lenhardt M.L., 1983. Turtle shells as an auditory receptor. *Journal of Auditory Research* 23(4), 251-260.
- Lenhardt M.L., Bellmund S., Byles R.A., Harkins S.W., Musick J.A., 1983. Marine turtle reception of bone-conducted sound. *Journal of Auditory Research* 23(2), 119-125.
- Pellitteri-Rosa D., Sacchi R., Galeotti P., Marchesi M., Fasola M., 2011. Courtship Displays Are Condition-Dependent Signals That Reliably Reflect Male Quality in Greek Tortoises, *Testudo graeca*. *Chelonian Conservation and Biology* 10(1), 10–17.
- Ridgway S.H., Wever E.G., McCormick J.G., Palin J., Anderson J.H., 1969. Hearing in the giant sea turtle, *Chelonia mydas*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 64(3), 884-890.
- Rival F., 1996. Otites des Chéloniens : pyogranulome du tympan. *Veterinary international* 2, 37-44.
- Rosenberg M.E., 1978. The sensory inflow from the carapace of the tortoise. *Journal of Physiology* 289, 83.
- Rosenberg M.E., 1980. Central responses to mechanical and electrical stimulation of the carapace in the tortoise. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology* 66, 227-231.
- Rosenberg M.E., 1983. Vibration-sensitive receptors in the tortoise's shell. *Journal of Physiology* 346, 57.
- Rosenberg M.E., 1986. Carapace and plastron sensitivity to touch and vibration in the tortoise (*Testudo hermanni* and *T. graeca*). *Journal of Zoology: Proceedings of the Zoological Society of London* 208, 443-455.
- Sacchi R., Galeotti P., Fasola M., Ballasina D., 2003. Vocalizations and courtship intensity correlate with mounting success in marginated tortoises *Testudo marginata*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 55, 95–102.
- Sacchi R., Galeotti P., Fasola M., Gerzeli G., 2004. Larynx morphology and sound production in three species of Testudinidae. *Journal of morphology* 261, 175–183.
- Samuel Y., Morreale S.J., Clark C.W., Greene C.H. et Richmond M.E., 2005. Underwater, low-frequency noise in a coastal sea turtle habitat. *Journal of the Acoustical Society of America* 117(3-1), 1465-1472.
- Schnee M.E., Ricci A.J., 2003. Biophysical and pharmacological characterization of voltage-gated calcium currents in turtle auditory hair cells. *Journal of Physiology* 549(3), 697-717.
- Sneary M.G., 1988. Auditory receptor of the red-eared turtle: II. Afferent and efferent synapses and innervations patterns. *Journal of Comparative Neurology* 276(4), 588-606.
- Vasil'ev B.D., Smirnov S.V., 1981. Auditory sensitivity of turtles. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Biologiya* 36(4), 10-15.
- Zeng S.J., Xi C., Zhang X.W., Zuo M.X., 2007. Differences in neurogenesis differentiate between core and Shell regions of auditory nuclei in the turtle (*Pelodiscus sinensis*): evolutionary implications. *Brain, Behavior and Evolution* 70(3), 174-186.



Deux cas d'anomalie caudale chez le Lézard ocellé *Timon lepidus lepidus* (Daudin, 1802) dans le sud-est de la France (Bouches-du-Rhône)

Two cases of tail abnormality in the Ocellated
Lizard *Timon lepidus lepidus* (Daudin, 1802) in
south-eastern France (Bouches-du-Rhône)

Julien Renet¹

¹Pôle biodiversité
Ecomusée de la Crau
13310 Saint-Martin-de-Crau
julien.renet@cen-paca.org

RESUME

Deux cas de bifurcation caudale sont rapportés chez le Lézard ocellé *Timon lepidus lepidus* (Daudin, 1802) dans la plaine de la Crau (Bouches-du-Rhône).

MOTS CLES :

Lézard ocellé, autotomie, queue, bifide, plaine de Crau

SUMMARY

Two cases of bifurcated tail are reported in the Ocellated Lizard *Timon lepidus lepidus* in the Crau plain (Bouches-du-Rhône).

KEY WORDS :

Ocellated Lizard, autotomy, tail, bifid, Crau plain

De nombreux sauriens présentent la capacité de perdre toute ou partie de la queue (autotomie caudale) et de la régénérer. Ce mécanisme est considéré comme une stratégie adaptative en réponse à la prédation (Vitt *et al.*, 1977). La fuite constitue leur mode d'évitement privilégié et les conduits à exposer leur queue aux prédateurs plutôt que de faire face au danger. Lors de l'autotomie caudale, la queue joue ainsi le rôle de leurre permettant à l'animal de fuir et de conduire le prédateur à l'échec (Vitt et Cooper, 1986). Sous l'effet d'une pression (morsure par exemple), la queue est expulsée par de puissantes contractions musculaires au niveau d'un « point de rupture » intervertébral composé de tissus segmentés (myomères) (Vitt et Caldwell, 2009). Lors du processus de régénération, les vertèbres originelles sont remplacées par un tube cartilagineux (Naya *et al.*, 2007). La reconstruction cartilagineuse peut parfois engendrer l'apparition d'aberrations morphologiques, notamment la bifurcation caudale. Cette particularité intervient lors d'une rupture partielle de la queue originelle ou régénérée (Bellairs et Bryant, 1985). L'occurrence d'une telle anomalie semble plus élevée chez certaines familles, notamment les Agamidae (Ananjeva et Danov, 1991 ; Wagner *et al.*, 2009), les Gekkonidae (Woodland, 1920 ; Loveridge 1923) et les Scincidae (Brindley, 1898; Hickman, 1960). Des observations chez *Ameiva ameiva* et *Tropidurus gr. torquatus* ont été récemment publiées (Gogliath *et al.*, 2012 ; Martins *et al.*, 2013). Chez les Lacertidae d'Europe de l'Ouest, des cas sont assez fréquemment rapportés (mais non publiés) par les herpétologues dans les genres *Podarcis*, *Zootoca* et *Lacerta*. Aucune observation ne semble toutefois avoir été portée à connaissance pour le genre *Timon*. Nous rapportons à travers cette note deux observations de cette anomalie caudale chez le Lézard ocellé *Timon lepidus lepidus* dans la plaine de Crau (Bouches-du-Rhône).

- Le 10 juin 2009, une femelle adulte comportant une queue bifide en situation proximale a été observée (Réserve naturelle des Coussouls de Crau - commune de Saint-Martin-de-Crau) (figure 1).



Figure 1 : Bifurcation caudale proximale chez une femelle de Lézard ocellé *Timon lepidus lepidus* dans la plaine de Crau (Bouches-du-Rhône). 10 juin 2009. Photo : J.Renet
 Figure 1: Proximal bifurcated tail in a female Ocellated Lizard *Timon lepidus lepidus* in Crau plain (Bouches-du-Rhône). June 10th 2009. Picture: J.Renet

- Le 20 juin 2013, une jeune femelle adulte exhibant une bifurcation caudale marquée en situation distale a été observée (commune d'Istres) (figure 2).



Figure 2 : Bifurcation caudale distale chez une femelle adulte de Lézard ocellé *Timon lepidus lepidus* dans la plaine de Crau (Bouches-du-Rhône). 20 juin 2013. Photo : J.Renet
 Figure 2: Distal bifurcated tail in a female Ocellated Lizard *Timon lepidus lepidus* in Crau plain (Bouches-du-Rhône). June 20th 2013. Picture: J. Renet

Les facteurs conduisant à l'autotomie caudale chez ce *Lacertidae* en Crau peuvent être attribués à la prédation et au comportement social des individus (conflits intraspécifiques, accouplements). Les données disponibles relatent une fréquence de queues régénérées égale à 14 % (n= 88), toutes classes d'âges confondues (Renet et Tatin, inédit). Cette mesure ne doit toutefois pas être corrélée à la pression de prédation car le taux d'autotomie est davantage susceptible de refléter l'inefficacité des prédateurs que l'intensité de la prédation (Jaksic et Greene, 1984). Un faible taux d'autotomie relevé au sein d'une population peut également correspondre à la présence de prédateurs spécialisés et performants (Pafilis *et al.*, 2009).

D'un point de vue physiologique et biologique, l'autotomie caudale chez les sauriens n'est pas sans incidence sur les capacités de locomotion, la taille des domaines vitaux, la croissance, et le succès reproducteur (Bateman et Fleming, 2009). Le contrôle de ce paramètre dans le cadre du suivi de l'espèce mené au sein de la Réserve naturelle des Coussouls de Crau est essentiel afin de mieux appréhender son implication dans le fonctionnement démographique de la population.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Laurent Tatin pour ses remarques constructives et Aymeric Legrand pour son aide sur le terrain.

BIBLIOGRAPHIE

- Ananjeva N.B., Danov R.A., 1991. A rare case of bifurcated caudal regeneration in the Caucasian agama. *Stellio caucasicus, Amphibia-Reptilia* 12, 343-356.
- Bateman P.W., Fleming P.A., 2009. To cut a long tail short: a review of lizard caudal autotomy studies carried out over the last 20 years. *Journal of Zoology* 277, 1-14.
- Bellairs A., Bryant V., 1985. Autotomy and regeneration in reptiles. In: Gans C., Billet F. (Eds.), *Biology of the Reptilia*, vol. 15. John Wiley and Sons, New York, 301-410.
- Brindley H.H., 1898. Some cases of caudal abnormality in *Mabuya carinata* and other lizards. *Journal of the Bombay Natural History Society* 11, 680-689.
- Gogliath M., Pereira L.C.M., Nicola P.A., Ribeiro L.B., 2012. *Ameiva ameiva* (Giant Ameiva) bifurcation. *Herpetological Review* 43(1), 129.
- Hickman J.L., 1960. Observations on the skink lizard *Egernia whitii* (Lacepede). *Papers and Proceedings of the Royal Society of Tasmania* 94, 111-118.
- Jaksic F.M., Greene H.W., 1984. Empirical Evidence of Non-Correlation between Tail Loss Frequency and Predation Intensity on Lizards. *Oikos* 42(3), 407-411.
- Loveridge A., 1923. A List of the Lizards of British Territories in East Africa (Uganda, Kenya Colony, Tanganyika Territory, and Zanzibar), with Keys for the diagnosis of the Species. *Proceedings of the Zoological Society of London* 93(4), 841-863.
- Martins R.L., Peixoto P.G., Fonseca P.H.M., Martinelli A.G., Silva W.R., Pelli A., 2013. Abnormality in the tail of the collated lizard *Tropidurus gr. torquatus* (Iguania, Tropiduridae) from Uberaba city, Minas Gerais State, Brazil. *Herpetology Notes* 6, 369-371.
- Naya D.A., Veloso C., Muñoz J.L.P., Bozinovic F., 2007. Some vaguely explored (but not trivial) costs of tail autotomy in lizards. *Comparative Biochemistry and Physiology* 146(2), 189-193.
- Pafilis P., Foufopoulos J., Poulakakis N., Lymberakis P., Valakos E.D., 2009. Tail shedding in island lizards [Lacertidae, Reptilia]: decline of antipredator defenses in relaxed predation environments. *Evolution* 63(5), 1262-1278.
- Vitt L.J., Congdon J.D., Dickson N.A., 1977. Adaptive Strategies and Energetics of Tail Autotomy in Lizards. *Ecology* 58(2), 326-337.
- Vitt L.J., Cooper W.E., 1986. Tail loss, tail color, and predator escape in *Eumeces* (Lacertilia: Scincidae): age-specific differences in costs and benefits. *Revue canadienne de zoologie* 64(3), 583-592.
- Vitt L.J., Caldwell J.P., 2009. *Herpetology (Third edition)*. Academic Press, Elsevier, 697p.
- Wagner P., Ineich I., Leaché A.D., Wilms T.M., Trape S., Böhme W., Schmitz A., 2009. Studies on African Agama. VI. Taxonomic status of the West African Agama (Sauria: Agamidae) with prominent tail crests: *Agama boulengeri* Lataste 1886, *Agama insularis* Chabanaud, 1918 and *Agama cristata* Mocquard, 1905. *Bonner zoologische Beiträge* 56, 239-253.
- Woodland W.N.F., 1920. Some Observations on Caudal Autotomy and Regeneration in the Gecko (*Hemidactylus flaviviridis*, Rüppel), with Notes on the Tails of *Sphenodon* and *Fygopus*. *Quarterly Journal of Microscopical Science* 257, 63-100.

Autres thématiques



L'Inventaire Biologique Généralisé du territoire Mercantour / Alpi Marittime : Sept années de collaboration entre gestionnaires d'espaces naturels protégés et taxonomistes

The Mercantour / Alpi Marittime All Taxa Biodiversity Inventory : Seven years of collaboration between protected areas managers and taxonomists

Marie-France Leccia¹ et Alain Morand¹

¹Parc National du Mercantour
23 rue d'Italie, 06000 NICE

**marie-france.leccia@
mercantour-parcnational.fr**

**alain.morand@
mercantour-parcnational.fr**

RESUME

Depuis 2006, le Parc National du Mercantour (France) et le Parco Naturale Alpi Marittime (Italie) œuvrent ensemble au pilotage de leur Inventaire Biologique Généralisé (IBG M/AM). Ce projet a pour objectif premier d'inventorier de la manière la plus exhaustive possible la biodiversité de ces deux territoires frontaliers, grâce à une collaboration soutenue avec le monde de la recherche en taxonomie et les associations naturalistes. Au cours de ces six dernières années, s'appuyant tant sur la systématique classique que sur les techniques modernes d'analyse moléculaire, cette collaboration a permis un net accroissement de la connaissance de ce patrimoine naturel. On peut ici souligner l'augmentation considérable du nombre d'espèces recensées sur ces territoires, une meilleure compréhension de la systématique, de la phylogénie et de la biogéographie de ces espèces et une vision plus fonctionnelle de leurs écosystèmes. En tant que gestionnaires d'espaces naturels, les parcs valorisent cet inventaire, d'une part à travers le suivi de certains sites, espèces ou habitats, d'autre part par l'analyse des données acquises dans une optique de meilleure compréhension de leurs écosystèmes et d'optimisation de leur gestion. Cette ambition s'est déjà concrétisée, notamment, par l'identification d'espèces prioritaires sur les milieux forestiers et agropastoraux et par le suivi de certains sites considérés comme prioritaires en termes d'enjeux de conservation. Cette dynamique se poursuit également à travers la participation à divers réseaux de suivi à l'échelle alpine et l'investissement dans de nombreux programmes de conservation.

Dernièrement, les Journées d'échanges scientifiques et techniques transfrontalières de l'IBG M/AM (17 et 18 septembre 2012) ont permis de faire le point sur les avancées du projet, de confirmer l'envie commune des partenaires de poursuivre cette aventure scientifique et de proposer des réajustements et des prolongements de ce projet pour les années à venir.

MOTS CLES :

Inventaire, Taxonomie, Biodiversité, ATBI, Entomofaune, Flore non vasculaire, Mercantour, Alpi Marittime

SUMMARY

Since 2006, the Mercantour National Park (France) and the Alpi Marittime Natural Park (Italy) work together on the steering of their All Taxa Biodiversity Inventory (ATBI M/AM or IBG M/AM). The first aim of this project is to inventory, as exhaustively as possible, the biodiversity of this transboundary territory, thanks to a strong collaboration with the research community specialized in taxonomy and the naturalistic societies. During these last six years, based both on the classic systematic techniques and on the modern technologies of molecular analysis, this collaboration has resulted in a real increase of the knowledge of this natural heritage. We can underline the considerable increase of the number of species listed on these territories, a better understanding of the species systematic, phylogeny and biogeography and a more functional knowledge of their ecosystems. As protected area managers, parks add value to this inventory through the monitoring of some sites, species or habitats. They also analyse their numerous data in order to gain a better understanding of their ecosystems and to improve their management. This ambition is already real, especially by the identification of priority species connected to the forest habitats and the agricultural and pastoral lands but also by the monitoring of some sites regarding to their priority in terms of conservation stakes. This dynamics also continues through the participation to

diverse monitoring networks at the alpine scale and through the involvement in numerous conservation programs.

Recently, the workshop on technical and scientific exchanges about the M/AM ATBI (17th and 18th of September 2012) enabled to review the advances of the project, to confirm the shared aim of the partners to pursue this scientific adventure and to propose adjustments and developments of this project for years to come.

KEY WORDS :

Inventory, Taxonomy, Biodiversity, ATBI, Entomofauna, Non-vascular plants, Mercantour, Alpi Marittime

INTRODUCTION

Un contexte de crise, une responsabilité conséquente

Dans le contexte actuel de crise de la biodiversité, on estime que près de 21 000 espèces, soit 30 % de la biodiversité mondiale connue et évaluée encourt un réel risque d'extinction (Vié *et al.*, 2011). Ces espèces représentent notamment 41 % des amphibiens, 25 % des mammifères et 13 % des oiseaux. Et lorsque l'on réalise que, dans ce même contexte, entre 15 000 et 20 000 espèces sont découvertes chaque année sur la planète et que la part d'inconnu de notre biodiversité reste considérable, on devine qu'un grand nombre d'espèces de notre planète disparaîtront avant même d'avoir été nommées.

Dans ce contexte de sixième crise de la biodiversité (Leakey et Lewin, 1996), nombre de gestionnaires d'espaces naturels protégés et scientifiques de la conservation se donnent comme responsabilité de renseigner au mieux le patrimoine naturel de leur territoire d'action afin d'en assurer la conservation.

La Stratégie Nationale pour la Biodiversité (SNB), créée en 2004, traduit l'engagement français au titre de la Convention sur la diversité biologique de 1992. L'un des objectifs principaux de la SNB est de préserver, restaurer, renforcer et valoriser la biodiversité (Ministère de l'Écologie, du Développement durable des Transports et du Logement, 2011). Les Parcs Nationaux, de par leur mission régaliennne de connaissance, de gestion et de protection du territoire, se trouvent donc être des acteurs incontournables dans la réussite de cette stratégie.

Le territoire Mercantour/Alpi Marittime : un « point chaud » de biodiversité

Couvrant le sud de la chaîne alpine, le Parc National du Mercantour (PNM, France) et le Parco Naturale Alpi Marittime (PNAM, Italie) ont en gestion un territoire de

2 500 km², à cheval sur la France et l'Italie. Cet espace bénéficie de la combinaison d'un haut gradient altitudinal, en s'échelonnant de 350 m à 3 200 m d'altitude, d'une histoire géomorphologique mouvementée et donc d'une grande variété de substrat géologique, et d'une position géographique à la croisée des influences climatiques méditerranéennes, alpines et ligures (Ministère de l'Écologie, du Développement durable et Parc National du Mercantour, 2002; Corsini *et al.*, 2013). Cette combinaison de facteurs induit bien entendu une grande diversité d'habitats, mais également un fort potentiel en termes de spéciation, un refuge et une terre d'accueil pour de nombreuses espèces reliques, le tout induisant un fort taux d'endémisme et une biodiversité très originale (Morand et Commenville, 2010). Pour ces mêmes raisons, les Alpes du Sud sont souvent considérées comme un haut lieu de biodiversité à l'échelle mondiale (Médail et Quézel, 1997), c'est-à-dire comme un territoire bénéficiant d'un nombre d'espèces et d'un taux d'endémisme exceptionnellement élevés (figure 1).

L'Inventaire Biologique Généralisé Mercantour-Alpi Marittime

A l'aube des années 2000, le PNM et le PNAM ont déjà une connaissance relativement importante d'une partie de leur patrimoine naturel le plus emblématique, notamment de la flore vasculaire, des oiseaux et la grande faune mammifère de montagne (Loup gris, ongulés) (Ministère de l'Écologie, du Développement durable et Parc National du Mercantour, 2002). Cependant, comme pour nombre d'espaces naturels protégés, la connaissance de la flore non vasculaire, des champignons et surtout de la faune invertébrée (insectes, arachnides, mollusques, ...) de ce territoire reste extrêmement parcellaire. Cela s'explique aisément par le fait que l'identification de ces groupes taxonomiques étant relativement compliquée (grand nombre d'espèces, petite taille, absence de clés



Figure 1 : Les 10 hotspots du Bassin Méditerranéen en fonction de la richesse et de l'endémisme faunistique et floristique (Médail et Quézel, 1997)
Figure 1: The 10 hotspots of the Mediterranean Basin in relation to the floristic and faunistic endemism and species richness

de détermination, ...), elle peut rarement être assurée par le personnel interne des structures gestionnaires et nécessite des financements importants dans le cadre d'une prestation.

En 2006, l'European Distributed Institute of Taxonomy (EDIT), réseau européen d'excellence en taxonomie constitué de plus de 25 institutions, voit le jour et propose d'assister les espaces naturels protégés dans la mise en place d'inventaires exhaustifs de la biodiversité, dénommés alors ATBI+M (All Taxa Biodiversity Inventory + Monitoring). Cette initiative découle de l'expérience fructueuse d'ATBI+M menée depuis 1998 par le parc national américain des Great Smoky Mountains et l'ONG Discover Life in America (Sharkey, 2001 ; Nichols et Langdon, 2007). Les résultats de cet inventaire sont remarquables : des centaines de taxonomistes ont répondu à l'appel et, en quatorze années, leurs efforts de prospection ont abouti au recensement de plus de 18 000 espèces, dont près d'un millier sont nouvelles pour la science (Discover Life In America, 2012).

Fin 2006, EDIT lance son appel à candidatures pour la mise en place du premier ATBI+M d'Europe. Les PNM et PNAM, soutenus par le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) de Paris avec lequel les parcs collaborent depuis 2001 (Gargominy et Ripken, 2006 ; Hervé et Rollard, 2009), sont sélectionnés. En décembre 2006 commence alors l'ATBI+M Mercantour/Alpi Maritime (ATBI+M M/AM), qui deviendra progressivement l'Inventaire Biologique Généralisé Mercantour/Alpi Maritime (IBG M/AM).

Cet article traitera principalement des actions menées sur le PNM, relativement au territoire d'actions du Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur (CEN PACA), et ne développera que brièvement les actions menées par le PNAM.

MATERIEL ET METHODES

Sites étudiés

De 2007 à 2008, l'ATBI+M M/AM est mené sur un total de 17 sites pilotes, répartis de manière équitable entre PNM et PNAM. Ces sites sont sélectionnés pour des raisons écologiques (diversité d'habitats, fort degré d'endémisme) et logistiques (axe routier, grand choix d'hébergement, laboratoire mis à disposition).

A partir de 2009, les parcs et EDIT encouragent les spécialistes à prospecter l'intégralité des parcs (cœur et aire d'adhésion). Le choix est ainsi fait d'acquérir de la connaissance sur un plus grand nombre de sites et de vallées (figure 2), donc d'obtenir un inventaire plus représentatif de la biodiversité du territoire, au détriment d'une connaissance très approfondie d'un nombre de sites limité.

Cette entreprise ambitieuse se poursuit à partir de 2010 dans le cadre du programme Alcotra (Alpes Latines Coopération TRAnsfrontalière France-Italie) 2007-2013, programme qui permettra d'étoffer l'équipe projet et de favoriser plusieurs activités innovantes annexes à l'inventaire.



Figure 2 : Mosaïque de milieux rencontrés dans le territoire Mercantour/Alpi Maritime (Crédits photo : P. Richaud, F. Guigo, F. Tomasinelli)
 Figure 2: Environments of the Mercantour /Alpi Maritime territory (Photo credits : P. Richaud, F. Guigo, F. Tomasinelli)

Période d'étude

Les inventaires se déroulent généralement de mai à septembre mais les dates et l'amplitude de cette période de prospections sont très variables : elles sont directement liées à l'altitude et à la latitude prospectée, mais aussi et surtout aux conditions météorologiques locales. Cette période d'étude de plusieurs mois permet de recenser les espèces printanières, estivales et automnales.

Groupes taxonomiques étudiés

Les deux parcs œuvrant majoritairement, depuis leur création, à l'inventaire et la connaissance des vertébrés (mammifères, oiseaux, reptiles, ...) et de la flore vasculaire (Polidori et Gachet, 1996 ; Ministère de l'Écologie, du Développement durable et Parc National du Mercantour, 2002), l'Inventaire Biologique Généralisé concerne principalement le recensement des groupes taxonomiques les moins connus, c'est-à-dire la faune invertébrée, la flore non-vasculaire et les champignons.

Investissement humain

Jusqu'en 2012, chaque parc dispose d'un chef de projet dédié à cet inventaire et le PNM recrute, de 2009 à 2012, un à deux assistants techniques par saison de prospections. Leur mission consiste en l'accompagnement des scientifiques sur le terrain et à une assistance sur le choix des sites à prospecter. Un total de 12 mois saisonniers est également dédié à la saisie de bibliographie et de données issues de collections du Muséum d'Histoire Naturelle (MHN) de Nice.

Le suivi des taxonomistes investis sur le projet, qu'ils soient professionnels ou amateurs, repose sur leurs demandes d'autorisations de prélèvement, obligatoires pour toute collecte de spécimens sur la zone réglementée des parcs.

Enfin, un comité de pilotage d'une dizaine de membres se réunit tous les ans entre une et deux fois selon l'avancement et le déroulé des différentes actions.

Organisations des prospections

Les prospections sont réalisées à la fois individuellement (chaque spécialiste organise sa venue selon ses disponibilités et prospecte les sites de son choix) et, à partir de 2009, sous l'impulsion et le pilotage des parcs, en équipe. Les équipes se sont construites autour de trois entrées : groupe taxonomique spécifique (équipe Lichens, menée par l'Association Française de Lichénologie (AFL), équipe Flore Vasculaire, par les Conservatoires Botaniques Nationaux (CBN), etc.), biotope spécifique (équipe Biospéléologie, menée par le MHN de Nice et le Comité Départemental de Spéléologie des Alpes-Maritimes (CDS 06), équipe Milieux Aquatiques Superficiels, par l'Office pour la Protection des Insectes et de leur Environnement (OPIE), Asconit et Eau-Céans, etc.) ou mode de piégeage spécifique (équipe Invertébrés terrestres, menée par le MNHN) (tableau 1).

Tableau 1 : Equipes investies dans l'IBG M/AM
Table 1: ATBI M/AM involved teamsES

Thématique	Institutions
Invertébrés terrestres	MNHN
Milieux aquatiques superficiels	OPIE - Eau Céans - Asconit
Milieux aquatiques souterrains	CNRS / Univ. Lyon 1
Mycologie	SMF - ANNAM
Biospéléologie	CDS 06 - Troglorites
Flore vasculaire	CBNA - CBNM
Lichens	AFL
Bryophytes	IMBE

Gestion des données et des spécimens

Gestion des données

Les autorisations délivrées par les parcs aux taxonomistes impliquent l'obligation de transmission des données acquises sur leurs territoires.

Initialement, ces données sont compilées dans la base de données d'EDIT. Cependant, elles sont progressivement intégrées à l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) et à sa base de données en ligne, soit par le Service du Patrimoine Naturel du MNHN, soit par le PNM, soit par les spécialistes eux-mêmes. Toutes les données compilées dans l'INPN deviennent consultables par le public, à l'échelle de la maille ou de la commune.

Un travail de saisie de données issues de bibliographie et de collections est également réalisé parallèlement aux prospections. Ces données sont aussi compilées dans l'INPN par les saisonniers recrutés par le PNM.

Gestion des spécimens

Les autorisations délivrées par les parcs aux taxonomistes impliquent l'obligation de transmission des spécimens collectés sur leurs territoires, aux services des collections du MNHN (spécimens collectés sur le PNM) ou du Muséum Régional de Sciences Naturelles de Turin (MRSNT) (spécimens collectés sur le PNAM).

Gestion des séquences liées aux spécimens collectés

Outre l'identification par observation de critères morphologiques, certains spécimens sont également étudiés par des techniques de « barcoding moléculaire » visant à isoler, pour chaque espèce, une séquence d'ADN propre à celle-ci (Hebert *et al.*, 2003). Les séquences obtenues dans le cadre de ce projet sont compilées dans la base de données mondiale BOLD (Barcoding Of Life Data).

Actions pédagogiques, formation et communication

Actions pédagogiques et formations

Parallèlement aux activités d'inventaire, EDIT met en place, de 2008 à 2010, des universités d'été destinées à former des étudiants, de deuxième et troisième cycle universitaire, à la taxonomie et aux techniques lui étant associées. Cette initiative est suivie par les PNM et PNAM.

Les parcs mettent également à profit la présence de scientifiques sur leur territoire pour former leur personnel interne (chargés de missions scientifiques, gardes-moniteurs) aux techniques de collecte et d'identification de l'entomofaune.

Des actions pédagogiques sont aussi menées à destination du grand public (Fêtes de la Nature, formation des Accompagnateurs de moyenne montagne à certains groupes taxonomiques, ...) et, par le PNAM, à destination des scolaires.

Communication

Les parcs communiquent sur les résultats de leur projet auprès du public au travers de multiples conférences de presse, interviews, etc. Ces actions de communication permettent d'accroître la renommée du projet et de valoriser la communauté taxonomique et son rôle primordial dans la connaissance de la biodiversité.

Des actions de communication à destination de la communauté scientifique ont été menées, notamment par la participation à des colloques scientifiques d'envergure nationale à européenne.

RESULTATS ET DISCUSSION

Investissement et redynamisation de la communauté taxonomiste

Au total, plus de 350 taxonomistes, spécialisés sur près de 800 familles faunistiques, floristiques et fongiques, se sont investis sur ces sept années d'inventaire. Ces spécialistes

viennent à la fois d'horizons géographiques variés et de contextes d'application de leurs spécialités différents.

La plupart des spécialistes ayant rejoint le projet via le réseau d'excellence en taxonomie EDIT sont issus de pays d'Europe autres que la France et l'Italie et sont majoritairement des professionnels travaillant pour une université, un musée ou, plus rarement, un bureau d'études. Ces spécialistes ont assuré la majorité des prospections durant les deux premières années du projet (2007-2008) et sont devenus minoritaires par la suite (figure 3).

A partir de 2008, PNM et PNAM ont mené un travail de construction et d'animation de réseau à l'échelle locale et nationale.

Ainsi, les parcs ont progressivement tissé des liens avec les établissements scientifiques publics investis dans la taxonomie (muséums d'histoire naturelle, universités...) ainsi qu'avec de nombreuses associations naturalistes (CEN PACA, Association des Naturalistes de Nice et des Alpes-Maritimes (ANNAM), AFL, OPIE, ...).

Ce réseau a permis l'intervention de spécialistes possédant des compétences en taxonomie et une bonne connaissance de notre territoire qui leur a donné la possibilité d'orienter efficacement leurs prospections.

Des collaborations ont ainsi pu se créer entre spécialistes travaillant sur les mêmes groupes taxonomiques mais n'ayant jamais eu possibilité de collaborer auparavant. Ce type d'interaction a permis aux spécialistes locaux d'élargir la connaissance de leur groupe à une échelle géographique plus grande; quant aux spécialistes étrangers, ils ont pu être orientés sur des sites particulièrement intéressants pour leur groupe, évitant ainsi de prospecter les habitats moins favorables. L'aide au choix des sites et l'accompagnement sur ceux-ci, assurés majoritairement par les assistants techniques saisonniers et certains gardes-moniteurs, a également permis aux taxonomistes d'optimiser leurs efforts de prospection (figure 4).

Par ce même biais, l'inventaire a également permis de faire collaborer des taxonomistes professionnels et des taxonomistes « amateurs » (dans le sens non-professionnel, le niveau de compétences des spécialistes étant le plus souvent indépendant de leur professionnalisation).

Pays	Nombre de taxonomistes
France	141
Italie	95
Allemagne	43
Hongrie	25
Autriche	20
Slovaquie	7
Pays-Bas	7
Espagne	6
Belgique	5
Autres nationalités	20

Répartition des taxonomistes en fonction de leurs nationalités



- France
- Italie
- Allemagne
- Hongrie
- Autriche
- Slovaquie
- Pays-Bas
- Espagne
- Belgique
- Autres nationalités

Figure 3 : Répartition des taxonomistes en fonction de leurs nationalités
Figure 3: Taxonomists distribution according to their nationalities



Figure 4 : Prospections taxonomiques (Crédits photo : P. Richaud, M. Ancely)
 Figure 4: Taxonomic fieldworks (Photo credits : P. Richaud, M. Ancely)

Des progrès considérables dans la compréhension du patrimoine naturel

Les efforts conjoints de ces taxonomistes ont permis de faire progresser le recensement des espèces des parcs de manière considérable : aujourd'hui, plus de 12 000 espèces, documentées par un total de 80 000 données, sont recensées sur leurs territoires, soit un accroissement de 5 000 espèces par rapport au début du projet (figure 5). Sont ici comptabilisées non seulement les espèces répertoriées au cours des prospections menées de 2007 à 2012 mais également les espèces répertoriées dans le cadre des saisies de données bibliographiques.

Une connaissance accrue de l'entomofaune et de la flore non vasculaire et fongique

L'envergure du réseau de taxonomistes sollicités a permis d'élargir considérablement le nombre de groupes taxonomiques et de milieux étudiés.

Les insectes constituant le groupe taxonomique le plus vaste et souvent le moins étudié, la grande majorité des prospections ont porté sur cette classe. Cependant, le « handicap taxonomique » (l'absence de spécialistes pour certains taxons) reste visible malgré le nombre important de taxonomistes investis, l'ensemble des familles d'insectes

occupant le territoire n'ayant pu être couvert (on peut par exemple noter des lacunes dans les ordres les plus complexes comme ceux des diptères et des coléoptères). Les arachnides et les mollusques ont également bénéficié de prospections poussées (figure 6).

La flore non-vasculaire et fongique des parcs étant particulièrement méconnue, les prospections ont majoritairement porté sur les lichens (dont le nombre d'espèces a quadruplé en quatre ans de prospections) et, à moindre échelle, la flore fongique et les bryophytes (Saatkamp *et al.*, 2011). La flore vasculaire a également bénéficié de prospections afin de renseigner certains sites méconnus.

Enfin, les prospections menées sur les milieux auparavant non, ou peu, prospectés ont été source de découvertes tant sur les espèces y vivant (Lemaire et Raffaldi, 2011 ; Renet *et al.*, 2012) que sur leur fonctionnement.

L'ensemble des données brutes compilées a permis d'obtenir une image beaucoup plus proche de la réalité de la distribution des espèces et de la richesse spécifique de certaines zones du parc.

On peut regretter cependant que la tentative de constitution d'une collection de référence ait échoué, une grande partie des scientifiques ayant refusé de transmettre leurs spécimens aux collections du MNHN et du MRSNT.

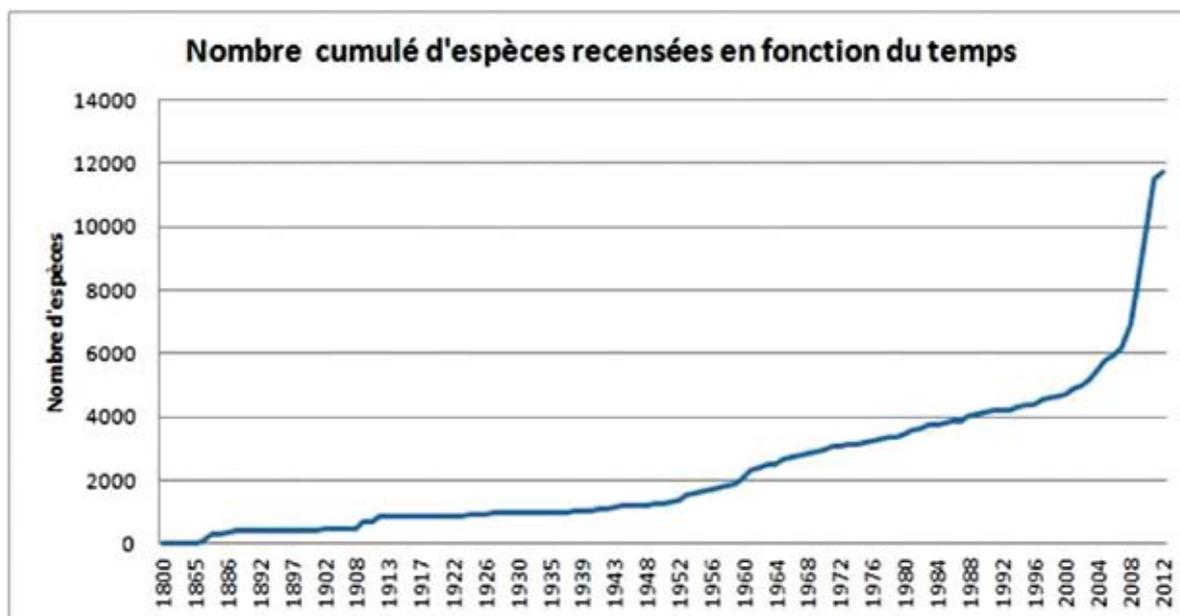


Figure 5 : Evolution du nombre d'espèces cumulé en fonction de la date de collecte (export réalisé à partir de l'INPN, données flore vasculaire non incluses)

Figure 5: Evolution of the cumulative number of species according to the date of the specimen collection (INPN data only, vascular flora data not included)

Des espèces nouvelles pour la France et pour la Science

Les prospections n'ont pas seulement fait apparaître des espèces nouvelles pour les parcs : des espèces nouvelles pour la France (Huemer et Nel, 2010 ; Maurel et Streito, 2012) ou pour l'Italie ont également été recensées. La plupart de ces espèces avaient déjà été recensées dans au moins un pays frontalier et trouvent sur les parcs leurs limites d'aire de répartition.

De surcroît, l'IBG a conduit à la description de plusieurs dizaines d'espèces d'insectes (Grange et Nel, 2012 ; Leraut, 2012 ; Matocq et Pluot-Sigwalt, 2013) (figure 7), d'araignées (Zacharda *et al.*, 2011), de crustacés et de lichens encore inconnues pour la science. La grande majorité

de ces nouvelles espèces est encore en cours de description.

Utilisation des techniques d'analyse moléculaire

Outre leur intérêt en terme de recensement des espèces, les techniques d'inventaires basées sur l'analyse moléculaire ont permis d'identifier ou de résoudre des problèmes d'ordre taxonomique, posés notamment par les espèces cryptiques (Huemer et Hebert, 2011).

De même, des prospections botaniques assurées par les CBN ont alimenté en spécimens le projet Phyloalpes du Laboratoire d'Écologie Alpine (LECA), visant à produire la phylogénie de la totalité de la flore alpine. Aujourd'hui, tous les spécimens nécessaires ont été collectés et sont prêts à être séquencés.

Nombre d'espèces par groupe taxonomique

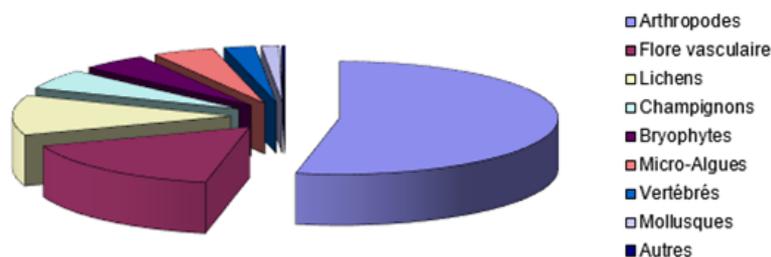


Figure 6 : Répartition des taxons recensés par groupes taxonomiques

Figure 6: Distribution of observed taxa according to their taxonomic groups



Figure 7 : Spécimen de l'espèce *Caryocolum dauphini* n.sp. (Grange et Nel, 2012)
Figure 7: Specimen of *Caryocolum dauphini* n.sp. species (Grange et Nel, 2012)

Enfin, plus de 2 250 spécimens (correspondant à 344 espèces d'arthropodes et de mollusques) ont été séquencés avec succès par l'équipe Invertébrés Terrestres et par certains taxonomistes individuels (Huemer et Hebert, 2011; Mutanen *et al.*, 2012). L'intégralité des séquences obtenues a été intégrée dans la base de données BOLD.

Avancées en termes de suivi et de gestion

L'IBG portait initialement le nom d'ATBI + M. Ce M, pour Monitoring, a été relativement peu exploré jusqu'en 2012, année où des études traitant de la synthèse et de la valorisation des données ont été commanditées par les parcs, dont trois par le PNM : une axée sur les milieux forestiers (tout groupe taxonomique confondus) et deux axées sur les milieux agro-pastoraux (l'une sur les vertébrés, l'autre sur trois ordres d'invertébrés).

Ces études, ainsi que certains rapports remis par les taxonomistes, ont permis :

- d'identifier les zones nécessitant de plus amples prospections, celles présentant de forts enjeux de conservation au vu des espèces patrimoniales recensées, celles dont les communautés biologiques montrent une forte dégradation du milieu, et celles dont les mesures de gestion doivent être révisées ;
- d'obtenir des préconisations de gestion sur ces différentes zones et de pouvoir les communiquer, notamment à travers les porter à connaissance et les avis sur les documents de planification d'aménagement du territoire (par exemple les Plans Locaux d'Urbanisme) ;
- d'identifier les espèces, ou des groupes d'espèces, dont le suivi à long terme serait intéressant, soit parce que l'espèce est méconnue, ou que le cortège d'espèces est un bon indicateur de l'état de santé du milieu, ou que l'espèce

est considérée comme prioritaire (c'est-à-dire rare, à distribution restreinte ou protégée).

Une offre novatrice de formation à la taxonomie

Les universités d'été dédiées à la taxonomie, proposées en 2011 par les PNM et PNAM (biodiversité des milieux aquatiques, invertébrés et bio-indication) et en 2012 (monitoring des milieux agro-sylvo-pastoraux,...), ont formé et encouragé à se professionnaliser plus d'une cinquantaine d'étudiants issus de toute l'Europe. Ce type d'initiative est profitable à la taxonomie et au transfert de compétences vers les jeunes spécialistes, et contribue à contrecarrer le manque de taxonomistes sur certains groupes.

Une dizaine de gardes-moniteurs ont été formés par les taxonomistes à l'identification des Lépidoptères Rhopalocères, des Odonates et des Orthoptères. Ces gardes-moniteurs prospectent maintenant régulièrement un certain nombre de sites de leur vallée d'activité, ce qui permet d'envisager un suivi de l'évolution de ces sites sur le long terme.

La sensibilisation du grand public à l'utilité des inventaires, à travers les Fêtes de la Nature ou les activités à destination des scolaires par exemple, a également engendré une meilleure reconnaissance de cette discipline.

Des efforts de communication orientés vers le grand public et la communauté scientifique

Les parcs ont communiqué leurs résultats à partir de nombreuses conférences de presse, aboutissant à plusieurs dizaines de productions de presse écrite, radiophonique et audiovisuelle, aux échelles locales, nationales et européennes).

Les avancées du projet ont été régulièrement relayées auprès de la communauté scientifique au travers de communications orales ou posters présentés lors de rencontres scientifiques (Canavese *et al.*, 2009 ; De Biaggi *et al.*, 2010 ; Leccia, 2012).

Enfin, les parcs ont organisé, en septembre 2012, leurs journées transfrontalières d'échanges scientifiques et techniques dédiées à l'IBGM/AM, événement qui a regroupé près d'une centaine de taxonomistes et de gestionnaires. Au cours de ces journées, les grandes thématiques du projet (prospections, analyses moléculaires, bases de données...) ont été abordées en ateliers et des échanges ont été menés sur les suites à donner au projet. Les présentations et discussions ont été compilées dans les actes de ces journées, publiées dans le numéro deux des Cahiers de Séolane (http://eost.u-strasbg.fr/seolane/presse/images/2013/cahiers_seolane_2.pdf)

CONCLUSION

Bien qu'ayant nécessité un investissement conséquent de la part des deux parcs (chargé de mission à plein temps dédié au projet, assistants techniques saisonniers, temps-agent mis à disposition, nombreux déplacements visant à la promotion du projet, etc.), le projet d'IBG a largement dépassé ses simples objectifs d'inventaire systématique.

Outre ses apports considérables en terme de connaissance de la biodiversité des territoires et de préconisations de gestion, l'IBG est un bon exemple de collaboration entre taxonomistes et gestionnaires d'espaces naturels (Mauz et Granjou, 2012 ; Faugère et Mauz, 2013). Les priorités de ces deux communautés ont rarement l'occasion d'être conciliées au sein d'un même projet, l'une visant à la connaissance de la biodiversité, l'autre à sa conservation. Grâce à ce projet, les parcs ont pu profiter des compétences de spécialistes, relativement peu sollicités dans le cadre des inventaires classiques, tout en leur démontrant l'utilité d'une collaboration avec le monde des gestionnaires, en termes de connaissance du territoire et de logistique. Une collaboration durable avec bon nombre de spécialistes transparait à travers l'investissement de ceux-ci sur plusieurs années.

Un autre effet de ce projet est l'accroissement des flux de données naturalistes entre les différents gestionnaires d'espaces naturels et producteurs de données naturalistes investis sur le territoire Mercantour-Alpi Maritime. De nombreuses conventions d'échange de données ont effectivement été signées ces dernières

années (PNM-Ligue pour la Protection des Oiseaux, PNM-SILENE-Flore, PNM-SILENE-Faune, ...), preuve d'une collaboration efficace entre les différents acteurs investis sur la conservation de la biodiversité de notre territoire. Cet accroissement et cette nette amélioration des flux de données vont permettre à chacun d'avoir une représentation plus juste de la biodiversité de nos territoires, concernant notamment l'état de conservation des espèces patrimoniales et l'évolution de leur répartition en réponse au changement climatique et aux activités anthropiques.

Ainsi que l'ont souligné les journées transfrontalières d'échanges scientifiques et techniques dédiées à l'IBGM/AM, il est aujourd'hui nécessaire de réfléchir aux suites à donner à ce projet. Celui-ci restant d'une envergure exceptionnelle à l'échelle des parcs nationaux européens, il s'avère primordial de faire perdurer la dynamique de ce projet et du réseau associé pour poursuivre à la fois l'acquisition de connaissances mais aussi l'analyse de celles-ci dans une optique de gestion. Ces échanges ont également fait émerger des préconisations sur les modalités de prospection, la gestion des données et l'utilisation de celles-ci par les gestionnaires (Ferrière *et al.*, 2012). Ce « temps fort » du projet a prouvé que les forces vives impliquées dans l'IBG M/AM souhaitent poursuivre leur investissement aux côtés des parcs dans les années à venir. Les parcs expriment également une volonté forte de poursuivre leurs actions d'inventaires et de monitoring, ainsi qu'en témoigne le programme INTERREG (Alcotra 2011-2014) engagé par les parcs sur les années 2013 et 2014.

REMERCIEMENTS

Nous remercions l'intégralité des taxonomistes, professionnels et amateurs, qui se sont investis à nos côtés au cours de ces dernières années et sans lesquels la connaissance de la biodiversité de nos parcs n'aurait pu autant progresser.

Nous remercions également nos collègues du Parc National du Mercantour (assistants techniques saisonniers, gardes-moniteurs, techniciens et chargés de missions thématiques) et du Parco Naturale Alpi Marittime investis dans ce projet pour leur aide considérable au niveau logistique et scientifique.

Nous remercions également l'EDIT, le programme Alcotra 2007-2013, le MEDDE, la Fondation Albert II de Monaco et le Gouvernement Princier de Monaco pour leur soutien financier.

BIBLIOGRAPHIE

- Canavese G., Commenville P., De Biaggi M., Eymann J., Giraudo L., Häuser C.L., Krogmann L., Kroupa A., Leccia M-F., Monje J.C., Rossi P., Turpaud A., 2009. A modern approach for improving biodiversity protection: All Taxa Biodiversity Inventory and Monitoring (ATBI+M) approach. *Mountain Forum* [En ligne]. <<http://www.mtnforum.org/rs/ol/browse.cfm?tp=vd&docid=4013>>
- Polidori E., Gachet J.-C., 1996. *Orchidées du Mercantour : guide pratique pour découvrir les orchidées*. Editions du Cabri, Parc National du Mercantour, Nice, 166 p.
- Corsini M., Lardeaux J.M., Tordjman P., 2013. *Parc National du Mercantour*. Guides Géologiques. Édition BRGM, 240 p.
- De Biaggi M., Leccia M-F., Kroupa A., Monje J.C., 2010. Creating a biodiversity inventory in protected areas to increase knowledge of their natural heritage and to improve land management. *Eco.mont*, 2(1), 49-52.
- Discover Life In America, 2012. *Smokies Species Tally* [En ligne]. <<http://www.dlia.org/smokies-species-tally>>
- Faugère E., Mauz I., 2013. Une introduction au renouveau de la taxonomie. *Revue d'anthropologie des connaissances* 7(2), 349-364.
- Ferrière R., Bonelli S., Dumont B., 2012. Séolane, Voyage au coeur de la Biodiversité. Actes des Journées transfrontalières d'échanges scientifiques et techniques - Inventaire Biologique Généralisé Mercantour/Alpi Marittime. Restitution de l'atelier « Utilisation des données de l'IBG, applications à la gestion et perspectives de Monitoring ». *Les cahiers de Séolane* 2, 39-42.
- Gargominy O., Ripken T., 2006. Données nouvelles sur les mollusques (*Mollusca, Gastropoda*) du Parc national du Mercantour (France). *MalaCo* 3, 109-139.
- Grange J.-C., Nel J., 2012. *Caryocolum dauphini* n. sp., un endémique du Sud-Ouest alpin découvert dans le Parc national du Mercantour (Lep. Gelechiidae, Gnorimoschemini). *Oreina* 17, 24-25.
- Hebert P.D.N., Cywinska A., Ball S.L., De Waard J.R., 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London B* 270, 313-321.
- Hervé C., Rollard C., 2009. *Drassodes* species from the Parc national du Mercantour (French Alps), with the description of a new species (*Araneae: Gnaphosidae*). *Contributions to Natural History* 12, 627-642.
- Huemer P., Nel J., 2010. *Monochroa scutatella* (Müller-Rutz, 1920), nouvelle espèce pour la France (Alpes-Maritimes) a new species for France (Alpes Maritimes) (Lep. Gelechiidae). *Oreina* 11, 10-12.
- Huemer P., Hebert P.D.N., 2011. Cryptic diversity and phylogeography of high alpine Sattleria - a case study combining DNA barcodes and morphology (*Lepidoptera: Gelechiidae*). *Zootaxa* 2981, 1-22.
- Leakey R., Lewin R., 1996. *The Sixth Extinction: Biodiversity and Its Survival*. Editions Phoenix, Londres, 288 p.
- Leccia M-F., 2012. L'inventaire biologique généralisé Mercantour/Alpi Marittime : un exemple de collaboration réussie entre gestionnaires d'espace protégé et taxinomistes. *Bulletin de la Société Zoologique de France* 137(1-4), 25-31.
- Lemaire J.-M., Raffaldi J., 2011. Un nouveau carabique cavernicole (*Coleoptera, Carabidae, Trechinae*) de la Haute-Tinée (Alpes-Maritimes, France) *Duvalius magdelaïnai tordjmani* n.ssp. *Biocosme Méditerranéen* 28(1), 27-32.
- Leraut, P., 2012. Le genre *Nematopogon* Zeller, 1839, en France, avec une espèce nouvelle pour ce pays (*Lepidoptera, Adelidae*). *Bulletin de la Société Entomologique de France* 117(3), 375-379.
- Matocq, A., Pluot-Sigwalt D., 2013. Description d'un nouveau *Plinthisus* du Sud-Est de la France (*Heteroptera, Rhyparochromidae, Plinthisinae*). *Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* 82(3-4), 87-94.
- Maurel, J-P., Streito J-P., 2012. *Geocoris phaeopterus* (Germar, 1838), une nouvelle punaise pour la faune de France (*Heteroptera, Lygaeidae*). Note scientifique. *Nouvelle Revue d'Entomologie* 28(1), 92.
- Mauz I., Granjou C., 2012. Séolane, Voyage au coeur de la Biodiversité. Actes des Journées transfrontalières d'échanges scientifiques et techniques - Inventaire Biologique Généralisé Mercantour/Alpi Marittime. *Les cahiers de Séolane* 2, 4-88.
- Médail F., Quézel P., 1997. Hot-spots analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean Basin. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 84, 112-127.
- Ministère de l'Écologie, du Développement durable, Parc National du Mercantour, 2002. *Atlas des Parcs nationaux de France, Parc National du Mercantour*, [En ligne]. <<http://atlas.parcsnationaux.org/mercantour/>>
- Ministère de l'Écologie, du Développement durable des Transports et du Logement, 2011. *Stratégie nationale pour la biodiversité 2011-2020*. Document officiel, Ministère de l'Écologie, du Développement durable des Transports et du Logement, Paris, 60 p.
- Morand A., Commenville P., 2010. Mercantour National Park — across the borders of sea and mountains, a beacon for the protection of our natural and cultural heritage. *Eco.mont* 2(2), 45-54.
- Mutanen M., Hausmann A., Hebert P. D. N., Landry J.-F., De Waard J.R., Huemer P., 2012. Allopatry as a Gordian Knot for Taxonomists: Patterns of DNA Barcode Divergence in Arctic-Alpine Lepidoptera. *PLoS ONE* 7(10), 9 p.

- Nichols B.J., Langdon K. R., 2007. The Smokies, All Taxa Biodiversity Inventory: History and Progress. *Southeastern Naturalist* Special Issue 1, 27–34
- Renet J., Tordjman P., Gerriet O., Madelaine E., 2012. Le Spélerpès de Strinati, *Speleomantes strinatii* (Aelle, 1958) (*Amphibia, Urodela, Plethodontidae*): répartition des populations autochtones en France et en Principauté de Monaco. *Bulletin de la Société Herpétologique de France* 141, 3-22.
- Saatkamp A., Aleffi M., De Biaggi M., Delhaye S., Dentant C., Désamoré A., Frahm J.-P., Hébrard J.-P., Laenen B., Leccia M.-F., Lüth M., Miserere L., Offerhaus B., Philippe M., Tacchi M., 2011. Bryophytes du Parc national du Mercantour : méthodes et résultats de la campagne d'inventaires 2010 ATBI+M. *Biocosme mésogéen* 28(2), 33-50.
- Sharkey M.J., 2001. The All Taxa Biological Inventory of the Great Smoky Mountains National Park. *Florida Entomologist* 84, 556–564.
- Vié J.-C., Hilton-Taylor C., Stuart S.N., 2011. *La vie sauvage dans un monde en mutation – La Liste rouge de l’UICN des espèces menacées: Analyse de la Liste 2008*. IUCN, Gland (Suisse), 194 p.
- Zacharda M., Isaia M., Piva E., 2011. New troglobitic species of the genus *Troglocheles* (*Acari: Prostigmata: Rhagidiidae*) from caves in the northern Italy and Austria, with a key to adult species of the genus. *Journal of Natural History* 45, 641-666.



Mise en place d'un Observatoire Agricole de la Biodiversité en Pays d'Aix

Establishment of an agricultural biodiversity observatory

Thibault Juvénal¹

¹Conseiller Biodiversité et Energie
Animateur OAB 13
Chambre d'agriculture des Bouches-
du-Rhône - 22 avenue Henri Pontier
13626 Aix-en-Provence cedex 1
04 42 23 86 66

**t.juvenal@
bouches-du-rhone.chambagri.fr**

RESUME

L'Observatoire Agricole de la Biodiversité (OAB) vise à mieux connaître la biodiversité ordinaire en milieu agricole, son évolution et les liens avec les pratiques culturales. Ce sont les exploitants agricoles eux-mêmes qui réalisent les observations en suivant, au choix, un à quatre protocoles simplifiés d'observation. Les participants contribuent à la connaissance générale de la biodiversité des milieux agricoles tout en apprenant à connaître ou reconnaître la « biodiversité utile » présente sur leurs parcelles. La Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône accompagne ainsi une vingtaine d'agriculteurs dans cette démarche sur le Pays d'Aix.

MOTS CLES :

Biodiversité, agriculture, observation, participatif, sensibilisation, réseau.

SUMMARY

The Agricultural Biodiversity Observatory (ATO) aims to have a better knowledge of the ordinary biodiversity in agricultural areas, its evolution and the relationship with cultural practices. It is the farmers themselves who make the following observations to choose one to four protocols simplified observation. Participants contribute to the general knowledge of the biodiversity of agricultural areas while learning to know or recognize the «useful biodiversity» on their plots. The Chamber of Agriculture of the Bouches-du-Rhône accompanying about twenty farmers in this process near to Aix.

KEY WORDS :

biodiversity, agriculture, observation, participatory, awareness, network.

POURQUOI UN OAB ?

Dans le cadre de la Stratégie Nationale sur la Biodiversité, le Ministère en charge de l'Agriculture s'est engagé sur la mise en œuvre de l'OAB dès 2009. Le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) avec l'aide de l'Université de Rennes 1 a élaboré quatre protocoles simplifiés d'observation, testés en 2010 (Preud'Homme, 2009 et Preud'Homme *et al.*, 2010). Puis une animation nationale s'est mise en place avec l'appui de l'Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture (APCA) à partir de 2011.

L'OAB est avant tout un réseau de personnes. Répartis sur l'ensemble du territoire métropolitain, les participants à l'OAB sont généralement impliqués au sein de groupes locaux, mobilisés par des animateurs. Ces groupes offrent aux agriculteurs l'opportunité d'échanger sur leurs observations de la biodiversité en lien avec leurs pratiques agricoles. L'objectif étant de réaliser un suivi dans le temps des observations. Ceci est favorisé par la mise en œuvre d'une dynamique territoriale qui permet aux exploitants d'identifier diverses fonctionnalités agricoles de la biodiversité et d'apporter des réponses aux questions qu'ils se posent.

QUATRE PROTOCOLES D'OBSERVATION

Les protocoles sont simples pour assurer une large mise en œuvre sans qu'ils prennent trop de temps (10 minutes par mois pour le protocole abeilles solitaires). Ils sont aussi standardisés afin de fournir des données comparables à l'échelle nationale. Les observations doivent être réalisées sur une parcelle représentative de l'exploitation, plutôt facile d'accès ou régulièrement fréquentée. Le choix des parcelles reste libre et peut être conditionné à un suivi de changement de pratiques ou une problématique particulière (Observatoire Agricole de la Biodiversité, 2013).

Nichoires à abeilles solitaires : De nombreuses études ont montré l'importance des abeilles solitaires, souvent méconnues, dans la pollinisation. Certaines espèces, actives dès le mois de mars, réalisent la pollinisation des arbres fruitiers et cultures précoces. *En pratique : Pose de nichoires constitués de cavités, en bordure de parcelle. Les abeilles solitaires pourront y déposer leurs œufs (figure 1).*

Placettes vers de terre : Les vers de terre sont de bons indicateurs de la qualité biologique du sol. Ils sont acteurs de sa fertilité, de sa structure et favorisent l'activité microbienne.



Figure 1 : Exemple d'observations de nichoires à abeilles solitaires (© R-L. Preud'Homme et G. Dieusaert)
Figure 1: Example of observations of nesting boxes for solitary bees (© R-L. Preud'Homme and G. Dieusaert)

Leur observation permet d'avoir une information sur le fonctionnement général du sol. En pratique : *Arrosage de carrés au sol avec une solution irritante à base de moutarde pour les faire remonter à la surface.*

Planches invertébrés terrestres : De nombreux invertébrés vivent à la surface du sol, plus ou moins appréciés dans les parcelles agricoles en fonction de leur régime alimentaire : herbivores et souvent ravageurs de cultures ou prédateurs de ces derniers et auxiliaires... *En pratique : Observation de la faune présente sous des planches posées à même le sol, en bordure et dans la parcelle.*

Transect papillons : Les papillons sont sensibles aux modifications d'habitats et à la présence de plantes sauvages à proximité. Ce sont des indicateurs de l'état de santé du milieu à l'échelle du paysage. *En pratique : Comptage des papillons de jour les plus communs en milieu agricole, le long d'une parcelle.*

différents spécimens qu'ils auront à reconnaître une fois sur leurs parcelles. L'une de ces journées s'est déroulée au Lycée agricole de Valabre où agriculteurs et élèves se côtoyaient (figure 3).



Figure 3 : Démonstration du protocole vers de terre au lycée agricole de Valabre (© Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône)
Figure 3: Demonstration of worm protocol in the land agricultural high school of Valabre (© Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône)

2013, UN OAB DANS LES BOUCHES-DU-RHÔNE

La Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône a lancé l'OAB sur la campagne 2013. Afin de garder une proximité, une cohérence entre les filières et favoriser une dynamique d'échange entre exploitants, nous avons choisi de mener un projet sur le Pays d'Aix. Une vingtaine d'exploitants se sont portés volontaires dans cette démarche pour réaliser au choix un ou plusieurs protocoles. Compte tenu du territoire, il y a une prédominance des filières viticoles et grandes cultures (figure 2).

Les exploitants volontaires ont participé à une demi-journée de formation pour mieux appréhender l'intérêt de cette démarche et apprendre à identifier et classer les

L'aspect participatif de l'OAB a été élargi à différents acteurs en lien avec cette thématique en associant le MNHN d'Aix-en-Provence, le Conservatoire d'espaces naturels PACA (CEN PACA), l'Agence Régionale Pour l'Environnement (ARPE), les différents animateurs Natura 2000 concernés, les gestionnaires de bassins versants (Arc et Touloubre) et le Lycée agricole de Valabre.

Les observations par les agriculteurs ont débuté ; l'animation par la Chambre d'agriculture 13 se poursuit avec la transmission d'informations mensuelles, et les retours se feront au fur et à mesure dans l'attente d'une réunion d'échange et de restitution des résultats à l'automne prochain.

Bien que la météo printanière n'ait pas été favorable, le retard de livraison des nichoirs à abeilles solitaires a engendré une diminution, voire une absence d'occupation des espèces les plus précoces. En outre, les principales difficultés rencontrées ont été :

- le manque de temps à consacrer à cette démarche, notamment sur la période printanière où les participants ont focalisé leur temps sur les travaux agricoles en réponse aux intempéries précédentes,
- la difficulté à différencier certaines espèces de papillons.

Les agriculteurs concernés sont pour la plupart intéressés par cette démarche et semblent vouloir poursuivre l'expérience l'an prochain dans de meilleures conditions : plus de connaissances (détermination des espèces, pratiques agricoles favorables...) et une meilleure organisation notamment pour la livraison du matériel d'observation (tubes à abeilles et planches à invertébrés). Parmi les exploitants contactés, une dizaine d'entre eux ne se sont pas engagés en 2013, mais restaient motivés et mobilisables pour 2014.

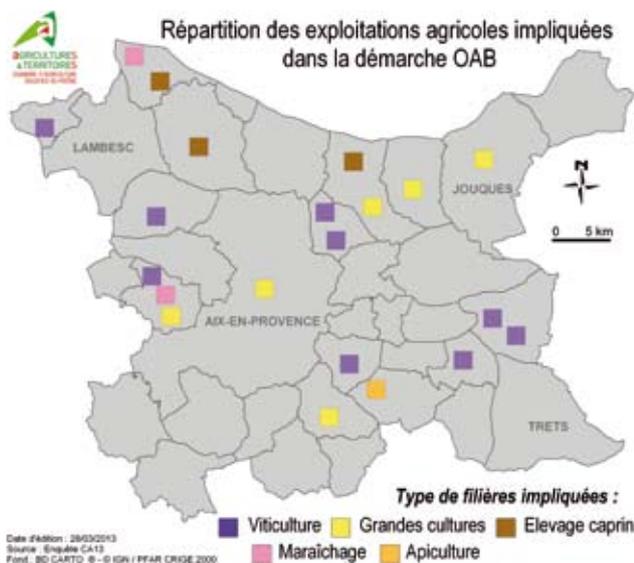


Figure 2 : Carte de répartition des exploitations agricoles impliquées dans l'OAB sur le Pays d'Aix (D'après : Enquête Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône)
Figure 2: Distribution map of farms involved in the ABO on the Pays d'Aix (From : Enquête Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône)

RETOURS D'EXPÉRIENCE AU NIVEAU NATIONAL - 2012

En 2012, 238 observateurs en métropole ont mis en place 575 protocoles sur 497 parcelles en France. Il y avait alors 54 départements concernés. Pour 2013, huit départements dont celui des Bouches-du-Rhône se sont rajoutés (Hampartzoumian *et al.*, 2013). Le MNHN centralise l'ensemble des données récoltées via la saisie de chacun sur le site internet de l'OAB (<http://observatoire-agricole-biodiversite.fr>). Ces informations sont alors analysées et un traitement statistique permet de dégager des tendances entre pratiques agricoles, biodiversité et paysage. Ces dernières correspondent globalement aux résultats observés par différents instituts de recherche.

Le réseau d'exploitations agricoles nationales couvre une grande diversité, que ce soit en terme de filières que de modes de production (conventionnelle, raisonnée, biologique). Parmi eux, 41% expérimentent des pratiques innovantes visant la réduction d'intrants via la mise en œuvre de techniques intégrées, de techniques culturales simplifiées (TCS) ou sans labour... La simplicité des protocoles permet aux agriculteurs d'espérer évaluer les effets de leurs pratiques sur la biodiversité. Cependant les résultats ne permettent pas encore de dégager des références fiables, mais des tendances se dessinent peu à peu et sont le reflet des résultats scientifiques (Hampartzoumian *et al.*, 2013).

Aménagement des bordures de parcelles

Outre la conduite technique (agriculture biologique, conventionnelle...), il se révèle que l'aménagement des bordures de parcelles a une réelle importance concernant le nombre d'individus et la diversité d'espèces pour les papillons et les abeilles solitaires. Effectivement, la présence de fossés, cours d'eau, lisières de bois ou haies aux abords des parcelles serait bénéfique pour cette biodiversité. Ceci s'explique notamment par la diversité d'espèces herbacées, arbustives et arborées offrant une floraison et une fructification importante et répartie dans le temps. Les bords de parcelles aménagés offrent ainsi un complément de nourriture hors période de floraison des cultures, des habitats, des voies de circulation et des zones de refuge pour ces insectes lors des moissons par exemple.

Pour une bonne mise en place, il est toutefois important d'être vigilant sur la sélection des essences et la gestion des haies par exemple afin d'amplifier les bénéfices apportés par celles-ci sans pour autant impacter négativement les cultures (Porte et Sainglas, 2013) :

- choisir des variétés de familles différentes des cultures en place pour limiter le nombre de potentiels ravageurs présents dans la haie (ex : les pommiers sont de la famille des rosacées. On ne choisira pas ces espèces pour les haies adjacentes aux vergers),
- privilégier des espèces peu concurrentielles, avec un système racinaire peu développé et tolérante à la taille mécanisée (en fonction de la proximité et des orientations techniques).
- éviter les espèces sensibles aux mêmes ravageurs, les espèces exotiques qui pourraient attirer des ravageurs exotiques.

La bibliographie (Chambre d'agriculture du Vaucluse, 2013 ; Fuchs, 2013a) rapporte que la présence d'une haie en bordure de parcelle favorise la biodiversité globale présente, notamment les carabes, pucerons et araignées. Les bandes enherbées ont un fort pouvoir attractif sur les pollinisateurs tels que les syrphes. Pour autant, la gestion des ravageurs sur les parcelles agricoles n'en reste pas moins évidente. Pour les agriculteurs, il est difficile de savoir s'il faut traiter ou non, et quand le faire en cas d'invasion de ravageurs si les auxiliaires se font attendre. Dans cette démarche, encore faut-il savoir reconnaître les auxiliaires et évaluer les populations présentes pour agir au mieux.

Vie du sol

Sur les années 2011 et 2012, le protocole « vers de terre » a été mis en place sur 56 prairies et 303 parcelles en grandes cultures (Hampartzoumian *et al.*, 2013). En prairies, il apparaît que les parcelles exclusivement fauchées recensent moins de vers que celles qui sont pâturées (figure 4). Ces résultats s'expliquent par l'apport trophique des bouses, bien que certaines études montrent aussi que trop de piétinement diminuerait les populations lombriciennes. En grandes cultures, il semble que le travail du sol a un effet direct sur le nombre de vers présents qui est nettement plus important en semis direct.

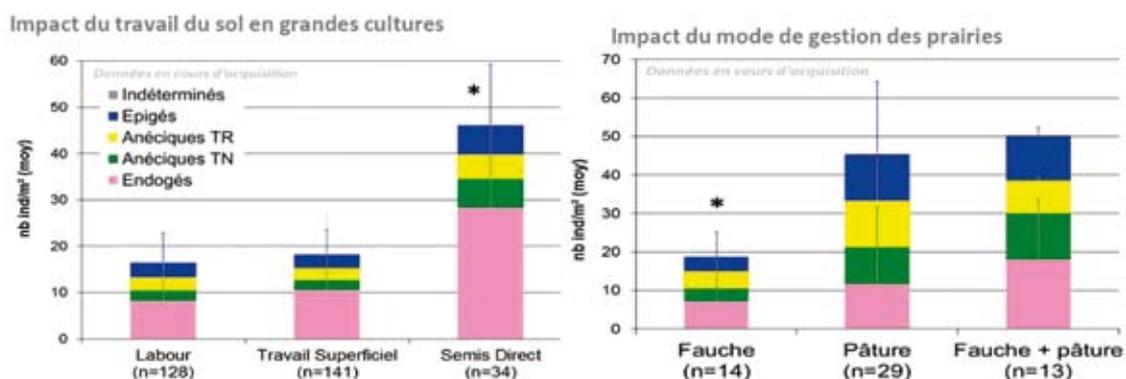


Figure 4 : Population de vers de terre par culture en fonction des pratiques (d'après Hampartzoumian *et al.*, 2013)
 Figure 4: Earthworm 's populations per crop based farming practices (from Hampartzoumian *et al.*, 2013)

La littérature confirme ces observations et les généralise à d'autres espèces comme les carabes (figure 5) dont les larves ont une activité souterraine et les adultes courent les sols à la recherche de proies (Cluzeau *et al.*, 2013). Bien que certains soient phytophages et granivores, les carabes sont susceptibles de consommer de nombreux ravageurs des cultures. De plus, le maintien d'un couvert végétal, l'utilisation d'amendements organiques, le raisonnement de l'emploi de produits phytosanitaires et le maintien de bordures végétalisées permettraient d'optimiser la présence des vers, des carabes ainsi que d'autres auxiliaires.

biodiversité et agriculture, les rapports entre acteurs agricoles et de l'environnement nécessitent du temps, des échanges, de l'observation et un contexte économique plus favorable ainsi qu'une stabilisation et une protection du foncier agricole pour réussir à optimiser la compréhension, le fonctionnement et les synergies.



Figure 5 : Carabe doré au sein de résidus paillés (© Chambre d'agriculture de Vendée)

Figure 5: Golden beetle within mulched residues (© Chambre d'agriculture de Vendée)

BIODIVERSITÉ ET AGRICULTURE : DES SERVICES RÉCIPROQUES...

Les services rendus par la biodiversité couvrent un large champ : structure et fertilité des sols, contrôle des ravageurs, pollinisation (Fuchs, 2013b)... Ces services ne sont pas toujours facilement identifiables et nécessitent de l'observation et de l'expérimentation avant que les agriculteurs puissent maîtriser l'agro-écosystème considéré. L'agriculture méditerranéenne reste un bon exemple de ce qui peut se faire en la matière : que ce soit sur la présence d'un maillage de haies, la gestion des parcours ou la taille des parcelles, que sur les échanges et le travail accomplis par les acteurs locaux (BRL Ingénierie et Canopée, 2013). L'OAB apporte aux agriculteurs une nouvelle façon d'appréhender la biodiversité fonctionnelle en lien avec leurs pratiques agricoles. En plus des vers de terre, papillons, abeilles solitaires et carabes, il existe beaucoup d'autres auxiliaires des cultures de toutes tailles qui méritent d'être connus et favorisés en agriculture : chrysope, syrphes, pince-oreille, hérisson, chauve-souris, passereaux et autres invertébrés... A l'image des liens qui existent entre

BIBLIOGRAPHIE

- BRL Ingénierie, Canopée, 2013. *Stratégie globale pour la biodiversité en Provence-Alpes-Côte d'Azur – Phase 1- Elaboration du diagnostic partagé du territoire*. Région PACA, Marseille.
- Chambre d'agriculture du Vaucluse, ONCFS, FRC Languedoc Roussillon, 2013. *Plaquette Agrifaune - Les haies sont utiles à mes vignes et à la biodiversité: l'exemple du Vaucluse*. Chromatiques Éditions, 2 p.
- Cluzeau D., Poupelin M., Troccaz O. (Université de Rennes 1-Station Biologique de Paimpont) *Ecobiosoil* [En ligne] < <http://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/news.php> > (2013)
- Fuchs F., 2013a. Services écosystémiques : non marchands, mais avec de la valeur. *Travaux & innovations* 197.
- Fuchs F., 2013b. Des haies pour la biodiversité utile en grandes cultures. *Travaux & innovations* 196.
- Observatoire Agricole de la Biodiversité, 2013. *Guide de terrain à l'attention des animateurs et observateurs*. Observatoire Agricole de la Biodiversité, Paris, 41 p.
- Preud'Homme R-L., 2009. *Élaboration d'un jeu d'indicateurs permettant de mieux suivre la biodiversité en lien avec l'évolution de l'agriculture - Document de travail*. Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 63 p.
- Preud'Homme R-L., Urien C., Bülher E-A., Raymond R., Villot M., 2010. *Préfiguration d'un observatoire de la biodiversité en milieu agricole, synthèse de l'étude de faisabilité - Document de travail*. Muséum National d'Histoire Naturelle, CNRS (Laboratoire Dynamiques sociales et recomposition des espaces - LADYSS), Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire, Paris, 66 p.
- Hampartzoumian H., Preud'Homme R.L., Hannachi Y., 2013. *Observatoire Agricole de la Biodiversité - Synthèse 2012*. Observatoire Agricole de la Biodiversité, Paris, 2 p.
- Porte B., Sainglas C., 2013. *La biodiversité au vignoble : intérêts agronomiques et conseil de gestion*. *Paysan du Midi Spécial IVF*, 6-7.

Instructions aux auteurs

> Soumission de l'article

L'article proposé doit être envoyé en version électronique à Julie DELAUGE (version doc) julie.delauge@cen-paca.org.

La soumission devra être accompagnée d'un courriel indiquant les noms et contacts (adresse postale et électronique, téléphone des auteurs, le noms et contacts...) de référents potentiels, ainsi que le nom d'expert(s) ayant relu l'article avant soumission le cas échéant.

Une fois leur article accepté, les auteurs devront tenir compte des remarques des relecteurs ou transmettre un argumentaire expliquant pourquoi certaines remarques ne peuvent être prises en considération, puis ils renverront leur texte corrigé sous un mois toujours sous format électronique (doc ou rtf). Passé ce délai, la seconde version sera considérée comme une nouvelle proposition pour le numéro suivant. Les illustrations originales seront jointes à l'envoi.

Tous les articles pourront présenter plusieurs illustrations de qualité.

L'adresse de chaque auteur sera indiquée avec l'adresse email de l'auteur pour la correspondance. Dans le cas où la publication est le fait de plusieurs auteurs, il doit être précisé lors du premier envoi la personne à qui doit être retourné l'article après lecture.

> Présentation générale des manuscrits

De façon générale les articles devront faire 10 à 12 pages soit ~8000 mots et les notes 2 à 4 pages soit ~2900 mots (résumés, références, remerciements et figures incluses)

Les articles sont écrits en police Times New Roman, taille 12 avec un double interligne sauf pour les références qui sont en interligne simple. Les feuilles sont numérotées dans l'ordre, en bas de page.

Les articles doivent être écrits à la troisième personne.

> Texte

Les articles doivent être rédigés en français. Il est demandé des résumés en anglais.

L'article doit être complet : titres français et anglais, auteur(s) et adresse(s), résumé et mots clés en français et anglais, texte (introduction, matériel et/ou méthodes, résultats, discussion, conclusion), puis remerciements, bibliographie, figures et tableaux.

Pour les articles les plus courts et les notes, une ligne de résumé suffit en français et en anglais.

En ce qui concerne la saisie du texte, il est simplement

demandé aux auteurs de distinguer clairement les titres des différents paragraphes. Les titres ne seront pas numérotés. Pour numéroter les sous-titres, éviter les lettres.

Attention, l'emploi de mots soulignés et de caractères en gras est à proscrire. Les noms d'auteurs cités figureront en minuscules dans le texte comme dans la bibliographie. En français, n'utilisez les majuscules que pour les noms propres, sauf exception justifiée. Les ponctuations doubles (: ; ? !) sont précédées d'un espace, contrairement aux ponctuations simples (, .). En revanche, toutes les ponctuations sont suivies d'un espace. Les parenthèses et guillemets ouvrants doivent être précédés d'un espace, et les parenthèses et guillemets fermants doivent être suivis d'un espace sauf devant un point ; il n'y a pas d'espace ni après une parenthèse ouvrante, ni avant une parenthèse fermante ; il y a un espace après un guillemet ouvrant et avant un guillemet fermant.

> Titre et auteurs

Le titre de l'article doit être court et précis. Il doit être suivi du nom / des noms, et de l'adresse de l'auteur / des adresses des auteurs dans l'ordre alphabétique. Une adresse mail peut également être mentionnée. Le prénom doit être écrit en entier.

La mise en forme définitive du texte sera assurée par la revue.

> Résumés, mots-clés

Les résumés doivent comporter 300 mots au maximum. Le nombre de mots-clés est limité à six, dans la langue des résumés ; ils ne doivent généralement pas figurer dans le titre.

> Introduction

L'introduction présente le sujet notamment le contexte de réalisation en faisant une synthèse des connaissances déjà acquises.

> Matériel et/ou méthode

Le chapitre Matériel et/ou méthode présente le cadre géographique, la durée et année(s) d'étude, les méthodes et matériels employés, ainsi que les méthodes d'analyse s'il y a lieu.

> Résultats / Discussion

Les résultats exposent les données brutes sans les

interpréter. Ils seront ensuite discutés dans la discussion en les comparant avec les données bibliographiques. Résultats et Discussion peuvent être regroupés si besoin.

> **Conclusion : Implications pour la gestion et la conservation**

La conclusion permet de dégager les grands traits de l'étude en les replaçant dans le contexte. Elle ouvre sur les implications de la gestion et de la conservation quand cela est possible et/ou pertinent, ainsi que sur de nouvelles perspectives.

> **Bibliographie**

La bibliographie regroupera toutes les références citées et elles seules. Les références seront rangées dans l'ordre alphabétique des auteurs et de façon chronologique. Vérifier attentivement le manuscrit pour s'assurer que toutes les références citées dans le texte apparaissent bien en bibliographie et inversement. Les noms de journaux ou autres sont écrits en entier. Les références bibliographiques sont citées dans leur langue d'origine.

Article

Brogard J., Cheylan M., Geniez P., 1996. Découverte du Triton crêté *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768) dans la région méditerranéenne française. *Bulletin de la Société Herpétologique de France* 80, 9-13.

Ouvrage

Duguet R., Melki F. (ed.), 2003. *Les Amphibiens de France, de Belgique et du Luxembourg*. Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze, 480 p.

Chapitre d'ouvrage

Salvidio S., 2003. Spéléomante de Strinati *Speleomantes strinatii*. In : Duguet R., Melki F. (ed.), *Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg*. Collection Parthénope, éditions Biotope, Méze, 320-323.

Thèses, mémoires

Lemarchand C., 2007. *Étude de l'habitat de la loutre d'Europe (Lutra lutra) en région Auvergne (France) : relations entre le régime alimentaire et la dynamique de composés essentiels et d'éléments toxiques*. Thèse de Doctorat, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 225 p.

Actes de conférence

Boudarel P., Lecacheur M., 2011. Organisation de la conservation de l'espèce en France et présentation du Plan National d'Action Aigle de Bonelli *Aquila fasciata*. In : Scher O., Lecacheur M. (eds.), *Actes du colloque international : La conservation de l'Aigle de Bonelli*, Montpellier, 28 et 29 janvier 2010, 10-13.

Site web

Nom de l'auteur, Prénom. (Organisme ou auteur personnel dans le cas d'une page personnelle). *Titre de la page d'accueil*, [Type de support]. <Adresse URL> (date : jour, mois, année de la consultation par l'utilisateur).

Université Laval. Bibliothèque. *Site de la Bibliothèque de l'Université Laval*, [En ligne]. <<http://www.bibl.ulaval.ca/>> (consulté le 8 mai 2003).

Maire, Gilles. *Un Nouveau Guide Internet*, [En ligne]. <<http://www.imagnet.fr/ime/toc.htm>> (consulté le 23 juin 1999).

> **Citations et renvois appelés dans le texte**

Les mots « figures » et « tableaux » annoncés dans le texte sont écrits en toutes lettres et en minuscules et numérotés sous la forme (tableau 1) ou (figure 1).

Toute référence citée dans le texte devra figurer dans la bibliographie.

Les noms d'auteurs sont en minuscules dans le texte comme dans la bibliographie.

Les références bibliographiques sont citées dans le texte sous deux formes : « Il semble (Guerin, 1984) que ce... » ou « D'après Guerin (1984), ... ».

Lorsqu'une référence comporte un seul auteur, indiquer le nom d'auteur et l'année de publication (Guerin, 1984) ; lorsqu'elle comporte deux auteurs, indiquer les deux auteurs (Duguet et Melki, 2003) ; lorsqu'elle comporte plus de deux auteurs, elle est citée dans le texte en indiquant le premier auteur suivi de « et al. » et la date (Brogard et al., 1996) mais tous les auteurs doivent être indiqués dans la bibliographie. Le sigle « & » n'est utilisé ni dans le texte, ni dans la bibliographie.

Les communications et observations personnelles sont citées et datées si possible (P. Guerin, comm. pers., date et P. Guerin, obs. pers., date) ; les publications en préparation : (Guerin, en prép.), les publications acceptées par une revue mais pas encore publiées : (Guerin, sous presse).

> **Abréviations, nomenclature et mots latins**

L'usage d'une abréviation technique doit être précédé de sa signification lors de sa première apparition. Les codes de nomenclature doivent être respectés selon les conventions internationales. Les mots latins doivent être mis en italiques (*et al.*, *a priori*), et en particulier les noms de plantes ou d'animaux. Lors de la première mention du nom d'une espèce, il est demandé d'y faire figurer : pour la faune, le nom d'auteur et l'année de description (exemple : *Speleomantes strinatii* (Aellen, 1958)) ; pour la flore, nom d'auteur uniquement (*Geranium argenteum* L.)

Les noms d'espèces vernaculaires prennent une majuscule sauf lorsqu'ils désignent une entité vague : Le Rat noir / Les rats. Les familles et les ordres prennent une majuscule : Les Muridés. Les noms latins sont tous en italique sans parenthèse pour la faune Le Rat noir *Rattus rattus* et entre parenthèse pour la flore Gérianium argenté (*Geranium argenteum* L.). Les noms scientifiques doivent suivre la nomenclature en vigueur.

Les noms de mois, jours, points cardinaux ne prennent pas de majuscule.

Les abréviations de mesure ne comporte pas ni point ni majuscule : 26 m, 34 km, 14h00.

Les chiffres (1 à 9) sont écrits en lettres et les nombres (> 9) en chiffres (10,11, etc.). Les décimales se distinguent

par une virgule et non un point : 0,1 et non 0.1.
Les nombres en milliers sont présentés par paquet de trois séparés par un espace sans virgule : 100 000 et non 100,000.

Le format de date à utiliser est 13 juin 2011 ou 13/06/2011

> Notes de bas de page

Il est déconseillé d'utiliser les notes de bas de page. Si elles sont utilisées, elles doivent être numérotées selon l'ordre de leur apparition dans le texte.

> Légendes des figures

Les légendes doivent être transmises sur un fichier Word (.doc) séparé. Elles doivent être écrites en français et en anglais et comporter le numéro des figures correspondantes par ordre croissant d'apparition dans le texte. Pour les photos, le nom de l'auteur doit systématiquement apparaître dans la légende.

Exemple :

Figure 5 : *Speleomantes strinatii* adulte au sein d'un habitat épigé, Bézaudun-les-Alpes (maille 224), Vallée de l'Estéron, Alpes-Maritimes. Photo : G. Martinerie.

Figure 5 : Adult of *Speleomantes strinatii* in epigeic habitat. Bezaudun-les-Alpes (cell 224), Esteron Valley, Alpes-Maritimes. Picture: G. Martinerie.

> Figures et tableaux

Les figures et tableaux (précédés des légendes correspondantes) doivent être remis séparément du texte, sans mise en forme, modifiables, sans nécessiter de réduction (donc au maximum : format 16 x 22 cm) et si possible au format exact où ils devront apparaître. Les photos doivent être de bonne qualité (au moins 300 dpi). La position des figures et tableaux dans le texte doit être mentionnée. Tous les documents devant être insérés dans le texte doivent être annoncés, numérotés dans l'ordre croissant et légendés.

> Standards éthiques

Le respect de la législation concernant les espèces, tant pour leur protection, leur bien-être en captivité qu'en ce qui concerne largement l'expérimentation animale, est obligatoire et doit être explicitement développé dans la section Matériels et méthodes.

> Droits de copie et reproduction

La reproduction de tout article de Nature de Provence est autorisée sous réserve d'en informer le CEN PACA et de mentionner la source.

> Tirés-à-part

Il est fourni un pdf et une revue pour chaque auteur d'article et membre du comité de relecture.

Exemple de structure de l'article :

La soumission d'un manuscrit comporte au maximum quatre fichiers : texte, légendes, tableaux et figures / photos :

1. Texte en format .doc

Introduction
.....
Matériel et méthodes
.....
Résultats
.....
Discussion
.....
Implication pour la gestion / conservation
.....
Bibliographie
.....

2. Légende figures et tableaux en .doc

3. Tableau en format .doc

4. Figures et photos en format .jpg

une revue éditée par le

Nature de PROVENCE

Écologie, conservation et gestion des espèces et écosystèmes
en région Provence-Alpes-Côte d'Azur

Revue éditée par le Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur (CEN PACA), association loi 1901 agréée protection de la nature dans un cadre régional.

Nature de Provence succède à Faune de Provence, éditée de 1978 à 2008. Dotée d'une nouvelle charte éditoriale en 2012, cette publication vise à partager et promouvoir toutes les activités d'amélioration de la connaissance et les retours d'expériences de conservation menés en Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Nature de Provence n'est pas une revue scientifique stricto sensu. Elle se veut accessible à tous les acteurs de la conservation, partisans de la protection, bécotiens, professionnels et scientifiques. Son objectif est d'amener ces différents publics à partager la connaissance, mettre en valeur les savoir-faire, discuter et débattre des problématiques et des résultats liés à la conservation. Il s'agit d'une revue résolument tournée vers la connaissance, en lien étroit avec la conservation des espèces et des écosystèmes.

Un numéro par an, au minimum, sera publié et abordera les disciplines suivantes : milieux terrestres, écologie des communautés, écologie animale, biogéographie, éthologie, biologie de la conservation, biologie des populations, génétique des populations, écologie du paysage, aspects sociaux, juridiques et philosophiques, et tous retours d'expériences en matière de conservation de la nature. La publication des travaux se fait après acceptation et relecture du comité de relecture.

La reproduction de tout article de Nature de Provence est autorisée sous réserve de mention de la source.



Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur
890 chemin de Bouenheure-Haut, 13090 Aix-en-Provence
Tél. 04 42 20 03 83
www.cen-paca.org

Prix : 15€

Ce numéro a reçu le soutien de :

