

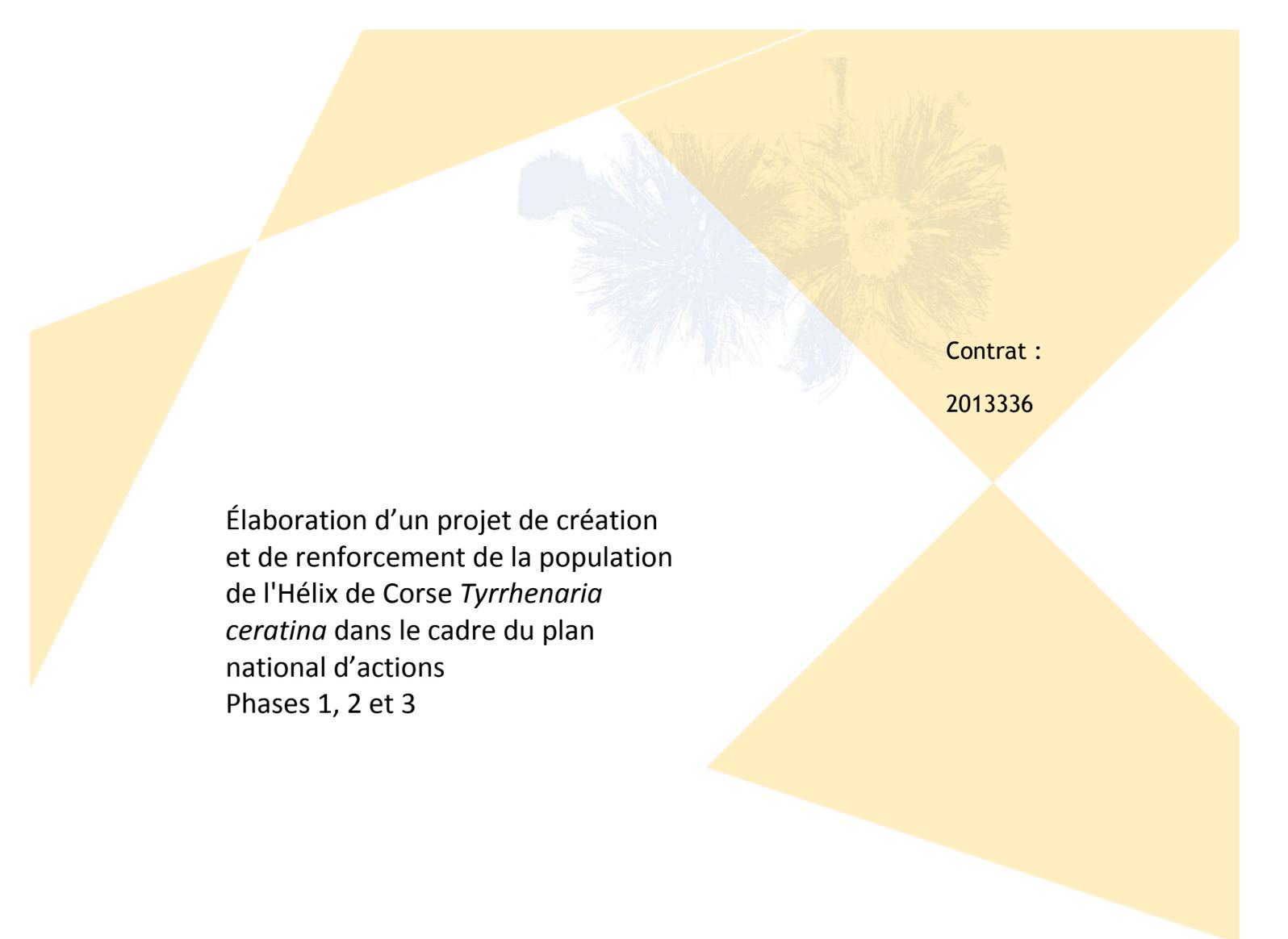
Contrat :
2013336

Élaboration d'un projet de création
et de renforcement de la population
de l'Hélix de Corse *Tyrrhenaria*
ceratina dans le cadre du plan
national d'actions
Phases 1, 2 et 3

Conservatoire du littoral

Octobre 2015

collection des études



Contrat :
2013336

Élaboration d'un projet de création
et de renforcement de la population
de l'Hélix de Corse *Tyrrhenaria
ceratina* dans le cadre du plan
national d'actions
Phases 1, 2 et 3

**Conservatoire du littoral
Office de l'Environnement
de la Corse, Dreal Corse**

Octobre 2015



Responsables Projet

Vincent Prié Phase 1

vprie@biotope.fr

Biotope - Service Recherche & Développement - 22 Bd Maréchal Foch - 34140 Mèze

06 72 32 00 43

Xavier Cucherat Phase 2 et 3

xcucherat@biotope.fr

ZA de la Maie/Avenue de l'Europe 62720 Rinxent (France)

03 21 10 51 52

Cette étude a bénéficié d'un financement du Conservatoire du littoral, de l'Office de l'Environnement de la Corse et de la Dreal Corse

Introduction

L'Hélix de Corse est un gastéropode terrestre endémique de Corse, dont l'unique population actuelle est circonscrite à une aire de deux hectares sur le site du Ricantu à quelques kilomètres au sud-est d'Ajaccio, sous la responsabilité du Conservatoire du littoral.

Cet escargot est classé, selon les critères de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature, en danger critique d'extinction au niveau mondial et européen. Il est également inscrit parmi les 43 espèces en « danger critique d'extinction » du Grenelle de l'Environnement. C'est une espèce protégée au titre de l'arrêté du 23 avril 2007, mais n'est pas une espèce inscrite aux annexes de la Directive « Habitats-Faune-Flore ». L'espèce a bénéficié d'un Plan national d'action (PNA) (Charrier *et al.* 2013) où un état de l'art sur ses connaissances a été exposé. A l'issue de ce PNA, plusieurs pistes d'action ont été proposées, dont celles de renforcer ou réintroduire l'espèce dans d'autres parties du Ricantu ou ailleurs en Corse.

Le Conservatoire du littoral a sollicité le bureau d'études Biotope pour réaliser la mission relative à l'élaboration d'un projet de création et de renforcement de population de l'Hélix de Corse dans le cadre du PNA. Cette mission s'articule autour de trois phases, réunies ici dans un même rapport et modifiées pour l'occasion en grande partie.

La première a consisté à faire un état de l'art des connaissances sur les dispositifs permettant de renforcer ou de créer des populations de mollusques au regard des connaissances sur l'Hélix de Corse. La phase 2 a pour objet d'évaluer les besoins de conservation de l'espèce, qui doivent servir à élaborer un éventail de projets et *scenarii* pour réduire le risque d'extinction. Enfin, la phase 3 a pour objectif de proposer un certain nombre de protocoles d'études qui permettront d'apporter des éléments supplémentaires de connaissance évoqués dans la phase 2.



Sommaire

Partie I : bilan et analyse de la connaissance de l'espèce et des actions précédemment mises en œuvre, sur cette espèce et sur d'autres proches	1
I. Taxonomie	1
II. Description	1
III. Distribution	2
IV. Habitat	4
V. Histoire naturelle	6
V.1 Cycle de vie	6
V.1.1 Reproduction	6
V.1.2 Croissance	6
V.1.3 Nutrition	6
VI. Protection - Conservation	7
VI.1 L'espèce	7
VI.1.1 Statut de conservation	7
VI.1.2 Statut de protection	8
VI.2 L'espace	8
VI.2.1 Terrains du Conservatoire du Littoral	8
VI.2.2 Arrêté préfectoral de Protection de Biotope	9
VI.2.3 Classement en ZNIEFF de type I	9
VI.2.4 Site Natura 2000	9
VII. Mesures mises en œuvre sur cette espèce et sur d'autres	9
VII.1 L'élevage d'espèces en voie de disparition : quelques exemples chez les mollusques	10
VII.1.1 Espèces marines	10
VII.1.2 Espèces dulçaquicoles	10
VII.1.3 Espèces terrestres	11
VII.2 Premières tentatives d'élevage de l'Hélix de Corse	11
VIII. Héliciculture	12
VIII.1 Structure	12
VIII.2 Alimentation	13
VIII.3 Prédation, parasites et maladies	13
VIII.3.1 Prédation	13
VIII.3.2 Parasites	13
VIII.3.3 Maladies	15

IX. Références de la partie 1 16

Partie 2 : Évaluation des besoins de conservation, choix du projet 19

X. Les menaces qui pèsent sur l'Hélix de Corse ont-elles été supprimées ou suffisamment réduites ? 20

- X.1 La fragmentation de l'habitat 20
 - X.1.1 À l'échelle du site 20
 - X.1.2 À petite échelle 21
- X.2 Le changement phyto-sociologique 22
- X.3 La perte d'habitat par les événements climatiques 24
- X.4 L'urbanisation aux abords du site ? 25
- X.5 Le changement climatique 25
- X.6 Le changement de la dynamique sédimentaire et hydrologique 26
- X.7 Résumé des menaces 26

XI. Contexte décisionnel 27

- XI.1 Description du problème 27
- XI.2 Présentation générale et but de l'analyse multicritères 27
- XI.3 Les parties prenantes 28
- XI.4 Définition du système socio-technique pour la conduite de l'analyse multicritère 29
- XI.5 Considération du contexte de l'analyse multicritère 29

XII. Identification des *scenarii* à évaluer 30

- XII.1 Scénarii proposés 30
- XII.2 Actions évoquées dans les *scenarii* 32
 - XII.2.1 Mesures de gestion 32
 - XII.2.2 Élevage des mollusques 33
 - XII.2.3 Etude de la structure et de la diversité génétique 33
 - XII.2.4 La libération des individus 34

XIII. Identification des objectifs et des critères 35

- XIII.1 Analyses des risques 35
 - XIII.1.1 A l'échelle de la population 35
 - XIII.1.2 À l'échelle de la métapopulation 38
 - XIII.1.3 À l'échelle de l'écosystème 39
- XIII.2 Autres risques et bénéfices 40
 - XIII.2.1 Les autorisations administratives 40
 - XIII.2.2 Les coûts financiers 42
 - XIII.2.3 Le coût social 42
 - XIII.2.4 Les bénéfices à en tirer 42
- XIII.3 Identification des objectifs 42

XIII.4	Identification et organisation des critères	43
XIII.5	Description des conséquences des <i>scenarii</i>	44
XIII.5.1	Scenario 1.1 : laisser faire les choses naturellement	44
XIII.5.2	Scenario 1.2 : gérer les habitats uniquement	44
XIII.5.3	Scenario 2.1 : renforcement des effectifs	44
XIII.5.4	Scenario 2.2.1 : réintroduire sans élevage	45
XIII.5.5	Scenario 2.2.2.1 : réintroduire avec élevage en conditions naturelles	46
XIII.5.6	Scenario 2.2.2.2.1 : réintroduire à partir un élevage en conditions artificielles	47
XIII.5.7	Scenario 2.2.2.2.2 : réintroduire avec plusieurs modalités d'élevage (conditions artificielles + naturelles)	48
XIII.6	Définition des scores des critères	49
XIII.7	Etapas suivantes	51
XIV.	Références de la partie 2	52
Partie 3	Perspectives et protocoles d'études	54
I.	Les interrogations	55
II.	Les protocoles proposés	56
II.1	Le rang taxonomique	56
II.2	La distribution spatiale des lignées génétiques et le passé démographique des populations de l'Hélix de Corse	56
II.3	La caractérisation de la structure génétique des populations de l'Hélix de Corse	56
II.4	Poursuite des suivis et de la caractérisation écologique de l'habitat de l'Hélix de Corse	57
II.4.1	Suivi par capture-marquage-recapture	58
II.4.2	Caractérisation des noyaux et préférences de l'écologie fine	58
III.	Référence de la partie 3	59
Annexe		61

Partie I : bilan et analyse de la connaissance de l'espèce et des actions précédemment mises en œuvre, sur cette espèce et sur d'autres proches

*Cette partie constitue une revue bibliographique des connaissances disponibles sur l'Hélix de Corse *Tyrrhenaria ceratina*. Cette espèce a déjà fait l'objet de plusieurs travaux de synthèse, en particulier dans le Plan National d'Actions (PNA), rédigé par Maryvonne Charrier, qui a effectué et encadré les études les plus poussées sur cette espèce.*

Nous nous limiterons ici à mentionner toutes les études disponibles et à reprendre les éléments les plus importants dans l'optique de la conservation de l'espèce. Nous abordons également la problématique de l'élevage d'espèces menacées et l'héliciculture à vocation commerciale. Ce rapport se termine par un organigramme permettant de visualiser les différentes options possibles pour la conservation de l'espèce, en particulier l'élevage puisque le présent rapport initie une étude de faisabilité de l'élevage de l'Hélix de Corse en vue de renforcement et/ou de réintroduction.

I. Taxonomie

Embranchement Mollusca Cuvier, 1795
Classe Gastropoda Cuvier, 1795
Groupe informel Pulmonata
Clade Stylommatophora
Super-famille Helicoidea Rafinesque, 1815
Famille Helicidae Rafinesque, 1815
Subfamille Helicinae Rafinesque, 1815
Genre *Tyrrhenaria* Hesse 1918
Tyrrhenaria ceratina (Shuttleworth, 1843)

Synonymes :

Helix tristis Pfeiffer, 1845 [voir ci-dessous]

Helix ceratina Shuttleworth, 1843 [voir ci-dessous]

Helix nucloides Caziot, 1911 [voir § "Distribution"]

L'Escargot de Corse *Tyrrhenaria ceratina* a été décrit par Shuttleworth en 1843 sous le nom *Helix ceratina* Shuttleworth (1843). L'espèce a été également décrite par Pfeiffer (1845) sous le nom *Helix tristis*, nom qui a largement été utilisé par la suite (ex. Lecoq 1851 ; Germain 1930) mais l'antériorité revient à Shuttleworth et c'est bien le nom *ceratina* qui doit être utilisé.

Hesse (1918) dans sa description de la sous-famille Helicodontinae (pp. 99-120), crée le sous-genre *Tyrrhenaria* pour l'"*Helix tristis*", sous-genre repris par Germain (1930). Lors de l'établissement de la liste de référence des mollusques continentaux de France, Falkner *et al.* (2002) élèvent ce sous-genre au rang de genre suivant l'opinion de Neubert : "Sur la base d'une étude anatomique des grands *Helix* s. l. du bassin méditerranéen, E. Neubert (com. pers. ; Falkner & Neubert, à paraître) sépare *Tyrrhenaria* au rang de genre". Cette opinion est suivie depuis (ex. Gargominy *et al.* 2011 ; Welter-Schultes 2012).

L'espèce semble avoir été oubliée par les auteurs modernes Fechter & Falkner (1993) et Kerney & Cameron (1999), avant sa redécouverte par Bouchet *et al.* (1997).

Perspectives : l'attribution de l'Hélix de Corse à un genre monospécifique est basée sur des critères morphologiques et anatomiques. L'utilisation d'outils modernes tels que la génétique, dans un cadre de taxonomie intégrative, pourrait remettre en question ce choix taxonomique. De telles études sont en cours sur les hélicidés (Neubert, com. pers.). Il serait intéressant d'intégrer des données moléculaires sur *T. ceratina* à la phylogénie globale des Helicinidae méditerranéens. Compte-tenu de la rareté de ce taxon, ces études pourraient se baser sur l'utilisation de FT cards (Régner *et al.* 2011), qui permettent de collecter des fragments d'ADN contenus dans le mucus des gastéropodes, et permettent donc de collecter des données moléculaires par des techniques non vulnérantes. Ces protocoles sont simples et peu onéreux ; ils permettraient d'intégrer *T. ceratina* à la dynamique de recherche fondamentale actuelle.

II. Description

Coquille globuleuse ventrue, fortement convexe en dessus, bien bombée en dessous dans une direction oblique ; ombilic nul ; spire formée de 4 - 4,5 tours convexes à croissance rapide, le dernier grand, ventru ; sutures assez marquées ; sommet élevé, lisse ; ouverture obliquement ovalaire, à bords marginaux un peu écartés, assez convergents, réunis par une très mince callosité blanchâtre ; péristome droit, sub-épaissi, roussâtre intérieurement ; bord columellaire un peu arqué, élargi ; test très mince, peu solide, brun foncé olivâtre avec cinq bandes plus foncées, peu apparentes ; stries longitudinales très fines, inégales, coupées à angle droit de stries spirales encore plus fines (Figure 1). Epiphragme d'été mince, membraneux, lisse, parsemé de ponctuations calcaires nombreuses ; épiphragme d'hiver beaucoup plus épais, opaque et bombé. *L* : 20-25mm (28

mm pour les spécimens fossiles), $D : 20-25 \text{ mm}$ (d'après Gargominy *et al.* (1999)



Figure 1 : coquille de l'Hélix de Corse (source : collection de référence du muséum national d'Histoire naturelle à Paris, Gargominy & Ripken (2011).

III. Distribution

Actuellement, connu uniquement de la baie d'Ajaccio, site de Campo dell'Oro, au sud-est d'Ajaccio, entre l'ancienne embouchure de la Gravona (aujourd'hui détournée vers le Prunelli) et celle du Prunelli (Figure 2). L'aire de répartition de *Tyrrhenaria ceratina* couvre actuellement au total 6,1 ha fragmentés en 8 parcelles, sur une longueur de 2 km et à une distance de 30-160 m de la mer. estimée en 2002 par Federici (1996) à 5 000 individus et à 11 000 individus 6 ans après (Chevalier *et al.* 2002).



Figure 2 : distribution actuelle de l'Hélix de Corse. On distingue trois noyaux de population disjoints, l'essentiel des effectifs se trouvant au Nord de l'aire de répartition.

Des coquilles fossiles ont été collectées dans les couches des brèches quaternaires de Toga Caziot (1911) et attribuées à *Helix nuculoides* Caziot, 1911. Holyoak (1983) suggère que cette espèce

nominales pourraient être un synonyme de *Cantareus apertus* (Born, 1778) ou de *T. ceratina*. Cette dernière hypothèse a été corroborée par la suite par la découverte de trois autres coquilles sur le site de la fontaine de Logone, près de Bonifacio Lanfranchi & Weiss (1975) et Lanfranchi (1995) (plusieurs auteurs font référence à Lanfranchi & Weiss (1997), probablement en suivant Bouchet *et al.* (1997), mais cette référence n'a jamais été publiée telle que citée par Bouchet). Deux d'entre elles proviennent de niveaux datés du Néolithique ancien final [5600-5000 av. JC], la troisième provient d'un niveau daté du Néolithique final [Chalcolithique : 3000-2500 av. JC] Bouchet *et al.* (1997). La synonymie de *H. nuculoides* avec *T. ceratina* est établie par Bouchet *et al.* (1997). Ces auteurs notent toutefois une différence de taille entre les coquilles fossiles et les individus observés actuellement. Cette différence de taille est minimisée par Chevalier & Charrier (2002), qui observent en conditions artificielles des spécimens atteignant 28,2 mm, confortant la mise en synonymie proposée par Bouchet *et al.* (1997).

Ces données certes lacunaires semblent toutefois indiquer une répartition plus étendue, au moins jusqu'au Chalcolithique (Figure 3). Les raisons pour lesquelles l'aire de répartition de l'Hélix de Corse est aujourd'hui restreinte au site de Campo dell'Oro sont inconnues.

Depuis Requier (1848), les témoignages successifs - hors données fossiles - se restreignent aux environs d'Ajaccio, "*in sabulosis gravonae*" ; «dans les sables maritimes, et toujours sous une plante particulière à la Corse, sous le *Genista Salzmanni*» (Lecoq 1851) ; "absolument cantonné à 5 kilomètres d'Ajaccio, dans les champs situés dans le delta de la Gravone et du Prunelli" Caziot (1902) ; "Habite sous les touffes de *Genista* (...)" ; "très localisé, à 5 kilom. d'Ajaccio, dans les champs souvent inondés entre les embouchures des rivières Gravone et Prunelli (...)" Germain (1930) ; "dans la zone inondable, entre les embouchures de la Gravone et du Prunelli" Réal & Réal-Testud (1988)...

La dernière mention d'un individu vivant -avant sa redécouverte en 1994- remonte au début du siècle (1912?) (Hesse 1919), d'après le matériel collecté par "Dr Weichard, sans indication de date, à Ajaccio" ou par Guglielmi en 1912 - Bouchet *et al.* (1997).

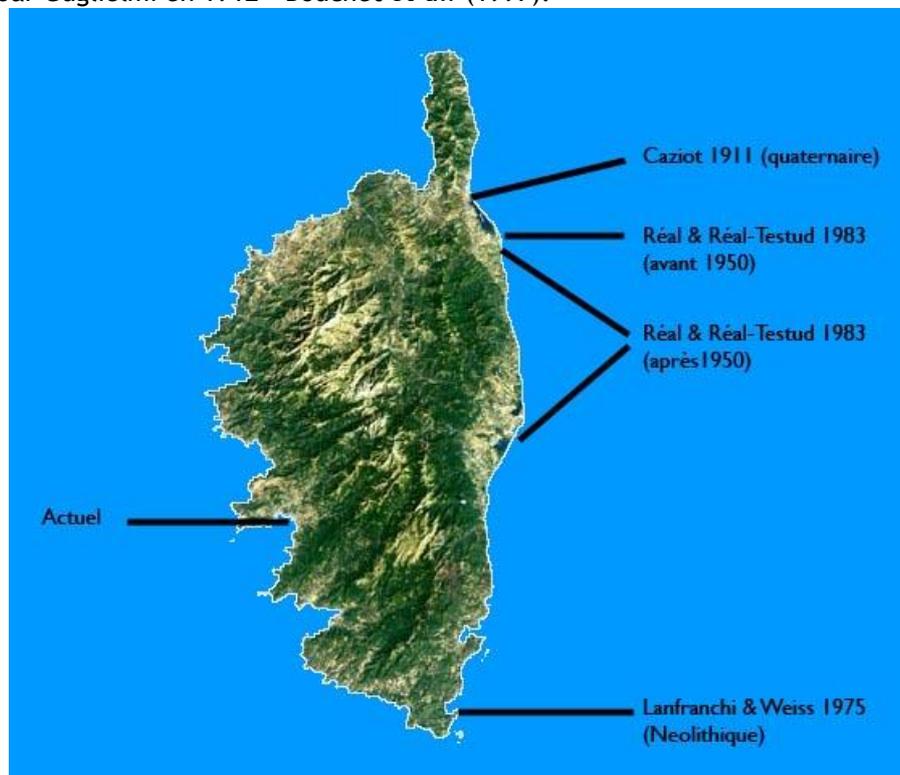


Figure 3 : distribution potentielle inférée des données préhistoriques. Les données de Réal & Testud semblent douteuses et n'ont pas été confirmées par des prospections récentes (Bouchet *et al.* 1997).

IV. Habitat

L'habitat de l'Hélix de Corse a été largement décrit, par les auteurs anciens d'une part Requien (1848), Lecoq (1851), Caziot (1902) et Germain (1930), puis de manière plus approfondie depuis sa redécouverte par Federici (1996), Bouchet *et al.* (1997) et Charrier *et al.* (2001), et surtout Paradis *et al.* (2010). Il s'agit d'une terrasse fluvio-marine dont la partie antérieure est un bourrelet ou cordon pseudo-dunaire et dont la partie postérieure est une lande à *Scrophularia ramosissima* et *Genista salzmannii* Genêt endémique régional (Corse, Sardaigne, Elbe, Italie du Nord). Le site du Ricanto est le seul en Corse où *G. salzmannii* var. *salzmannii* se trouve en formation dense et étendue (Figure 4). La densité de *Tyrrhenaria ceratina* paraît maximale dans les secteurs où la végétation se présente sous forme de mosaïque ouverte et semi-ouverte, près du haut de plage, avec une faible couverture de lichen.

Le sol sableux et la granulométrie semblent avoir leur importance : il existe une corrélation positive entre l'abondance des escargots et le pourcentage massique de grains compris entre 250 et 500 μm Charrier *et al.* (2012) ; Figure 16B du PNA).

Par ailleurs, Amouret (2010) montre que les variables explicatives de la distribution de l'Hélix de Corse sont la profondeur du sol (entre 20 et 50 cm) et la végétation (pseudo-dunaire, alors qu'*Eobania vermiculata*, dont le rôle de compétiteur a parfois été évoqué en raison des aires de répartition exclusives des deux espèces, préfère la végétation de landes).



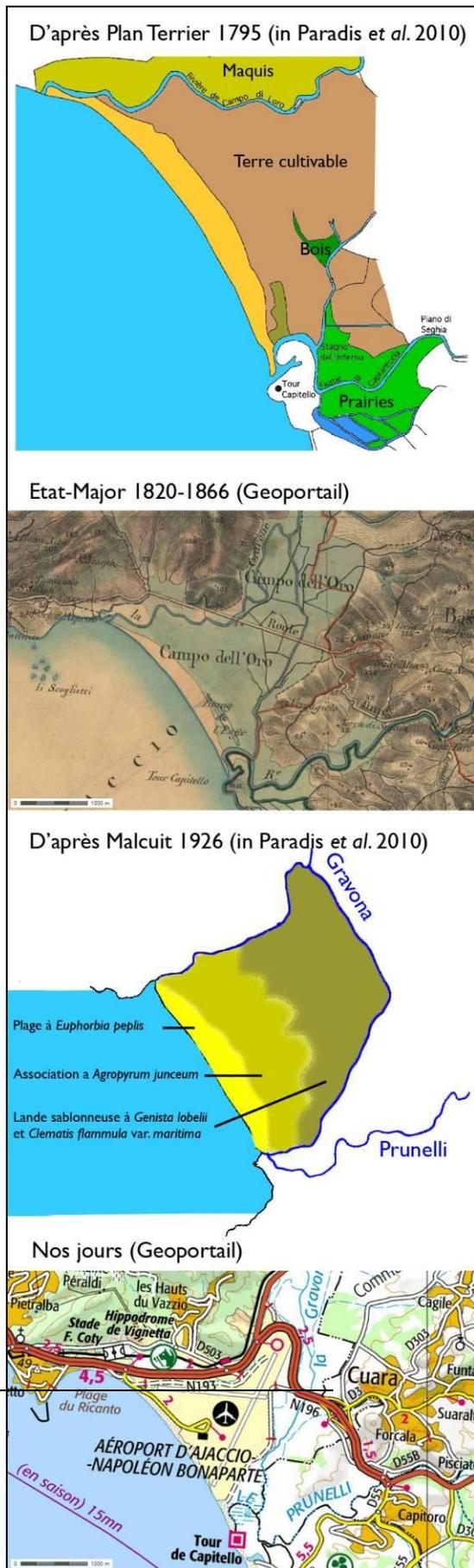
Figure 4 : habitat de l'Hélix de Corse.

★ *L'Hélix de Corse : une espèce liée aux marais littoraux ?*

Il n'est pas rare que les espèces menacées ne subsistent plus aujourd'hui que dans des habitats marginaux au regard de leurs exigences et de leur plasticité écologique. Ainsi, par exemple beaucoup d'espèces aujourd'hui restreintes aux milieux montagnards (ex. l'ours) étaient autrefois largement répandues en plaine.

Dans le cas de l'Hélix de Corse, qui ne subsiste plus que sur le cordon littoral, on peut se demander si les conditions initiales de l'intérieur des terres ne pourraient pas constituer son habitat de prédilection. Ces conditions ont changées drastiquement depuis le XVIII^e siècle : à l'époque, la Gravona formait un large estuaire marécageux (voir Figure 5), comme en témoignent les textes anciens et les lieux-dits comme "l'étang de l'Enfer" ou "Stagno dell'inferno".

Thion de la Chaume dans sa Topographie médicale d'Ajaccio, mentionne la plaine de Campo dell'Oro comme une terre « très malsaine à cause des stagnes et des marais qui s'y trouvent et de la chaleur du soleil ». Une carte phytosociologique de la zone comprise entre les deux bras de la



Gravona Malcuit (1926) témoigne encore de la végétation qui prédominait au début du siècle. Germain (1930) donne la description suivante de l'habitat de l'Hélix de Corse "Habite sous les touffes de Genista (...); très localisé, à 5 kilom. d'Ajaccio, dans les champs souvent inondés entre les embouchures des rivières Gravone et Prunelli (...)". Dès le 18^e siècle mais surtout à la fin du XIX^e, l'Etat a opéré des travaux d'assainissement de ce marécage qui ont pu changer drastiquement le paysage.

L'embouchure naturelle de la Gravona (au nord du site) aurait disparu aux environs de 1960 Paradis et al. (2010)¹. Il est intéressant de noter que les populations relictuelles se situent au niveau des embouchures historiques de la Gravona et du Prunelli.

Aujourd'hui, cette zone estuarienne est essentiellement couverte par l'aéroport d'Ajaccio et pour le reste constituée de pâturages. Les marais ont complètement disparus. Le Prunelli et la Gravona n'inondent plus les champs et n'apportent plus les sables et les limons lâches liés aux crues. Le milieu n'est plus soumis aux remaniements récurrents qui favorisaient peut-être les habitats pionniers favorable à l'Hélix de Corse.

Figure 5 : le paysage de l'arrière du Ricanto de la fin du XVIII^e siècle à aujourd'hui.

Les cartes du Plan Terrier donnent l'arrière-plage comme "terres cultivables ou "Prairies", mais le nom des lieux-dits ("Stagno dell'Inferno") et la présence de canaux et marais laissent penser que la zone était humide ou tout au moins sujette aux crues.

On retrouve cette configuration au XIX^e siècle et jusqu'au début du XX^e, période où les travaux "d'assainissement" ont dû modifier le paysage en profondeur.

La mise en place de l'aéroport après la deuxième guerre mondiale a définitivement modifié ce paysage. La vaste zone marécageuse formée par l'embouchure de la Gravona a complètement disparue.

¹ Il est en fait vraisemblable que la Gravona ait eu plusieurs embouchures dans cette plaine alluviale et que des bras actifs se soient mis alternativement (ou simultanément) en service en fonction des régimes des crues (photo aérienne de 1947).

V. Histoire naturelle

Actif de nuit pendant les mois d'octobre à juin, en période de pluie. S'enterre dans le sable pendant le jour. La température nocturne au sol (de 21h à 3h) et la température journalière à 10 cm de profondeur (sur 24h) semblent inhiber l'activité des escargots lorsque qu'elles sont très élevées (> 20°C à - 10 cm de la surface) et qu'il n'y a pas de pluie, ou lorsqu'elles sont très basses (< 2°C au sol) Charlot (2013 ; Crave *et al.* (2013)

V.1 Cycle de vie

V.1.1 Reproduction

Les éléments les plus récents concernant la reproduction de l'espèce se trouvent dans les travaux de Charrier et coll., en particulier dans le Plan National d'Action (Charrier *et al.* 2012). Nous ne reprenons ici que les quelques éléments principaux ainsi que ceux qui semblent pertinents en vu de l'élevage.

Hermaphrodite simultané (possibilité d'inter-fécondation des deux individus lors de l'accouplement). Accouplements observés au printemps et en automne, entre fin août et mi-octobre, suivi 3-5 jours plus tard par la ponte, qui est déposée en profondeur (en conditions expérimentales, les pontes étaient déposées à la profondeur maximale de l'enceinte, soit 8 cm.), dans un nid souterrain constitué par du sable aggloméré par du mucus. Toujours en conditions expérimentales, les pontes font en moyenne 22 (+/- 12) œufs selon Charrier *et al.* (2012) ; entre 6 et 19 selon Lemoine (2012). L'incubation dure 31 (+/- 3) jours selon Charrier *et al.* (2012) ; 15 à 16 jours seulement selon Lemoine (2012). Notons que Lemoine (2012) semble reprendre textuellement les informations données par Bouchet *et al.* (1997), qui citent les observations de G. Falkner (voir § premières tentatives d'élevage" ci-dessous).

V.1.2 Croissance

Les juvéniles fuient la lumière et restent dans le sable, une dizaine de jours autour du nid (Lemoine 2012), ce qui explique qu'on ne les observe pas sur le terrain (ex. Lecoq (1851)). Deux-trois semaines après l'éclosion, les jeunes commencent à être actifs à la surface du sable (observations en terrarium de Lemoine, 2012). Avant l'âge de trois semaines, les juvéniles ne montrent aucune appétence pour les végétaux et semblent subvenir à leurs besoins en consommant le vitellus contenu dans la glande digestive. Sur le terrain, les juvéniles les plus petits (tailles entre 6 à 7 mm) sont récoltés sous les arbustes, le Genêt (*Genista salzmannii*) et la Scrophulaire (*Scrophularia ramosissima*), ce qui suggère l'importance de ces végétaux pour les nouveau-nés. Le réseau racinaire de ces arbustes pourrait constituer une niche pour les œufs en incubation et un fil directeur aidant à la sortie des juvéniles Charrier *et al.* (2012). Age adulte vers 2-4 ans, durée de vie hypothétique de 6 à 10 ans Lemoine (2012).

V.1.3 Nutrition

La nourriture utilisée en milieu naturel a été étudiée par Chevalier & Charrier (2002) et Charrier *et al.* (2005). Nous reproduisons *in extenso* la synthèse de ces travaux : "L'escargot ingère au printemps les jeunes pousses et les fleurs, puis en automne les gousses tombées au sol, les tiges et les racines. En automne, Les types de végétaux ingérés (pousses, détritrus, mixte). Le Genêt *Genista salzmannii* est observé dans 80% des fèces analysées, quel que soit le site ou la saison.

Toutefois, sur la centaine d'espèces végétales présentes, plus d'une dizaine sont identifiées dans les fèces, comme la Giroflée de mer (*Matthiola sinuata*), le Pavot cornu (*Glaucium flavum*), la Jasione des montagnes (*Jasione montana* var. *littoralis*), la Silène soyeuse (*Silene sericea*), l'Achillée maritime (*Achillea maritima*) et des Poacées (non identifiées). L'Hélix de Corse montre une préférence alimentaire pour le Genêt, la Matthiole, la Jasione et le Glaucium indépendamment de leur fréquence dans le milieu, alors que les Poacées sont peu ingérées comparativement à leur abondance dans le milieu. L'Hélix de Corse consomme aussi du sable, davantage en automne (dans 30% des fèces analysées) qu'au printemps (5-10% des fèces analysées), mais il se peut qu'il s'agisse d'une incapacité à séparer les végétaux sénescents tombés sur le sable du sable lui-même. La Scrophulaire rameuse (*Scrophularia ramosissima*) n'est pas identifiable dans les fèces, ce qui ne signifie pas que l'Hélix de Corse n'en consomme pas. *T. ceratina* peut être qualifié d'opportuniste oligophage, profitant des plantes vivaces et bisannuelles qui se développent sur le cordon pseudo-dunaire et sur la lande ouverte" (Charrier *et al.* 2012).

En **conditions artificielles**, les Hélix de Corse ont été nourris avec succès avec des chardons secs ré-humidifiés, des mousses récupérées sur les écorces des arbres de la Ménagerie à Paris et du blé moulu additionné de Sofcanis (supplément nutritionnel en poudre pour chiens que l'on utilise pour compléter les grillons donnés en nourriture aux batraciens, (Lemoine 2012). Chevalier & Charrier (2002) ont nourri leurs animaux d'élevage à partir de *Cakile maritima*, *Genista salzmannii* et *Matthiola sinuata* prélevés sur site puis déshydratés. Quand ces plantes ont commencé à moisir au bout d'un mois et à être délaissées par les escargots, ils sont passés à l'alimentation artificielle à l'aide d'un mélange destiné à l'héliciculture (Aliments ARIS TEXIER, Le Moulin, France). Cette alimentation artificielle a provoqué des malformations. Les auteurs ont alors nourri les escargots avec du pissenlit, ce qui semble leur convenir.

☞ Il semble donc que l'Hélix de Corse ait une alimentation qui dépasse largement la particularité du milieu où il vit et que la nourriture ne pose pas de problème pour l'élevage, hormis les aliments industriels destinés à l'héliciculture.

VI. Protection - Conservation

L'Hélix de Corse fait figure d'exception parmi les mollusques : sa popularité lui a valu des mesures de conservation inhabituelles pour un invertébré (Pezet 2011).

VI.1 L'espèce

VI.1.1 Statut de conservation

- Liste rouge mondiale de l'UICN (Novembre 2012) : CR
- Inventaire des mollusques de France métropolitaine (1994) : E (sous le nom *Helix ceratina*)
- Liste rouge européenne de l'UICN (2012) : CR

L'espèce a été récemment évaluée par l'IUCN (Falkner *et al.* 2011). Son statut de conservation est évalué "Critically Endangered B1ab(i,ii,iii)+2ab(i,ii,iii)", soit : B = distribution restreinte ; a = répartition fragmentée ; b = déclin continu. En effet, au cours des 30 dernières années, le développement périurbain de la ville d'Ajaccio aurait entraîné une perte de plus de 90% de l'habitat disponible.

Charrier *et al.* (2012) appliquent les critères d'évaluation de l'état de conservation selon la Directive «Habitats, faune, flore» et concluent à un état de conservation défavorable mauvais pour l'aire de répartition actuelle, l'effectif de la population et l'évaluation globale de l'aire de répartition ; défavorable inadéquat pour l'habitat de l'espèce et favorable (?) pour les perspectives

futures.

VI.1.2 Statut de protection

L'Hélix de Corse est une espèce protégée en France par l'article 3 de la loi relative à la protection de la nature (arrêté du 7 octobre, publié au Journal Officiel du 24 novembre 1992 (pp. 16071-16072) (ENVN9250335A) ; en application de l'Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des mollusques protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. L'article 3, dans lequel elle est listée, stipule :

I. - Sont interdits sur tout le territoire métropolitain et en tout temps la destruction ou l'enlèvement des œufs, la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement des animaux.

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 24 novembre 1992 ;

-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 ».

A ce titre toute opération de prélèvement et de détention en vue d'élevage doit faire l'objet au préalable d'une dérogation octroyée par les services de l'état.

L'Hélix de Corse est inscrit parmi les 42 espèces « en danger critique d'extinction » du Grenelle de l'Environnement (3 octobre 2008 (DEB/PEVM n°08/07) pour lesquelles il est prévu la mise en œuvre d'un Plan National d'Actions (circulaire du 13/08/08, Littoral 2010).

VI.2 L'espace

VI.2.1 Terrains du Conservatoire du Littoral

Le Conservatoire du littoral est un établissement public de l'Etat créé en juillet 1975 dans le but de protéger de façon définitive les espaces naturels fragiles et menacés des bords de mer et des grands lacs de plus de 1 000 hectares. Le Conservatoire a ainsi sous sa responsabilité 34 ha d'habitats favorable à l'Hélix de Corse (Figure 6). Un important programme de travaux a été entrepris par le Conservatoire du Littoral au début des années 2000 avec deux objectifs : (i) parvenir à concilier l'ouverture au public et la préservation des espèces et habitats patrimoniaux et (ii) supprimer et cicatriser un ancien parking et de réorganiser le stationnement.

Ce programme de restauration a notamment consisté en réintroductions végétales :

Fin 2001, du sable de surface contenant des banques de semences a été épandu sur des surfaces à revégétaliser et 3000 boutures de trois espèces des dunes ont été implantées sur le site : *Achillea maritima* (2000 boutures), *Elytrigia juncea* (750 boutures), *Sporobolus pungens* (250 boutures). En 2003, 5000 plants supplémentaires, produits par une pépinière Administrative d'Ajaccio, ont été ajoutés : *Achillea maritima* (2000 plants), *Elytrigia juncea* (1000 plants), *Sporobolus pungens* (1000 plants), *Eryngium maritimum* (500 plants), *Polygonum maritimum* (500 plants). Parallèlement au bourrelet pseudo-dunaire, sur 10 m de large, ont été plantées des espèces des dunes embryonnaires et des espèces de la lande : *Genista salzmannii* (500 plants en 2002, 500 supplémentaires en 2003), *Scrophularia ramosissima* (2000 plants en 2002), *Glaucium flavum*. En 2011, on observerait un début de colonisation de l'ancien terre-plein par l'Hélix de Corse (Piazza 2011), mais l'on ne peut savoir si

les individus observés ne provenaient pas de lâcher effectués par M. Charrier (voir plus loin).

VI.2.2 Arrêté préfectoral de Protection de Biotope

Tyrrhenaria ceratina fut le premier mollusque à bénéficier d'une protection spéciale, sous forme d'un Arrêté préfectoral de Protection de Biotope promulgué le 10 septembre 1997. Cet arrêté protège 8,7 hectares répartis sur 4 parcelles notées de 1 à 4 (Fig. 6)

VI.2.3 Classement en ZNIEFF de type I

Dune de porticcio - zone humide de Prunelli Gravona - zone humide de Caldaniccia

(Identifiant national : 940004130)

Date de création : 01/01/85

Date de modernisation : 08/02/06

(Fig. 6)

VI.2.4 Site Natura 2000

Site Natura 2000 « Campo dell'Oro » (FR 9400619) (Docob : Littoral (2010).



Figure 6 : Superposition des espaces protégés de la zone d'occurrence de l'Hélix de Corse. Vert : ZNIEFF 940004130 ; bleu : terrain du Conservatoire du Littoral ; marron : APPB. S'ajoute le site Natura 2000 FR 9400619 (non figuré), qui recouvre en partie la zone la plus au sud de l'APPB et mentionne l'Hélix de Corse (source : INPN, <http://inpn.mnhn.fr/carto/metropole/>, consulté en Décembre 2013).

VII. Mesures mises en œuvre sur cette espèce et sur d'autres

L'idée d'élever l'Hélix de Corse en vue de renforcer les populations existantes ou de le réintroduire

sur d'autres sites est apparue très tôt après sa redécouverte en 1994 (Bouchet *et al.* 1998 ; Chevalier & Charrier 2002 ; Charrier *et al.* 2012). En effet, la reproduction artificielle est une pratique courante en conservation dès lors que les effectifs en milieu naturels ont chuté à un point où l'extinction de l'espèce est probable (exemples de succès : le furet à pieds noirs *Mustela nigripes* ou le Condor de Californie *Gymnogyps californianus* aux états-unis ; Cheval de Przewalski en Mongolie ; l'étourneau de Rothschild *Leucopsar rothschildi* à Bali...). Les zoos en particulier ont pu maintenir des espèces charismatiques menacées en vue de renforcement des populations ou de réintroductions. Mais aujourd'hui, la reproduction artificielle dépasse le cadre des zoos et peut être mise en œuvre directement par des associations de conservation de la nature, bénéficiant pour cela de fonds publics (ex. Kelonia, ferme d'élevage de tortues marines à La Réunion ; diverses fermes d'élevage de moules d'eau douce en Europe...).

VII.1 L'élevage d'espèces en voie de disparition : quelques exemples chez les mollusques

VII.1.1 Espèces marines

On pense en premier lieu à la conchyliculture à vocation commerciale : élevage d'huîtres (ostreïculture, de moules (mytiliculture), cérastoculture, vénériculture (palourdes, pétoncles, notamment au Canada), pectiniculture (coquilles Saint-Jacques, encore au Canada), ou pour les gastéropodes l'halioticulture (ormeaux) destinées à être consommées, mais aussi perliculture. En revanche, nous n'avons pas connaissance de fermes d'élevage d'espèces de mollusques marins à des fins de conservation.

VII.1.2 Espèces dulçaquicoles

Les chinois ont développé récemment la perliculture à partir de moules d'eau douce. C'est le seul type d'élevage de mollusques dulçaquicole à vocation commerciale à notre connaissance. En revanche, plusieurs dizaines de fermes d'élevage de moules d'eau douce à vocation de conservation existent en Europe et aux États-Unis.

Une dizaine de fermes d'élevage de Mulette perlière *Margaritifera margaritifera* fonctionnent en Europe à des fins de réintroduction ou de renforcement de populations (Figure 7). Une telle station d'élevage a récemment été mise en place en Bretagne dans le cadre du programme LIFE +. Une ferme d'élevage a également été mise en place au Luxembourg pour la Mulette épaisse *Unio crassus*. Un projet de ferme d'élevage a été soumis à l'Europe en 2013 pour la Grande Mulette *Margaritifera auricularia* (Biotope - Université de Tour). Le projet a reçu un accueil favorable ; la version 2 est en cours de relecture.



- Infected trout and salmon are kept under controlled conditions in fish tanks



- In spring infected fish is transferred to a "mussel seed harvesting station"



- Cleaned young mussels



Figure 7 : Présentation d'une ferme d'élevage de moules d'eau douce, en Norvège.

VII.1.3 Espèces terrestres

A l'initiative de l'International *Partula* Conservation Programme (coordonnée par la Zoological Society of London depuis 1994), un élevage de *Partula*, escargots terrestres tropicaux très menacés (Figure 8), a été mis en place (Pearce-Kelly *et al.* 1995 ; Mace *et al.* 1998). Ce programme prévoit la reproduction artificielle de 25 espèces au sein de 15 zoos, dont celui de Londres. Cet élevage a débuté en 1986 et était toujours en cours et couronné de succès, autant au niveau de la reproduction qu'à celui de la sensibilisation du grand public, lors d'une visite à Londres en 2011. Après 30 ans d'absences, quelques centaines de *Partula* appartenant à trois espèces ont été relâchées à Tahiti.



Figure 8 : une *Partula*.

VII.2 Premières tentatives d'élevage de l'Hélix de Corse

Parmi les nombreuses expériences d'élevage en captivité des Hélicidés, citons les travaux réalisés sur *Cornu aspersum* Desbuquois (1998 ; Chevalier *et al.* 2001), *Theba pisana* Cowie (1984), *Arianta arbustorum* Bauer & Raboud (1988). Plusieurs essais d'élevages ont été réalisés, successivement par

G. Falkner, F. Lemoine et M. Charrier.

La première tentative est celle de Gerhard Falkner (inédit, cité par Bouchet *et al.* (1997)). Des spécimens ont été conservés 6 semaines dans un terrarium standard, avec un sol noir riche en humus, suite à quoi ils ont montré des signes de sous-alimentation. Ils ont ensuite été placés dans un sol minéral contenant une petite fraction organique, et ont immédiatement recommencé à s'alimenter en ingérant du sable, le bord de la coquille montrant un accroissement de près de 10 mm en 4 semaines. Gerhard Falkner évalue qu'*Helix ceratina* atteindrait sa taille adulte vers 2-4 ans. Les épaisissements annuels successifs du péristome suggèrent que les adultes pourraient vivre encore 6 autres années au moins, sans croissance de la coquille, ce qui représenterait une durée de vie hypothétique totale de 6 à 10 ans. Selon G. Falkner les animaux d'élevage sont actifs en pleine nuit, jusqu'au petit matin.

A partir de 1997, François Lemoine a réalisé un second élevage au vivarium du MNHN. Les premières secondes générations y sont nées en octobre 1997 (Bouchet *et al.* 1998). "Les conditions au Vivarium étaient différentes des conditions naturelles, le sable dans des caisses d'élevage permettait un enfouissement maximum possible variant de 3 cm pour les plus jeunes à 7 cm pour les plus vieux. La nourriture consistait en chardons secs réhumidifiés, mousses récupérées sur les écorces des arbres de la Ménagerie et blé moulu additionné de Sofcanis (...). Cet élevage a été un franc succès puisque nous sommes passés d'une population de départ de 40 individus à environ 500, quatorze mois plus tard. Ils furent relâchés en 1998 dans une zone de lande ouverte proche de l'aéroport" (Lemoine 2012)

Enfin, l'équipe de Maryvonne Charrier a prélevé 20 individus, adultes et subadultes le 1 avril 2001. Ils ont ainsi pu documenter précisément la prise de poids, l'alimentation et la reproduction pendant 3 mois. Leurs principales conclusions en vue de l'élevage sont listées ci-dessous.

- Optimum d'activité à des températures de 16 °C à 10 cm sous la surface, 9 °C au niveau du sol, 12 °C sous abris à 1m du sol et humidité relative de 80%
- Activité essentiellement printanière et automnale (en conditions naturelles)
- 22 (+/- 12) œufs par ponte
- Durée d'incubation d'environ 30 jours
- Taux d'éclosion faible en laboratoire, de l'ordre de 50 %
- Juvéniles ne s'alimentent pas, à l'exception du cannibalisme intra-ponte
- Maturité atteinte à 2 ans (conditions naturelles)
- Deux périodes de ponte par an (conditions naturelles)
- Alimentation de type polyphage généraliste

Questions en suspens :

- Températures et hygrométries optimales ?
- Influence de la photopériode sur la reproduction ?
- Possibilité de maintenir les conditions optimales tout au long de l'année pour découpler la croissance et la reproduction ?
- Alimentation optimale (la monophagie peut avoir une influence négative sur le taux de reproduction) ?

VIII. Héliciculture

Nous présentons ci-dessous les quelques fondamentaux de l'élevage d'escargots à fins commerciales.

VIII.1 Structure

Il existe deux solutions pour élever les escargots, soit en conditions extérieures ou en conditions totalement contrôlées.

- L'élevage en extérieur (en parc) est dit « à l'italienne » : les escargots sont parqués à l'extérieur sur un terrain (20 à 100 m²) plutôt meuble et bien exposé. Une clôture électrique isole le parc des prédateurs et évite la fuite des escargots ;
- L'élevage hors-sol, totalement en bâtiment ou en serre, permet de contrôler la température, l'hygrométrie et l'éclairage et de protéger les escargots de certains prédateurs ;
- L'élevage mixte est le plus commun. Il consiste à assurer la reproduction et le début de croissance des nouveau-nés en bâtiment ou serre climatisés, puis la fin de la croissance dans des parcs extérieurs. On ajoute des mangeoires, des abreuvoirs, et des petits pots de pépiniériste remplis de terreau pour les pontes. Dans l'idéal, les boîtes sont placées dans un local maintenu à 20°C, avec un taux d'humidité de 95% la nuit, et éclairé pendant 16 h (l'éclairage doit être assez intense).

VIII.2 Alimentation

Il est préférable de nourrir les escargots avec une farine sèche, plutôt qu'avec des végétaux, c'est plus efficace et plus hygiénique (risques de pourrissement, de fermentation ou de moisissure des végétaux frais, voir Chevalier & Charrier (2002) et les excréments sont secs et moins nombreux. Exemple de recette : pour 1 kg : carbonate de calcium 290g, phosphate dicalcique 40g, farine de soja 200g, farine de tournesol 40g, farine de blé (ménagère) 400g, et 30g de complément minéral vitaminé dit 3% (additif que l'on retrouve dans tous les aliments pour animaux, ex. destiné aux 'poules pondeuses'), le tout finement moulu. Il faut moins de 2 kg de cet aliment, pertes comprises, pour produire 1 kg d'escargots. Il faudrait 7 kg de salade pour le même résultat. Aliment tout prêt : gamme Hélinove de la société Berton <http://www.helinove.fr/>

VIII.3 Prédation, parasites et maladies

VIII.3.1 Prédation

Outre les vertébrés (oiseaux, rongeurs...) dont on s'affranchi facilement par des installations adéquates, il existe de nombreuses espèces d'invertébrés spécialisés dans la prédation des escargots, face auxquels il est beaucoup plus difficile de lutter : Staphylin *Staphylinus olens*, Drille *Drilus flavescens*, Carabes *Carabus auratus*, *Carabus coriaceus*, Lampyres ou vers-luisants *Lampyris noctiluca*, Silphides *silphidae* spp., Lithobie *Lithobius forficatus*, Perce-oreilles *Forficula auricularia*...

VIII.3.2 Parasites

Deux grands groupes de parasites affectent les hélicicultures :

- Les acariens. Parasites des gastropodes terrestres, leur présence en nombre élevé constitue un obstacle à l'évolution et à la croissance des jeunes escargots.
- Les Helminthes (Nématodes & Trématodes-Cestodes). En élevage, on peut en citer trois principaux : *Alloionema appendiculatum*, *Angiostoma aspersae* et *Nemhelix bakeri*.

Les acariens

Une des infestations les plus graves pour les escargots, est causée par un parasite appelé *Riccardoella limacum*. Il est communément connu sous le nom de l'acarien des limaces. Ce parasite s'introduit (à l'aide d'une griffe d'ancrage à l'extrémité de ses membres), principalement dans la paroi pariétale de la cavité palléale s'alimentant de l'hémolymphe de l'hôte, peu à peu il y a une importante perte de poids qui entraîne l'anémie, jusqu'à la mort.

Ce parasite blanc ou jaune, d'environ 0,3 mm, requiert des conditions météorologiques favorables (survenant au cours de l'été), apparaît généralement à cause du manque d'humidité. Et il est transmis par le biais des vêtements de l'opérateur et des ustensiles (alimentation, l'abreuvement, ...). Ces acariens sont généralement toujours présents chez les escargots, ils ne sont pas inquiétant si pour chacun d'eux l'infestation est d'un pourcentage inférieur à 60 acariens/escargot. Pour qu'une colonie d'acariens soit vraiment préjudiciable, elle doit dépasser 100 acariens/escargot.

Prévention et traitement : L'acariose est transmise d'escargot à escargot même s'ils ne sont pas en contact direct mais proches. Par le biais de l'alimentation, l'abreuvement, ou les vêtements de l'opérateur, pour empêcher la propagation de l'infestation isoler les individus infestés, les placer dans une zone à l'écart du reste de l'élevage, dotée de boîtes de nidification avec substrat stérilisé, mangeoires et abreuvoirs propres et à utilisation exclusive de cette zone de quarantaine. Après avoir été séparés du groupe, utiliser une méthode naturelle pour lutter contre les acariens, qui consiste à baigner les escargots infectés avec un concentré à base de plantes, piment, ail, romarin, etc. Si le problème n'est pas résolu, éliminer ces individus.

Actuellement il n'y a sur le marché aucun médicament spécifique pour traiter ce problème. Pour éliminer les acariens par voie chimique on peut utiliser des médicaments de substitution contenant du pyrèthre (une substance qui tue les acariens). L'utilisation d'autres substances comme le formaldéhyde ou l'acide phénique, l'acide acétique, ne sont pas adaptés pour le traitement des acariens.

Selon certains experts, concernant le problème du contrôle des acariens, il faut utiliser comme mesure préventive des herbes aromatiques dans l'exploitation, comme la lavande ou le romarin. Apparemment, ces plantes font fuir les acariens.

Pour se protéger des acariens, dans un environnement naturel (élevage extensif, mise en parc d'engraissement) lorsque les conditions météorologiques (humidité et température) ne sont pas appropriées, les escargots entrent en état d'hibernation ou estivation. Au cours de cette période, l'animal est protégé dans sa coquille par l'épiphragme.

Dans les élevages de type extensif ce processus se fait naturellement donc ne pas s'inquiéter des acariens, toutefois ces problèmes surviennent en l'élevage intensif parce que les conditions de température et d'humidité sont toujours les mêmes. Pour limiter ou éradiquer les acariens (dans les élevages intensifs) on devrait inciter les escargots à estiver.

Les escargots provenant d'exploitations contrôlées (type intensif) ont jusqu'à 5 fois plus d'acariens que ceux provenant d'élevages extensifs. On a également noté que la présence des acariens dans les escargots réduit considérablement les concentrations de spermatozoïdes, limitant ainsi leur fertilité.

Les Helminthes

Les **nématodes** sont des vers cylindriques qui apparaissent à la surface de la coquille. Quatre espèces sont connues pour poser problème aux élevages :

- *Alloionema appendiculatum* (Nematoda, Secernentea, Rhabditida)

Au stade adulte, il a une taille approximative de 1 mm, ce parasite vit dans le sol, où il pond ses larves, celles-ci pénètrent par contact dans le corps de l'escargot, les conséquences sont un retard de croissance qui peut même entraîner la mort chez les individus jeunes.

- *Angiostoma aspersae* (Nematoda, Secernentea, Rhabditida)

D'une taille supérieure au précédent, plus de 2 m de longueur. Des études en laboratoire ont montré que ce nématode ne cause pas la mort dans les populations d'escargots.

- *Phasmarhabditis hermaphroditae* (Nematoda, Secernentea, Rhabditida)

Selon certaines études, ce parasite affecte seulement de manière sérieuse les escargots juvéniles, généralement ceux âgés de moins de trois mois, en particulier les naissains pesant moins d'un gramme, les adultes étant plus résistants au parasitisme dans la nature. La larve infectieuse pour l'hôte, présente dans le sol, pénètre dans le corps et lui injecte des bactéries qu'elle transporte dans un «réceptacle». Ces bactéries prolifèrent et sont la cause de la maladie. Pendant ce temps, les larves évoluent jusqu'au stade adulte et se reproduisent à l'intérieur de l'escargot, se nourrissant des bactéries et de leurs métabolites. Après 3 à 7 jours, l'escargot meurt, c'est à ce moment que les nouvelles larves infectantes éclosent et se dispersent à l'extérieur à la recherche de nouvelles victimes.

- *Nemhelix bakery* (Nematoda, Cosmocercinae, Ascaridida)

Ce nématode a une taille de 2 mm, il s'insère dans le tractus génital de *Cornu aspersum*. Normalement il n'est pas responsable de décès dans les populations d'escargots, mais il est une cause de stérilité, si l'infestation est très élevée.

Les Plathelminthes : Trématodes & Cestodes

Les Trématodes se retrouvent dans les organes qui sont directement liés à la reproduction, ce qui entraîne des castrations. Les Cestodes pénètrent dans le corps de l'escargot en utilisant les réseaux alimentaires, le système digestif. Ils ne provoquent pas le décès de l'escargot, mais les escargots fortement infestés peuvent mourir à cause de blessures que les larves produisent à l'intérieur du corps de leur hôte.

Symptômes : Lorsque la maladie débute il n'y a pas de symptômes apparents, ensuite lorsque le stade est déjà avancé l'escargot léthargique cessera de se reproduire et finalement décède. Pour déterminer la cause de l'infection, il faut mettre l'escargot dans un récipient d'eau, prendre une loupe et extraire le corps de l'escargot de sa coquille, appliquer une lumière sur le sujet et en l'observant on discerne de nombreux parasites en forme de vers conique, cylindrique, souvent avec les deux extrémités de couleur vive, blancs ou blanchâtres et parfois transparents. La taille de ces parasites dépend de leur degré de développement, entre 0,5 et 1 millimètre. Parfois, s'ils sont très petits ils ressemblent à des fils très minces.

Traitements : Pour traiter une infestation de nématodes ne pas utiliser de produits pharmaceutiques phosphorés, car ils sont très toxiques, ils laissent beaucoup de résidus, ils affectent le système nerveux et l'utilisation même en petite quantité peut tuer toute une population d'escargots. Il suffit d'éliminer quotidiennement les escargots qui présentent un mauvais aspect, de manière que les nématodes qui les parasitent n'aient pas le temps de se propager dans le sol à la recherche de nouvelles proies.

Il est prescrit dans les cas très graves (bien que très inhabituels) le traitement par lévamisole, l'albendazole, le mébendazole, Gentamicine, etc.). Ces médicaments sont utilisés pour traiter les infestations de nématodes dans les autres espèces animales. Ces agents sont mélangés à l'aliment, ou se dissolvent dans les abreuvoirs.

VIII.3.3 Maladies

- La **mycose des pontes** : des champignons tels que le pénicillium, le fusarium ou le verticillium qui peuvent causer ces mycoses. Certains œufs prennent alors une couleur rose. Ceci peut aussi être dû à une anomalie qui touche les œufs lors de la ponte. Cette anomalie cause la stagnation de la croissance et le dessèchement de l'œuf.

- Les **bactérioses** : causent la perte des réflexes de l'escargot et entraînent la coloration du pied, de la région céphalique et des tentacules oculaires. Les bactérioses causent généralement la mort des escargots.

Les mycoses

Fusarium: Ce champignon parasite des embryons dans l'œuf et provoque la maladie appelée "ponte rose". Cette maladie est causée par un manque de propreté ou par la pollution de la terre. Comme mesure préventive il faut désinfecter le substrat où les escargots pondent leurs œufs (verser de l'eau bouillante sur le substrat ou de le chauffer afin d'en extraire le champignon).

Verticillium: Champignon parasite des plantes et des insectes qui peut se développer sur les embryons, causant l'avortement des œufs ou la mort des jeunes peu après la naissance.

Aspergillus: Genre de champignons infestant les plantes (près de 200 espèces), qui contamine les aliments pour les escargots et les rend toxiques.

Prévention et traitement : Pour contrôler les champignons il faut réguler l'humidité au sein de l'exploitation (environnement contrôlé), ce qui empêche leur croissance, et nettoyer les ustensiles afin d'empêcher la fermentation des déchets d'alimentaires et des excréments. Éviter l'eau stagnante.

Les bactéries

Pseudomonas : Bacille à Gram négatif très répandu qui attaque toutes les espèces animales y compris l'homme. Il en existe une centaine d'espèces.

Symptômes : Cette bactérie attaque les intestins des animaux et induit une paralysie qui enrayer toute activité, et entrave la croissance. Dans la première phase de la maladie par observation du corps de l'escargot, on constate qu'il reste à l'intérieur de la coquille, arrête de produire du mucus, en présentant un aspect de sécheresse. Plus tard dans une seconde phase l'escargot sort de sa coquille, il est paralysé et ne peut plus s'y rétracter. A ce stade, le pied manque de brillance, il a un aspect flasque et forme un liquide vert autour de lui qui commence à dégager une odeur désagréable et nauséabonde. Les escargots affectés meurent peu de temps après, présentant un corps complètement liquéfié.

On ignore les causes de l'émergence des *Pseudomonas*, même si certains auteurs affirment que cela est dû aux variations d'humidité ou de température, de la nutrition inadéquate ou l'absence de mesures adéquates d'hygiène d'exploitation.

Il est important de mettre en œuvre une prophylaxie dès qu'on constate des animaux malades pour éviter l'épidémie. Certains auteurs recommandent des antibiotiques ou des sulfamides dilués dans l'eau potable, pulvérisés sur le sol et dans les compartiments ou sur l'animal. Une des façons de lutter contre cette maladie est d'abord d'avoir une bonne hygiène dans les denrées alimentaires et dans les parcs de croissance, avec une température et une humidité constante, sans changements brusques.

IX. Références de la partie 1

Amouret, J. 2010. ?? Master I. Rennes. Master 1: 23.

Bauer, B. & Raboud, C. 1988. Life history of the land snail *Arianta arbustorum* along altitudinal gradient. *Journal of Animal Ecology*, 57: 71-87.

Bouchet, P., Ripken, T. & Recorbet, B. 1997. Redécouverte de l'Escargot de Corse *Helix ceratina* au bord de l'extinction. *Revue d'Écologie (La Terre et la Vie)*, 52(2): 97-111.

Bouchet, P., Ripken, T. & Recorbet, B. 1998. Conservation of a narrow-range mediterranean island endemic, *Helix ceratina* from Corsica. *Journal of Conchology Special Publication*, 2: 205-208.

Caziot, E. 1902. Etude sur la faune des mollusques vivants terrestres et fluviatiles de l'île de Corse. *Société des Sciences Historiques et Naturelles de la Corse*: 1-54 et 242.

- Caziot, E. 1911. Liste des mollusques terrestres et fluviatiles recueillis dans les alluvions du torrent du Loup, près de son embouchure. *Mémoires de la Société Zoologique de France*, 24: 107-132.
- Charlot, B. 2013. Mise en relation des données climatiques de la plage du Ricantu (Corse) avec l'activité d'un escargot terrestre endémique, *Tyrrhenaria ceratina*. Patrimoine naturel et biodiversité. Rennes, Rennes 1. Master I: 22.
- Charrier, M., Chevalier, L., Paradis, G. & Recorbet, B. 2005. *Field observations on spatial distribution and diet in the terrestrial snail Tyrrhenaria ceratina, an endemic species from Corsica*. In: IV International Congress of the European Malacological Societies, Naples, 10-14 octobre 2005. 5-8.
- Charrier, M., Gaillard-Martinie, B. & Chevalier, L. 2001. Etude démographique d'*Helix ceratina* et interactions nutritionnelles entre l'escargot et la végétation du site d'Ajaccio en vue de la conservation de l'espèce et de sa réimplantation sur d'autres sites en Corse. . Rapport d'étape N° 1. Sud, D.C. & Oec: 34.
- Charrier, M., Nicolai, A., Dabard, M.-P. & Crave, A. 2012. Plan national d'actions en faveur de l'Hélix de Corse *Tyrrhenaria ceratina* 2013-2017, Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie
Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement - CORSE: 91.
- Chevalier, L. & Charrier, M. 2002. Etude de la démographie de *Helix ceratina* et des interactions nutritionnelles entre cet escargot et la végétation du site du Ricanto - Campo dell'Oro à Ajaccio en vue de la conservation de l'espèce et de sa réimplantation sur d'autres sites en Corse. . Sud, D.C. & Oec: 153.
- Chevalier, L., Desbuquois, C., Le, L., J. & Charrier, M. 2001. Poaceae in the natural diet of the snail *Helix aspersa* Müller (Gastropoda, Pulmonata). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 324: 979-987.
- Cowie, R. H. 1984. The life-cycle and productivity of the land snail *Theba pisana* (Mollusca: Helicidae). *Journal of Animal Ecology*, 53: 311-325.
- Crave, A., Charrier, M., Dabard, M., Thomas, Z., Nicollin, F., Sabouraud, L., Nicolai, A., Nicolai, C. & Bouger, G. 2013. Etude sédimentologique du site de Campo Dell'Oro dans le cadre du plan national d'actions en faveur de l'Hélix de Corse. 6553, U. Rennes, Université de Rennes 1: 33.
- Desbuquois, C. 1998. Ecophysiologie de la nutrition de l'escargot *Helix aspersa* Müller (Mollusque Gastéropode Pulmoné) : étude du cannibalisme des oeufs et du conditionnement alimentaire des juvéniles ; impact sur la plasticité de son histoire de vie. Rennes, Université de Rennes I. PhD: 279.
- Falkner, G., Ripken, T. E. J. & Falkner, M. 2002. Mollusques continentaux de la France. Liste de référence annotée et bibliographie. *Patrimoine Naturels*, 52: 1-350.
- Falkner, M., Falkner, G., Von Proschwitz, T. & Charrier, M. 2011. *Tyrrhenaria ceratina*. in: 2013., I. [Ed] *IUCN Red List of Threatened Species, Version 2013.2.* , Gland.
- Fechter, R. & Falkner, G. 1993. *Moluscos* Barcelona. 287 pp.
- Federici, S. 1996. Etude de l'habitat et de l'abondance de l'escargot de Corse (*Helix ceratina*) dans le cadre de la protection du site de Campo dell'Oro. DESS Ecosystèmes méditerranéens. Corte, U.D.: 38.
- Gargominy, O., Bouchet, P. & Ripken, T. E. J. 1999. *Tyrrhenaria ceratina*. Inventaire national du Patrimoine naturel. Naturelle, M.N.D.H. Paris.
- Gargominy, O., Prié, V., Bichain, J.-M., Cucherat, X. & Fontaine, B. 2011. Liste de référence annotée des mollusques continentaux de France. *MalaCo*, 7: 307-382.
- Gargominy, O. & Ripken, T. 2011. Une collection de référence pour la malacofaune terrestre de France. *MalaCo*.
- Germain, L. 1930. *Mollusques terrestres et fluviatiles (première partie)*. Faune de France Paris (Lechevalier). 21: 477 pp.
- Hesse, P. 1918. Die Subfamilie Helicodontinae. *Nachrichtsblatt der Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft*, 50(3): 99-110.

- Hesse, P. 1919. Iconographie der land- & Süßwasser-Mollusken. *Neue Folge*, 23: 73-152.
- Holyoak, D. 1983. Distribution of land and freshwater Mollusca in Corsica. *Journal of Conchology*, 31: 235-251.
- Kerney, M. P. & Cameron, R. A. D. 1999. *Guide des escargots et limaces d'Europe*. Les guides du Naturaliste. Delachaux & Niestlé, Lausanne-Paris. 370 pp.
- Lanfranchi, F. D. 1995. Un habitat de plein air du néolithique ancien à Longone (Bonifacio, Corse du Sud). Interreg Corse - Sardaigne. Corse, U.D. fascicule 2: 170.
- Lanfranchi, F. D. & Weiss, M. C. 1975. La civilisation des Corses. Les peuplades de l'Age du Fer *Bulletin de la Société des Sciences Historiques et naturelles de la Corse*, N° spécial: 214.
- Lecoq, H. 1851. Note sur les moeurs de l'*Helix tristis* (Pfeiffer). *Journal de Conchyliologie*, 2: 146-151.
- Lemoine, F. 2012. L'Escargot Corse (*Tyrrhenaria ceratina*) en danger critique d'extinction. *La lettre de la SECA*, 70: 18-19.
- Littoral, C. D. 2010. Document d'objectifs du site Natura 2000 « Campo dell'Oro » (FR 9400619). Plan de gestion du site du Conservatoire du littoral « Ricantu ». Littoral, C.D. Corse 103.
- Mace, G., Pearce-Kelly, P. & Clarke, D. 1998. An integrated conservation programme for the tree snails (Partulidae) of polynesia: A review of captive and wild elements. *Journal of Conchology*, Special issue: 89-96.
- Malcuit, G. 1926. Une excursion phytosociologique à Campo di Loro près Ajaccio. *Bulletin de la Société Botanique française*, 73 (3-4): 212-217.
- Paradis, G., Maurin, A. & Piazza, C. 2010. Étude phytosociologique et cartographie de la végétation du site Natura 2000 "Ricanto-Campo dell'Oro" (Ajaccio, Corse). *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, Nouvelle Série - Tome 41: 139-232.
- Pearce-Kelly, P., Clarke, D. & Mace, G. M. 1995. *Proceedings of the Annual Meeting of the Pacific Island Land Snail Group*. In: Report, U., [Ed.], ZSL, Regents Park, London, NW1.
- Pezet, S. 2011. Biodiversité et 6° extinction : que voyons-nous ? Qu'étudions-nous ? Que protégeons-nous ? Etude comparative à propos de deux espèces d'escargots, endémiques et menacés, en Corse (*Tyrrhenaria ceratina*) et en Bourgogne (*Truncatellina arcyensis*). Évolution, patrimoine naturel et sociétés. Paris, Muséum national d'histoire naturelle AgroParisTech. Master: 102.
- Pfeiffer, L. 1845. Description of twenty-two species of of land shells, belonging to the collection of Mr. H. Cuming. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 13: 63-68.
- Piazza, C. 2011. Reconstitution des habitats et dynamique naturelle, bilan dix ans après les premiers travaux de restauration. La conservation d'un escargot rare et endémique *Thyrrhenaria ceratina*. Cbnc. Ajaccio.
- Réal, G. & Réal-Testud, A.-M. 1988. La malacofaune terrestre de l'île de Corse : historique et inventaire actualisé. *Haliotis*, 18: 43-54.
- Régnier, C., Gargominy, O., Falkner, G. & Puillandre, N. 2011. Foot mucus stored on FTA cards is a reliable and non-invasive source of DNA for genetics studies in molluscs. *Conservation Genetic Resources*, 3(2): 377-382.
- Requien, E. 1848. *Catalogue des coquilles de l'île de Corse* Avignon.
- Shuttleworth, R. J. 1843. Über die Land- und Süßwasser-Mollusken von Corsica. *Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft*, Bern, 1843(2/3): 9-21.
- Welter-Schultes, F. W. 2012. *European non-marine molluscs, a guide for species identification*. Göttingen. 674 pp.

Partie 2 : Évaluation des besoins de conservation, choix du projet

Cette partie s'attache ici à évaluer dans un premier temps les besoins de conservation de l'espèce. Ces informations de base doivent servir à élaborer un éventail de projets et scénarii qui auront pour objectif de réduire le risque d'extinction de l'espèce et de les évaluer par les parties prenantes du projet selon une analyse multicritères. Il s'agira également de soulever un certain nombre de lacunes qui pourront être comblées par des études supplémentaires et d'apporter des informations nécessaires pour l'orientation des mesures de conservation.

X. Les menaces qui pèsent sur l'Hélix de Corse ont-elles été supprimées ou suffisamment réduites ?

Grâce à la découverte de coquilles de l'Hélix de Corse dans différents fonds sédimentaires de l'île (Caziot 1911, de Lanfranchi 1997 in Bouchet *et al.* 1997) et en dépit de vaines prospections spécifiques récentes, il est désormais admis que ce gastéropode avait, il y a quelques milliers d'années une répartition bien plus étendue que celle qu'il a actuellement (Bouchet *et al.* 1997, 1998). Toutefois, il n'existe pas d'éléments permettant d'expliquer les raisons d'une telle rétractation d'aire de répartition, au point de ne trouver l'espèce que dans le delta de la Gravona et du Prunelli.

En revanche, les menaces sur le site où l'escargot se trouve aujourd'hui ont été listées, étudiées et longuement décrites depuis sa redécouverte (Bouchet *et al.* 1997, 1998, Charrier *et al.* 2013). Charrier *et al.* (2012) retiennent cinq principales menaces sur l'espèce sur Ricantu. Celles-ci sont : i) la fragmentation de l'habitat de l'Hélix de Corse, ii) le changement phyto-sociologique des habitats, iii) la perte d'habitat par les tempêtes, iv) l'urbanisation et v) le changement climatique.

X.1 La fragmentation de l'habitat

X.1.1 À l'échelle du site

Depuis 1993, de nombreuses actions ont été diligentées sur le site du Ricantu, directement ou indirectement, en faveur de l'Hélix de Corse. Les terrains sur lesquels l'Hélix de Corse se trouve appartiennent à la Collectivité territoriale de Corse (domaine public aéroportuaire). Ils font à présent l'objet d'un transfert de gestion au Conservatoire du littoral. La gestion du site est assurée par le Département de Corse du Sud.

Les premières actions menées ont été de désigner des périmètres réglementaires pour protéger les parcelles où l'Hélix de Corse était connu. Sur la période 1995-1996, l'inscription du site dans le réseau Natura 2000 a été initiée, non pas pour la présence de l'Hélix de Corse, mais du fait de la présence de l'endémique Linaire jaune (*Linaria flava*). Puis, le périmètre de la ZNIEFF de type I n°940004130 Dune De Porticcio - zone humide de Prunelli Gravona - zone humide de Caldaniccia (MNHN 2014) a été étendu ; ceci a surtout une valeur scientifique, mais permet d'introduire une notion importante en droit de l'environnement qui est que la surface en ZNIEFF contient un patrimoine naturel qui doit être pris en compte dans les projets d'aménagement, et sa non considération dans les études d'impact est une erreur manifeste du pétitionnaire. Sur la période 1996-1997, un Arrêté de Protection de Biotope (APB) a été pris en septembre 1997 à l'initiative de la DREAL Corse, nommée à l'époque DIREN Corse, concomitamment à une procédure engagée par le Conservatoire du littoral pour réhabiliter le site, sur la base de critères paysagers, sociaux et écologiques (CEL 2010, Anonyme non daté) pour limiter les dégradations persistantes du site.

Sur le plan réglementaire, l'APB est le dispositif le plus contraignant des trois périmètres évoqués auparavant. Toutefois, le périmètre de l'APB n'englobe pas toute la zone de répartition de l'Hélix de Corse, mais la désignation et la démarche restent exceptionnelles en France métropolitaine et ultra-marine (Bouchet *et al.* 1997, 1998). Les aménagements réalisés par le Conservatoire du littoral tiennent compte de la présence de l'Hélix de Corse. D'autres parcelles, jadis occupées par un camp de vacances de l'armée, ont été réhabilitées (2014) pour restaurer l'espace sableux et offrir un espace de reconquête aux habitats naturels périphériques. Autrement dit, entre le noyau de

population le plus important qui est situé à l'ouest et le petit noyau situé le long de la clôture ouest de la piste de l'aéroport, la réhabilitation du cordon pseudo dunaire et de la lande peut permettre de résorber la discontinuité, autrefois créée par l'ancien terre plein et le camp de vacances de l'armée. Globalement le linéaire de cordon pseudo-dunaire en cours de restauration correspond à un linéaire équivalent à celui actuellement occupé par l'escargot (environ 3,5 ha) et la surface de lande déjà restaurée va plus que doubler l'habitat disponible, soit un peu plus de 6,5 ha de restaurés.

Toutes les parcelles sont désormais sous la responsabilité du Conservatoire du littoral et sont inaliénables, ce qui les préserve de projets d'aménagement. L'usage du sol pour des projets anthropiques est donc une menace directe désormais écartée sur les emprises administrées par le Conservatoire du littoral.

X.1.2 À petite échelle

La fragmentation de l'habitat de l'Hélix de Corse se conçoit également à une plus petite échelle, c'est-à-dire à l'échelle de l'animal, ou des noyaux d'individus, qui composent sa population. Avant la mise en place des ganivelles de protection, les surfaces colonisées par le gastéropode étaient fortement fragmentées par les passages pédestres et de véhicules motorisés des usagers du site. Les passages désordonnés des usagers sont désormais révolus, dans la mesure où les aménagements ont permis la canalisation des usagers et/ou l'usage des engins motorisés est interdit.

Toutefois, les chemins d'accès à la mer traversent les habitats de l'Hélix de Corse. Ces chemins sont supposés être des barrières difficilement franchissables (Charrier *et al.* 2013) (Figure 1). Leur largeur implique une dépense énergétique importante pour l'animal qui voudrait la franchir, dans la mesure où il doit fabriquer son propre lubrifiant de déplacement : le mucus. Autrement dit, les ganivelles empêchent la divagation des usagers humains du site et constituent des parcs pour l'Hélix de Corse dont les frontières (= les chemins) seraient difficilement franchissables.



Figure 1 : Vue d'un large chemin qui pourrait être un obstacle infranchissable pour l'Hélix de Corse et qui a peut-être été franchi compte tenu de la présence de spécimens dans la parcelle de gauche qui a été restaurée dans les années 2000 (© Cucherat/Biotope juin 2014), à moins que les animaux observés proviennent des relâchers de M. Charrier.

L'action n° 2.1 du PNA (Charrier *et al.* 2012) propose i) de diminuer le nombre de ces accès à la mer et ii) de mettre en place des chicanes de sorte que le chemin fasse 0,80 m de large franchissable par les gastéropodes. Le suivi de cette expérimentation permettra d'évaluer son efficacité. Il pourrait également être possible de disposer un platelage sur pilotis pour maintenir le nombre d'accès à la mer et assurer la transparence des déplacements de l'Hélix de Corse. On objectera toutefois sur le fait que les platelages induisent une modification de la flore aux alentours des

aménagements, de la structure superficielle du sol et la faune qui lui est associée. On soulignera également que de tels aménagements sont particulièrement coûteux en installation et en entretien. Des spécimens adultes et juvéniles fraîchement morts ont été observés dans les parcelles restaurées il y a maintenant plus de 12 ans (Figure 1) et séparées des zones colonisées par un chemin de plus de 1,40 m de largeur (Cucherat *et al.* observations personnelles 10/06/2014), suggérant une certaine capacité pour l'escargot de franchir des sentiers larges. Toutefois, ces individus correspondent à un relâcher qui a eu lieu en avril 2010 sur les placettes 15 (27 ind.) et 16 (45 ind.) (Charrier, communication personnelle 13/04/2015). Ces escargots ont été récupérés suite à une grosse tempête, afin de les sauver. Ils provenaient de la partie nord-ouest du Ricantu. Des individus de toutes classes d'âge ont été récupérés en fin 2010. Cette opération apporte donc des précisions sur la présence de l'Hélix de Corse sur les parcelles restaurées dans les années 2000 relativisant ainsi l'hypothèse d'un franchissement des chemins aménagés qui traversent l'espace dunaire. Cela n'infirme par pour autant l'hypothèse que l'Hélix de Corse soit capable de franchir de tels chemins, pourvu que ceux-ci ne soient pas trop larges. On notera qu'il existe un chemin ayant une largeur inférieure à un mètre où il existe un îlot central de végétation, qui permettrait le refuge d'individus qui s'aventureraient au travers du chemin (Figure 2). La fragmentation des parcelles est à relativiser, a été fortement réduite par les aménagements et la restauration de milieux réalisés ces dernières années.



Figure 2 : Vue d'une touffe de Genêt de Salzmann poussant au milieu d'un chemin, réduisant d'autant la surface en sable nu défavorable aux déplacements de l'Hélix de Corse (© Galleras/Cdl 2014).

X.2 Le changement phyto-sociologique

Charrier *et al.* (2012) indiquent que la lande à Genêt de Salzmann et le cordon pseudo-dunaire contiennent des espèces végétales qui sont consommées par l'Hélix de Corse. Le gastéropode semble également être lié aux nanophanérophytes où il s'abrite, aux pieds desquels il pondrait et où se réfugient les juvéniles. La menace identifiée par Charrier *et al.* (2012) est le remaniement du sol et l'introduction d'espèces végétales, modifiant le micro-habitat du gastéropode.

L'Hélix de Corse est une espèce ayant une écologie très singulière. Cette espèce est, à notre connaissance, le seul Hélicidé psammophile, en ce sens cela le rend proche des espèces d'Achatines des régions arides et tropicales sur le plan comportemental. Une espèce de la même famille, la Caragouille rosée *Theba pisana pisana*, peut également être inféodée aux milieux psammiques, mais ne montre pas ce comportement fouisseur. Étant donnée la description de son habitat (Charrier *et al.* 2012), l'Hélix de Corse semble être inféodé à un milieu juvénile à faible biomasse végétale. L'évolution de son habitat vers des stades plus évolués de colonisation végétale, c'est-à-dire lande à

Genêt de Salzman avec une strate bryo-lichénique, serait défavorable à sa présence et pourrait constituer une menace pour sa survie. On peut supposer que l'évolution de la végétation induit des modifications du substrat avec l'apparition d'une couche humifère dont les caractéristiques chimiques et structurelles (stratification verticale) peuvent être un facteur défavorable. Cela se traduit par une densité d'escargot plus faible dans la lande dense à forte couverture bryo-lichénique par rapport au cordon pseudo-dunaire. Pour étudier cela, une expérimentation de rajeunissement de la lande pourrait être conduite pour vérifier si la couverture bryo-lichénique est un facteur défavorable à l'espèce.

La destruction de l'habitat phytosociologique (lande à Genêt de Salzman et à Scrophulaire rameuse), qui n'est pas forcément l'habitat de l'Hélix de Corse, par les activités humaines a été maîtrisée. Dans certains secteurs, cet habitat a même été restauré. Désormais, les habitats psammophiles sont en évolution spontanée. On peut donc présager que les milieux psammiques se ferment progressivement si les facteurs de destruction ou de rajeunissement disparaissent. À l'inverse, la fermeture du milieu peut être longue en dehors des interventions humaines (Paradis, communication personnelle 10/06/2014). La cicatrisation des zones restaurées dans le début des années 2000 par des techniques de plantation, de bouturage, de semis, de projection hydraulique de banque de graine a été très rapide et s'est réalisée en moins de dix ans. En revanche, la vitesse de cicatrisation est plus faible dans les milieux fréquentés d'où l'intérêt de la mise en place de clôtures.

Même si l'habitat présent n'est pas favorable à l'Hélix de Corse, une partie de la lande est traversée par les usagers, souvent accompagnés de leurs chiens. C'est un choix du Conservatoire du littoral de laisser certaines surfaces du site en libre accès. Néanmoins, les déjections canines sont des sources d'eutrophisation du sable et modifient la composition floristique de la lande (Figure 3). Par ailleurs, on soulignera que les déjections canines sont appréciées des escargots tels que l'Escargot petit-gris *Cornu aspersum* ou l'Escargot mourgéta *Eobania vermiculata*. Cette source de nourriture contribue également à modifier les peuplements de mollusques du site. Cette menace aura vraisemblablement des effets à moyen terme sur l'évolution de la flore et de la composition malacologique. C'est ici un paradoxe de gestion, communément rencontré dans les espaces dunaires. Limiter la fréquentation induit une fermeture progressive du milieu, tandis que l'autoriser limite sa fermeture mais induit des conséquences non désirées.



Figure 3 : Les déjections canines modifient la couche superficielle du sol et enrichissent le milieu (© Cucherat/Biotope juin 2014).

La restauration des milieux sableux ouverts a permis de supprimer les espèces végétales allochtones ayant un comportement envahissant. Moyennant une vigilance particulière sur la qualité des végétaux utilisés dans les aménagements proches du site et compte tenu de la vigilance des gardes du littoral qui arrachent systématiquement les repousses ou nouveaux semis de plantes invasives

dans les zones restaurées (e.g. Griffes de sorcière *Carpobrotus edulis* et Pin parasol *Pinus pinea*), on peut considérer que cette menace est totalement écartée.

X.3 La perte d'habitat par les évènements climatiques

Paradis *et al.* (2010) et Charrier *et al.* (2012) indiquent que la tempête hivernale de janvier 2010 a arraché une partie du cordon pseudo-dunaire située au nord du Ricantu où se trouvaient les densités les plus importantes de l'Hélix de Corse.

Le Ricantu est soumis à un phénomène érosif du trait de côte. Une étude menée par le BRGM sur l'évolution du trait de côte entre 1951 et 2012 indique que le trait de côte du Ricantu a subi une alternance de reculs et d'avancées du trait de côte (Bélon *et al.* 2013). L'étude précise néanmoins que sur l'ensemble de la période la plage est en recul sur quasiment toute son étendue avec des valeurs comprises entre -20 m et -60 m, soit des taux de reculs inférieurs à 1 m.an⁻¹. Les auteurs soulignent par ailleurs qu'entre les années 2002 et 2007, la partie sud a bénéficié d'une progradation importante avec des vitesses d'avancée pouvant dépasser les 3 m.an⁻¹, soit de l'ordre de 15 m. Ils poursuivent sur le fait que deux périodes ont été particulièrement marquées par le recul du trait de côte, celle entre 1996 et 2002 ainsi que celle entre 2007 et 2012, qui ont été marquées par des tempêtes ayant donné lieu à un état de catastrophe naturelle (celui du 28/12/1999 et celui du 01/01/2010). Sans remettre en cause fondamentalement les conclusions du rapport d'étude du BRGM, Paradis (*in litt.* 03/07/2014) souligne que ce n'est pas la plage qui a reculé, mais l'avant de la terrasse fluvio-marine qui a été érodé et a donc reculé. Il poursuit en précisant que le sable issu de l'érosion de la terrasse alimente la plage quand elle se reconstitue après les tempêtes. Enfin, Paradis (*in litt.* 03/07/2014) souligne le rôle important des dépôts de blocs face au cours de la Gravona-Prunelli dans l'explication de la sédimentation dans la partie sud-est du Ricantu, autrement dit le secteur du Capitellu. Non discutés dans l'étude du BRGM, ces blocs auraient été déposés à cet endroit pour éviter la divagation des cours d'eau vers les pistes de l'aéroport situées au nord-ouest.

Ce recul du trait de côte a un impact sur les effectifs d'Hélix de Corse, en emportant épisodiquement des individus lors des tempêtes. La pérennité des populations, sur le plus ou moins long terme, est alors compromise. À l'inverse, l'Hélix de Corse semble être associé à un milieu perturbé, c'est-à-dire des surfaces sableuses pionnières qui peuvent être rechargées en sable lors des grands coups de mer et ainsi rajeunir son habitat. Même si un pan de la population de l'Hélix de Corse a été emporté, il reste à étudier comment les milieux et le gastéropode ont réagi.

La menace des tempêtes est réelle, mais elle ne peut pas être atténuée. En revanche, il est possible d'en atténuer les effets sur l'Hélix de Corse s'il a à sa disposition des habitats qu'il peut coloniser. Le Conservatoire fait face à cet aléa par une gestion souple du recul du trait de côte en réinstallant des ganivelles légèrement en retrait par rapport à l'implantation antérieure avec désormais une perméabilité qui ne freine pas le rechargement naturel en sable tout en assurant la protection de la repousse de la flore naturelle. Une réponse est donc trouvée, mais il est vrai que dans le secteur le plus à l'ouest, où la densité d'escargot semble forte, il est vraisemblable qu'à moyen terme il sera difficile de maintenir un cordon pseudo dunaire entre l'estran et le mur qui longe la route. L'habitat pourrait disparaître sur quelques centaines de mètres linéaires. À l'inverse, les coups de mer sont également des moments où se produisent des apports de sables qui viennent alimenter l'avant de la terrasse fluvio-marine. Cela rajeunit le milieu et permet de créer des milieux favorables à l'Hélix de Corse.

X.4 L'urbanisation aux abords du site ?

Charrier et al. (2012) indiquent que l'aéroport de Campo dell'Oro prévoit un agrandissement (hôtel, parking, etc.) ce qui engendrerait une plus grande fréquentation du site par le public, risquant d'augmenter le piétinement de l'habitat de l'Hélix de Corse et des changements sédimentologiques et hydrologiques de l'habitat. *Charrier et al. 2013* exposent ensuite les impacts sur l'Hélix de Corse. L'aéroport d'Ajaccio est une pièce maîtresse dans le développement économique de la Corse et génère une activité connexe importante (fret de marchandise, activités touristiques, etc.). Même si à court terme, le développement aéroportuaire et de ses activités connexes sont contraints par le droit de l'urbanisme, on ne peut exclure un développement futur des parcelles cadastrales non protégées par un statut réglementaire, et par conséquent, d'une augmentation globale de la fréquentation des abords du site et de sa fragmentation.

Le public qui fréquente l'aéroport n'est pas nécessairement le même que celui qui fréquente l'espace dunaire. Le public qui se rend à l'aéroport a un passage transitoire et n'utilise pas toujours le site, ce qui est différent des usagers de la plage et dont la fréquentation semble être indépendante de l'activité aéroportuaire. Avec les aménagements qui ont été effectués, la canalisation des usagers de la plage du Ricantu est aujourd'hui maîtrisée. Toutefois, si les limites des zones préservées et inaccessibles ne sont plus clairement visibles (du fait de l'enlèvement des ganivelles par exemple lors d'épisode tempétueux ou de destruction volontaire), il est possible que l'habitat et le gastéropode connaissent à nouveau des dégradations. D'autres menaces sont envisageables, ce sont les risques de pollutions organiques liés aux dépôts de déchets dans le massif dunaire, qui aura un impact sur la structure de l'habitat (enrichissement en matière organique) et la composition de la malacofaune. Une telle menace est toutefois maîtrisée puisque les déchets sont ramassés par les gardes et la communauté d'agglomération.

En définitive, les menaces liées la fréquentation sont résorbées, au moins tant que le site est géré. En ce qui concerne les impacts indirects liés à l'activité de l'aéroport (agrandissement ou non), ils sont difficilement évaluables à ce jour.

X.5 Le changement climatique

L'effet du changement climatique global sur le microclimat dans l'habitat de l'escargot n'est pas connu (*Charrier et al. 2012*). Étant donné que le cycle biologique de l'espèce est étroitement lié aux variations climatiques saisonnières, les dérèglements climatiques imprévisibles et la raréfaction des précipitations lors des périodes d'activités auront vraisemblablement des répercussions sur la *fitness* de l'espèce. En outre, on peut supposer que les températures du sol augmenteront, ce qui poussera très certainement l'espèce à s'enfouir plus longtemps et plus profondément pour éviter les températures élevées de surface. Il est aussi probable que les pluies de printemps et d'automne soient insuffisantes pour que le réveil de l'espèce se fasse et que la reproduction ait lieu correctement. Il est donc nécessaire d'être prudent sur le scénario de changement climatique. Le site du Ricantu se trouve en climat méditerranéen insulaire avec une influence marine et montagnaise. Il existe des risques d'amplification de l'irrégularité du climat et des précipitations, ce qui provoquerait un décalage entre les températures et les précipitations et le rythme actuel connu de l'espèce. Toutefois, l'évolution des précipitations et de leur intensité dans le contexte du changement global sur l'Hélix de Corse reste inconnue.

Il est impossible d'envisager une maîtrise du changement climatique à l'échelle du site. Cette menace est donc potentielle, mais seul un suivi dans le temps permettra d'en mesurer les effets éventuels.

X.6 Le changement de la dynamique sédimentaire et hydrologique

Concernant les impacts sédimentaire et hydrologique, il est difficile de les mesurer précisément sur l'habitat de l'Hélix de Corse et sur l'espèce elle-même. En effet, la nappe de la terrasse fluvio-marine semble être particulièrement basse (- 6,30 m par rapport à la surface du sondage réalisé) par rapport à la limite maximale d'enfouissement du gastéropode (Charrier *et al.* 2012). En revanche, l'assèchement total du bras occidental de la Gravona, lié à son contournement il y a 70 ans environ, ne permettrait plus d'apports sédimentaires, ainsi que l'humidité, qui compenserait l'érosion sédimentaire de la partie nord de la plage. L'étude de Bélon *et al.* (2013) n'apporte aucune précision à ce propos.

X.7 Résumé des menaces

Le tableau 1 résume les menaces et précise si elles sont atténuées, maîtrisées ou non.

Tableau 1 : Synthèse des menaces actuelles et résolutions possibles à venir		
Menaces identifiées dans Charrier <i>et al.</i> (2012)	Actuellement	A venir
Fragmentation de l'habitat de l'Hélix de Corse	Maîtrise totale à l'échelle du site	Augmentation de la surface en APB et du périmètre Natura 2000
	Partielle à l'échelle de l'habitat de l'Hélix de Corse	Mise en œuvre d'aménagements spécifiques sur les sentiers pour créer des corridors pour l'Hélix de Corse dans les habitats restaurés
Changement phytosociologique	Habitats : non maîtrisé, évolution probable vers une fermeture du milieu, effet induit de la protection	Mise en œuvre d'opérations expérimentales (au moins dans un premier temps) de rajeunissement du milieu
	Flore allochtone : maîtrisée par les travaux de restauration et l'action continue des gardes	Poursuite du contrôle des végétaux sur le site
Perte d'habitat par les tempêtes	Imprévisible, mais gestion souple du recul du trait de côte	Mise à disposition de plusieurs km de cordon pseudo dunaire restauré et gestion souple du recul du trait de côte Permettre à l'espèce d'avoir suffisamment d'espace colonisable
Changement climatique, de la dynamique sédimentaire et hydrologique	Non maîtrisée et non évaluée	Caractériser le changement climatique sur le site et son impact sur l'espèce
Urbanisation	Maîtrisée sur le site, en tenant compte du droit de l'urbanisme applicable actuellement, de l'APPB et de la maîtrise du Conservatoire ; pas de menace précise à court terme. A long terme, possibilité de voir évoluer l'urbanisation aux abords pour répondre à l'augmentation de l'activité économique autour de l'aéroport	Veiller à ce que l'espèce et son habitat soient pris en compte dans les études réglementaires

XI. Contexte décisionnel

XI.1 Description du problème

En dehors des espèces comestibles, l'Hélix de Corse est certainement l'*Helicidae* pour lequel le niveau de connaissance est particulièrement élevé. Néanmoins, il existe encore de très nombreuses interrogations en ce qui concerne sa biologie et son écologie.

En tenant compte des éléments analysés jusqu'à présent, on constate que l'Hélix de Corse :

- a une répartition géographique restreinte : endémique Corse, présente uniquement sur le site de Campo dell'Oro et restreinte à une surface estimée de 2 ha sur ce site, dont 40 % des effectifs sur 5 100 m²,
- a un effectif estimé entre 7 800 et 10 000 individus, ce qui soumet l'espèce à d'importants phénomènes stochastiques,
- est inféodé à un habitat certes encore mal défini (conditions hydrologiques et édaphiques), mais restreint au Ricantu et soumis aux aléas météorologiques,
- a une colonisation faible, mais avérée, des parcelles restaurées depuis plus de dix ans,
- est une espèce protégée dont l'intervention sur sa (ou ses) population nécessite des autorisations administratives.

On peut aussi tenir compte du fait que :

- les terrains sur lesquels l'Hélix de Corse vit sont inaliénables et font l'objet d'une gestion volontariste et partagée,
- les travaux de restauration du site vont permettre de doubler la surface d'habitat disponible,
- il existe en Corse d'autres sites littoraux inaliénables qui pourraient servir de sites de réintroduction, sous réserve qu'ils puissent présenter les mêmes conditions hydrologiques et édaphiques,
- il existe un réseau d'acteurs historiques qui s'est déjà mobilisé et qui peut être de nouveau mobilisé pour assurer la survie de l'espèce.

L'apport de réponses ou des compléments aux interrogations suivantes permettraient d'affiner les problèmes et les choix décisionnels. Ces interrogations portent sur :

- la caractérisation de la structure génétique de l'Hélix de Corse à Campo dell'Oro : est-ce qu'il y a une seule population homogène ou une population structurée en plusieurs sous-populations compte tenu de la répartition de l'espèce sur le site (Ricantu, bordure nord de l'aéroport, Capitellu) ? En cas de population structurée, comment fonctionnent ces sous-populations ? Et quels facteurs intrinsèques (liés aux individus) ou extrinsèques (liés au milieu) affectent les capacités de dispersion des individus ?
- la description fine de la distribution et les préférences écologiques dans les parcelles où l'espèce est présente, notamment l'incidence de la fermeture du milieu vers la lande dense,
- la caractérisation de la taille des noyaux d'individus et précisément les densités d'individus,
- la description du taux de survie des différentes classes d'âge,
- l'évaluation de la capacité et la vitesse de colonisation des zones restaurées.

XI.2 Présentation générale et but de l'analyse

multicritères

À la différence de l'analyse coût-bénéfice, l'analyse multicritères est un outil d'évaluation et d'aide à la décision, mais qui ne prend pas de décision et ne repose pas uniquement sur des valeurs monétaires. Cet outil permet notamment :

- de comparer un scénario d'aménagement avec la situation de référence,
- de comparer plusieurs *scenarii* alternatifs dans des situations où aucune solution n'apparaît idéale,
- de prendre en compte simultanément les aspects économiques, environnementaux, sociaux ou patrimoniaux d'un projet.

L'Hélix de Corse est un endémique avec un effectif faible, **l'objectif général est de diminuer la probabilité d'extinction de l'espèce**, à la fois en augmentant la surface de colonisation de l'espèce et le nombre de sites occupés, en augmentant ses effectifs et en réduisant les facteurs défavorables capables d'impacter la population et sa capacité de déplacement.

Dans le cas d'un renforcement, il s'agira d'augmenter la densité dans les zones déjà peuplées. Dans le cas d'une réintroduction, il va de soi que l'augmentation de la surface colonisée par l'Hélix de Corse doit correspondre à une colonisation durable des individus.

Compte tenu des éléments évoqués, **le but de l'analyse multicritère sera de faire le meilleur usage des données disponibles pour éclairer le choix du (ou des) meilleur scénario pour diminuer la probabilité d'extinction de l'Hélix de Corse.**

XI.3 Les parties prenantes

La problématique de la conservation de l'Hélix de Corse a mobilisé de nombreuses personnes ou des structures qu'elles représentent. Les organismes et personnes impliquées jusqu'à ce jour sont :

- La Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (Bernard Recorbet),
- Le Conservatoire du littoral,
- L'Université de Rennes 1 - UMR CNRS 6553 Ecobio - OSUR - UEB (Maryvonne Charrier),
- Le Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement d'Ajaccio (Christine Natali),
- Guilhan Paradis, botaniste phytosociologue membre du CSRPN de Corse
- Alain Gautier, géologue et membre du CSRPN de Corse,
- Les gardes du Département de Corse du sud,
- Le Muséum national d'Histoire Naturelle (Philippe Bouchet, Théo Ripken et François Lemoine),
- L'Office de l'Environnement de la Corse et l'Union Européenne pour leur contribution financière [en plus du Département de Corse du sud, du Conservatoire du littoral et de l'État],
- Le Conservatoire National Botanique de Corse (Carole Piazza).

Le degré d'engagement de chacune des structures est variable et concerne des thématiques bien particulières autour de l'Hélix de Corse. La DREAL Corse et le MNHN ont eu un rôle structurant dans la découverte de l'espèce et des premières mises en œuvre de la protection du site. Guilhan Paradis, le CPIE d'Ajaccio et l'Université de Rennes 1 (UMR CNRS 6553 Ecobio - OSUR - UEB) ont eu à intervenir sur le suivi et l'apport de connaissances sur les habitats et sur l'espèce. Enfin, le Conservatoire du littoral a conduit l'aménagement et la restauration des espaces sableux de la

terrasse fluvio-marine. Le Département de Corse du sud assure la surveillance et l'entretien du site et il coordonne, désormais, la mise en œuvre du Document d'Objectifs Natura 2000.

Ces personnes ou structures ont participé et peuvent œuvrer dans le choix éclairé, ainsi que dans la réussite du ou des *scenarii* qui seront retenus. Outre le rôle décisionnel, les rôles de chacun pourraient se dessiner ainsi :

- DREAL Corse : traitement et suivi du volet réglementaire du projet et coordination du PNA,
- Conservatoire du littoral: maîtrise d'ouvrage du projet,
- Le Département de Corse du Sud : coordination du Docob,
- CPIE d'Ajaccio/Université de Rennes/MNHN : maîtrise d'œuvre du projet retenu (élevage, suivi scientifique, etc.) en collaboration avec l'équipe de gardes du Département de Corse du sud.

XI.4 Définition du système socio-technique pour la conduite de l'analyse multicritère

L'objectif du présent rapport est d'apporter toutes les informations actuellement connues et disponibles sur les actions des projets de renforcement de populations d'invertébrés, en l'occurrence sur les gastéropodes, et leurs conséquences. Ces informations ont pour objectifs d'être portées à connaissance des parties prenantes, qui auront à mettre en œuvre le ou les *scenarii* proposés. Elles devront se réunir à l'occasion d'un atelier de discussion pour déterminer le meilleur choix du ou des *scenarii*.

XI.5 Considération du contexte de l'analyse multicritère

Compte tenu des éléments décrits dans la partie III.1 et des objectifs décrits au III.2, l'analyse multicritère doit aider les parties prenantes à la prise de décision du ou des *scenarii* qui doivent permettre de réduire le risque d'extinction de l'Hélix de Corse.

Diverses menaces auxquelles l'espèce était exposée sont réduites voire supprimées ou maîtrisées pour d'autres. Il existe, par ailleurs, un réseau d'acteurs historiquement impliqués autour de la thématique de l'Hélix de Corse qui peut être mobilisé autour du projet.

Des faiblesses existent pourtant, notamment sur le fait qu'il existe de nombreuses interrogations sur l'écologie et la biologie de l'espèce. L'apport de réponses pourra améliorer la réussite du (ou des) scénario retenu, voire d'en proposer de nouveaux.

Le Conservatoire du littoral et le Département de Corse du Sud sont d'actives parties prenantes de la mise en œuvre du PNA Hélix de Corse. Il n'existe pas d'obstacles foncier et financier à la mise en œuvre d'actions. En revanche, il peut y avoir des risques réglementaires avec un avis défavorable des services de l'état, sur appui de l'avis du Conseil National de la Protection de la Nature, s'il n'existe pas un encadrement rigoureux ou de garanties de réussite du projet compte tenu du degré de protection et de menace de l'Hélix de Corse.

XII. Identification des *scenarii* à évaluer

XII.1 Scénarii proposés

Plusieurs *scenarii* sont possibles. Dans un premier temps, ceux-ci porteront sur le choix d'intervenir ou non dans le projet de renforcement. Ce choix doit reposer sur plusieurs actions détaillées, de manière à tenir compte de l'incertitude des résultats prévus pour chacun de ces *scenarii*.

Ces *scenarii* sont brièvement développés ici. Les grandes actions sont exposées mais non détaillées. Les détails seront donnés dans le paragraphe relatif aux conséquences des *scenarii*.

Scenario 1 : ne pas intervenir et favoriser la colonisation naturelle

Scenario 1.1 : laisser faire les choses naturellement

Description : laisser la population d'Hélix de Corse coloniser naturellement les parcelles restaurées depuis 12 ans, ainsi que les autres récemment restaurées.

Scenario 1.2 : gérer les habitats uniquement

Description : laisser la population d'Hélix de Corse coloniser naturellement les parcelles restaurées depuis 12 ans, mais mettre en œuvre des modes de gestion des parcelles restaurées depuis 12 ans (ouverture partielle de la lande à Genet de Salzmann), colonisées ou non par l'espèce pour augmenter la surface colonisable et mettre en œuvre des mesures actives de restauration des végétations dunaires des parcelles récemment restaurées (en 2013-2014) pour que l'espèce puisse les coloniser naturellement.

Scenario 2 : intervenir

Scenario 2.1 : renforcement des effectifs

Description : En fonction des résultats sur la structure génétique de l'espèce et de la diversité génétique de chacune des populations, prélever 50 individus mâtures en une fois de la population présentant la diversité génétique la plus élevée, les mettre en élevage [*in situ* = variante a ou *ex-situ* = variante b], s'assurer de l'absence de perte d'allèles et d'une diminution de la diversité génétique liées à l'élevage [possibilité de renouveler ou mélanger les reproducteurs si une perte de diversité est observée], s'assurer de l'état sanitaire des individus avant de les libérer, introduire les individus issus de l'élevage dans les parcelles du Ricantu où l'espèce est présente.

Scenario 2.2 : réintroduction

Scenario 2.2.1 : réintroduire sans élevage

Scenario 2.2.1.1 : *Prélever des spécimens sauvages et les transplanter dans les parties du site de Campo dell'Oro où l'espèce est absente et qui auront été définis comme favorables.*

Description : En fonction des résultats sur la structure génétique de l'espèce et de la diversité génétique de chacune des populations, prélever 50 individus mâtures en une fois de la population présentant la diversité génétique la plus élevée, les libérer dans les parcelles du Ricantu où l'habitat est considéré comme adéquat et où l'espèce est absente, recommencer l'opération en cas d'échec.

Scenario 2.2.1.2 : *Prélever des spécimens sauvages et les transplanter dans les parties du site de Campo dell'Oro où l'espèce est absente et qui auront été définis comme favorables, ainsi que sur d'autres sites corses qui auront été définis comme favorables.*

Description : En fonction des résultats sur la structure génétique de l'espèce et de la diversité génétique de chacune des populations, prélever 50 individus mâtures en une fois de la population présentant la diversité génétique la plus élevée, les libérer

dans les parcelles adéquates de Campo dell'Oro et dans un ou des sites littoraux corses qui auront été déterminés comme adéquats.

Scenario 2.2.2 : avec élevage

Scenario 2.2.2.1 : réintroduire avec élevage en conditions naturelles

a) *Prélever des spécimens sauvages, les élever in situ et les transplanter dans les parties du site de Campo dell'Oro où l'espèce est absente et qui auront été définis comme favorables.*

Description : En fonction des résultats sur la structure génétique de l'espèce et de la diversité génétique de chacune des populations, prélever 50 individus mâtures en une fois de la population présentant la diversité génétique la plus élevée, les mettre en élevage *in situ* [possibilité de renouveler ou mélanger les reproducteurs si une perte de diversité est observée], puis libérer les individus provenant des systèmes d'élevage dans les parcelles de Campo dell'Oro où il est absent moyennant la présence d'habitats qui auront été déterminés comme adéquats.

b) *Prélever des spécimens sauvages, les élever et les transplanter dans les parties du site de Campo dell'Oro où l'espèce est absente et qui auront été définis comme favorables, ainsi que sur d'autres sites corses qui auront été définis comme favorables.*

Description : En fonction des résultats sur la structure génétique de l'espèce et de la diversité génétique de chacune des populations, prélever 50 individus mâtures en une fois de la population présentant la diversité génétique la plus élevée, les mettre en élevage *in situ* [possibilité de renouveler ou mélanger les reproducteurs si une perte de diversité est observée], puis libérer les individus produits dans les systèmes d'élevage dans les parcelles de Campo dell'Oro où il est absent et dans un ou d'autres sites Corse moyennant la présence d'habitat qui auront été considérés comme adéquats.

Scenario 2.2.2.2 : en ferme d'élevage

Scenario 2.2.2.2.1 : réintroduire à partir d'un élevage en conditions artificielles

a) *Prélever des spécimens sauvages, les élever et les transplanter dans les parties du site de Campo dell'Oro où l'espèce est absente et qui auront été définis comme favorables.*

Description : En fonction des résultats sur la structure génétique de l'espèce et de la diversité génétique de chacune des populations, prélever 50 individus mâtures en une fois de la population présentant la diversité génétique la plus élevée, les mettre en élevage *ex situ* [possibilité de renouveler ou mélanger les reproducteurs si une perte de diversité est observée], les parcelles adéquates de Campo dell'Oro où l'espèce n'y est pas.

b) *Prélever des spécimens sauvages, les élever et les transplanter ailleurs sur le site de Campo dell'Oro et sur d'autres sites corses où l'espèce est absente et qui auront été définis comme favorables.*

Description : En fonction des résultats sur la structure génétique de l'espèce et de la diversité génétique de chacune des populations, prélever 50 individus mâtures en une fois de la population présentant la diversité génétique la plus élevée, les mettre en élevage *in situ* [possibilité de renouveler ou mélanger les reproducteurs si une perte de diversité est observée], les mettre en élevage *ex situ*, puis les libérer dans les parcelles adéquates de Campo dell'Oro et dans le ou les sites qui auront été considérés comme adéquats.

Scenario 2.2.2.2.2 : réintroduire avec plusieurs modalités d'élevage (conditions artificielles + naturelles)

a) *Prélever des spécimens sauvages, les élever et les mettre ensuite dans les*

mésocosmes sur le site de Campo dell'Oro où l'espèce est absente et qui auront été définis comme favorables.

Description : En fonction des résultats sur la structure génétique de l'espèce et de la diversité génétique de chacune des populations, prélever 50 individus mâtures en une fois de la population présentant la diversité génétique la plus élevée, les mettre en élevage *ex situ* [possibilité de renouveler ou mélanger les reproducteurs si une perte de diversité est observée], puis les libérer dans les mésocosmes de Campo dell'Oro.

b) *Prélever des spécimens sauvages, les élever et les transplanter dans les mésocosmes sur le site de Campo dell'Oro et sur d'autres sites corse où l'espèce est absente et qui auront été définis comme favorables s.*

Description : En fonction des résultats sur la structure génétique de l'espèce et de la diversité génétique de chacune des populations, prélever 50 individus mâtures en une fois de la population présentant la diversité génétique la plus élevée, les mettre en élevage *ex situ* [possibilité de renouveler ou mélanger les reproducteurs si une perte de diversité est observée], puis les libérer dans les mésocosmes de Campo dell'Oro et dans un ou d'autres sites qui auront été considérés comme adéquats.

XII.2 Actions évoquées dans les *scenarii*

XII.2.1 Mesures de gestion

Ouverture du milieu

L'ouverture partielle de la lande à Genêt de Salzman a pour but de rajeunir le milieu des parcelles où la lande est la plus dense (donc diminuer le recouvrement de la lande). Il s'agit donc de retrouver des conditions de micro-habitat comparables à celles que l'on trouve dans les secteurs à forte densité d'Hélix de Corse, moyennant également un retrait superficiel de la matière organique qui a pu se former. La surface à défricher et le recouvrement de Genêt de Salzman et de Scrophulaire rameuse à atteindre dépendront des résultats des analyses sur l'écologie de l'espèce. Sur le principe, il s'agira d'intervenir dans la période d'inactivité de l'escargot. La lande à Genêt de Salzman et à Scrophulaire rameuse sera coupée franchement avec un sécateur jusqu'à la base, sans déracinement, ce qui risque de déstructurer le sable. La litière accumulée sera récoltée à l'aide d'un râteau à feuille, jusqu'à l'apparition du sable. Les résidus de coupe et la couche superficielle de matière organique seront exportés des zones gérées et valorisés. Dans ces micro-paysages rajeunis, on assistera sans doute à la germination de plantes pionnières.

Mesures actives de restauration

Il s'agira ici de réaliser une évolution accélérée de la végétation dans les parcelles qui ont été restaurées en 2013-2014, par les techniques identiques à celles utilisées lors des opérations des années 2000 (graines hydro-projetées, repiquage, etc.). Lors des repiquages, on veillera à ne pas dépasser les densités de végétaux déterminés dans les parcelles où les densités d'Escargot de Corse sont les plus élevées. Un plan de repiquage sera nécessaire pour se rapprocher au maximum des distributions naturelles, en y intégrant une part naturelle de réactivité biologique propre au substrat en place. Néanmoins, il s'agira d'être vigilant sur une fermeture très rapide du milieu qui, le cas échéant, impliquera la mise en œuvre de mesures gestion spécifique cf. paragraphe « *ouverture du milieu* ».

XII.2.2 Élevage des mollusques

Les deux élevages ne sont pas exclusifs, l'un (*ex situ*) pouvant servir à alimenter l'autre (*in situ*). Il pourrait être envisagé que l'élevage *ex situ* soit un élevage « intensif » de l'Hélix de Corse qui alimenterait l'élevage *in situ*. Ce dernier serait alors une zone d'acclimatation avant la libération définitive dans le milieu naturel.

Élevage *ex situ*

Le dispositif qui pourrait être mis en œuvre est celui proposé par F. Lemoine en 2011, avec des adaptations possibles en fonction des moyens humains et financiers (Annexe 1).

Élevage *in situ*

Il s'agit ici de mettre en place un système d'élevage de l'Hélix de Corse sur le site en lui-même. A l'inverse de l'élevage *ex situ*, les paramètres physico-chimiques ne sont pas tous maîtrisables, seuls l'apport de nourriture, les prédateurs, la richesse et le recouvrement végétal peuvent être maîtrisés.

Il s'agira de mettre en place des élevages dans des mésocosmes, dans les secteurs du Ricantu où la restauration s'est achevée en 2014. Nous argumentons cette proposition sur le fait que :

- les secteurs restaurés en 2014 sont exempts de végétation, à l'exception d'espèces annuelles,
- l'on a la certitude de l'absence de l'Hélix de Corse compte tenu des remaniements de sable,
- l'on maîtrisera la prédation et l'apport de nourriture,
- le dispositif servira de point de départ de colonisation naturelle de ces secteurs.

Le dispositif proposé correspond à des enclos de 4 m² (2 x 2 m), dont les côtés sont constitués de grillages à maille fine (< 5 mm). Les grillages latéraux seront enfouis dans le sable sur une profondeur de 0,60 m environ. Le grillage latéral autorisera les échanges latéraux en eaux et évitera l'intrusion de prédateurs. Le système sera fermé par des portes grillagées supérieures. On propose la réalisation de 30 mésocosmes réparti en six rangées de cinq perpendiculairement au trait de côte et espacé de cinq mètres chacun dans le sens de la longueur et de la largeur. L'emplacement sera à définir lors de la mise en œuvre.

Le couvert nécessaire à l'espèce pourra être récréé artificiellement par l'aménagement de support refuge sur le sable imitant la végétation ou bien en y bouturant des pieds de végétaux de son habitat (Genêt de Salzmann ou Scrophulaire rameuse). Seule la nourriture sera apportée, avec le dépôt d'un mélange de végétaux broyés dont la composition pourra être celle déterminée par Charrier *et al.* (2012). La fréquence de passage des nourrissements pourra être de l'ordre d'une fois pas semaine.

Les individus relâchés seront dotés de puce RFID qui permettront leur suivi (croissance, déplacement, etc.) dans les mésocosmes. On veillera à la répartition des individus provenant des différentes sous-populations du site, si cela était avéré par les études génétiques. Donc, si 150 individus (3 x 50) sont récoltés cela ferait cinq individus par mésocosme.

Il est possible que les mésocosmes installés sur le site de Campo dell'Oro puissent être dégradés. Le nombre de mésocosmes qui sera indiqué plus loin dans le présent document est donné à titre indicatif. Pour mesurer la sensibilité de ce dispositif à la dégradation, des essais de quelques mésocosmes peuvent être mis en œuvre.

XII.2.3 Etude de la structure et de la diversité génétique

La structure et la diversité génétique des échantillons prélevés seront évaluées à l'aide de marqueurs moléculaires mitochondriaux (haplo types mitochondriaux) et nucléaires (génotypes

microsatellites). Une étude multi locus pourra en outre nous renseigner sur l'histoire démographique des populations de l'Hélix de Corse. La signature moléculaire devrait effectivement nous permettre de dater les mouvements d'expansion versus rétraction qu'ont subis ces populations sous l'influence d'effets climatiques ou anthropiques. La diversité génétique sera ensuite évaluée dans les lots de spécimens libérés. Le protocole de prélèvements de tissus desquels sera extrait l'ADN n'impliquera pas la mort des individus (par exemple prélèvements de mucus dans Régnier *et al.* 2011). En fonction de la diminution de la diversité génétique observée dans l'élevage, de nouveaux individus reproducteurs sauvages ou non pourront être utilisés pour la reproduction. Il s'agira d'effectuer un renforcement génétique de l'élevage. Les individus initiaux seront relâchés aux endroits où ils auront été récoltés. Cependant, cela implique la définition d'un seuil de diversité génétique critique dans l'élevage (par exemple renforcement à effectuer à partir de 70% de la diversité génétique initiale).

XII.2.4 La libération des individus

La structure des classes d'âges par noyaux n'est pas connue, ni même la dimension de ces derniers. Toutefois, pour des questions de coûts et de fonctionnalité, les individus libérés appartiendront aux stades juvéniles. En effet, en termes de coûts, cela implique une durée plus courte d'élevage, donc un renouvellement plus rapide des individus. En ce qui concerne la fonctionnalité, cela a l'avantage de libérer un plus grand nombre d'individus qui s'adapteront plus rapidement aux conditions naturelles. La (ou les) période(s) de lâcher des individus est (sont) à déterminer précisément. Cependant, il serait pertinent que les libérations d'individus soient réalisées aux saisons où il existe des précipitations efficaces (printemps et/ou automne).

XIII. Identification des objectifs et des critères

XIII.1 Analyses des risques

La réintroduction est une tentative de retour d'une espèce dans son aire de distribution historique de laquelle elle a disparu, qui impliquerait des relâchés d'individus issus de captivité ou d'animaux prélevés dans la nature (Armstrong & Seddon 2007, UICN 2013). À l'échelle du site de Campo dell'Oro, le déplacement intentionnel d'individus d'Escargot de Corse, issus d'élevage ou non, par le truchement de l'homme dans les parcelles du site où il devait jadis exister, mais où il n'est plus maintenant, sera considéré comme de la réintroduction. En revanche, lorsqu'il s'agira de relâcher intentionnellement des individus du gastéropode dans des surfaces gérées ou non où l'espèce existe déjà, on parlera de renforcement de population.

À l'échelle de la Corse, nous parlerons de réintroduction pour les relâchés intentionnels dans les sites ou parcellaire où l'espèce est absente à ce jour et où les conditions seront jugées satisfaisantes pour accueillir le gastéropode.

Armstrong & Seddon (2007) considèrent dix questions sur les directions à prendre lors des projets de réintroduction et, par extension, renforcement (Tableau 2).

Échelle d'approche		Question
Échelle de la population	Établissement	Comment la taille et la composition des individus réintroduits affectent-elles la probabilité d'établissement de l'espèce ?
		Quel est le taux de survie et la dispersion de l'espèce avant et après la libération des individus ?
	Persistance	Quelles sont les conditions d'habitats requises pour assurer la persistance des individus libérés ?
		Comment la structure et la diversité génétique, ainsi que les conditions sanitaires des individus réintroduits affecteront-elles l'implantation des individus réintroduits ?
Échelle de la métapopulation		Quel est le nombre d'individus pouvant être prélevés de manière à ce que cela soit supportable par la (ou les) population(s) source(s) ?
		Quel est le nombre optimal d'individus à déplacer parmi les autres sites ?
		Le renforcement ou la réintroduction pourraient-ils être utilisés pour compenser l'isolement de la (ou des) population(s) du Ricantu et de Capitellu ?
Échelle de l'écosystème		L'espèce cible et ses parasites sont-ils natifs de l'écosystème ?
		Comment l'écosystème sera-t-il affecté par la réintroduction des individus ?
		Comment sera affectée la composition ultime du peuplement de mollusque à l'issue de la réintroduction ?

XIII.1.1 A l'échelle de la population

L'établissement

- Comment la taille et la composition des individus réintroduits affectent-elles la probabilité d'établissement de l'espèce ?

L'établissement d'individus reposant sur des libérations de petits groupes peut échouer par des phénomènes stochastiques (perte d'individus) ou par une baisse du succès reproducteur ou du taux de survie et de croissance de la population dans des faibles densités (effet Allee).

Les éléments exposés par Charrier *et al.* (2012) permettent d'avoir une idée des densités de l'espèce. Toutefois, la stratégie d'échantillonnage, reposant sur un tirage semi-aléatoire de placette impliquant un protocole de Capture-Marquage-Recapture et mis en œuvre pour estimer les habitats de l'espèce et l'effectif de la population de l'Hélix de Corse, ne permet pas de déterminer la taille des noyaux des individus (en surface et densité) et leur composition en termes de classes d'âges.

Toutes les espèces animales ont une distribution agrégative, ce qui permet par exemple aux individus d'optimiser les rencontres entre sujets lors de la reproduction. Cet élément de connaissance permettra de dimensionner la composition des groupes d'individus à relâcher et leur effectif en un point donné. Il permettra également de déterminer les densités maximales dans les parcelles où elle est présente et donner des effectifs théoriques à transplanter pour le renforcement. Il est possible de provoquer une sursaturation temporaire de la population en cas de renforcement de population dans les surfaces où l'espèce est déjà présente. En revanche, cela privilégiera une sélection naturelle et la dynamique (mortalité des individus les plus faibles, saturation de la prédation, dispersion des individus, etc.) aboutissant *in fine* à une stabilisation du nombre d'individus correspondant à la capacité de charge du milieu. Il est également possible que la libération de spécimens issus de l'élevage soit à l'origine d'apport de pathogènes qui affecteraient le taux de survie des individus de population en place (Ostermann *et al.* 1999, Lafferty & Gerber 2002, Sainsbury & Vaughan-Higgins 2012).

En définitive, on ne connaît ni la taille (densité et surface), ni la caractéristique (classe d'âge) des groupes d'individus à libérer pour optimiser la probabilité d'établissement de l'Hélix de Corse.

▪ **Quel est le taux de survie et la dispersion de l'espèce avant et après la libération des individus ?**

Il n'existe pas d'éléments concernant le taux de survie de l'Hélix de Corse (Charrier *et al.* 2013). On sait que là où les populations sont composées de plusieurs cohortes l'espèce peut atteindre un âge maximal de cinq ans. Charrier *et al.* (2012) abordent la question en proposant l'étude des cohortes. L'étude du taux de survie permettra d'alimenter des modèles populationnels, qui permettront d'optimiser les libérations.

En ce qui concerne le taux de dispersion, les marquages d'individus ont permis de montrer que la médiane des déplacements se situe aux alentours d'un à deux mètres, avec des spécimens pouvant faire des déplacements de 10 mètres (Charrier *et al.* 2013). Les zones de la terrasse fluvio-marine, restaurées il y a maintenant plus de 10 ans, commencent à être colonisées² alors qu'elles sont séparées des secteurs où l'espèce est présente par des chemins d'une largeur supérieure à un mètre quarante (Cucherat *et al.* observations personnelles 10/06/2014). Le taux de dispersion conditionne la réussite de l'établissement des individus (Bertelo *et al.* 2007). En effet, si les individus se dispersent immédiatement après le lâché il n'y a pas d'établissement possible. Toutefois, nous n'avons pas affaire à une espèce de vertébré. Ce taux de dispersion ne devrait pas avoir d'effet si les secteurs de lâchés ne sont pas saturés en individus ou s'il existe de la végétation où l'espèce peut aller se réfugier.

La persistance

▪ **Quelles sont les conditions d'habitats requises pour assurer la persistance des individus libérés ?**

Charrier *et al.* (2012), sur la base d'un modèle linéaire généralisé appliqué sur les nombres

² Spontanément ou non (relâchers de M. Charrier, voir plus haut)

d'escargots échantillonnés par maille (n = 15) en fonction des coordonnées de l'axe 1 de l'Analyse en Composante Principale des relevés réalisés dans les mailles étudiées (n = 15), de la profondeur de sable mobilisable manuellement sans outils, de la granulométrie du sable superficiel, du recouvrement en plantes herbacées et du recouvrement de la couche bryolichénique, trouvent que l'abondance de l'Hélix de Corse est pour 50 % expliquée par la composition végétale du cordon pseudo-dunaire et de la lande à Genêt de Salzmann et pour 16 % par la profondeur de sable mobilisable. Ils trouvent également que l'abondance de l'espèce est décroissante en passant du cordon pseudo-dunaire à la lande lorsque le sable est recouvert de lichens. Une granulométrie comprise entre 250 µm et 1 mm, un recouvrement faible en plantes herbacées dont les racines sont denses et intriquées, ainsi qu'une couche bryolichénique réduite influencent également positivement la distribution de l'escargot.

Toutefois, le protocole utilisé ici repose sur un tirage semi-aléatoire faible (n=15) et ne permet pas d'apporter la connaissance fine en ce qui concerne le micro-habitat et l'extension de celui-ci à l'échelle des parcelles où l'espèce est présente, à la fois dans le sens de la largeur du site (depuis le bourrelet pseudo-dunaire jusqu'au muret) et dans le sens longitudinal. La détermination du micro-habitat pourra y inclure des variables supplémentaires comme les traits biologiques des espèces végétales pour caractériser l'habitat de l'escargot et la surface en sable nu. On pourra ainsi répondre aux interrogations liées à la réintroduction du gastéropode dans les espaces restaurés ou dans d'autres sites, et savoir si les habitats ne sont pas trop juvéniles ou trop âgés. Dans le premier cas, l'espèce risque de ne pas pouvoir s'installer faute de ressources alimentaires suffisantes. Dans l'autre, il est possible que les conditions du sol ne conviennent pas à l'établissement de l'espèce.

▪ Comment la structure et la diversité génétique, ainsi que les conditions sanitaires des individus réintroduits affecteront-elles l'implantation des individus réintroduits ?

D'une manière ou d'une autre, que ce soit le renforcement ou la réintroduction, il sera nécessaire de prélever des spécimens dans la nature pour les remettre ailleurs directement dans les milieux naturels restaurés ou pour les élever et les remettre en liberté. Qu'il y ait prélèvement aléatoire ou non et élevage ou non ensuite, il est à craindre plusieurs facteurs :

- La perte de diversité génétique essentiellement lié à la dérive, processus aléatoires dans lequel un échantillon limité de gènes est transmis d'une génération à l'autre (Figure 4),
- La dépression de consanguinité : les accouplements d'individus apparentés réduisent la fertilité des descendants et leur taux de croissance,
- La sélection artificielle : la perte de capacité à se réadapter aux pressions naturelles du milieu à l'issue de la captivité (risque de perte de sélection naturelle),
- Le risque de transmission de pathogènes liés à l'élevage.

Le succès de la gestion d'une population captive nécessite que la population soit démographiquement stable et génétiquement diversifiée (Ballou & Foose 1996). Un programme d'élevage s'avère nécessaire pour éviter les risques développés auparavant. En outre, ce programme devra tenir compte de la structure génétique identifiée à l'issue des analyses génétiques initiales. Il devra être bâti de manière à pouvoir conserver la diversité génétique observée. En l'occurrence :

- si trois dèmes se différencient significativement, alors il s'agira d'effectuer trois élevages différents.
- si une population recèle l'intégralité de la diversité génétique de l'espèce, alors les individus reproducteurs pourront provenir de cette population,
- si la diversité génétique est divisée entre les différents noyaux d'individus, alors il s'agira de faire un élevage constitué de spécimens provenant de chacun de ces noyaux afin de maximiser la diversité génétique de l'élevage.

Outre cela, on soulignera qu'après plusieurs années de captivité, les *Partula* n'ont pas perdu leur

capacité à s'établir en milieux naturels et à se reproduire (Coote *et al.* 2004).

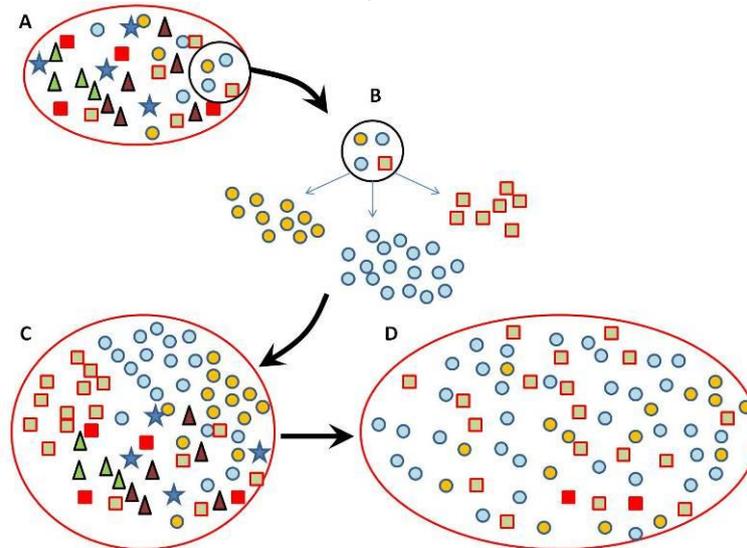


Figure 4: les risques de perte de diversité génétique. En A, la population initiale, avec sa diversité génétique figurée par les figures de différentes formes et couleurs. Un échantillon de cette diversité est prélevé, puis multiplié (B) et enfin réintroduit dans la population sauvage (C). Certains allèles seront surreprésentés par rapport à d'autres (sauvages). A terme (D), on aura bien augmenté le nombre d'individus de la population, mais certains allèles pourront avoir été perdus. La diversité génétique de la population est moindre, sa résilience, sa capacité à faire face à des changements environnementaux est plus faible.

Dans le cadre d'un élevage, on pourra estimer la diversité génétique de la population en comparant des individus i) récoltés en milieu naturel, ii) issus de générations produites. Il est néanmoins aussi envisageable de s'affranchir de cette étape et de profiter de la proximité des sites d'élevage avec le site du Ricantu pour relâcher les individus récoltés initialement et en récolter d'autres pour renouveler les stocks en cas de perte de diversité génétique.

XIII.1.2 À l'échelle de la métapopulation

Quel est le nombre d'individus pouvant être prélevés de manière à ce que cela soit supportable par la (ou les) population source ?

Actuellement, il n'existe pas d'élevage d'Hélix de Corse qui puisse servir de source pour des réintroductions ou des renforcements. En conséquence, il sera nécessaire de faire des prélèvements de spécimens dans la nature pour les déplacer directement, ou les élever et les libérer ensuite. Il y aura inévitablement un impact sur la population, en diminuant temporairement le nombre d'individus sur place.

Charrier et al. (2012) estiment l'effectif de la population entre 7 800 et 10 000 sur le site de Campo dell'Oro, dont 40 % des Hélix de Corse sont confinés sur une petite zone de 5 100 m² sur la base d'un protocole de Capture-Marquage-Recapture. En tenant compte des éléments relatifs aux facteurs liés à l'effet fondateur, *Mace et al.* (1998) suggèrent qu'un idéal de 50 individus adultes de *Partula* (gastéropode terrestre) est au moins suffisant pour constituer une population, avec le maintien d'une population de 250 individus. Dans l'hypothèse de trois sous-populations génétiquement distinctes et avec un prélèvement de 50 individus adultes dans chacune d'entre elles, un prélèvement de 150 individus représenterait entre 0,015% et 0,02% de l'effectif total et entre 0,037% et 0,05 % des adultes. Il s'agit naturellement d'un minimum, on pourrait très bien envisager des effectifs supérieurs pour optimiser la diversité génétique. Cela dépendra, néanmoins, de la capacité d'élevage de la structure désignée pour cela. Enfin, on soulignera que la population

située à l'ouest de la piste de l'aéroport a des effectifs très réduits et qu'avant de réaliser des prélèvements, il s'agira d'identifier les zones où les densités sont assez élevées pour pouvoir supporter les prélèvements.

Quelle est le nombre d'individus optimal à déplacer parmi les autres sites ?

À ce jour, on ne peut pas répondre à cette question. Pour y répondre il faudrait avoir des éléments sur :

- La structure génétique de la population dans les enclos où l'espèce est présente,
- La taille (densité et surface) des noyaux d'individus dans les enclos où ils sont présents.

Il sera alors possible de déterminer le nombre d'individus nécessaires pour fonder un noyau comparable à ceux qui existent dans le milieu. Il est aussi possible de déterminer les noyaux minimaux où la reproduction est constatée.

Le renforcement ou la réintroduction pourraient-ils être utilisés pour compenser l'isolement de la (ou des) population du Ricantu et de Capitellu ?

Avec l'Hélix de Corse, nous avons affaire à une population ou plusieurs sous-populations cantonnées à un espace géographique très restreint de la terrasse fluvio-marine du delta de la Gravona et du Prunelli. Les espaces en front de mer d'où l'espèce a disparu ont été restaurés. Toutefois, la colonisation (spontanée ou non) de ces espaces par le gastéropode est lente, mais visible (Cucherat *et al.* observations personnelles 10/06/2014). La création de nouveaux noyaux dans les zones restaurées, tenant compte de la structure génétique de la population (si elle existe) et tenant compte aussi de l'habitat optimal, permettra de combler les espaces entre patchs et d'accélérer le processus de colonisation. À terme, on peut espérer la constitution d'une population continue de l'espèce, quoiqu'interrompue par les pistes de l'aéroport de Campo dell'Oro.

À l'échelle de la Corse, l'Hélix de Corse devait être beaucoup plus répandu qu'il ne l'est actuellement comme l'atteste la présence de coquilles conservées dans les brèches calcaires de l'île. Toutefois, il n'est pas possible de déterminer précisément la distribution ancienne de l'espèce ailleurs en Corse, en se reposant sur les quelques traces fossilifères existantes. Le socle corse étant majoritairement acide, les coquilles ont vraisemblablement été dissoutes et seules les petites parties calcaires ont permis de garder des traces de fossile. Il existe de nombreux autres sites sableux littoraux ayant des origines géologiques et géomorphologiques différentes en Corse, dont certains, mais on ne sait pas encore lesquels, pourraient convenir à l'espèce. La création de nouvelles populations diminuerait les risques d'extinction de l'espèce dans sa globalité, puisque le site de Campo dell'Oro est aujourd'hui le seul site où l'espèce est connue. Constituer de nouvelles colonies de l'Hélix de Corse peut se faire en même temps ou après la réintroduction/renforcement sur Campo dell'Oro. Toutefois, la sélection des sites devra faire l'objet d'analyses précises sur le potentiel d'accueil. Le choix des sites d'accueil pourrait se faire en comparant les relevés faits sur les sites potentiels par rapport aux relevés sur Campo dell'Oro, au moyen d'analyses multivariées.

XIII.1.3 À l'échelle de l'écosystème

Sur le Ricantu, l'écosystème correspond à l'ensemble de l'espace sableux entre le bourrelet pseudo-dunaire et le muret. Sur Capitellu, cela correspond à l'ensemble de l'espace compris entre le bourrelet pseudo-dunaire et la limite de colonisation du Genêt de Salzmann.

L'espèce cible et ses parasites sont-ils natifs de l'écosystème ?

A cette question clé, et à preuve du contraire, la réponse est oui. L'Hélix de Corse est donc natif des espaces sableux de Campo dell'Oro et les parcelles restaurées entrent dans son aire de répartition. D'autres sites corses (sableux ou non) devaient également l'être, compte tenu des données historiques disponibles (Caziot 1911, Bouchet *et al.* 1997, 1998).

En revanche, l'élevage peut induire l'apparition de parasites qui ne sont pas indigènes à l'aire de distribution de l'Hélix de Corse. Les parasites venant de l'élevage peuvent occasionner une diminution du taux de survie des individus ou anéantir les élevages conservatoires (Daszak & Cunningham 1999, Lafferty & Gerber 2002), et être dangereux pour la population sauvage (Wilson *et al.* 1994, Earnhardt 1999). Ce risque n'est pas négligeable, tout dépendra de la conduite de l'élevage. Derrickson & Snyder (1992) et Lafferty & Gerber (2002) recommandent de multiplier les sites d'élevage en restant dans l'aire de distribution de l'espèce, pour limiter les pertes en cas de contamination, et de limiter les contacts avec des espèces habituellement non présentes dans l'aire de répartition porteuses d'agents infectieux.

Ces risques sont particulièrement à prendre en compte lors du renforcement de la (ou des) population. En revanche, les risques d'infection par des pathogènes sur la (ou les) population existante pourront être réduits dans le cas de la réintroduction dans les milieux « vierges » d'Hélix de Corse. L'isolement des noyaux de populations réduira le flux d'agents infectieux parmi la (ou les) population à court terme (Hess 1994), mais promouvra la perte de diversité génétique du noyau s'il reste isolé longtemps des autres noyaux (Frankel & Soulé 1981).

Comment l'écosystème sera-t-il affecté par la réintroduction des individus ?

Les mollusques, en particulier les gastéropodes, peuvent influencer la composition et la structure floristique de leur habitats (*e.g.* Moore 2005). Tout est une question de densité. Néanmoins, dans le cas de l'Hélix de Corse, il n'existe pas d'éléments sur sa fonction écologique dans l'habitat sableux dans lequel il vit et ni même sur son impact sur la flore. L'espèce étant polyphage, il est possible que son abrutissement ait des effets sur son micro-habitat, en sélectionnant certaine espèce, mais il est peu probable que l'espèce ait un impact sur le macro-habitat. Les éléments qui seront recueillis lors des états initiaux (mesure de densité, taille des noyaux, etc.) permettront d'apporter quelques réponses.

Comment sera affectée la composition ultime du peuplement de mollusque à l'issue de la réintroduction ?

A notre connaissance, il n'y a pas eu de caractérisation des peuplements de mollusque du cordon littoral de Campo dell'Oro. On ne peut donc pas répondre à cette question. Les éléments qui seront recueillis lors des états initiaux (mesure de densité, taille des noyaux, diversité et structure génétique, état sanitaire, etc.) permettront d'apporter des réponses.

XIII.2 Autres risques et bénéfices

XIII.2.1 Les autorisations administratives

Les moyens fonciers

Les populations de l'Hélix de Corse sont sur des parcelles cadastrales du domaine public aéroportuaire de la CTC dont la gestion a été transférée au Conservatoire par convention d'une durée illimitée et relèvent donc du domaine public aéroportuaire administré par le Conservatoire du littoral au titre d'un transfert de gestion. Par conséquent, quel que soit le projet envisagé concernant cette espèce, il n'y a pas de difficulté concernant les autorisations administratives relatives à l'usage du sol. Le Conservatoire est également le maître d'ouvrage de cette étude qui est une des actions du PNA et agit sur la seule responsabilité de propriétaire.

Risques juridiques

La mise en élevage de l'Hélix de Corse va impliquer la réalisation de dossiers administratifs permettant de demander une dérogation de prélever et manipuler l'espèce et pour pouvoir le mettre en élevage.

L'Hélix de Corse est une espèce protégée au titre l'article 3 de l'arrêté du 23 avril 2007. Celui-ci stipule que :

I. Sont interdits sur tout le territoire métropolitain et en tout temps la destruction ou l'enlèvement des œufs, la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement des animaux.

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

Cet article est moins contraignant juridiquement que l'article 2 du même arrêté, puisque le volet protection de l'habitat n'apparaît pas. Néanmoins, il reste contraignant dans la mesure où il sera nécessaire de constituer un dossier qui devra être présenté à la Commission Faune du CNPN pour pouvoir manipuler, prélever et relâcher les individus.

Le dossier CNPN sera composé des pièces administratives suivantes :

- Le Cerfa N° 13616*01 correspondant à la demande de dérogation pour la capture ou l'enlèvement, la destruction, la perturbation intentionnelle de spécimens d'espèces animales protégées.
- Le Cerfa N° 11629*02 correspondant à la demande de dérogation pour le transport de spécimens d'espèces animales protégées.
- Le dossier explicitant l'intégralité du projet justifiant les points ne pouvant être développés dans les Cerfa.

Ce dossier « CNPN » fera l'objet d'une audition auprès de la Commission Faune, mais également auprès du CSRPN de Corse au préalable (et du Conseil des sites ?), et recevra également un avis de la DREAL Corse. La Commission Faune et le CSRPN donneront respectivement un avis circonstancié, sur lequel le préfet compétent sur le dossier s'appuiera pour signer les arrêtés qui permettront la réalisation du projet. L'incertitude repose donc sur la possible émission d'avis défavorable de la Commission Faune, du CSRPN de Corse et de la DREAL Corse. De fait, il existe donc un risque de refus de signature des autorisations de prélèvements et de réintroduction des individus et donc de poursuite du projet.

La mise en élevage nécessite la constitution d'une demande de certificat de capacité et d'autorisation préfectorale pour l'élevage d'espèces animales non domestiques. Le certificat de capacité pour l'entretien d'animaux d'espèces non domestiques est un document délivré par l'administration française, reconnaissant la compétence de son titulaire à élever, vendre, louer, faire transiter ou présenter au public des spécimens vivants d'espèces non domestiques de la « faune locale ou étrangère ». Depuis 1998, ce certificat de capacité se constitue dans le département de domicile du candidat. Ce certificat est personnel et est délivré par le préfet du domicile du candidat, au vu de la compétence de celui-ci pour assurer l'entretien des animaux. Ce certificat n'est pas général : il est limité pour certaines espèces ou groupes d'espèces, et pour un type d'activité. Il peut éventuellement déterminer le nombre d'animaux dont l'entretien est autorisé. Le certificat peut être accordé pour une durée indéterminée ou limitée. Il peut être suspendu ou retiré, après que son détenteur a été mis à même de présenter ses observations. Ce certificat est régi par les articles L413-2 et -3 et les articles R413-1 à -51 du Code de l'Environnement.

La constitution du dossier de demande de certification implique le remplissage d'un formulaire Cerfa N° 12447*01 adossé à un dossier explicitant le projet de ferme d'élevage. Le dossier sera à

déposer au service vétérinaire de la Direction Départementale de la Cohésion Sociale et de la Protection des Populations (DDCSPP).

XIII.2.2 Les coûts financiers

Les programmes de renforcement ou de réintroduction ont un coût financier et un coût en termes de ressources humaines (charges de personnels et mobilisation de personnes). Outre les volontés, ce sont souvent les ressources financières qui limitent de tels projets dans le temps et dans l'espace. A ce niveau-ci de l'étude, nous ne donnons que des estimations hautes des possibles coûts pour chacun des *scenarii* (cf. conséquences des *scenarii*).

XIII.2.3 Le coût social

Le coût social est surtout à prendre en compte dans les *scenarii* qui incluront les réintroductions dans des sites sableux hors de la terrasse fluvio-marine du Ricantu et de Capitellu. La réintroduction d'individus d'Hélix de Corse va nécessiter la mise en défens des surfaces où l'espèce sera réintroduite, afin que l'installation et la persistance soient des réussites. Cela signifie qu'il sera nécessaire de mettre en œuvre des dispositifs de protection qui limiteront peut être la fréquentation des sites.

Les espaces littoraux de Corse sont particulièrement attractifs pour les activités touristiques, leur fréquentation sera une variable à prendre en compte. Le Conservatoire maîtrise néanmoins ce type de problématique : mise en défens d'espaces dunaires et sensibilisation du public.

XIII.2.4 Les bénéfices à en tirer

En face de l'ensemble des éléments passés en revue, le principal bénéfice d'un programme de renforcement et/ou de réintroduction réside dans la diminution du risque d'extinction par l'augmentation de la taille de population de l'Hélix de Corse et l'augmentation du nombre de ses sites de développement. Néanmoins, ce risque d'extinction ne sera pas effacé, l'Hélix de Corse restera un endémique Corse restreint à des habitats particuliers très vulnérables et qui occupent des surfaces restreintes.

Moyennant une réussite du projet, on peut envisager un bénéfice en termes de reconnaissance pour la politique de conservation de la faune et de la flore et pour tous les acteurs de la protection et de la gestion du site. Ce bénéfice se fera auprès des autorités environnementales européennes mais aussi nationales, ainsi qu'auprès de la Collectivité Territoriale Corse et de la population elle-même. D'une manière plus globale, il s'agit ici d'affirmer la responsabilité mondiale de maintien d'une forme d'expression de la vie sur terre que porte le Conservatoire du littoral en tant que propriétaire du lieu de vie de l'Hélix de Corse, et qu'il se doit de transmettre aux générations futures.

Enfin, dans tous les cas de figure, ce projet de renforcement et/ou réintroduction bénéficiera à l'amélioration des connaissances scientifiques sur la biologie et l'écologie de l'Hélix de Corse. Il y aura un bénéfice à tirer en ce qui concerne l'expérience acquise sur le projet pour les autres programmes de renforcement/réintroduction de mollusques.

XIII.3 Identification des objectifs

Nous avons vu que l'objectif global est de réduire le risque d'extinction de l'Hélix de Corse à l'échelle mondiale. Ce grand objectif peut être décliné en sous objectifs. Ils serviront à classer et hiérarchiser les critères ; critères qui permettront d'évaluer les conséquences des *scenarii*.

Les sous-objectifs identifiés sont :

- augmenter l'aire de répartition de l'Hélix de Corse,
- augmenter les effectifs de l'Hélix de Corse,
- multiplier le nombre de sites/populations,
- maîtriser l'état de santé de la population de l'Hélix de Corse (maladies, parasites, dépression de consanguinité),
- optimiser les coûts.

Deux de ces objectifs sont également utilisés comme critères par l'UICN pour l'évaluation des statuts de menaces des espèces animales et végétale. L'objectif « augmenter l'aire de répartition de l'Hélix de Corse » correspond aux critères B de l'UICN « répartition géographique », tandis que l'objectif augmenter les effectifs » correspond aux critères A, C et D de l'UICN « réduction de la population », « petite population et déclin » et « population très petite ou restreinte » respectivement.

XIII.4 Identification et organisation des critères

Les critères sont spécifiques et permettent de mesurer les objectifs de chacun des *scenarii*. Ils permettent d'évaluer les conséquences des *scenarii*, et non pas les *scenarii* eux-mêmes. Pour définir les critères, nous avons adopté une démarche dite « de bas en haut », où il a été question d'analyser en quoi les *scenarii* différaient les uns des autres. À l'issue de cela, les critères ont été classés et organisés selon les objectifs auxquels ils correspondaient. Le tableau 3 synthétise les critères identifiés en fonction des objectifs.

Grand objectif	Sous-objectifs	Critères
Réduire le risque d'extinction de l'Hélix de Corse	Augmenter l'aire de répartition de l'Hélix de Corse	Surface d'habitat existant de l'Hélix de Corse gérée
		Surface d'habitat de l'Hélix de Corse activement restauré
		Un site de réintroduction (Ricantu uniquement)
		Plusieurs sites de réintroduction
	Augmenter les effectifs de l'Hélix de Corse	Probabilité d'établissement des individus
		Une ferme d'élevage
		Plusieurs fermes d'élevage
	Maîtriser l'état de santé de la population de l'Hélix de Corse (maladies, parasites, dépression de consanguinité)	Apparition de pathogènes
		Un prélèvement de spécimens sauvages
		Plusieurs prélèvements de spécimens sauvages
Perte de diversité génétique		
Élevage <i>in situ</i>		
Optimiser les coûts	Élevage <i>ex situ</i>	
	Nombre de personnes impliquées	
		Coût de l'élevage

	Coût de gestion des habitats
	Coût de gestion du projet

XIII.5 Description des conséquences des *scenarii*

À cette étape de l'analyse multicritère, il est nécessaire de détailler les conséquences envisagées des *scenarii* en tenant compte des critères retenus. Cette description a pour but de montrer les antagonismes entre objectifs et critères.

XIII.5.1 Scénario 1.1 : laisser faire les choses naturellement

Il s'agit ici de laisser l'Helix de Corse coloniser les parcelles de la terrasse fluvio-marine, dont la réhabilitation s'est achevée en milieu d'année 2014. Aucune intervention humaine n'est envisagée ici, en dehors du ramassage des déchets et du remplacement des ganivelles à l'issue des tempêtes. En conséquence, il n'y a aucune maîtrise des surfaces colonisées par l'Hélix de Corse, du temps nécessaire pour la colonisation de celles-ci et de l'évolution de la taille de population de l'Hélix de Corse. Aucun coût financier ou humain n'est engagé ici, à l'exception de ce qui est actuellement engagé pour le ramassage des déchets et du remplacement des ganivelles. L'espèce reste donc soumise ici aux seuls phénomènes stochastiques.

XIII.5.2 Scénario 1.2 : gérer les habitats uniquement

Il s'agit ici de laisser l'Helix de Corse coloniser les parcelles de la terrasse fluvio-marine, dont la réhabilitation s'est achevée en milieu d'année 2014. En revanche, il s'agit d'intervenir sur les parcelles protégées depuis 12 ans en y pratiquant une dédensification de la lande à Genêt de Salzmann, en coupant des pieds des végétaux et de retirer la couche supérieure de sable pour réduire le recouvrement par les lichens et les mousses. La surface à dédensifier n'est pas définie pour l'heure, elle dépendra du résultat des études complémentaires mais concernera probablement plusieurs centaines de mètres carrés de lande. Il s'agit également d'accélérer la colonisation de la végétation des parcelles en mettant en œuvre des techniques identiques à celles utilisées sur les parcelles restaurées en 2002. Ces interventions ont pour objectif d'augmenter la surface d'habitats favorables pour que l'espèce puisse les coloniser. Ces interventions s'ajoutent à ce qui est actuellement engagé pour le ramassage des déchets et du remplacement des ganivelles.

En conséquence, il n'y a aucune maîtrise des surfaces colonisées par l'Hélix, du temps nécessaire pour la colonisation de celles-ci et de l'évolution de la taille de population de l'Hélix de Corse. La dédensification de la lande et l'excavation de la couche superficielle du sable, ainsi que la mise en œuvre de techniques de restauration de la flore des parcelles réhabilitées impliqueront des moyens humains et financiers (estimé à 30 000 euros HT) supplémentaire par rapport à ce qui est actuellement engagé pour le ramassage des déchets et du remplacement des ganivelles. L'espèce reste donc soumise ici aux seuls phénomènes stochastiques.

XIII.5.3 Scénario 2.1 : renforcement des effectifs

Il s'agit ici de prélever des spécimens mâtures d'Helix de Corse (50 individus). Après analyse de la structure et de la diversité génétique (état initial), ces spécimens seront mis en ferme d'élevage (quelle que soit la variante retenue). Les individus produits lors de l'élevage sont ensuite relâchés dans les secteurs du Ricantu où les densités d'Hélix de Corse sont les plus faibles. Aucune autre

intervention sur le milieu, à l'exception du ramassage des déchets et des remplacements de ganivelle, ne sera entreprise.

En conséquence, ce scénario permettra de répondre aux objectifs liés à l'augmentation numérique du nombre d'individus, mais ne permettra pas de répondre à l'objectif de l'augmentation de la surface colonisée par l'Hélix. Il n'y aura pas de maîtrise du temps nécessaire pour la colonisation de celles-ci. Le scénario 2.1 ne propose pas d'agir sur les habitats des parcelles actuellement colonisées par l'escargot. Quelle que soit la variante retenue (*in situ*, *ex situ* ou les deux en même temps), il est possible que l'on observe une dérive génétique qui amènera à récolter d'autres spécimens mûres pour apporter de la diversité. Il s'agira de réaliser des analyses génétiques initiales et en routine sur une période de cinq ans environ (âge maximum atteint par les individus). Il impliquera également la création d'une ferme d'élevage *in situ* ou *ex situ* où des coûts humains (coût de gestion de personnel) et financiers (achat de matériel pour la ferme d'élevage, de matériel pour la réalisation des mésocosmes, etc.) seront à engager (enveloppe approximative de 30 000 euros HT max + frais supplémentaire de personnel).

La variante *ex situ* du scénario 2.1 peut avoir comme conséquences de voir apparaître des pathogènes qui risquent de mettre en péril l'élevage et l'espèce lors des réintroductions dans les zones de faibles densités.

La variante *in situ* du scénario 2.1 peut avoir comme conséquence l'incapacité de la maîtrise des générations produites (possibilités qu'il n'y ait aucune reproduction) et de l'incapacité de maîtriser les facteurs limitant, ce qui impliquerait la récolte de spécimens supplémentaires dans le milieu naturel. En revanche, compte tenu du dispositif, cette variante permettra de limiter les risques sanitaires et la transmissions de pathogènes dans l'élevage. Toutefois, il n'empêchera pas la transmission de pathogènes dans les zones de faible densité et les risques de perte de richesse et de diversité génétique.

XIII.5.4 Scénario 2.2.1 : réintroduire sans élevage

Scénario 2.2.1.1 : uniquement sur Campo dell'Oro

Il s'agit ici de prélever des spécimens mûres d'Helix de Corse (3 x 50 individus). Après l'estimation initiale de la diversité génétique, pour évaluer ensuite le niveau d'érosion de cette diversité lié à l'élevage, ces spécimens sont ensuite libérés dans les parties des parcelles du Ricantu où les habitats sont considérés comme favorables et où l'espèce est absente. Ces interventions s'ajoutent à ce qui est actuellement engagé pour le ramassage des déchets et du remplacement des ganivelles.

En conséquence, ce scénario ne permet pas de répondre aux objectifs liés à l'augmentation du nombre d'individus. Il permet néanmoins de répondre à l'objectif de l'augmentation de la surface colonisée par l'Hélix de Corse. En revanche, il n'est pas certain que les spécimens libérés réussissent à s'établir. Il existe par ailleurs un risque de perte de richesse et de diversité génétique. D'autres spécimens devront alors être prélevés et relâchés.

La variante *a* du scénario 2.1 ne propose pas d'agir sur les habitats des parcelles actuellement colonisées par l'escargot. Il est possible que l'on observe une perte de richesse et de diversité génétique, ce qui amènera à récolter d'autres spécimens mûres pour restaurer le même niveau de richesse et de diversité génétique. Il s'agira de réaliser des analyses génétiques initiales et en routine sur une période de cinq ans environ (âge maximum atteint par les individus). Il impliquera aussi des coûts financiers (moins de 1 000 euros) liés au temps de récolte des spécimens et à leur libération. Ces interventions s'ajoutent à ce qui est actuellement engagé pour le ramassage des déchets et du remplacement des ganivelles.

Scénario 2.2.1.2 : à Campo dell'Oro et ailleurs en Corse

Dans son mode opératoire, cette variante est identique au scénario 2.2.1.1, à l'exception qu'en plus

du site de Campo dell'Oro, les individus sont libérés sur d'autres sites.

En conséquence, cette variante du scénario ne permet pas de répondre aux objectifs liés à l'augmentation du nombre d'individus, mais permet de répondre à l'objectif de l'augmentation de la surface colonisée par l'Hélix de Corse (en nombre de sites). Il n'est cependant pas garanti que les spécimens libérés réussissent à s'établir dans les sites de libération. Il existe également un risque de perte de richesse et de diversité génétique. D'autres spécimens devront alors être prélevés et libérés.

Le scénario ne propose pas d'agir sur les habitats des parcelles actuellement colonisées par l'escargot, ni même sur celles où il n'est pas encore (parcelles restaurées en 2014 et autres sites Corse). Il est possible que l'on observe une perte de richesse et de diversité génétique. Ceci impliquera la récolte d'autres spécimens mûres pour restaurer le même niveau de richesse et de diversité génétique. Il s'agira de réaliser des analyses génétiques initiales et en routine sur une période de cinq ans environ (âge maximum atteint par les individus). Il implique des coûts financiers faibles (moins de 1 000 euros) liés de récolte des spécimens et à leurs relâchés. Sur le site de Campo dell'Oro et les autres sites de Corse, ce scénario n'implique pas d'autres coûts que ceux qui sont actuellement engagés pour leur entretien.

XIII.5.5 Scénario 2.2.2.1 : réintroduire avec élevage en conditions naturelles

Variante a : uniquement sur Campo dell'Oro

Il s'agit ici de prélever des spécimens mûres d'Helix de Corse (50 individus). Après analyse de la structure et de la diversité génétique (état initial), ces spécimens seront mis en ferme d'élevage *in situ* (mésocosmes). Les individus produits lors de l'élevage sont ensuite libérés dans les parties des parcelles du Ricantu où l'Hélix de Corse est absent, moyennant la disponibilité d'habitats qui auront été déterminés comme favorables. Aucune autre intervention sur le milieu, à l'exception du ramassage des déchets et des remplacements de ganivelles, n'est envisagée.

En conséquence, ce scénario permettra de répondre aux objectifs liés à l'augmentation du nombre d'individus et partiellement à l'augmentation de la surface colonisée par l'Hélix de Corse (puisque cela ne concerne qu'un seul site). Il y aura une maîtrise du temps nécessaire pour la colonisation de celles-ci par les libérations. Le scénario ne propose pas d'agir sur les habitats en général. La mise en élevage *in situ* du scénario peut avoir comme conséquence l'incapacité de la maîtrise de la reproduction (en termes de nombre d'individus produits) et de l'incapacité de maîtriser les facteurs limitants, ce qui impliquerait la récolte de spécimens supplémentaires dans le milieu naturel. En revanche, compte tenu du dispositif, cette variante permettra de limiter les risques sanitaires et la transmissions de pathogènes dans l'élevage. En revanche, cette variante ne permettra pas de limiter les risques de perte de richesse et de diversité génétique. Cela amènerait à récolter d'autres spécimens mûres pour restaurer le même niveau de richesse et de diversité génétique dans l'élevage.

Il s'agira de réaliser des analyses génétiques initiales et en routine sur une période de cinq ans environ (âge maximum atteint par les individus). Il impliquera aussi des coûts financiers (moins de 1 000 euros) liés au temps de récolte des spécimens et à leur libération. Le scénario nécessitera également la création d'une ferme d'élevage *in situ* où des coûts humains (coût de gestion de personnel) et financiers (achat de matériel pour la ferme d'élevage, de matériel pour la réalisation des mésocosmes, etc.) seront à engager (enveloppe approximative de 10 000 euros HT max + frais supplémentaires de personnel) pour le démarrage.

Variante b : à Campo dell'Oro et ailleurs en Corse

Cette variante est dans le mode opératoire identique à la variante a, à l'exception près que les individus sont relâchés sur d'autres sites que celui de Campo dell'Oro.

En conséquence, ce scénario permettra de répondre aux objectifs liés à l'augmentation du nombre d'individus et à l'augmentation de la surface colonisée par l'Hélix de Corse (plusieurs sites contrairement à la variante a). Il y aura une maîtrise du temps nécessaire pour la colonisation de celles-ci par les relâchés. Le scénario ne propose pas d'agir sur les habitats en général. La mise en élevage *in situ* du scénario peut avoir comme conséquence l'incapacité de la maîtrise de la reproduction (en termes de nombre d'individus produits) et de l'incapacité de maîtriser les facteurs limitant, ce qui impliquerait la récolte de spécimens supplémentaires dans le milieu naturel. En revanche, compte tenu du dispositif, cette variante permettra de limiter les risques sanitaires et la transmissions de pathogènes dans l'élevage mais pas sur les risques de dérive génétique, ce qui amènerait à récolter d'autres spécimens mûres pour apporter de la diversité dans l'élevage.

Il s'agira de réaliser des analyses génétiques initiales et en routine sur une période de cinq ans environ (âge maximum atteint par les individus). Il impliquera aussi des coûts financiers (moins de 1 000 euros) liés au temps de récolte des spécimens et à leur libération. Le scénario nécessitera également la création d'une ferme d'élevage *in situ* où des coûts humains (coût de gestion de personnel) et financiers (achat de matériel pour la ferme d'élevage, de matériel pour la réalisation des mésocosmes, etc.) seront à engager (enveloppe approximative de 10 000 euros HT max + frais supplémentaires de personnel) pour le démarrage et de frais pour les libérations (1 000 euros HT).

XIII.5.6 Scénario 2.2.2.2.1 : réintroduire à partir un élevage en conditions artificielles

Variante a : uniquement à Campo dell'Oro

Il s'agit ici de prélever des spécimens mûres d'Hélix de Corse (3 x 50 individus). Après analyse de la structure et de la diversité génétique (état initial), ces spécimens sont mis dans une ferme d'élevage *ex situ* selon le protocole détaillé en annexe 1. Les individus produits en élevage sont ensuite libérés dans les parties des parcelles du Ricantu où l'Hélix de Corse est absent, moyennant la présence d'habitats qui auront été déterminés comme favorables. Aucune autre intervention sur le milieu, à l'exception du ramassage des déchets et des remplacements de ganivelles, n'est envisagée.

En conséquence, ce scénario permettra de répondre aux objectifs liés à l'augmentation du nombre d'individus et partiellement à l'augmentation de la surface colonisée par l'Hélix (puisque cela ne concerne qu'un seul site). Il y aura une maîtrise du temps nécessaire pour la colonisation. Le scénario ne propose pas d'agir sur les habitats en général. L'élevage *ex situ* peut avoir comme conséquences de voir apparaître des pathogènes qui risquent de mettre en péril l'élevage. En revanche, compte tenu du fait que les libérations se dérouleront dans des zones où l'Hélix de Corse est absent, les risques de transmission de pathogènes sont faibles pour les autres Hélix de Corse. Toutefois, on ne peut écarter les risques de perte de richesse et diversité génétique. Le cas échéant, cela impliquerait la récolte d'autres spécimens mûres pour restaurer la richesse et la diversité génétique.

Il s'agira de réaliser des analyses génétiques initiales et en routine sur une période de cinq ans environ (âge maximum atteint par les individus). Il impliquera aussi des coûts financiers (moins de 1 000 euros). Le scénario nécessitera également la création d'une ferme d'élevage *ex situ* où des coûts humains (coût de gestion de personnel) et financiers (achat de matériel pour la ferme d'élevage, de matériel pour la réalisation des mésocosmes, etc.) seront à engager (enveloppe approximative de 30 000 euros HT max + frais supplémentaires de personnel) pour le démarrage.

Variante b : à Campo dell'Oro et ailleurs en Corse

Dans son mode opératoire, cette variante est identique à la variante a, à l'exception près que les individus sont élevés dans plusieurs fermes *ex situ* et ensuite libérés sur d'autres sites que celui de Campo dell'Oro.

En conséquence, ce scénario permettra de répondre aux objectifs liés à l'augmentation du nombre d'individus et à l'augmentation de la surface colonisée par l'Hélix de Corse (plusieurs sites contrairement à la variante a). Il y aura une maîtrise du temps nécessaire pour la colonisation de celles-ci par les libérations (successifs ou non). Le scénario ne propose pas d'agir sur les habitats en général. L'élevage *ex situ* peut avoir comme conséquences de voir apparaître des pathogènes qui risquent de mettre en péril l'élevage. Toutefois, étant donné la possibilité d'avoir plusieurs élevages, les échecs dans un élevage peuvent être palliés par les autres. Il n'y a donc pas de retard de redémarrage de l'élevage en cas d'échecs et de retard pris sur le projet. En revanche, compte tenu du fait que les libérations se dérouleront dans des zones où l'Hélix de Corse sera absent, les risques de transmission de pathogènes sont faibles vers les autres Hélix de Corse. Par ailleurs, on ne peut écarter les risques de perte de richesse et de diversité génétique, ce qui amènerait à récolter d'autres spécimens mûres pour restaurer le niveau de richesse et de diversité génétique.

Il s'agira de réaliser des analyses génétiques initiales et en routine sur une période de cinq ans environ (âge maximum atteint par les individus). Il impliquera aussi des coûts financiers (moins de 1 000 euros). Le scénario nécessitera également la création d'une ferme d'élevage *ex situ* où des coûts humains (coût de gestion de personnel) et financiers (achat de matériel pour la ferme d'élevage, de matériel pour la réalisation des mésocosmes, etc.) seront à engager (enveloppe approximative de 20 000 euros HT max + frais supplémentaires de personnel) pour le démarrage et de frais pour les libérations (2 000 euros HT).

XIII.5.7 Scénario 2.2.2.2.2 : réintroduire avec plusieurs modalités d'élevage (conditions artificielles + naturelles)

Variante a : uniquement à Campo dell'Oro

Il s'agit ici de prélever des spécimens mûres d'Hélix de Corse (3 x 50 individus). Après analyse de la structure et de la diversité génétique (état initial), ces spécimens sont mis dans une ferme d'élevage *ex situ* selon le protocole détaillé en annexe 1. Les individus produits en élevage sont ensuite relâchés dans les mésocosmes de la ferme d'élevage *in situ* pour un essaimage pour une mise en adaptation des individus d'élevage et libération ultérieures. Aucune autre intervention sur le milieu, à l'exception du ramassage des déchets et des remplacements de ganivelles, n'est envisagée.

En conséquence, ce scénario permettra de répondre aux objectifs liés à l'augmentation du nombre d'individus et partiellement à l'augmentation de la surface colonisée par l'Hélix de Corse (puisque cela ne concerne qu'un seul site). Il y aura une maîtrise du temps nécessaire pour la colonisation de celles-ci par les libérations. De plus, le renforcement à partir de spécimens d'élevage en mésocosmes permettra une maîtrise de leur adaptation au milieu pour ensuite être dispersés sur le site. Le scénario ne propose pas d'agir sur les habitats en général. L'élevage *ex situ* peut avoir comme conséquences de voir apparaître des pathogènes qui risquent de mettre en péril l'élevage. En revanche, compte tenu du fait que les libérations se dérouleront dans les mésocosmes où l'Hélix de Corse sera absent, les risques de transmission de pathogènes sont faibles. Par ailleurs, on ne peut écarter les risques de perte de richesse et de diversité génétique, ce qui amènerait à récolter d'autres spécimens mûres pour restaurer le niveau de richesse et de diversité génétique.

Il s'agira de réaliser des analyses génétiques initiales et en routine sur une période de cinq ans environ (âge maximum atteint par les individus). Il impliquera aussi des coûts financiers (moins de 1 000 euros). Le scénario nécessitera également la création d'une ferme d'élevage *ex situ* où des coûts humains (coût de gestion de personnel) et financiers (achat de matériel pour la ferme d'élevage, de matériel pour la réalisation des mésocosmes, etc.) seront à engager (enveloppe approximative de 30 000 euros HT max + frais supplémentaires de personnel) pour le démarrage.

Variante b : à Campo dell'Oro et ailleurs en Corse

Dans son mode opératoire, cette variante est identique à la variante a, à l'exception près que les individus sont élevés dans plusieurs fermes *ex situ*, ensuite libérés dans des mésocosmes sur le site de Campo dell'Oro et ailleurs en Corse.

En conséquence, ce scénario permettra de répondre aux objectifs liés à l'augmentation du nombre d'individus et à l'augmentation de la surface colonisée par l'Hélix de Corse (plusieurs sites contrairement à la variante a). Il y aura une maîtrise du temps nécessaire pour la colonisation de celles-ci par les relâchés (successifs ou non) et permettra de maîtriser l'implantation des individus via les mésocosmes. Le scénario ne propose pas d'agir sur les habitats en général. L'élevage *ex situ* peut avoir comme conséquences de voir apparaître des pathogènes qui risquent de mettre en péril l'élevage. Toutefois, étant donné des libérations dans des mésocosmes la transmission de pathogène est limitée avec les individus sauvages. Par ailleurs, on ne peut écarter les risques de perte de richesse et de diversité génétique, ce qui amènerait à récolter d'autres spécimens mûres pour restaurer le niveau de richesse et de diversité génétique.

Le géotypage impliquera la réalisation d'analyses génétiques (environ 3 000 euros HT) initiales et en routine au bout de plusieurs générations produites. Il impliquera la récolte de spécimens nécessitant des mobilisations financières et de personnels (environ 1 000 euros HT). Le scénario nécessitera également la création d'une ferme d'élevage *ex situ* où des coûts humains (coût de gestion de personnel) et financiers (achat de matériel pour la ferme d'élevage, de matériel pour la réalisation des mésocosmes, etc.) seront à engager (enveloppe approximative de 30 000 euros HT max + frais supplémentaires de personnel) pour le démarrage et de frais pour les libérations (2 000 euros HT + frais associés au suivi des mésocosmes).

XIII.6 Définition des scores des critères

Dans cette partie, il s'agit de construire une échelle représentant les préférences des parties prenantes pour les conséquences des *scenarii*, de manière à pondérer leur importance relative et ensuite de calculer la moyenne pondérée des différentes échelles pour chacun des *scenarii*. C'est une démarche assez particulière puisque l'échelle de préférence va permettre de comparer des éléments qui ne sont pas comparables *a priori*. L'analyse multicritère permet donc cela.

L'échelle la plus communément utilisée en analyse multicritère est une échelle graduée allant de 0 à 100. La graduation va de 25 en 25 généralement. Les valeurs de cette échelle correspondent au degré (ou force) de préférence de la partie prenante pour les conséquences du scénario par rapport à un critère. Ainsi l'option « la plus préférée » par rapport à une des conséquences d'un critère est assignée d'une cotation de 100 et « la moins préférée » de zéro.

Prenons l'exemple concret du scénario 1.1 proposé. La partie prenante qui participera à l'analyse multicritères pourra assigner les cotations suivantes au regard des conséquences du scénario au regard des critères retenus (Tableau 4). Au regard de ce résultat fictif, la partie prenante, selon l'échelle de cotation, ne préfère pas les conséquences liées au scénario au regard des critères retenus. On précisera que cet exercice doit se faire de manière relative, c'est-à-dire que la cotation doit se faire pour tous les *scenarii* en même temps.

Tableau 4 : Exemple fictif de cotation des critères par rapport au scénario 1.1				
Grand objectif	Sous-objectifs	Critères	Score	
Réduire le risque d'extinction de l'Hélix de Corse	Augmenter la surface de colonisation de l'Hélix de Corse	Surface d'habitat existant de l'Hélix de Corse gérée	0	
		Surface d'habitat de l'Hélix de Corse activement restauré l'habitat sur les surfaces restaurées	0	
	Multiplier le nombre de sites/populations	Un site de réintroduction (Ricantu uniquement)	0	
		Plusieurs sites de réintroduction	0	
	Augmenter la population mondiale de l'Hélix de Corse	Probabilité d'établissement des individus	0	
		Une ferme d'élevage	0	
		Plusieurs fermes d'élevage	0	
	Maîtriser l'état de santé de la population de l'Hélix de Corse	Apparition de pathogènes	Apparition de pathogènes	0
			Un prélèvement de spécimens sauvages	0
			Plusieurs prélèvements de spécimens sauvages	0
			Apparition de dépression génétique	0
			Élevage <i>in situ</i>	0
			Élevage <i>ex situ</i>	0
	Optimiser les coûts	Nombre de personnes impliquées	Nombre de personnes impliquées	25
			Coût de l'élevage	0
Coût de gestion des habitats			25	
Coût de gestion du projet			0	
Risque de vandalisme			0	

En définitive la cotation devra se faire selon le tableau 5. Chacune des parties prenantes inscrira ses « préférences » en fonction des conséquences détaillées plus haut.

Tableau 5 : Cotation des options

Scenario	Surface d'habitat existant de l'Hélix de Corse gérée	Surface d'habitat de l'Hélix de Corse activement restauré l'habitat sur les surfaces restaurées	Un site de réintroduction (Ricantu uniquement)	Plusieurs sites de réintroduction	Probabilité d'établissement des individus	Une ferme d'élevage	Plusieurs fermes d'élevage	Apparition de pathogènes	Un prélèvement de spécimens sauvages	Plusieurs prélèvements de spécimens sauvages	Apparition de dépression génétique	Élevage <i>in situ</i>	Élevage <i>ex situ</i>	Nombre de personnes impliquées	Coût de l'élevage	Coût de gestion des habitats	Coût de gestion du projet	Risque de vandalisme
1.1																		
1.2																		
2.1 variante <i>ex situ</i>																		
2.1 variante <i>in situ</i>																		
2.2.1.1																		
2.2.1.2																		
2.2.2.1 variante a																		
2.2.2.1 variante b																		
2.2.2.2.1 variante a																		
2.2.2.2.1 variante b																		
2.2.2.2.2 variante a																		
2.2.2.2.2 variante b																		

XIII.7 Etapes suivantes

À l'issue des cotations par les parties prenantes, il s'agira d'assigner un poids à chacun des critères. Ce poids reflètera l'importance du critère dans la décision. À partir de cela, il sera possible de calculer le poids de chaque scénario et de déterminer celui qui est le plus préféré parmi tous. Une analyse de concordance sera ensuite nécessaire pour évaluer la pertinence des choix.

XIV. Références de la partie 2

- Anonyme non daté. Ricanto - réhabilitation écologique et paysagère. Conservatoire du Littoral. non paginé pp. Ajaccio.
- Armstrong, D. P. & Seddon, P. J. 2007. Direction in reintroduction biology. *Trends in Ecology and Evolution*, 23 (1): 20-25.
- Ballou, J. D. & Foose, T. J. 1996. Demographic and genetic management of captive populations. In: Kleiman, D.G., Allen, M.E., Thompson, K.V. & Lumpkin, S., Wild Mammals in Captivity. 263-283. Chicago. (university of Chicago Press).
- Bélon, R., Stéphanian, A., Bodéré, G., Levin, M. & Mérour, A. 2013. Suivi complémentaire au réseau d'Observation du Littoral de la Corse 2012: plages de Lava, Saliccia, Terre sacrée, Saint-François et Ricanto. Rapport final. BRGM/RP-62247-FR. 79 p.
- Bertelo, A., Oro, D. & Besnard, A. 2007. Assessing the efficacy of reintroduction programmes by modelling adult survival: the example of Hermann's tortoise. *Animal Conservation*, 10: 360-368.
- Bouchet, P., Ripken, T. & Recorbet, B. 1997. Redécouverte de l'escargot de Corse *Helix ceratina* au bord de l'extinction. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 52: 97-110.
- Bouchet, P., Ripken, T. & Recorbet, B. 1998. Conservation of a narrow-range mediterranean island endemic, *Helix ceratina* from Corsica. *Journal of Conchology, Special Publication*, 2: 205-208.
- Caziot, E. 1911. Etude révisionnelle des Mollusques quaternaires des brèches de Toga à Bastia. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 11 (239-248).
- CEL 2010. Document d'objectifs du site Natura 2000 "Campo dell'Oro (FR 9400619). Plan de gestion du site du Conservatoire du littoral "Ricantu". Conservatoire du littoral. 103 + annexes pp. Ajaccio.
- Charrier, M., Nicolai, A., Dabard, M.-P. & Crave, A. 2013. Plan national d'actions en faveur de l'Hélix de Corse *Tyrrhenaria ceratina* 2013-2017. Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer. 90 pp.
- Coote, T., Clarke, D., Hickman, C. S., Murray, J. & Pearce-Kelly, P. 2004. Experimental release of endemic *Partula* species, extinct in the wild, into a protected area of natural habitat on Moorea. *Pacific Science*, 5 (3): 429-434.
- Daszak, P. & Cunningham, A. A. 1999. Extinction by infection. *Trends in Ecology and Evolution*, 14: 279.
- Derrickson, S. R. & Snyder, N. F. R. 1992. Potentials and limits of captive breeding in parrot conservation. In: Beissinger, S.R. & Snyder, N.F.R., New world parrot in crisis. 133-163. Washington D.C. (Smithsonian Institution Press).
- Earnhardt, J. M. 1999. Reintroduction programmes: genetic trade-offs for populations. *Animal Conservation*, 2: 279-286.
- Frankel, O. H. & Soule, M. E. 1981. Conservation and evolution. Cambridge. (Cambridge University Press): pages.
- Hess, G. R. 1994. Conservation corridors and contagious disease: a cautionary note. *Conservation Biology*, 8: 256-262.
- Lafferty, K. D. & Gerber, L. R. 2002. Good medicine for conservation biology: the intersection of epidemiology and conservation theory. *Conservation Biology*, 16 (3): 593-604.
- Mace, G. M., Pearce-Kelly, P. & Clarke, D. 1998. An integrated conservation programme for the tree snails (Partulidae) of Polynesia: A review of captive and wild elements. *Journal of Conchology, Special Publication* 2:89-96.
- MNHN 2014. Formulaire standard de données - FR9400619 - Campo dell'Oro. <http://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR9400619>.
- Moore, P. D. 2005. Where slugs may safely graze. *Nature*, 436: 35-36.
- Ostermann, S. D., Deforge, J. R. & Edge, W. D. 1999. Captive breeding and reintroduction evaluation criteria: a case study of Peninsular Bighorn Sheep. *Conservation Biology*, 15 (3): 749-760.
- Paradis, G., Maurin, A. & Piazza, C. 2010. Etude phytosociologique et cartographie de la végétation du site Natura 2000 "Ricantu-Campo dell'oro" (Ajaccio, Corse). *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest - Nouvelle Série*, 41: 139-232.
- Régnier, C., Gargominy, O., Falkner, G. & Puillandre, N. 2011. Foot mucus stored on FTA® cards is a reliable and non-invasive source of DNA for genetics studies in molluscs. *Conservation Genetics Resources*, 3: 377-382.
- Sainsbury, A. W. & Vaughan-Higgins, R. J. 2012. Analyzing disease risks associated with

Élaboration d'un projet de création et de renforcement de la population de l'Hélix de Corse *Tyrrhenaria ceratina* dans le cadre du plan national d'actions - Phases 1, 2 et 3
Conservatoire du littoral

translocations. *Conservation Biology*, 26 (3): 442-452.

IUCN 2013. Guidelines for reintroduction and other conservation translocations version 1.0. IUCN Species Survival Commission. viii + 57 pp. Gland.

Wilson, M. H., Kepler, C. B., Snyder, N. F. R., Derrickson, S. R., Dein, F. J., Wiley, J. W., Wunderle, J. M., Lugo, A. E., Graham, D. L. & Toone, W. D. 1994. Puerto Rican parrots and potential limitations of the metapopulation approach to species conservation. *Conservation Biology*, 8: 114-123.

Partie 3 : Perspectives et protocoles d'études

I. Les interrogations

Diverses interrogations ont été soulevées lors de l'élaboration de la partie 2 (phase II de l'étude). Elles proviennent de l'analyse critique des données acquises jusqu'à ce jour. En effet, même si les récentes études qui ont été menées et publiées dans Charrier *et al.* (2012) ont permis d'accumuler de nombreux éléments nouveaux pour cet escargot, ces données ne permettent pas de répondre aux critères nécessaires pour mener un programme de réintroduction respectant les critères publiés par des auteurs de références (e.g. Ewen *et al.* 2012) à partir desquels les critères UICN pour la réintroduction des espèces ont été fondés.

Les interrogations portent donc sur :

- 1• le rang taxonomique de l'Hélix de Corse. L'Hélix de Corse est-il une entité taxonomique particulière au sein de la famille des *Helicidae*, ce qui renforcerait la singularité de cette espèce et de l'important de sa conservation.
- 2• la distribution spatiale des lignées génétiques (approche phylogéographique) et le passé démographique des populations de l'Hélix de Corse à Campo dell'Oro : la signature moléculaire de gènes mitochondriaux (16S ARNr, Cyt b et COI) permettra de qualifier et de dater les changements (rétraction, expansion) de tailles efficaces que la population a connus depuis le Néolithique.
- 3• la caractérisation de la structure génétique des populations de l'Hélix de Corse à Campo dell'Oro : ces populations forment-elles une seule population homogène ou trois sous-populations interconnectées fonctionnant en métapopulation (Ricantu, bordure nord de l'aéroport, Capitellu) ? Quel est le niveau de dispersion entre populations locales ? Quels facteurs ultimes et/ou proximaux affectent les capacités de dispersion des individus ?
- 4• la description de la distribution fine et les préférences écologiques dans les parcelles où l'espèce est présente, notamment l'incidence de la fermeture du milieu vers la lande dense,
- 5• la caractérisation de la taille des noyaux d'individus et précisément les densités des individus,
- 6• les sites potentiels pour la création d'une ou plusieurs nouvelles populations (afin de réduire les risques d'extinction d'une population unique) en prenant en compte les connaissances actuelles sur la biologie et l'écologie de l'espèce, l'origine géomorphologique des sites, la granulométrie, le cortège floristique, l'état de la protection et de la gestion.

II. Les protocoles proposés

II.1 Le rang taxonomique

Le rang taxonomique pourrait être étudié par une révision moléculaire (gènes 16S et 28S ARNr, Cyt b et COI) de la systématique et de la taxonomie des espèces de la Famille des *Helicidae* et en particulier celles du genre *Helix* dans le but de valider le statut monotypique du genre *Tyrrhenaria* proposé par Falkner *et al.* (2002). Cette révision, fondée sur des phylogénies moléculaires déjà publiées (e.g. Korabeck *et al.* 2014), permettra en outre de cibler le ou les groupes externes (« outgroup ») les plus appropriés nécessaires à la construction d'arbres et de réseaux « phylogéographiques » (cf. ci-après).

II.2 La distribution spatiale des lignées génétiques et le passé démographique des populations de l'Hélix de Corse

L'histoire démographique des échantillons représentatifs de la population collectée pourra être appréhendée par une analyse de séquences de trois gènes mitochondriaux (cytochrome b ou cytb, cytochrome oxydase I ou COI, 16S ARNr). Une quinzaine de séquences par échantillon collecté et par gène analysé s'avèreront nécessaire.

Les données seront analysées à l'aide de différents tests statistiques (D de Tajima, 1993 ; R 2 de Ramos-Onsins et Rozas, 2002) combinés à :

- une analyse de « mismatch distribution » ou distribution des disparités (i.e. distribution des différences nucléotidiques entre paires de séquences) (Rogers & Harpending, 1992),
- une méthode bayésienne d'inférence non-paramétrique (Drummond & Rambaut, 2007) permettront d'estimer qualitativement (type de changement) et quantitativement (date des changements) la dynamique passée de la population.

Concernant l'approche phylogéographique, l'alignement des séquences mitochondriales consensus obtenues après correction des séquences 'simple-brin' sera réalisé. La construction d'arbres établissant les relations phylogénétiques entre haplotypes monogéniques versus multigéniques sera fondée sur le modèle d'inférence bayésienne.

Les paramètres relatifs au modèle de substitutions nucléotidiques seront au préalable déterminés. Plus appropriée dans le cas d'un nombre faible de mutations entre types mitochondriaux, un réseau d'haplotypes sera également construit selon la méthode du median joining.

II.3 La caractérisation de la structure génétique des populations de l'Hélix de Corse

La caractérisation de la structure génétique des populations échantillonnées requiert dans un premier temps l'identification de marqueurs microsatellite polymorphes. Ils seront développés à partir de tests préliminaires portant sur 96 couples d'amorces et 11 individus représentatifs des 3 sites géographiques (Ricantu, bordure ouest de l'aéroport, Capitellu) devraient garantir

l'identification de 12 locus minimum. Les 11 individus prélevés sur l'ensemble des 3 sites permettront de vérifier « l'état » de polymorphisme des locus. C'est une étape préliminaire.

Lorsque ces locus seront identifiés, il sera alors possible de réaliser le génotypage. Le génotypage multilocus sera effectué sur 30 ou 50 individus collectés dans chacun des trois sites distincts (3 x 30 ou 3 x 50). Cette phase consistera à génotyper à partir des locus polymorphes identifiés tous les individus échantillonnés soit $50 \times 3 = 150$ ou $30 \times 3 = 90$ [Remarque : il est possible de cibler une taille d'échantillon de 30 individus (juv, adulte...)]. Les individus ramassés seraient marqués puis relâchés après avoir prélevé du mucus de leur pied conservé à -20°C ou dans de l'alcool 70% jusqu'à l'extraction d'ADN].

La mise en évidence de groupes d'individus génétiquement homogènes se fera à partir de deux méthodes d'assignation fondées sur les profils multilocus de chacun des individus. Il s'agit de l'approche Bayésienne et de l'approche statistique multivariée par DAPC (Analyse Discriminante des Composantes Principales) décrite par Jombart *et al.* (2010).

Si la fragmentation du milieu ainsi que la consanguinité intrapopulation sont effectives, il sera également possible de caractériser le modèle de migration et de mesurer le niveau de connectivité entre les sous-populations différenciées par l'estimation indirecte de flux de gènes (mesures de l'indice FST entre demeures, ...). Des inférences sur le modèle de fonctionnement démographique de la métapopulation pourront également être proposées.

L'extraction de l'ADN génomique sera réalisée à partir de méthodes non invasives de prélèvement, fondée sur la récolte de mucus de l'animal.

II.4 Poursuite des suivis et de la caractérisation écologique de l'habitat de l'Hélix de Corse

Les échecs des programmes de réintroduction sont liés à une mauvaise connaissance des paramètres écologiques des espèces ciblées. Entre autre Osborne *et al.* (2012) indiquent que la qualité de l'habitat est un facteur prépondérant dans le succès ou la réussite des programmes de réintroduction. Mais pour cela, ils insistent sur la nécessité de mener des mesures aussi précises que possible sur les habitats de l'espèce ciblée.

Charrier *et al.* (2012) ont réalisé une caractérisation de l'habitat et une première estimation de l'abondance de l'Hélix de Corse sur le site dans le cadre de la rédaction du Plan national d'action. Ces résultats reposent sur la mise en œuvre d'une méthodologie qui consistait à rechercher les individus pendant 20 min (3 personnes) sur des placettes de 10 x 10 m tirées au sort de façon semi-aléatoire ($n = 39$ à partir des éléments tirés du PNA, soit une couverture spatiale de 3 900 m²). Les escargots étaient dénombrés par chasse à vue nocturne au hasard dans la maille. Un protocole de capture-marquage-recapture (CMR) a été mis en œuvre. La taille des individus capturés a été mesurée. Un marquage-relâcher a été réalisé en automne 2009 et une recapture effectuée lors de l'inventaire au printemps 2010.

Le travail de Charrier *et al.* (2012) a permis d'explorer les variables qui caractérisent le macro-habitat de l'espèce et permet de se faire une idée des macro-préférences écologiques de l'Hélix de Corse (puisque les variables ont été étudiées sur une surface de 100 m², bien au-delà de la distance médiane de déplacement des individus qui est de 1-2 m selon cette même étude). Malgré cela, l'approche méthodologique utilisée, sans doute parce qu'elle n'était pas destinée à la mise en œuvre d'un programme de réintroduction, ne permet pas d'avoir une idée précise des densités de l'espèce [trop de peu séances de recapture pour que l'estimation soit robuste] et de la dimension des noyaux d'individus (les espèces animales ont un mode de distribution en général agrégé) en relation avec le micro habitat. Cette question primordiale permettra de dimensionner le nombre

d'individu à relâcher par rapport à une surface dans l'habitat idoine pour garantir la réussite d'établissement.

Le protocole CMR utilisé dans le cadre du PNA n'est pas satisfaisant pour : i) estimer précisément les abondances de l'espèce, ii) déterminer le micro-habitat de l'espèce, iii) estimer la taille des noyaux d'individus, parce que :

- il repose sur des placettes particulièrement grandes (100 m²) ce qui induit une forte variance dans les observations. La surface fixée pour déterminer l'habitat est grande par rapport aux exigences de l'espèce en termes d'habitat et la végétation décrite sur 100 m² peut fortement varier d'un point à un autre. On rappelle que la dimension de la placette est 5-10 fois supérieure à la médiane de la distance de déplacement (1-2 m) déterminée par Charrier *et al.* (2012),
- les placettes ont été disposées semi-aléatoirement, suggérant une part de subjectivité dans l'emplacement des placettes. Elles n'ont donc pas la même probabilité d'être observées et les critères requis (équiprobabilité de tirage) pour estimer les paramètres de base (moyennes, variances et intervalles de confiance) ne sont pas respectés et ne peut donc être utilisés à l'avenir pour faire un monitoring rigoureux.
- le dispositif utilisé ne permet pas d'estimer la taille des noyaux, par analyses géostatistiques, parce qu'il ne recouvre pas de manière uniforme l'aire d'étude,
- le CMR a été réalisé sur deux saisons fortement espacées dans le temps, ce qui selon le modèle de CMR utilisé (non précisé dans le PNA) l'estimation de la taille de la population peut fortement varier,
- le protocole a été mis en œuvre il y a désormais quatre ans et que la population a pu fortement évoluer depuis.

Deux approches méthodologiques simples peuvent être effectuées. La première consiste en la réalisation d'un suivi par CMR de la population et une autre qui permettra de préciser : la distribution spatiale, les densités, le micro-habitat et la taille des noyaux d'individus. Sur ce dernier point il sera possible alors, grâce au géoréférencement spatial, d'étudier par voie moléculaire la capacité de dispersion de l'espèce. Il sera possible de déterminer les variables (moyenne, variance et intervalle de confiance) qui permettront de suivre de manière rigoureuse la population dans le temps.

II.4.1 Suivi par capture-marquage-recapture

Le suivi par CMR reposera sur le protocole de Charrier *et al.* (2012), mais uniquement sur un certain nombre de placettes. Le principe repose sur un suivi plus régulier d'un nombre plus restreint de placette, mais avec une fréquence d'observation plus importante. Ce suivi sur un nombre plus restreint de placettes permettra de dégager des tendances au niveau des placettes, que l'on peut supposer refléter les tendances de la totalité de la population. Le choix des placettes se fera de manière stratifiée, tenant compte des densités initiales relevées, les milieux occupés sur la placette et de la position géographique des placettes (ouest, centre et est de Campo dell'Oro). On sera attentif au modèle statistique utilisé pour réaliser les estimations et les tendances.

II.4.2 Caractérisation des noyaux et préférences de l'écologie fine

Le principe général du protocole repose sur une multiplication d'unités d'observation de petite taille, qui correspondent à la médiane de déplacement des individus soit 1 m, réparties de manière uniforme sur l'ensemble du site.

La cartographie fine d'une espèce requiert donc une couverture spatiale régulière et complète de

manière à détecter les « vides » dans la distribution des individus, et si possible de mettre en correspondance les abondances relevées avec des variables du milieu.

Dans l'esprit du principe général retenu pour le protocole, nous proposons la mise en œuvre d'un échantillonnage systématique (Strayer & Smith 2003) sur trois zones de 10 000 m² (un sous-échantillon des 80 000 m² de la surface totale) environ du site de Campo dell'Oro où l'Hélix de Corse est présent ou où il est susceptible de l'être. L'échantillonnage systématique est une technique de sondage qui présente l'avantage d'avoir un effort d'observation régulier sur la totalité de la surface étudiée pour estimer des abondances et de diminuer la variance des estimations (Strayer & Smith 2003). Il est possible en même temps de relever des variables sur le micro habitat et de faire de la géostatistique nécessaire pour répondre aux interrogations.

De nuit, en période humide ou juste après un épisode de pluie, tous les individus de l'Hélix de Corse seront recherchés pendant 5 minutes dans les quadrats d'un mètre carré disposé systématiquement. Cette phase se fera dans un temps limité, pendant ou après un épisode pluvieux et va nécessiter la mobilisation de plusieurs personnes en même temps, pour que l'ensemble des placettes soient visitées dans le même laps de temps.

Les individus récoltés seront mesurés puis immédiatement relâchés dans la placette où ils auront été récoltés. Les mesures à effectuer consisteront au plus grand diamètre de la coquille, réalisées à l'aide d'un pied à coulisse électronique au dixième de millimètre près, pour déterminer les classes de taille (*a priori* corrélé à l'âge pour les premiers stades de croissance).

De jour, un relevé de végétation sera réalisé sur une placette de 4 m² centré sur la placette de comptage des Hélix de Corse. Il y sera effectué trois prélèvements de sable à l'aide d'un carottier pour déterminer les classes granulométriques. Il y sera noté :

- la liste des espèces végétales (dont il s'agira de définir les traits de vie : par exemple, espèce annuelle, type de dispersion des graines, mode d'enracinement, etc.),
- la hauteur médiane de la végétation,
- le recouvrement végétal en % de surface de la placette,
- le recouvrement de la strate bryo-lichénique estimé en % de la surface de la placette,
- le recouvrement de sable nu estimé en % de la surface de la placette,
- la granulométrie,
- le sable mobilisable en profondeur à la main.

À partir de ces éléments recueillis, les données seront analysées à l'aide de logiciel statistique approprié.

Une telle approche méthodologique pourra être appliquée pour caractériser les sites potentiels d'accueil de l'espèce ailleurs en Corse.

III. Référence de la partie 3

Charrier, M., Nicolai, A., Dabard, M.-P. & Crave, A. 2012. Plan national d'actions en faveur de l'Hélix de Corse *Tyrrhenaria ceratina* 2013-2017, Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie

Drummond AJ, Rambaut A, 2007. BEAST: Bayesian evolutionary analysis by sampling trees. *BMC Evol Biol*, 7:214.

Ewen, J.G, Arstrong, D.P., Parker, K.A., Seddon, P.J. 2012. *Reintroduction Biology - Integrating science and management*. Wiley-Blackwell. 499 pages.

Falkner, G., Ripken, T. E. J. & Falkner, M. 2002. Mollusques continentaux de la France. Liste de référence annotée et bibliographie. *Patrimoine Naturels*, 52: 350 pages.

Jombart T, Devillard S, Balloux F, 2010. Discriminant analysis of principal components: a new method for the analysis of genetically structured populations. *BMC Genet* 11: 94.

Korábek, O., Petrušek, A., Neubert, E. & Juříčková, L. 2015. Molecular phylogeny of the genus *Helix*

(Pulmonata: Helicidae). —*Zoologica Scripta*, 44, 263–280.

Osborne, P.E & Seddon, P.J. 2012. Selecting suitable habitats for reintroductions: variation, change and the role of species distribution modelling. In: Ewen, J.G, Arstrong, D.P., Parker, K.A., Seddon, P.J. 2012. *Reintroduction Biology - Integrating science and management*. Wiley-Blackwell. 73-104.

Ramos-Onsins SE, Rozas J, 2002. Statistical properties of new neutrality tests against population growth. *Mol Biol Evol*, 19:2092-2100.

Rogers AR, Harpending H, 1992. Population growth makes waves in the distribution of pairwise genetic differences. *Mol Biol Evol*, 9:552-569.

Strayer, D. L. & Smith, D. R. 2003. *A guide to sampling freshwater mussel populations*. Bethesda. (American Fisheries Society): xi + 103 pages.

Tajima F, 1993. Measurement of DNA polymorphism. In *Mechanisms of Molecular Evolution*. Edited by Takahata N, Clark AG. Sinauer Associates, MA, :37-59

Annexe

Annexe 1. Proposition de protocole d'élevage pour l'Hélix de Corse *Tyrrhenaria ceratina* (protocole proposé par François Lemoine, du vivarium du MNHN)

MATERIEL UTILISE

- Bacs en plastique alimentaire (références du catalogue Frankel janv 2011 pages 331 et 304, 305, 328)
10 Bacs de dimensions extérieures (Lxlxh) en mm : 660 x 450 x 220 (réf : 411 272-78), avec leurs couvercles (réf : 411 302-78), pour les bacs reproducteurs 1 et 2, les bacs 6 et 7 et leur éventuel doublage, et pour le stockage du sable sec.
6 Bacs de dimensions extérieures en mm : 460 x 330 x 210 (réf : 411 230-78), avec leur couvercles (réf : 411 248-78), pour les bacs 3, 4, 5, et leur éventuel doublage et éventuellement tests sur spiruline.
2 bacs de dimensions extérieures en mm : 883 x 638 x 504 (réf : 536 547-78), pour les bacs 8 et 9. (Il faudra voir au coup par coup si leur doublage peut s'avérer nécessaire).
1 bac de dimensions extérieures en mm : 1195 x 905 x 835 (réf : 522 332-78), avec couvercle incorporé, pour le stockage du sable.
1 tonnelet 6 litres étanche (réf : 729 347-78) pour le stockage de la nourriture en poudre entamée.
3 bacs de dimensions extérieures en mm : 400 x 300 x 339 (réf : 213 608-78) avec leurs couvercles (réf : 213 586-78), pour stocker la poudre ou le blé ainsi que pour le stockage de plantes sèches.
- Un pulvérisateur à main à pression préalable 1,5 litres type berthoud.
- Un pulvérisateur à main à pression préalable 6 litres type berthoud.
- Une bassine à vaisselle environ 40 x 50.
- Une petite bassine environ 20 x 20.
- Une petite pelle de jardin.
- Deux seaux type seau de maçon.
- Une petite balayette, balai, pelle en plastique, brosse à vaisselle, pinceau rond Ø 1,5cm
- Une carafe Brita Elmaris xl meter 2,2 litres avec quelques cartouches filtrantes (1 par mois) pour filtrer l'eau du robinet ou 1 osmoseur ou 1 fontaine filtrante katadyn pour purifier l'eau de pluie de réservoirs.
- Des plaques d'isolant compact type mousse de polyuréthane ou polystyrène extrudé pour isoler les bacs 8 et 9 latéralement (équivalent 20cm de laine de roche)
- Plaques de pvc ou pvc cellulaire ou mousse polyuréthane très compacte pour confection de couvercles grillagés pour les bacs 8 et 9.
- Grillage galvanisé à maille carré 5 mm pour modifier les couvercles des bacs 6 et 7 et pour fabriquer les couvercles des bacs 8 et 9.
- Parpaings ou briques pour surélever les Bacs 8 et 9.
- Un petit frigo cube pour stockage de légumes ou plantes fraîches.

INSTALLATION GENERALE

Une zone couverte, avec une température maximum de 27° environ le jour et minimum 20° environ la nuit, où il serait souhaitable d'avoir l'équivalent d'un paillasse de trois mètres minimum, pour poser à hauteur d'homme les bacs d'élevage. Un évier ou de préférence une paillasse de 60 x 90 minimum avec écoulement. Eau chaude et froide à disposition au niveau de la paillasse avec robinet mélangeur et douchette type cuisine professionnelle.

Une zone extérieure pour installer les bacs 8 et 9

Les couvercles des bacs 1, 2, 3, 4, seront percés de trous de 2 mm de diamètre (1 trou pour 10 cm carré)

Le couvercle du bac 5 sera percé de trou de 4mm de diamètres (1 trou pour 10 cm carré) et servira à couvrir le plus vieux des bacs parmi les bacs 3, 4 ou 5

Les couvercles des bacs 6 et 7 seront modifiés en les grillageant à peu près au 1/3 de leur surface pour le bac 6 et au 2/3 de sa surface pour le bac 7 et de telle manière à ce que les escargots ne puissent pas se piquer sur les pointes du grillage coupé. Le couvercle du 6 ira sur le lot le plus jeune, d'abord sur 6 puis sur 7 puis sur 6 puis 7 et ainsi de suite. Les couvercles des bacs 8 et 9 seront grillagés de même au 2/3 de leur surface, voire plus si la rigidité du matériau utilisé le permet.

Les bacs 8 et 9 placés en extérieur seront perforés au fond de 4 trous de 5 mm pour permettre l'écoulement de l'eau de pluie et seront donc placés sur cales. L'isolant placé sur leur pourtour devra descendre jusqu'au sol et aura pour rôle de simuler l'enterrement de la caisse pour que les variations de température affectent essentiellement le dessus de la caisse et beaucoup moins les faces latérales comme si celle-ci était ensablée, ce qui rapproche des conditions naturelles. Pour ces deux bacs extérieurs il faudra trouver une solution pour que d'autres escargots ou limaces ne pénètrent pas dans les bacs par les trous du grillage (Peut-être suffirait-il d'entourer ces deux bacs par de la cendre de bois, ou mettre des coupelles de bière à la base).

SABLE

Installation du sable dans les caisses :

Dans la mesure du possible on utilisera du sable prélevé sur le littoral d'Ajaccio, il sera mouillé à saturation puis essoré par petites quantités à l'aide d'une petite bassine remplie de celui ci et dont on frappe le coin, bassine inclinée, sur une surface dure pour faire ressortir l'eau que l'on éliminera. Le sable ainsi essoré est versé au fur et à mesure dans les bacs 1, 2, 3, 4 où il sera légèrement tassé par chocs légers du bac sur la pailleasse puis nivelé à la main.

Pour les bacs 5, 6, 7 les 2/3 du sable seront mouillés à saturation puis essorés par petites quantités à l'aide d'une petite bassine comme précédemment puis mélangé à 1/3 de sable sec. Le mélange sera versé dans les bacs puis légèrement tassé par chocs légers du bac sur la pailleasse et nivelé à la main.

Pour les bacs 8 et 9 le sable sera humidifié, comme précédemment pour les caisses 5, 6, 7, et versé tel quel dans les bacs et nivelé à la main.

Hauteur de sable dans les bacs :

Bacs 1, 2, 3, 4, 5 : 10cm

Bacs 6 et 7 : 30cm

Bacs 8 et 9 : 40cm

Arrosage du sable :

Eau du robinet filtrée par carafe filtrante type Brita ou eau osmosée ou eau de pluie filtrée sur fontaine filtrante Katadyn (en vente au vieux campeur).

La pulvérisation est fine avec jet large (toujours faire le test en dehors des bacs avant d'arroser). Un jet trop directionnel risquerait de reboucher de sable les trous d'escargots ou de les remplir d'eau et fausserait le dosage de l'eau distribuée au cours des arrosages.

Bacs 1, 2, 3, 4, 5 : Arrosage quotidien par pulvérisation (2 fois le temps nécessaire pour donner au sable un aspect mouillé soit maximum 6 secondes au total.)

Bacs 6 et 7 : Arrosage le lundi, mardi, jeudi et samedi (deux fois le temps nécessaire pour donner au sable un aspect mouillé)

Bacs 8 et 9 : arrosage le mercredi et dimanche (deux fois le temps pour donner au sable un aspect mouillé)

La réduction des arrosages, l'augmentation progressive de la hauteur de sable et l'aération croissante des bacs, du perçage à quelques trous au couvercle grillagé, permet retrouver progressivement des conditions d'aération et d'humidité de plus en plus proches de celles du milieu naturel pour habituer les escargots à leurs nouvelles conditions quand ils seront relâchés.

L'arrosage est fait en fin de journée et les couvercles des bacs 1, 2, 3, 4, 5 qui ont été retirés des bacs le matin sont remis en place le soir, après le nourrissage, jusqu'au lendemain matin où ils seront retirés jusqu'au soir suivant.

Pour tous les autres bacs le couvercle peut rester en place 24 h / 24 (retirés juste pour nettoyage, nourrissage, arrosage)

Nettoyage du sable :

Dès que le sable présente un aspect légèrement sale après grattage de sa surface, il doit être jeté et remplacé. Normalement un renouvellement du sable à chaque changement de bac devrait suffire.

La surface du sable doit être quotidiennement débarrassée des excréments et des restes de nourriture de la veille. On utilise une petite cuillère ou micro pelle ainsi qu'un pinceau rond Ø 1,5 cm pour cette opération en veillant bien à ne rien faire tomber dans les trous que les escargots ont pratiqués dans le sable au cours de leur enfouissement. Un aspirateur dont on limiterait la dépression pourrait peut-être servir au nettoyage (à essayer).

Le sable des bacs 1 et 2 sera changé tous les mois pour des raisons d'hygiène mais aussi pour ne pas risquer de mettre dans un lot x des jeunes qui devraient appartenir au lot x-1 car ayant échappé à la récupération quotidienne en surface à cause de leur enfouissement.

NOURRITURE

Pendant la période d'élevage de *Tyrrhenaria ceratina* au vivarium en 1997,1998 nous donnions des mousses poussant sur les écorces (pas toujours facile à trouver) ainsi qu'une poudre constituée d'un mélange de blé moulu additionné d'un complément alimentaire(minéraux, vitamines..) que l'on trouve en pharmacie : le sofcanis .Nous faisons ce mélange dans des proportions de volume de 1 sofcanis pour 500 de blé. Nous donnions en plus du laitron et de la carotte à partir de février 98, période qui a correspondu à un accroissement important de la population (coïncidence ou relation de cause à effet ?) . Le laitron était plus apprécié par les adultes que par les jeunes pour qui nous réservions le peu de mousses sur écorce que nous arrivions à trouver.

Pour des élevages faits à Ajaccio je pense qu'il faut avant tout trouver un mode de nourrissage commode et relativement identique dans la durée. Les mousses sur écorces, voir sur place si cette solution est exploitable dans le temps. Le mélange sofcanis blé moulu nécessite un approvisionnement en blé de préférence bio qu'il faudrait moulin au fur et à mesure et stocker dans des bidons de qualité alimentaire. Reste une alternative : acheter le complément alimentaire pour escargots qui est fabriqué par la société Berton qui serait sûrement plus pratique d'utilisation et qui serait distribués sur des bouts d'écorces (ou plaquettes en bois type tire langue) comme on le faisait en 1998 pour le mélange blé sofcanis. De toute façon que l'on utilise l'une ou l'autre des solutions il faudra rajouter des végétaux, le laitron ne sera peut pas facile à trouver donc peut être faudrait- il s'orienter vers un fournisseur de légumes bio et faire quelques tests pour mieux cerner les préférendums de notre escargot.

On devra aussi compléter cette nourriture par des plantes (fraîches ou mortes suivant la saison) en provenant du biotope naturel de l'escargot. Il faudrait donc établir si des prélèvements sont possibles, lesquels, avec quelle fréquence et quel volume. Ces plantes devront être présentes dans tous les bacs d'élevage mais dans des quantités croissantes et de plus en plus en substitution à toute autre nourriture plus on va vers les bacs contenant des populations proche du relâché.

Le nourrissage est quotidien et sera fait en fin de journée, après l'arrosage.

Parallèlement je pense qu'il serait intéressant de tester la spiruline en paillette sur une petite population d'individus jeunes issus des bacs reproducteurs.

Peut-être serait-il judicieux de tenter dès à présent, et régulièrement jusqu'à réussite, le bouturage et semis sous serre du genêt de Salzman même si ces semis doivent se faire au printemps et les boutures au début de l'été. A moins qu'il soit possible d'en prélever suffisamment dans la lande fermée à genêts, là où on ne trouve pas l'escargot.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'ELEVAGE (voir tableau du positionnement des lots)

Bacs 1 et 2 : contiennent chacun 1 lot de reproducteurs prélevés sur site, 20 escargots par bac.

La récupération des jeunes se fait quotidiennement dès qu'ils sont visibles en surface le matin, sans creuser dans les bacs, sauf les jours où le sable des bacs est changé.

Le transfert des jeunes escargots des bacs 1 et 2 vers les bacs 3, 4, 5 se fera dans la limite de 70 escargots par bac, au-delà il faudrait envisager le doublement des bacs.

-Tous les jeunes récupérés dans les bacs 1 et 2 pendant le mois M forment le Lot 1 qui est installé jours après jours dans le bac 3.

-Les jeunes récupérés pendant le mois M+1 forment le Lot 2 qui est mis dans le bac 4

- Les jeunes récupérés pendant le mois M+2 forment le Lot 3 qui est mis dans le bac 5

- Les jeunes récupérés pendant le mois M+3 forment le Lot 4 qui est mis dans le bac 3 préalablement vidé de son contenu, son sable jeté et le Lot 1, qui était dedans, transféré dans le bac 6, et quand le bac 6 sera utilisé pour le transfert du lot 3, le Lot 1 ira dans le bac 8 et ainsi de suite.....

Les bacs seront numérotés au marqueur indélébile. Le numéro du lot avec le mois correspondant et l'effectif qu'il contient sera noté sur une étiquette qui suivra ce lot à chaque changement de position. L'effectif des jeunes prélevés dans les bacs de reproducteurs sera noté quotidiennement sur fiches et les absences de prélèvement aussi. Pour tous les bacs l'effectif des lots sera vérifié et noté sur l'étiquette de suivi à chaque changement de bac ou changement de sable.

Conclusion

Ce protocole s'inspire de celui qui avait été suivi en 1997 au Vivarium du MNHN, surtout pour les escargots le plus jeunes, mais au final il est bien différent car il tient compte des judicieuses recommandations que Maryvonne Charrier m'avait fait au cours du séminaire, à savoir : les escargots nés en captivité ne doivent pas se reproduire en captivité, et les escargots nés en captivité doivent progressivement s'habituer à leur futures conditions naturelles.

Ce protocole reste donc un modèle théorique que je devrais adapter peut être sur plusieurs points, notamment en supprimant ou en ajoutant des bacs en fonction de la vitesse de croissance des escargots dans ces nouvelles conditions.

D'autre part on peut aussi imaginer que les bacs 8 et 9 soient remplacées ou complétées par des parcelles de quelques mètres carré bien délimitées sur le site et dans lesquelles les conditions de nourrissage et d'arrosage seraient les mêmes que dans les bacs 8 et 9 ou transitoires entre 8 et 9 et le milieu naturel.