



HAL
open science

Restauration écologique de l'île du Grand Rouveau (Var). Bilan de 4 années d'intervention Perspectives

Vincent Rivière, Pascal Auda, Marc Cheylan, Céline Damery, Julien Ugo

► To cite this version:

Vincent Rivière, Pascal Auda, Marc Cheylan, Céline Damery, Julien Ugo. Restauration écologique de l'île du Grand Rouveau (Var). Bilan de 4 années d'intervention Perspectives. Initiative PIM. 2016. hal-04566305

HAL Id: hal-04566305

<https://hal.science/hal-04566305v1>

Submitted on 2 May 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



NOTE NATURALISTE

19 avril 2016

Restauration écologique de l'île du Grand Rouveau (Var)

Bilan de 4 années d'intervention
Perspectives

Rapport rédigé par :

Vincent RIVIERE (Initiative PIM - AGIR écologique)

Avec le concours de :

Pascal AUDA (AGIR écologique)

Marc CHEYLAN (CEFE - CNRS)

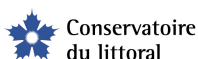
Céline DAMERY (Conservatoire du Littoral)

Julien UGO (Botaniste)

En collaboration avec :



Avec le soutien de :



Pour des fins bibliographiques, citer le présent document comme suit :

Rivière V., Auda P., Cheylan M., Damery C., Ugo J., 2016. Restauration écologique de l'île du Grand Rouveau (Var) ; Bilan de 4 années d'intervention ; *Perspectives. Initiative PIM, Note naturaliste*, 65 p.

Sauf mention contraire, toutes les photos présentées dans ce rapport ont été prises par Vincent Rivière

Résumé / Abstract

RESUME : En 2009, suite aux expertises menées dans le cadre de l'Initiative PIM – Petites Iles de Méditerranée, l'enjeu de conservation du patrimoine naturel et culturel de l'île du Grand Rouveau était souligné par une équipe d'experts pluridisciplinaire. Ainsi, l'île se dote d'un schéma de gestion en 2011, validé en comité de gestion, précisant les opérations urgentes de conservation à mener sur l'île, dont le plan d'action *Caprobrotus*, espèce végétale invasive, ayant colonisé l'île et fortement perturbé les écosystèmes insulaires.

Ce rapport présente le bilan des travaux techniques et scientifiques menés sur l'île depuis 2012, date à laquelle ont débuté les opérations d'éradication de la Griffes de sorcière.

Les outils mis en place, en vue d'élaborer dans un premier temps l'état initial, puis de suivre les réponses physiques et biologiques des écosystèmes insulaires à cette éradication, se sont largement inspirés des travaux analogues menés sur l'île de Bagaud, située en réserve intégrale du Parc National de Port-Cros.

Ainsi, sont présentés ici le bilan de quatre années d'une intervention toujours en cours, dont l'objectif est de restaurer l'intégrité des écosystèmes de l'île tout en maintenant l'ouverture au public du site, en vertu des principes d'action du Conservatoire du Littoral.

Mots-clés : Ile du Grand Rouveau, Conservatoire du Littoral, Initiative PIM, génie écologique, restauration écologique, *Carpobrotus edulis*, *Euleptes europaea*, *Larus michahellis*.

ABSTRACT : In 2009, expertises carried out as part of the PIM Initiative - Mediterranean Small Islands initiative - by a multidisciplinary team of experts, confirmed the natural heritage and cultural stakes of the island of the Grand Rouveau. Thus, a management scheme has been adopted in 2011, validated in management committee, emphasizing the urgent conservation operations to be conducted on the island, including a *Caprobrotus* action plan, invasive species that have already colonized the island and severely disrupted island ecosystems. This report highlights the state of scientific and technical work on the island since 2012, when started the eradication of the Hottentot-fig. The tools in place, in order to qualify the biologic initial state before intervention, and to follow the physical and biological responses of island ecosystems to this eradication, are inspired on the similar work conducted on the island of Bagaud, located in the core zone of the National Park of Port-Cros.

So, here are presented the results of four years of a still ongoing intervention, which aims to restore the integrity of the ecosystems of the island while maintaining the public access to the site, following the principles of action of the Conservatoire du Littoral.

Key-words : Ile du Grand Rouveau, Conservatoire du Littoral, Initiative PIM, ecological engineering, ecological restoration, *Carpobrotus edulis*, *Euleptes europaea*, *Larus michahellis*.

L'Initiative pour les Petites Iles de Méditerranée

Depuis 2006, le Conservatoire du littoral coordonne un programme international de promotion et d'assistance à la gestion des micro-espaces insulaires méditerranéens, baptisé Initiative PIM pour les Petites Iles de Méditerranée, co-financé par le Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM) et l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse. L'Initiative PIM développe un dispositif d'échange et de partage des connaissances nécessaires à l'émergence de bonnes pratiques de gestion sur des espaces exceptionnels.

A l'occasion de missions de terrain et de formations, gardes, techniciens, scientifiques, naturalistes, gestionnaires, administrations et associations se retrouvent pour promouvoir la protection des petites îles de Méditerranée et mettre en place des actions de gestion concrètes, ayant un impact positif sur les

écosystèmes, la biodiversité, les ressources naturelles et les usages.

Partenariat Depuis que la gestion de l'île du Grand Rouveau, propriété du Conservatoire du littoral, a été confiée par convention à la ville de Six-Fours-les-Plage, le gestionnaire est chargé d'y garantir la préservation du patrimoine écologique et paysager terre-mer, incluant des opérations de restauration, selon les orientations fixées par le schéma de gestion, rédigé en 2011 sous l'impulsion du Conservatoire du Littoral (Ben Haj & Laviole, 2011). Ainsi, le gestionnaire accompagne, organise, pilote, l'ensemble des opérations réalisées en partenariat avec d'autres structures, techniques et scientifiques, publiques et privées.

Table des matières

Citation du document	2
Introduction	6
Objectifs	10
Arrachage des Griffes de sorcière	11
1. Méthodes	11
2. Résultats des campagnes d'arrachage	15
3. Résultats du contrôle ou « repasse »	16
4. Limites et perspectives	18
Suivis des compartiments biologiques	21
1. Suivi floristique et recolonisation naturelle	21
1.1 Méthode	21
1.2 Résultats	22
1.2.1 Suivi de la recolonisation (placettes de suivi de la restauration).....	22
1.2.2 Suivi long terme	23
1.3 Limites et perspectives	24
2. Suivi entomologique	24
2.1 Méthode	24
2.2 Résultats	25
2.3 Limites et perspectives	26
3. Suivi ornithologique	26
3.1 Méthode	26
3.2 Résultats	27
3.3 Limites et perspectives	28
4. Suivi herpétologique	29
4.1 Méthodes.....	29
4.2 Résultats	34
4.3 Perspectives	36
5. Photomonitoring	36
5.1 Contexte - Méthode.....	36
5.2 Résultats	36
5.3 Limites et perspectives	39
La pépinière expérimentale insulaire et autonome, et replantations in situ	39
1. Contexte	39
2. Expérimentation 2013 – 2014	40
3. Expérimentation 2014-2015	41
4. Expérimentation 2015-2016	42
4.1 Evolution de la pépinière	42

4.2 Expérimentation <i>in situ</i> – secteur 2012	43
5. Perspectives	44
Budget de l'opération	45
Conclusions	47
Remerciements.....	48
Bibliographie.....	50

Table des cartes

Carte 1 : Cartographie des habitat- source F. Médail, 1999, J. Baret, 2012	8
Carte 2 : Découpage de l'île en différents secteurs d'intervention	11
Carte 3 : Localisation des placettes de suivi permanentes.....	21
Carte 4 : Localisation des pièges Barber et des prélèvements de litières (Berville, 2012).....	25
Carte 5 : Sectorisation de l'île pour le recensement des Goélands	27
Carte 6 : Gîtes artificiels à Phyllodactyle et habitats sur l'île du Grand Rouveau.....	33
Carte 7 : Importance de l'occupation des gîtes par le Phyllodactyle (cumul des observations lors des quatre visites) – Réalisation : A. Cheylan.....	35

Tables des illustrations

Figure 1 : Légende de la cartographie des habitats (J. Baret, 2012).....	9
Figure 2 a, b, c, d : Différentes étapes de l'arrachage, et disposition en andains (année 2012).....	12
Figure 3 : Stabilisation d'un andain en piquets bois, dans un secteur à forte pente	13
Figure 4 : Méthode d'arrachage des Griffes de sorcière appliquée sur l'île.....	14
Figure 5a,b : Photographies aériennes de l'île avant 2012 (source : Bing aerial ©) et après juillet 2014 (source : IGN Géoportail)	16
Figure 6 a,b : Images aériennes de l'île en 2010 (a) et en 2014 (b) vues depuis l'Ouest.....	16
Figure 7 : Collecte des volumes de Griffes de sorcière sur chaque secteur traité l'année précédente	17
Figure 8 : Evolution des volumes de <i>Carpobrotus edulis</i> arrachés lors de chaque repasse, par secteur.....	18
Figure 9 : Falaises exposées sur colonisées par la Griffes de sorcière et les Agaves	19
Figure 10 : Andain créé en juillet 2014 et conforté en juillet 2015 sur le secteur 2012 érodé	19
Figure 11 a, b, c, d, e : Erosion et lessivage du versant exposé	20
Figure 12 : borne géomètre marquant le centre de la placette - Crédit photographique : Julien Ugo).....	21
Figure 13 : Abondance de Sénéçon à feuilles grasses de part et d'autre des andains au niveau des stations P17 et P18 - Crédit photographique : Julien Ugo	22
Figure 14 : Les trois espèces pionnières en cours d'installation sur les terrains nus de la station P11 -Crédit photographique : Julien Ugo.....	22
Figure 15 a,b : Régénération de <i>Carpobrotus edulis</i> à partir des individus arrachés disposés en andain (à g.) et touffe de <i>Lotus cytisoides</i> profitant de la stabilité de l'andain pour se développer sur une pente de l'île (à d.)- Crédit photographique : Julien Ugo.....	23

Figure 16 : Orpin du littoral en fin de floraison – Crédit photographique : Julien Ugo	23
Figure 17 : Relevé des pièges Barber	25
Figure 18 : Evolution des effectifs totaux de Goéland leucophée, <i>Larus michahellis</i> , sur l'île du Grand Rouveau, période 1982 - 2015	27
Figure 19 : Nid de Goéland leucophée dans les andains de <i>Carpobrotus</i>	28
Figure 20 : Evolution des effectifs de Goélants leucophée sur les îles de Marseille (données source : Parc National des Calanques)	29
Figure 21 : <i>Phyllodactyle</i> d'Europe	30
Figure 22 : Estimation de la taille de population des <i>Phyllodactyles</i> autour du phare	31
Figure 23 a, b, c : Phase de test des différents gîtes (a). Installation d'un gîte dans un secteur envahi par le <i>Carpobrotus</i> – gîte n°29 (b). Contrôle d'un gîte (c).	31
Figure 24 a, b : <i>Phyllodactyles</i> lors d'un contrôle de gîte (a). Fèces de <i>Phyllodactyle</i> sur une tuile (b).....	34
Figure 25 : Occupation des gîtes (%) et nb d'individu total observé par session – Réalisation M. Cheylan.....	35
Figure 26 a, b, c : Placette n°4, dont la tache de <i>Carpobrotus</i> visible en 2012 (a), a été arrachée en 2014 (b), recolonisée dès le printemps 2015 (c) – crédits photographiques : Paule Zucconi-Gil.....	37
Figure 27 a, b, c : Placette n°7 avant arrachage en 2012 (a), l'année suivante (b), puis en 2015 (c) – crédits photographiques : Paule Zucconi-Gil	37
Figure 28 a, b, c : Placette n°14 Nord : avant arrachage en 2012 (a), en 2014, après arrachage (b), puis en 2015 (c) – crédits photographiques : Paule Zucconi-Gil	38
Figure 29 a, b, c : Placette n°14 Sud : avant arrachage en 2012 (a), en 2014, après arrachage (b), puis en 2015 (c) – crédits photographiques : Paule Zucconi-Gil	38
Figure 30 : Lutte contre l'érosion – secteur 2012	39
Figure 31 : Pépinière expérimentale 2013-2014	40
Figure 32 : Pépinière 2014 et l'équipe mobilisée pour son installation	41
Figure 33 a, b, c : Matériel utilisé (a, b), Pépinière entièrement filmée (c)	42
Figure 34 : Plantation in situ de graines (<i>Lotier</i> et <i>Séneçon</i>) sur un andain créé en 2014) – crédit photographique : Pascal Auda	44
Figure 35 : répartition des dépenses liées aux opérations de restauration écologique (arrachage, suivis, expérimentations).....	45

A l'Ouest du Cap Sicié, l'île du Grand Rouveau, à l'extrémité de l'Archipel des Embiez, marque l'entrée de la rade du Brusuc, à Six-Fours-les-plages. Propriété depuis 2000 du Conservatoire du Littoral, l'île ainsi que le milieu marin environnant, est gérée par la ville de Six-Fours-les-Plages.

Île la plus éloignée de l'archipel, culminant à 31 m, d'une taille modeste (6,45 ha), elle est dominée par un phare, contrôlé à distance depuis la station de Porquerolles, dont l'automatisation en 1974 a mis fin à plus d'un siècle de présence des gardiens. En dehors de la présence des gardiens de phare, l'île n'a jamais été habitée. Avant le début des travaux de construction du phare en 1856, l'ingénieur en charge des travaux décrivait l'île comme « un petit îlot inculte, improductif, inhabité et isolé en mer » (*in* CEEP, 1999).

C'est d'ailleurs sans doute à cette période, et dans le but de maintenir les remblais créés lors de la construction du phare, qu'ont été introduits les premiers plants de Griffes de sorcière, *Carpobrotus edulis*. L'espèce a depuis lors proliféré, et gagné une part importante de la surface de l'île. En effet, sur la base de la première cartographie des habitats réalisée par F. Médail en 1999, et mise à jour par J. Baret en 2012 (cf.

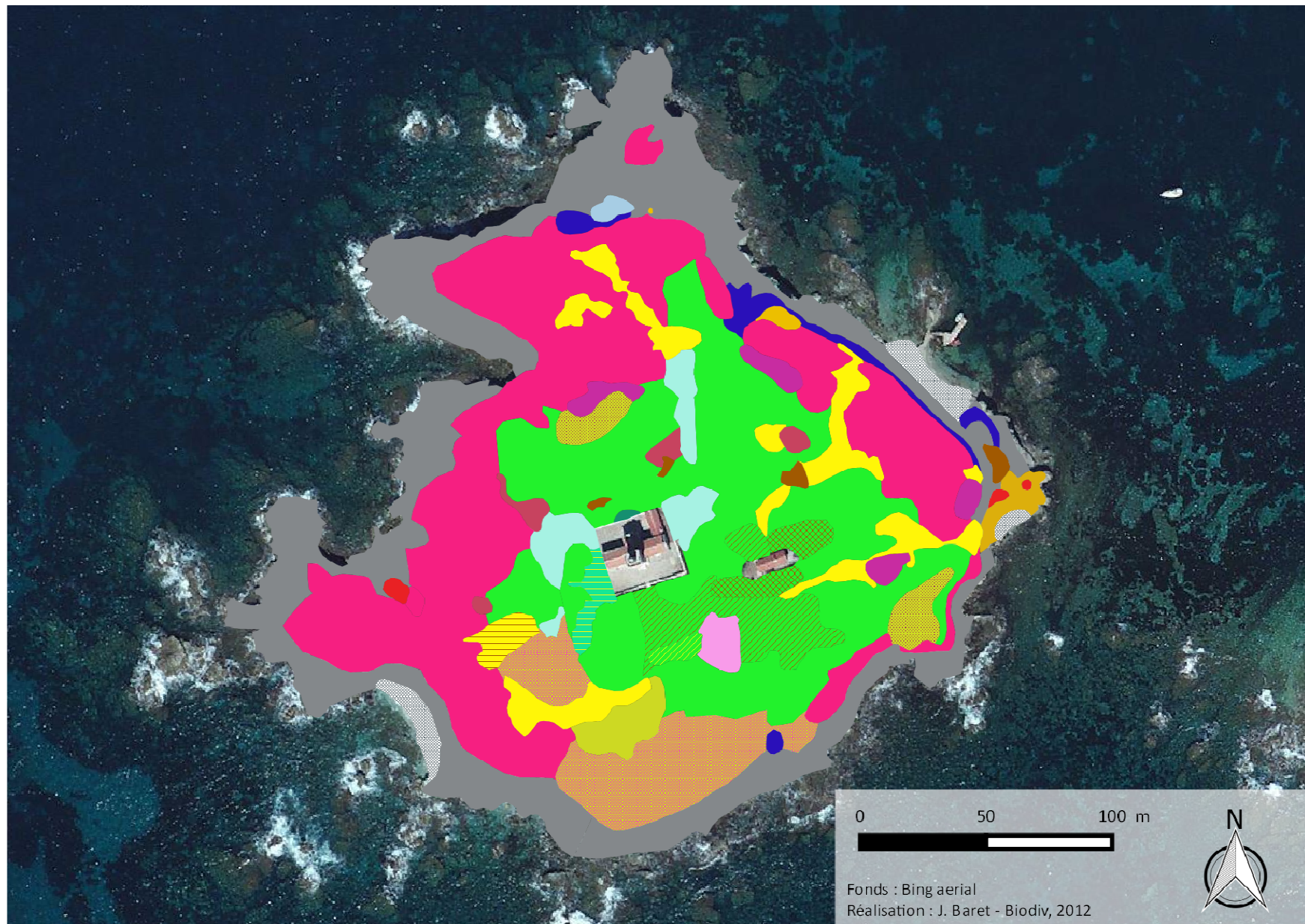
Carte 1 & Figure 1), sur les 6,45 ha de l'île, on mesurait un envahissement par la Griffes de sorcière de plus de 31% de la surface totale, dont 25% quasiment en peuplements mono ou paucispécifiques. Plus globalement, c'est cette capacité de prolifération qui a conduit le classement de l'espèce au sein de la liste noire des espèces les plus invasives du bassin méditerranéen (Hulme, 2004).

Carpobrotus edulis n'est cependant pas la seule espèce introduite sur l'île, puisqu'on dénombrait 4 autres espèces végétales (*Pittosporum tobira*, *Aloe* sp., *Agave* sp., *Eucalyptus* sp.) principalement situées autour du local de gestion, et une population de Rats noirs (*Rattus rattus*) dont l'origine n'est pas connue. D'autres espèces animales ont par ailleurs été également introduites sur l'île sans s'y être maintenu : des chats domestiques (capturés sur les Embiez dans le but de contrôler la prolifération des rats) et de lapins de Garenne. De toutes ces espèces, seul le Rat noir est encore présent, à la faveur d'une relation mutualiste avec la Griffes de sorcière : le premier se nourrit des fruits, et disperse ainsi les graines de la plante sur l'ensemble de l'île.

Ainsi, la prolifération de la Griffes de sorcière exerce une forte pression sur les communautés végétales protégées et/ou patrimoniales de l'île (*Allium chamaemoly*, *Limonium pseudominutum*, *Senecio leucanthemifolius*, *Thymelaea hirsuta*, *Bupleurum semicompositum*, *Fumaria* cf. *flabellata*, *Orobanche sanguineum* et *Sedum litoreum*) et animales, parmi lesquelles la présence du rare Phyllodactyle d'Europe, *Euleptes europaea*, représente l'un des éléments remarquables.

Ainsi, l'île du Grand Rouveau, à l'instar de nombreux écosystèmes insulaires (Médail & Quézel, 1997), peut être considérée comme un refuge de biodiversité, particulièrement vulnérable aux changements globaux dont les invasions biologiques sont une composante majeure. En tant qu'écosystèmes simplifiés, les îles sont de remarquables laboratoires pour étudier les impacts de ces perturbations.

L'ensemble de ces éléments a conduit l'Initiative pour les Petites Iles de Méditerranée (Initiative PIM) à considérer l'île du Grand Rouveau comme l'une des « îles sentinelles » du suivi des changements globaux à l'échelle de la Méditerranée. La mission naturaliste et scientifique réalisée en 2009, toujours dans le cadre de l'Initiative PIM, a permis d'aboutir à la rédaction d'un schéma de gestion (Ben Haj & Laviolle, 2011), destiné à apporter des préconisations de gestion en vue de la conservation de cet espace insulaire et de son ouverture au public.



Carte 1 : Cartographie des habitat- source F. Médail, 1999, mise à jour J. Baret, 2012

Habitats naturels









-  Formation des rochers maritimes à *Limonium pseudominutum* et *Crithmum maritimum*
-  Formation des rochers maritimes à *Limonium*; faciès à *Crithmum maritimum*
-  Formation des rochers maritimes à *Limonium*; faciès à *Inula crithmoïdes*
-  Pelouses à espèces annuelles halonitrophiles à *Frankenia hirsuta*
-  Pelouse maritime à graminées vivaces (*Dactylis glomerata*, *Elytrigia atherica*)
-  Pelouse maritime à graminées vivaces x Affleurements rocheux
-  Pelouse maritime à *Sporobolus pungens*
-  Pelouse rase à *Allium chamaemoly*
-  Pelouse rase à *Allium chamaemoly* x Matorral bas clairsemé à *Helichrysum stoechas*
-  Affleur. int. de rochers siliceux à *Umbelicus rupestris* et/ou *Asplenium obovatum*
-  Matorral bas littoral à *Thymelea hirsuta*, *Pistacia* et *Phillyrea*
-  Matorral bas littoral à *Thymelea hirsuta*, piqueté de *Tamarix gallica*
-  Matorral bas littoral à *Thymelea hirsuta* en mosaïque avec *Carpobrotus edulis*
-  Matorral haut interne à sclérophylles (*Rhamnus*, *Phillyrea*, *Olea*, *Pistacia*)
-  Boisement mûre d'*Olea europaea* et de *Pinus halepensis*
-  Formation débroussaillée d'*Olea europaea*
-  Boisement débroussaillé d'*Olea europaea* et de *Pinus halepensis* (Pins coupés)
-  Bosquet de *Tamarix gallica*
-  Fourré à *Lavatera arborescens*
-  Fourrés à *Rubus* et *Ficus carica*, avec rudérales mésophiles et *Narcissus tazetta*
-  Pelouse à espèces rudérales mésophiles (*Pipatherum miliaceum*, *Bromus* spp.)
-  Affleurements de terre nue, cailloutis, talus
-  Plage
-  Domaine bâti (habitation, phare)
-  Secteurs envahis par *Carpobrotus edulis* (recouvrement > 75%)

Figure 1 : Légende de la cartographie des habitats (J. Baret, 2012)

Outil de planification et d'évaluation, ce schéma de gestion a permis de définir et hiérarchiser les objectifs de mise en valeur et de gestion de l'île ainsi que les opérations et les moyens à mettre en œuvre pour les atteindre : observations scientifiques, surveillance, balisage, signalisation, entretien... Et en particulier un programme d'éradication des Griffes de sorcière.

C'est donc en application de ce schéma de gestion qu'ont été réalisées les opérations de restauration écologique de l'île, dont les principaux résultats, techniques et scientifiques, sont présentés dans ce rapport. Les outils et méthodes appliqués ont largement été inspirés des travaux menés conjointement sur la restauration de l'île de Bagaud, réserve intégrale du Parc National de Port-Cros (Passetti *et al.*, 2012). Ainsi, les responsables et chargés de mission du programme de restauration de Bagaud (A. Aboucaya & A. Passetti) ont contribué aux divers ajustements méthodologiques préalables à ces opérations sur l'île du Rouveau, ainsi que divers chercheurs de l'université d'Aix-Marseille (F. Médail, P. Ponel, D. Pavon).

Une note préalable (Damery & Rivière, 2011) s'appuyant sur le schéma de gestion détaille les différentes étapes et méthodes techniques et scientifiques préconisées pour la mise en place d'un plan d'action « Carpobrotus » (extrait du schéma de gestion en annexe 1).

L'objectif initial de ce plan est d'aboutir à l'éradication complète de l'espèce sur l'île. Comme rappelé précédemment, ces méthodes de suivis s'appuient sur l'exemple du projet mené par le Parc National de Port-Cros sur la restauration écologique de l'île de Bagaud (Krebs et al 2015a, Krebs et al. 2015b, Braschi et al, 2015).

Ainsi, ont été initialement envisagés :

- Une dératisation de l'île préalable à l'arrachage de Griffes de sorcières ;
- La réalisation d'états zéros préalables à l'arrachage, sur les compartiments floristiques, entomologiques, ornithologiques et herpétologiques, puis des suivis annuels pendant l'opération d'arrachage et tous les 5 ans ensuite ;
- L'arrachage de la Griffes de sorcière en « banquettes » sur 3 ans, avec contrôle pendant 10 ans, et récolte de graines d'espèces endémiques ;
- La réalisation d'un suivi par photo-monitoring de l'évolution du paysage.

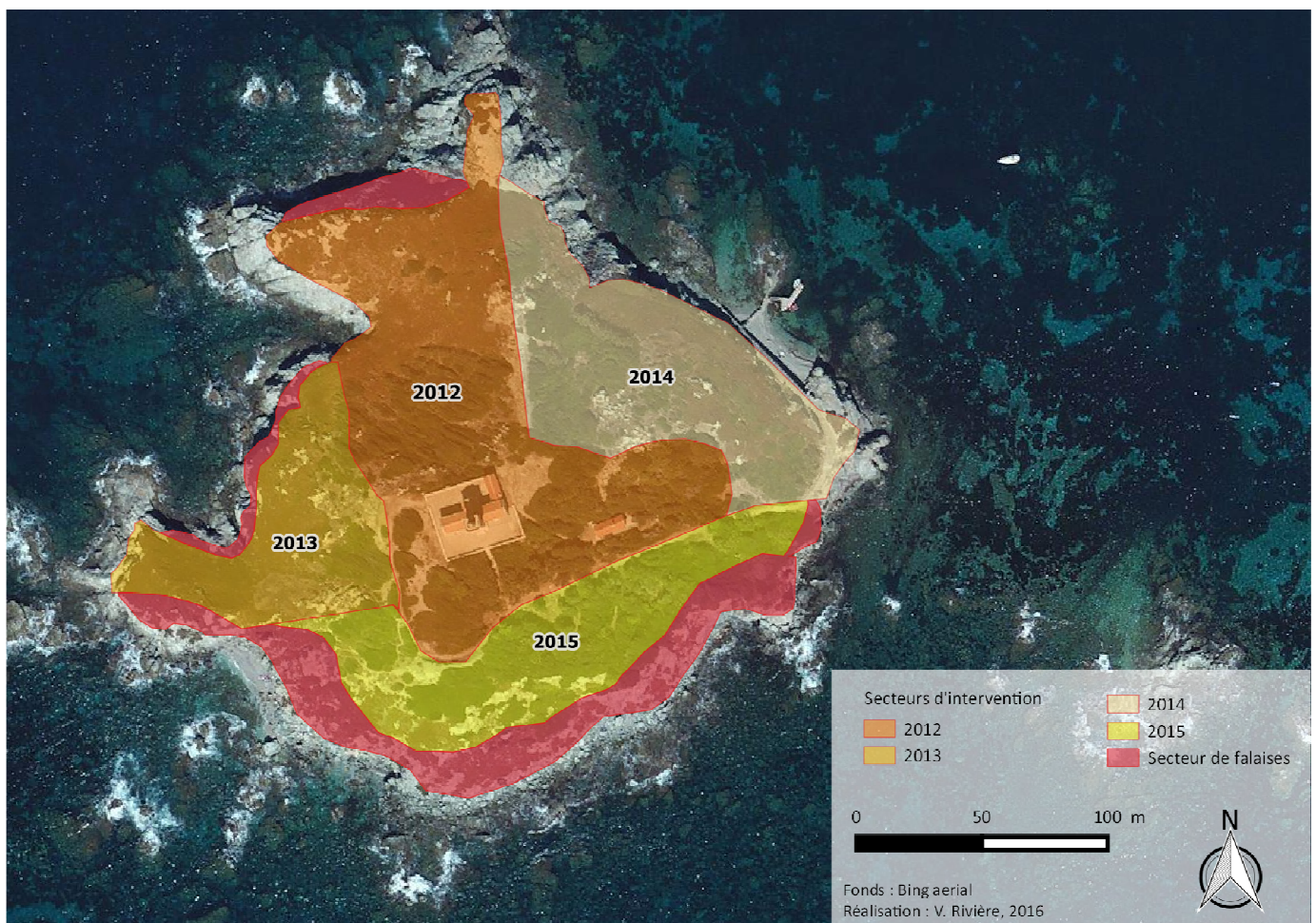
La mise en œuvre de ce programme a nécessité certains ajustements. En effet :

- La dératisation a été écartée, du fait du risque non nul de réinfestation, dans un contexte de forte fréquentation du débarcadère en période estivale et de proximité des autres îles de l'archipel ;
- Le phasage des opérations d'éradication des Griffes de Sorcière a été revu : l'arrachage sur la totalité des secteurs accessibles s'est déroulé sur 4 ans. Les interventions sur la majeure partie des secteurs de falaises seront réalisées en juillet 2016 ;
- Un projet de pépinière expérimentale a été développé dans le but d'améliorer localement la revégétalisation de certains secteurs particulièrement érodés.

C'est donc le bilan de ces 4 années d'interventions qui est présenté dans ce rapport.

1. Méthodes

Initialement, l'île avait été découpée en 3 secteurs afin d'organiser sur 3 années l'arrachage des Griffes de sorcière. Cependant, au regard de la vitesse d'avancement du chantier et du temps disponible, ce programme a été revu sur 4 secteurs (Carte 2), dont les limites s'appuient généralement des limites physiques visibles : chemins, versants et crêtes. Les falaises pour la majeure partie d'entre elles, font l'objet d'un secteur spécifique, prévu pour 2016, car le dégriffage nécessite l'intervention d'équipes spécialisées au travail encordé. Une partie nord de falaise a cependant pu être dégriffée en 2012 grâce à l'intervention d'une équipe du Parc National de Port-Cros.



Carte 2 : Découpage de l'île en différents secteurs d'intervention

A la différence de l'opération de « dégriffage » mise en œuvre sur l'île de Bagaud, les coordinateurs de ce programme ont privilégié des interventions annuelles au mois de juillet, en tenant notamment compte des éléments suivants :

- La période est plus propice à la mobilisation des bénévoles ;
- L'arrachage est facilité, les pieds de *Carpobrotus* étant plus secs donc moins lourds, et l'on suppose que la reprise est atténuée en période estivale.

Les équipes procèdent selon un mode opératoire simple, adapté au terrain, en quatre étapes (Figure 2 & Figure 4) :

- Identification de la limite basse de la zone d'intervention, en considérant qu'une personne prend en charge une bande de 2 m de large ;
- Arrachage d'une bande perpendiculaire à la pente en limite basse de la zone d'intervention (hauteur env. 1,5 m). Les pieds sont arrachés manuellement et rejetés sur la partie « haute », au-dessus de la ligne dégagée ;
- Phase descendante : les bénévoles remontent la pente sur environ 5 m, arrachent les *Carpobrotus* en ligne, perpendiculaire à la pente, et roulent des tapis Griffes de sorcière enchevêtrées les unes sur les autres, formant un rouleau de plus en plus volumineux ;
- Formation des andains : le rouleau est déposé sur la zone préalablement dégagée, en s'assurant qu'il ne repose sur aucun pied encore enraciné.

Au cours de ces étapes, la présence d'espèces indigènes, qu'il s'agisse d'annuelles ou de vivaces, est identifiée afin que les pieds soient préservés sur l'ensemble de l'opération.



Figure 2 a, b, c, d : Différentes étapes de l'arrachage, et disposition en andains (année 2012)

Suivant la pente, les andains peuvent être rapprochés pour limiter l'érosion. Un piquetage peut être employé pour renforcer leur stabilité en cas de fort ruissellement et/ou de forte pente (Figure 3).

L'arrachage organisé selon le plan d'action a débuté en juillet 2012, et renouvelé au moins de juillet 2013, 2014 et 2015. Chaque année, des équipes bénévoles se relaient sous la coordination du gestionnaire et de l'équipe de l'Initiative PIM. Une « repasse » est effectuée sur les secteurs arrachés les années précédentes tous les ans, concomitamment à l'arrachage. Cette opération consiste à arracher les jeunes pousses de Griffes de sorcière, exprimées après la mise à nu de la litière.



Figure 3 : Stabilisation d'un andain en piquets bois, dans un secteur à forte pente

L'intérêt des andains

Le choix de ne pas exporter les volumes de Griffes de sorcière arrachés représentait tout d'abord une réelle économie pour le projet, mais présentait également plusieurs avantages importants pour l'opération, une fois organisés en andains. En effet, les andains permettent de limiter le lessivage des sols, phénomène accéléré dans les secteurs initialement monospécifiques à *Carpobrotus*, dont l'impact est d'autant plus important que le sol est peu profond et la pente importante. Par ailleurs, la disposition perpendiculaire de ces andains par rapport à la pente permet l'accumulation de la matière organique et minérale lors du ruissellement, formant ainsi des banquettes au-dessus des andains. Cette couche ainsi formée sert de litière, exploitée par les espèces végétales insulaires en phase de recolonisation.

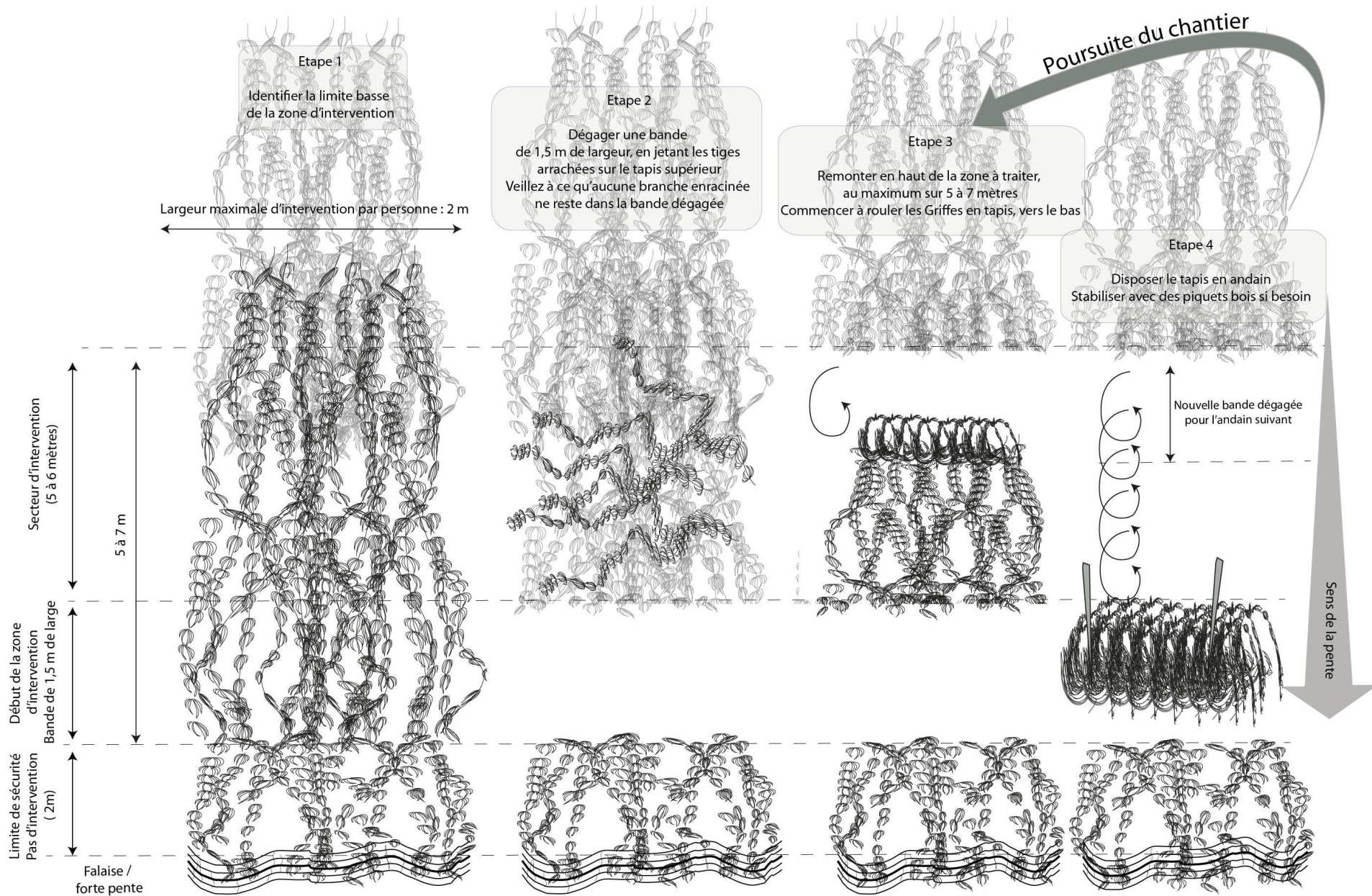


Figure 4 : Méthode d'arrachage des Griffes de sorcière appliquée sur l'île

2. Résultats des campagnes d'arrachage

Ces campagnes d'arrachage ont permis de mobiliser :

- 24 personnes en juillet 2012,
- 38 personnes en juillet 2013,
- 31 personnes en juillet 2014,
- 29 personnes en juillet 2015.

Les équipes se relayent à la journée, voire sur deux jours, afin de répartir l'effort d'intervention sur l'ensemble de la durée de chaque campagne. Ainsi, si 24 personnes ont participé aux campagnes en 2012, l'équipe était en moyenne constituée de 13 personnes par jour.

Le tableau récapitulatif suivant (Tableau 1) dresse un aperçu du travail réalisé sur les 4 années d'interventions, dont les premiers résultats sont visibles sur les fonds satellites fournis par Google Earth ou l'IGN (Figures 5a,b & 6a,b). Les surfaces en hectares présentées dans le tableau correspondent à la surface totale de chaque secteur sur lesquels les opérations se sont déroulées chaque année. Les surfaces traitées en m² n'ont été estimées que sur les tapis les plus importants de *Carpobrotus* et n'intègrent pas les taches disséminées çà et là au sein de chaque secteur.

Tableau 1 : surfaces traitées et efficacité d'arrachage

Secteur	2012	2013	2014	2015
Surface des secteurs (ha)	1,63	0,54	0,83	0,71
Dates d'intervention	16 au 19 juillet	8 au 12 juillet	28 au 31 juillet	7 au 10 juillet
Nb moyen de personnes mobilisées par jour	13	11,3	14,5	8,6
Durée effective de la campagne	3,5 jours	5 jours	3,5 jours	3 jours
Surface traitée (estimée)	2 966 m ²	4 043 m ²	3 696 m ²	1 419 m ²
Effort d'arrachage* (h)	193h30'	210h20'	167h40'	53h40'
Efficacité**	15,4 m ² /pers/h	32,0 m ² /pers/h	22,0 m ² /pers/h	26,4 m ² /pers/h

* Nombre d'heures effectives d'arrachage cumulées

** surface en m² arrachée / personne / heure

Dans les secteurs à plus forte pente, les andains sont stabilisés avec des piquets bois, espacés de 2 à 5 mètres suivant les pentes et la nature du sol. L'efficacité d'arrachage, calculée uniquement sur les surfaces des tapis les plus importantes de *Carpobrotus*, doit être considérée comme une notion indicative, car les conditions locales (pentes, rocher, densité de plantes à conserver au sein des taches de *Carpobrotus*) sont variables, et peuvent influencer fortement le calcul.

A la fin de la quatrième année (juillet 2015), la majeure partie de la surface l'île a été couverte par ces campagnes d'arrachage, exception faite des secteurs en falaise, dont seule une frange nord-ouest (environ 80 m linéaires) a bénéficié de l'intervention d'une équipe du Parc National de Port-Cros, encordée, en juillet 2013.

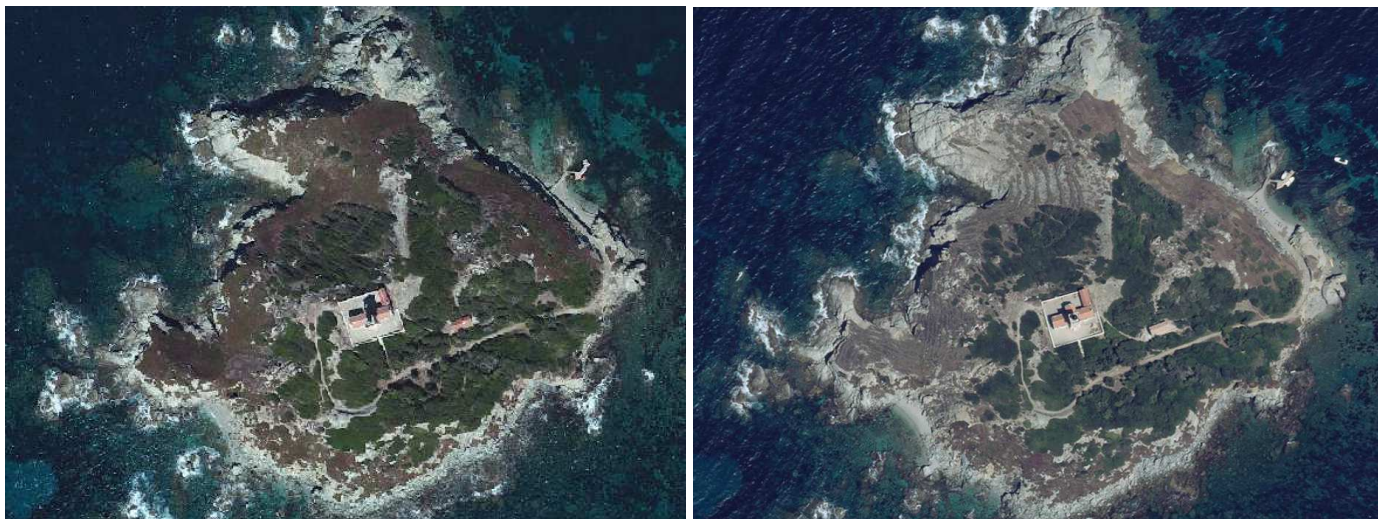


Figure 5a,b : Photographies aériennes de l'île avant 2012 (source : Bing aerial ©) et après juillet 2014 (source : IGN Géoportail)



Figure 6 a,b : Images aériennes de l'île en 2010 (a) et en 2014 (b) vues depuis l'Ouest

3. Résultats du contrôle ou « repasse »

Une « repasse » complète de chaque secteur arraché les années précédentes est effectuée annuellement à la même période en suivant rigoureusement les mêmes limites dans le but de permettre les comparaisons interannuelles de volumes récoltés (Tableau 2). Ainsi, en 2015 :

- Trois repasses avaient été effectuées sur le secteur 2012 ;
- Deux sur le secteur 2013 ;
- Tandis que le secteur 2014 était contrôlé pour la première fois.

Les volumes de *Carpobrotus* arrachés sont mesurés par secteur, à l'aide de bacs plastiques d'un volume identique (Figure 7).

Tableau 2 : Volumes de Griffes de sorcière ayant germé après l'arrachage, par secteur

	Secteur 2012	Secteur 2013	Secteur 2014	Secteur 2015
Juillet 2013	1,65 m ³	-	-	-
Juillet 2014	4,8 m ³	9,4 m ³	-	-
Juillet 2015	3,1 m ³	7,1 m ³	2,45 m ³	-



Figure 7 : Collecte des volumes de Griffes de sorcière sur chaque secteur traité l'année précédente

Exception faite de l'augmentation de volume entre 2013 et 2014 sur le secteur 1, globalement, les volumes arrachés au cours de cette phase de contrôles tendent vers la baisse au cours du temps (Figure 8). Ceci indique que les sources de développement de *Carpobrotus* diminuent avec le temps (banque de graine du

sol, ou dissémination à partir de pieds mère). Concernant l'augmentation de volume sur le secteur 1 entre 2013 et 2014, on suppose que les conditions météorologiques précédents 2013 n'avaient alors pas été favorables ni à la germination des graines contenues dans le sol, ni au développement du système aérien. Ceci prouve que l'utilisation de ces données doit cependant rester d'ordre qualitatif, car ne représentant pas le nombre de germination, mais bien le volume de biomasse produite par secteur et par an.

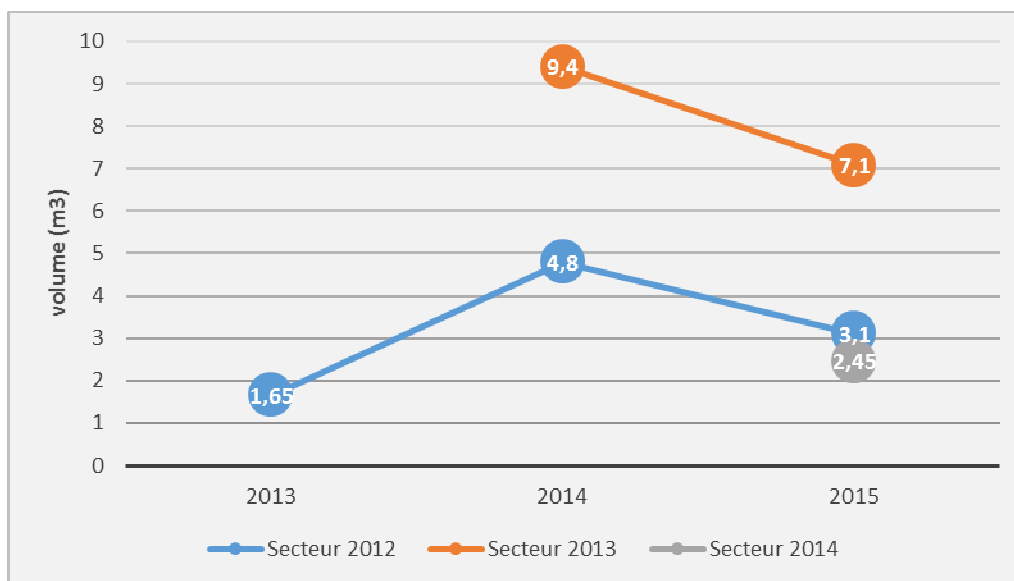


Figure 8 : Evolution des volumes de *Carpobrotus edulis* arrachés lors de chaque repasse, par secteur.

4. Limites et perspectives

Les secteurs situés en falaise (cf. Carte 2) n'ont pas été traités, exceptés ceux situés en partie nord-ouest de l'île. Un traitement complet est prévu en juillet 2016 par une entreprise d'intervention spécialisée au travail encordé. Ce contrôle est prévu pendant minimum 10 ans par le schéma de gestion et le plan d'action *Carpobrotus*. Après 10 ans, le contrôle annuel sera progressivement porté à deux ans (période minimale entre la germination et la fructification des pieds), puis 5 ans suivant les résultats.



Figure 9 : Falaises exposées sur colonisées par la Griffes de sorcière et les Agaves

La technique de stabilisation des andains a été appliquée dès la seconde année d'intervention, en réponse au lessivage complet des andains sur l'un des versants exposés sud/ sud-est (Figure 11).



Figure 10 : Andain créé en juillet 2014 et conforté en juillet 2015 sur le secteur 2012 érodé



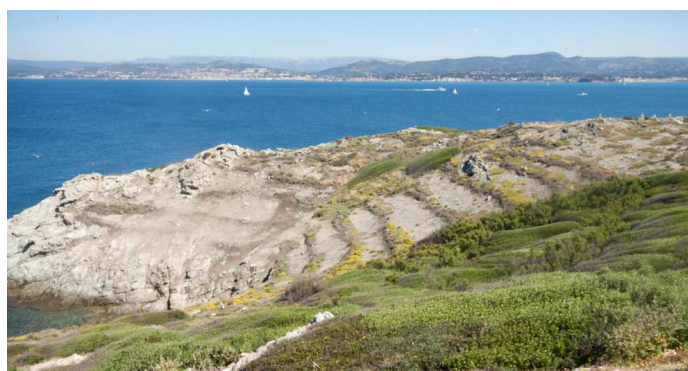
a. Avant intervention (mai 2012)



b. Après arrachage (juillet 2012)



c. Mai 2013



d. Mai 2014



e. Mai 2015

Le lessivage des sols, emportant les andains séchés au cours d'épisodes de fortes pluies, limite fortement la recolonisation naturelle du site. En effet, sous l'action conjuguée du ruissellement et du lessivage des éléments minéraux grossiers, le sol et la banque de graine disparaissent. Ainsi, la fructification des végétaux indigènes ne peut réalimenter la banque de graine en l'absence de sol.

Le fragment d'andain visible sur la photo e. et la figure 10 a été créé à partir des *Carpobrotus* arrachés lors de la repasse en juillet 2014, stabilisé par des piquets bois.

Figure 11 a, b, c, d, e : Erosion et lessivage du versant exposé

Ces suivis s'appuient sur un état initial de la biodiversité, rédigé en 2012 en amont de la première phase d'arrachage de Griffes de sorcières (Damery *et al.*, 2012).

1. Suivi floristique et recolonisation naturelle



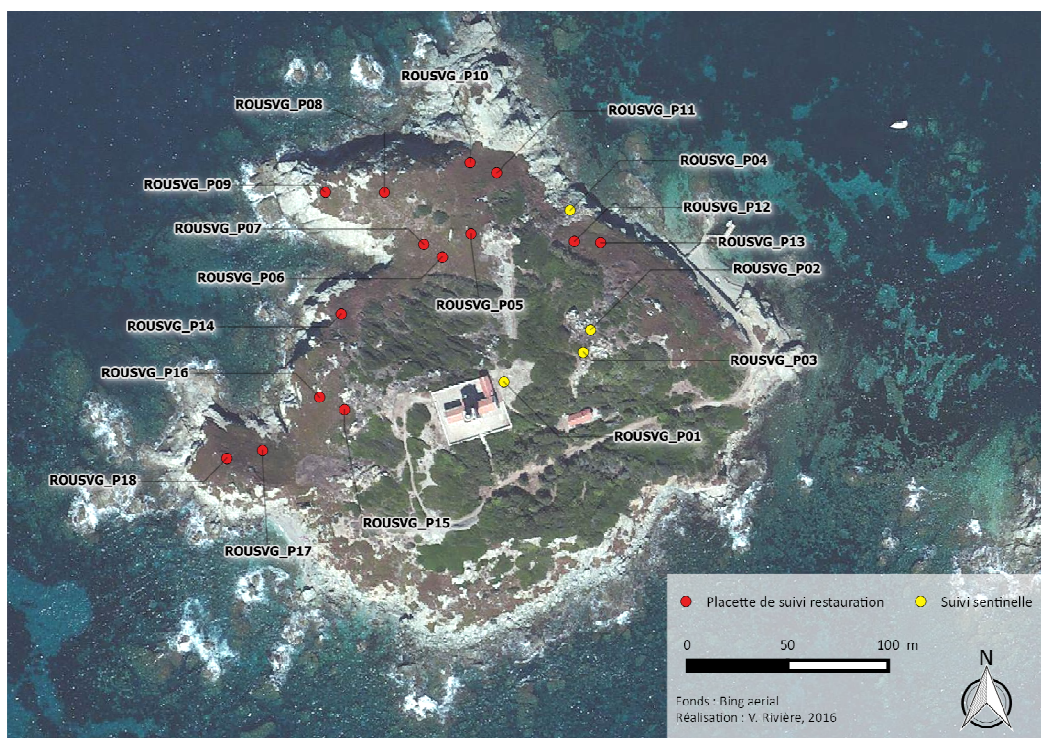
Figure 12 : borne géométrique marquant le centre de la placette - Crédit photographique : Julien Ugo

1.1 Méthode

Comme rappelé dans le contexte, plusieurs espèces végétales protégées et/ou patrimoniales sont présentes sur l'île. Une cartographie de deux espèces protégées a été réalisée dans une première approche (*Allium chamaemoly*, *Thymelea hirsuta*). Cependant, dans une logique de suivi sur le long terme, c'est un protocole de suivi par placettes qui a été initié par Daniel Pavon (IMBE) en 2012. Ce protocole répondait à deux objectifs :

- Un suivi de la recolonisation végétale, en réponse au programme de restauration écologique de l'île (14 placettes) ;
- Un suivi long terme des pelouses halophiles à annuelles et géophytes (3 placettes) et un suivi des pelouses de ceintures halo-résistantes (1 placette), non soumises à l'impact de ce programme de restauration, dans le but de suivre les changements globaux sur ces écosystèmes sensibles.

Au total, 18 placettes permanentes sont suivies annuellement (Carte 3), au cours de la même période (fin avril- début mai), par un botaniste, depuis 2012. L'emplacement de chaque placette est matérialisé par une borne de géomètre. Le protocole est décrit en annexe 2.



Carte 3 : Localisation des placettes de suivi permanentes

1.2 Résultats

Les résultats présentés ici sont issus de la note rédigée par Julien Ugo en 2015 (Ugo, 2015), intégrant eux-mêmes les résultats des travaux menés les années précédentes par Daniel Pavon (Pavon, 2012).

1.2.1 Suivi de la recolonisation (placettes de suivi de la restauration)

S'il est encore trop tôt pour dresser un bilan complet des opérations d'arrachage de *Carpobrotus edulis* sur le Grand Rouveau, des tendances peuvent être mises en évidence et des hypothèses peuvent être formulées. Globalement, à l'instar des observations effectuées 5 ans après le début du programme de restauration de l'île de Bagaud mené par le Parc National de Port-Cros (Krebs *et al*, 2015), on observe sur les placettes une augmentation très nette de la diversité spécifique et du recouvrement végétal, du fait de la germination de la banque de graines des plantes indigènes.

Les trois taxons les plus fréquemment observés, toutes placettes confondues, sont :

- Le Lotier faux-Cytise (*Lotus cytisoides*),
- Le Sénéçon à feuilles grasses (*Senecio leucanthemifolius* ssp. *crassifolius*) ;
- Le Laiteron glauque (*Sonchus asper* ssp. *glaucescens*).

Dans les fortes pentes, ces trois taxons semblent se développer directement au contact des andains conçus à partir des individus de *Carpobrotus edulis* arrachés (cf. photo ci-contre).

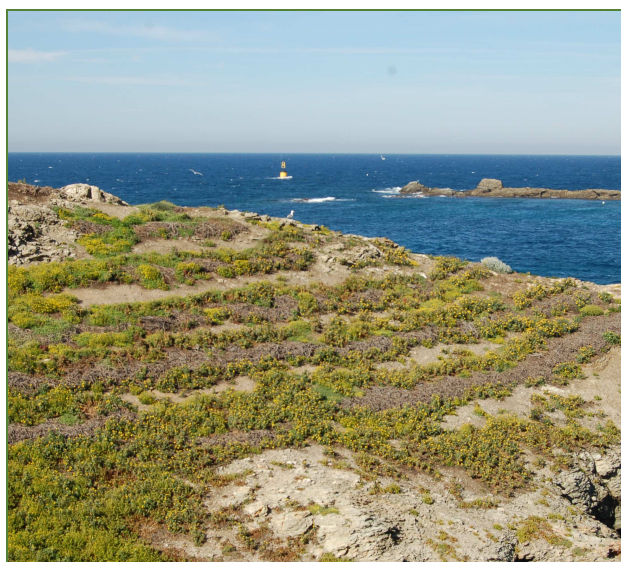


Figure 13 : Abondance de Sénéçon à feuilles grasses de part et d'autre des andains au niveau des stations P17 et P18 -
Crédit photographique : Julien Ugo

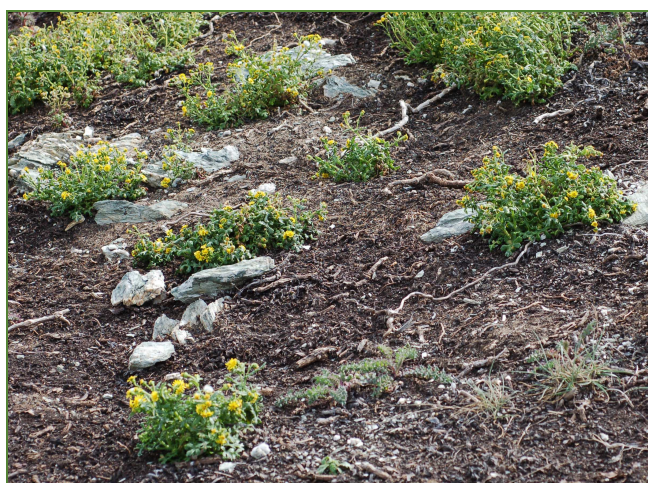


Figure 14 : Les trois espèces pionnières en cours d'installation sur les terrains nus de la station P11 -
Crédit photographique : Julien Ugo

Le Lotier faux-Cytise, malgré une stratégie de dispersion essentiellement barochore (dispersion par gravité), dispose d'un fort pouvoir couvrant, sur la base d'un mode de croissance en circulaire qui permet à chaque individu d'occuper rapidement l'espace.

Le Sénéçon à feuilles grasses et le Laiteron glauque produisent quant à eux une grande quantité de graines dispersées par le vent qui leur permet de multiplier les chances de germination dans un large rayon autour des semenciers.

Deux stratégies opposées mais complémentaires qui, sur le Grand Rouveau, pourraient être à l'origine d'une reconquête réussie de la flore spontanée sur les terrains autrefois couverts de *Carpobrotus edulis*.

Dans ces mêmes situations, *Carpobrotus edulis* n'est pas totalement absent, bien au contraire, et, si quelques repousses ont pu être constatées à partir des andains (échec du séchage ? voire oubli lors de l'arrachage?), il y a aussi un recrutement significatif issu de la banque de graines du sol.

Le suivi de cette reconquête se poursuit et il sera particulièrement intéressant d'observer au fil des années les recouvrements relatifs de chacun de ces taxons pionniers par rapport à celui de *Carpobrotus edulis*. L'objectif étant de savoir quand celui-ci prend le pas sur les autres espèces, à quel moment il est pertinent d'intervenir et comment.



Figure 15 a,b : Régénération de *Carpobrotus edulis* à partir des individus arrachés disposés en andain (à g.) et touffe de *Lotus cytisoides* profitant de la stabilité de l'andain pour se développer sur une pente de l'île (à d.)-
Crédit photographique : Julien Ugo

1.2.2 Suivi long terme



Figure 16 : Orpin du littoral en fin de floraison –
Crédit photographique : Julien Ugo

Ce suivi ne concerne que les placettes non concernées par les opérations d'arrachage de *Carpobrotus edulis*.

Le suivi 2015 n'a pas mis en évidence de changement significatif dans la composition et la structure des relevés de ces stations par rapport aux années précédentes. Seuls un nombre réduit de taxons marginaux n'a pas été revu cette année (phénomènes d'éclipses relativement fréquents en contexte insulaire), et quelques espèces ont vu leur recouvrement passer à la classe immédiatement inférieure ou supérieure. Ce dernier constat peut s'expliquer de deux manières : soit ces recouvrements ont réellement évolué, auquel cas cela peut témoigner d'une dynamique tout à fait naturelle de compétition interspécifique (espèces annuelles pionnières >> espèces vivaces) ; soit il s'agit simplement d'un biais lié à un effet « observateur », l'attribution de coefficient de recouvrement étant sujette à interprétation, par essence variable lorsque des observateurs différents se succèdent sur un même sujet. Des analyses statistiques devront être conduites pour apprécier la part d'objectivité dans ces différences interannuelles.

1.3 Limites et perspectives

Ce suivi répond aux attentes du gestionnaire, dans la mesure où il ne présente que des biais limités et répond à la question posée : dans quelle mesure la végétation indigène de l'île recolonise-t-elle l'espace suite à une opération de restauration écologique d'envergure ? Le nombre important de placettes eu égard à la faible surface de l'île permet de rendre compte avec une certaine précision de l'avancement de la recolonisation naturelle du site.

De plus, il permet de conforter les observations plus empiriques du gestionnaire sur les techniques utilisées pour la restauration. En effet, dans ses conclusions, Julien Ugo écrit que « cette campagne montre la réelle efficacité du dispositif d'andains installés dans les fortes pentes : ceux-ci semblent jouer un rôle structurant dans le processus de reconquête par la végétation spontanée des terrains traités ».

Ce nombre important de placettes augmente la sensibilité du suivi, dont les résultats peuvent permettre d'alerter le gestionnaire sur les risques de « rechute » (i.e. prolifération des espèces invasives, dont *Carpobrotus edulis*).

Malgré des limites d'interprétation liées à au changement d'observateur, l'utilisation des bornes géométriques pour faciliter la localisation des placettes pérennes permet d'assurer un suivi rigoureux dans le temps, méthode qui a d'ailleurs été appliquée par la suite par l'équipe du Parc National de Port-Cros dans le cadre du suivi de la restauration de l'île de Bagaud (E. Krebs, comm. pers.).

2. Suivi entomologique

2.1 Méthode

Le suivi des invertébrés a consisté, lors de l'établissement de l'état initial (2012), à la mise en place d'un échantillonnage par la méthode des « *Pitfall traps* », transects le long desquels sont posés des pièges de type Barber (récipients en plastiques placés dans le sol), et au fond desquels un liquide tensioactif non attractif d'éthylène glycol est déposé, afin de conserver les insectes capturés.

Cette méthode d'échantillonnage permet d'obtenir une image de l'entomofaune pour un site. Elle ne crée pas de biais de distribution liée à la sensibilité olfactive des insectes. Elle donne une estimation de la faune active au sol, ainsi que la probabilité des captures sous le fait du hasard en fonction de la densité des insectes et de leur mobilité. La mise en place de ce type de piège a été possible en raison de l'absence d'espèces d'arthropodes protégées sur l'île.

Le maillage de pièges a été installé dans différents milieux. Ils ont été disposés selon un réseau de transects de 10 pièges, chaque piège étant espacé de 5 m (Carte 4). Ce maillage permet d'évaluer la richesse et l'abondance de la faune locale, la distribution de la fourmi d'Argentine -si elle est présente sur l'île- et son rôle sur la biodiversité locale. Au total, 40 pièges ont été ainsi posés, le long de transect visant à suivre l'évolution du cortège entomologique au sein de quatre grands types d'habitats :

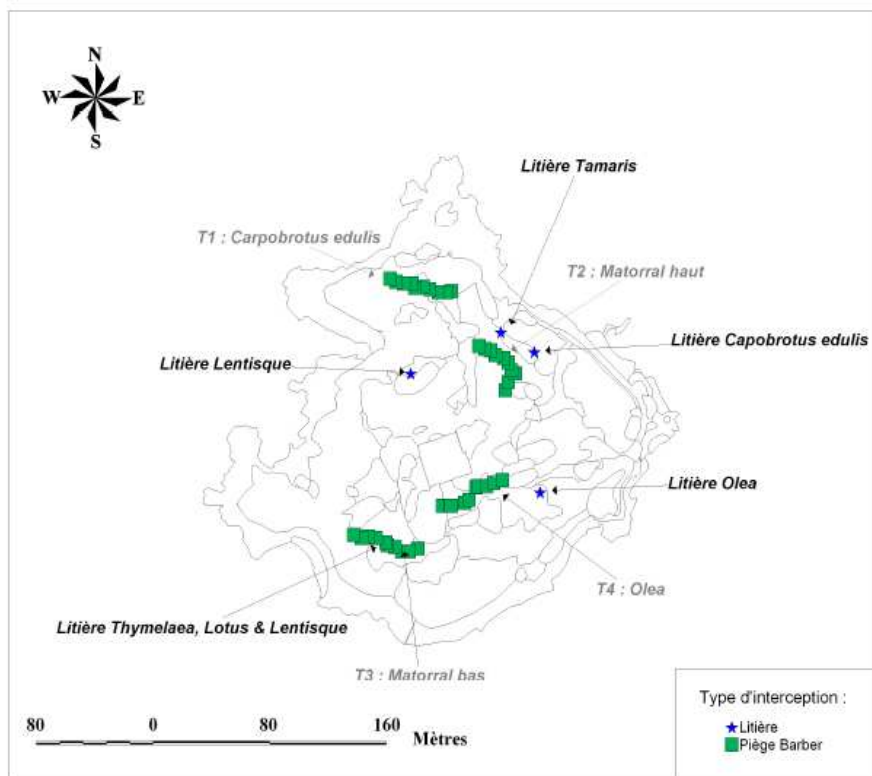
- 1 transect de dix pièges dans un secteur recouverte de *Carpobrotus edulis* ;
- 1 transect de dix pièges au sein d'un matorral haut à *Olea, Pistacia & Phillyrea* ;
- 1 transect dans le maquis bas à *Lotus & Pistacia* ;
- 1 transect dans le boisement d'Oliviers.

Installés une première fois le 5 avril 2012, le premier relevé des transects a été réalisé les 3 et 4 mai 2012, afin de récupérer les échantillons collectés. Toutefois, au regard des résultats très faibles dus à

l'arrachement de certains pièges par les Goélands et Rats, l'opération a été renouvelée en mai 2014 avec un relevé 3 semaines plus tard.

En parallèle, deux autres méthodes d'échantillonnages ont été mises en place : des prélèvements de litière, en vue d'échantillonner la faune endogée, et des captures à vue (avec utilisation d'un aspirateur à Insectes).

En parallèle, l'île s'est enrichie d'un travail spécifique sur la faune myrmécologique, réalisé par Laurence Berville (IMBE) dans le cadre de ses travaux de recherche en mai 2012 (Berville, 2012).



2.2 Résultats

Les résultats du suivi entomologique sont en cours d'analyse à l'IMBE. Le temps de traitement est particulièrement long étant donné l'important effort de tri à réaliser sur chaque échantillon. Ainsi, il n'est pas possible à ce stade d'évaluer la réponse entomologique à l'opération d'éradication des Griffes de sorcières. Ceci dit, les résultats de ces suivis menés sur l'île de Bagaud (Braschi et al, 2015) mettent en évidence une augmentation de l'abondance des arthropodes piégés dans les zones ayant bénéficié de l'arrachage.

Concernant l'inventaire myrmécologique, dont la détermination des espèces a été plus rapide, le résultat de l'étude indique que le Grand Rouveau semble héberger une myrmécofaune assez riche malgré un effort de prospection encore assez faible, une perte conséquente des Pitfalls (piège Barber) et une superficie de faible importance. On dénombre ainsi 17 espèces de fourmis et on notera l'absence de la fourmi d'Argentine *Linepithema humile* malgré sa présence massive sur l'île des Embiez tout proche (Berville 2012).



2.3 Limites et perspectives

La mise en place d'un suivi par piégeage de type Barber reste un exercice relativement complexe à mener en général, et plus particulièrement sur une île telle que l'île du Grand Rouveau. En effet, ce suivi se heurte à plusieurs contraintes d'ordre général :

- Il nécessite un investissement important de spécialistes pour le traitement et l'analyse des échantillons ;
- Les pièges sont peu robustes et résistent mal à l'activité conjuguée des Rats et Goélands.

Le travail mené sur l'île du Grand Rouveau, à l'instar de la majorité des missions menées dans le cadre de l'Initiative PIM, s'appuie sur l'investissement bénévole des naturalistes, chercheurs et autres intervenants. Cette démarche semble difficilement compatible avec un travail d'investigation et de traitement important tel que ce protocole l'implique.

3. Suivi ornithologique

3.1 Méthode

Le suivi ornithologique est réalisé presque tous les ans sur l'ensemble de l'île, selon le protocole préconisé par le CEN Paca, repris dans le cadre des protocoles de suivis des îles sentinelle (Annexe 3). Ce recensement est effectué en période de nidification des Goéland leucophée (mi-avril), et vise à recenser uniquement cette espèce, seule espèce d'oiseau marin nicheuse sur l'île.

Ce suivi, réalisé pour la première fois dans le cadre de l'Initiative PIM en 2011 et 2012 sous la direction d'Alain Mante, alors chef de service de l'équipe de gestion de la Réserve Naturelle des îles de Riou, a depuis été réalisé en 2014, et 2015 par une équipe de techniciens de la ville de Six-Fours, encadrée par le gestionnaire de l'île du Grand Rouveau, Paule Zucconi – Gil.

L'île est divisée en 8 secteurs (Carte 5), au sein desquels le recensement est réalisé par au moins 2 observateurs et un contrôleur. Les nids vides, occupés, et le nombre d'œufs par nid est comptabilisé pour chaque secteur.



Carte 5 : Sectorisation de l'île pour le recensement des Goélands

3.2 Résultats

Les premiers recensements de Goélands leucophée sur l'île du Grand Rouveau ont été réalisés en 1982, puis en 1990 et en 1998-2001 (sans précision de date, A.mante, comm. pers.). Ils permettent d'avoir un recul discontinu de plus de 20 ans sur l'évolution des populations de Goéland leucophée sur l'île.

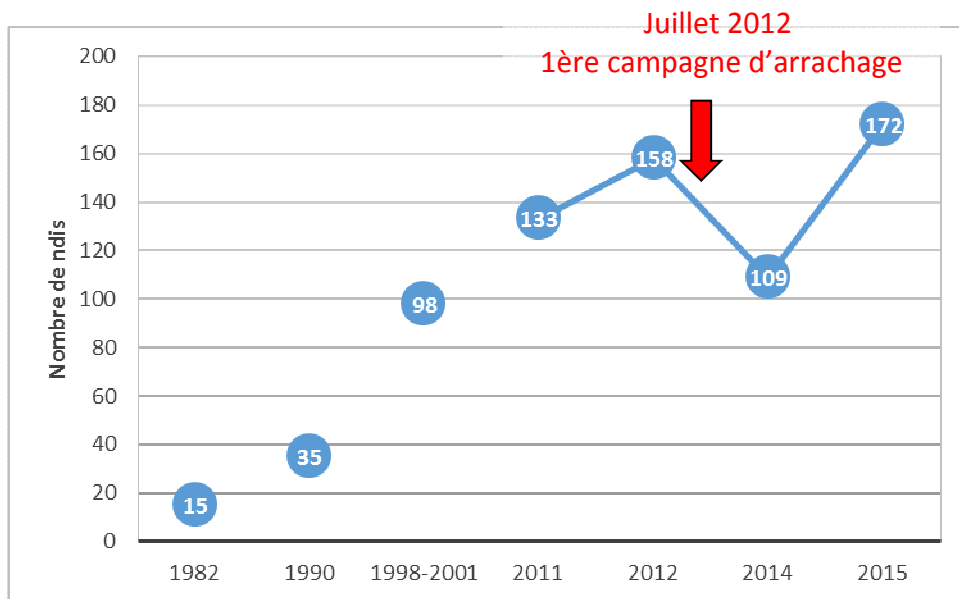


Figure 18 : Evolution des effectifs totaux de Goéland leucophée, *Larus michahellis*, sur l'île du Grand Rouveau, période 1982 - 2015

Seul le nombre total de nid (occupé ou vide) est pris en compte d'une année sur l'autre sur le graphique précédent. On observe que la population nicheuse de Goéland leucophée n'a cessé d'augmenter sur l'île

depuis 1982, date du premier recensement. La population n'était alors constituée que de 15 couples nicheurs, en augmentation à chaque comptage pour atteindre un total de 158 couples en 2012. Seul le résultat de l'année 2014 montre une inversion de la tendance, avec une chute significative des effectifs nicheurs. Cette inversion de courte durée s'arrête dès l'année suivante, la population atteignant un maximum de 172 couples observés sur l'île, résultat le plus important depuis la mise en place du recensement.

La chute des effectifs nicheurs est observée en 2014, après le début des deux premières campagnes d'arrachage des *Carpobrotus*. Cependant, cette chute n'est pas directement liée aux interventions de restauration écologique menées sur l'île. En effet, si l'on observe les résultats des recensements par secteur (Tableau 3), on observe que la chute observée en 2014 est une tendance générale sur l'île, avec ou sans intervention sur le couvert végétal. En effet, la chute des effectifs ne se limite pas aux secteurs GR6 et GR7, correspondant aux deux secteurs ayant fait l'objet d'opérations d'arrachage en 2012 et 2013. Elle est également identifiée au niveau des secteurs GR2 et GR8, sur lesquels aucune opération d'arrachage n'a été effectuée à la période du recensement 2014. De plus, les effectifs nicheurs repartent à la hausse en 2015, sur des secteurs ayant pourtant fait l'objet d'opération d'arrachage de *Carpobrotus* (GR5, GR8).

Tableau 3 : Recensement des effectifs de Goélands nicheurs depuis 2011

En grisé : recensement sur un secteur l'année suivant l'arrachage de *Carpobrotus*

	15/04/2011	17/04/2012	15/04/2014	08/04/2015
GR 1	0	2	0	0
GR 2	20	25	5	0
GR 3	9	3	8	33
GR 4	5	24	26	12
GR 5	8	12	28	41
GR 6	32	39	18	24
GR 7	47	38	24	49
GR 8	12	15	0	13
Total	133	158	109	172

3.3 Limites et perspectives



Figure 19 : Nid de Goéland leucophée dans les andains de *Carpobrotus*

Les résultats de ce suivi sont difficiles à interpréter. En effet, les variations observées sont assez différentes de celles observées sur certains secteurs insulaires tests du Parc National des Calanques (Figure 20), suivis tous les ans. Il est clair que **les augmentations et diminutions d'effectifs des populations de Goélands leucophée répondent donc à des facteurs externes à l'île, et ne peuvent en l'occurrence être corrélés aux actions de restauration écologique menées sur le Grand Rouveau.** Ils s'intègrent donc dans une logique d'îles sentinelles, et permettent ainsi d'évaluer un phénomène plus général lié aux changements globaux.

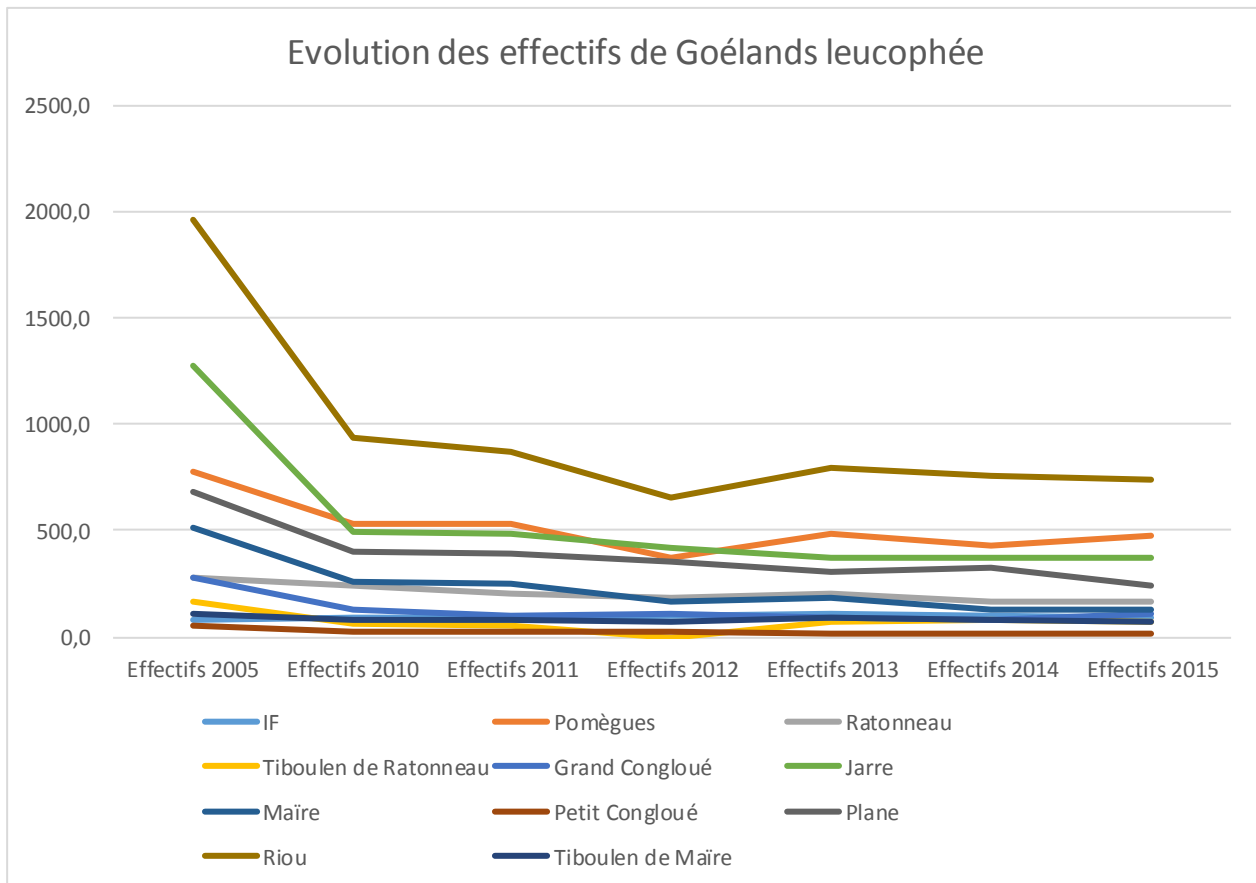


Figure 20 : Evolution des effectifs de Goélands leucophée sur les îles de Marseille (données source : Parc National des Calanques)

Par ailleurs, ce suivi illustre qu'un transfert de compétence spécifique est possible sur ce type de suivi, puisqu'initié par le CEN PACA (2011, 2012) et repris ensuite par le gestionnaire de l'île (2014,2015), malgré une perte d'information en 2013.

A titre d'information, notons que les différences entre les nids vides et les nids occupés n'ont pas été présentées ici. En effet, les nids vides pouvant être des nids de l'année précédente non occupés, une distinction est généralement faite en vue d'estimer la taille de la colonie au moment du suivi. Or, en 2015, l'équipe de gestion a pu mettre en évidence un autre facteur influençant fortement le taux d'occupation des nids : un habitant du continent effectuait depuis plusieurs années une récolte d'œufs de Goélands sur l'île (Claude Maire, comm. pers). Rappelons que le Goéland leucophée, malgré son caractère envahissant et opportuniste, dont les populations semblent en voie d'expansion, reste une espèce protégée, dont la manipulation, la capture, le prélèvement d'œufs, est interdit par la loi. Ces pratiques démontrent tout le travail de sensibilisation qu'il reste à mener auprès des populations locales.

4. Suivi herpétologique

4.1 Méthodes

La présence du Phyllodactyle d'Europe, *Euleptes europaea* sur l'île du Grand Rousseau est, malgré la présence d'espèces végétales invasives, la présence passée de lapin ou encore la présence de Rat noir, l'un

des éléments phare du patrimoine naturel indigène de l'île. En effet, l'espèce est absente des principales îles de l'archipel (concurrencée par la Tarente de Maurétanie), et de manière plus générale, on le trouve sur la plupart des îles et des îlots de Provence, où il est bien souvent le seul vertébré terrestre indigène. A ce titre, l'évolution de ses populations peut nous renseigner sur les changements pouvant intervenir sur ces îles. Compte-tenu de cela, l'île du Grand Rousseau a été choisie pour mettre en place un suivi à long terme de cette espèce, à partir de gîtes artificiels disposés sur l'ensemble de l'île.



Figure 21 : Phyllodactyle d'Europe

En effet, les suivis habituellement mis en place sur l'espèce (Krebs et al., 2015b, Dardun, 2011, Delaugerre 2009) tentent de standardiser les observations, soit par la mise en place de transects, la mise en place de gîtes de contrôle, ou la délimitation de secteurs. Cependant, des biais liés à l'observateur restent possible dans la mesure où les transects nécessitent une connaissance préalable du terrain, qui est difficilement transférable entre différents observateurs. La réalisation de ces protocoles demeure contraignante, puisque des prospections nocturnes sont nécessaires (entraînant des contraintes logistiques), et les résultats ne présentent que les observations d'individus en activité, ne représentant eux même qu'une fraction de la population réellement présente. Toutefois, les observations réalisées par G. Martinieri (Krebs et al., 2015b.) sur l'île de Bagaud, apportent de bons résultats en réponse aux opérations de restauration de l'île, et notamment aux opérations de dératisation. En effet, sur l'île de Bagaud, les résultats mettent en évidence que l'activité des Phyllodactyles à l'extérieur des failles est plus importante après la dératisation. Sur l'île du Grand Rousseau, la dératisation du Rat noir n'ayant pas été réalisée, les suivis basés sur l'activité des geckos à l'extérieur des failles s'étaient précédemment limité à des observations le long du muret ceinturant le phare.

Ainsi, considérant ces différents points, c'est la méthode des suivis par gîtes de contrôle qui a été adaptée (Delaugerre, 2009) en vue de mettre en place un suivi long terme de cette espèce sur l'île en limitant les contraintes logistiques.

Les reptiles terrestres utilisent généralement des gîtes pour satisfaire leurs besoins éco-physiologiques. Ces gîtes servent à la fois de refuges nocturnes ou diurne selon le rythme d'activité de l'animal, de lieu d'hibernation, de régulateur de température, de dispositifs anti-prédation. Certaines espèces creusent des terriers mais la plupart utilisent des gîtes naturels, façonnés ou non par d'autres espèces (mammifères, oiseaux, autres reptiles). Le Phyllodactyle est une espèce rupicole, inféodée aux fissures. Plus que toute autre, elle a besoin d'anfractuosités rocheuses pour se cacher durant la journée, mais aussi pour pondre et

pour hiberner. La pose de gîtes adaptés à ses besoins peut donc constituer un bon moyen de suivre ses populations, dans certaines conditions tout au moins.

Dès 2013, en amont de la mise en place de ce suivi, l'efficacité de différents matériaux a été testée par Capture-Marquage-Recapture. Ainsi, sur un secteur donné, où l'espèce est particulièrement représentée (le phare et ses abords), les individus de *Phyllodactyle* en activité ont été identifiés au cours de 4 nuits consécutives afin d'estimer la taille de la population localisée autour du phare. En parallèle, des gîtes de test ont été installés à proximité du phare (futur gîte n°1). Ces gîtes étaient constitués soit de tuiles dites « romaines » superposées, soit d'une brique alvéolée.

Ces différentes sessions permettent d'estimer la taille de la population à plus d'une centaine d'individus sur le secteur du phare (Figure 22).

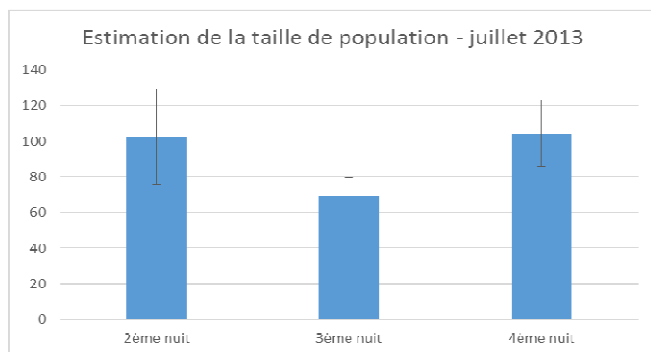


Figure 22 : Estimation de la taille de population des *Phyllodactyles* autour du phare

Lors de la première visite d'évaluation de l'efficacité de ces deux types de gîtes (automne 2013), le système des tuiles romaines superposées a démontré son efficacité, en permettant de contacter 16 individus (13 adultes et 3 juvéniles), soit plus de 15% de la population estimée dans ce même secteur. Le choix s'est donc porté sur ce système de tuiles rondes, empilées les unes sur les autres, avec un léger espace entre chacune, maintenu par la pose de petites plaquettes de pierre de l'épaisseur approximative d'un *Phyllodactyle*. Au final, le dispositif est constitué de 3 tuiles superposées, largement recouvertes de pierres. Chaque gîte est géolocalisé au GPS, et numéroté par un chiffre écrit sous la première tuile.



Figure 23 a, b, c : Phase de test des différents gîtes (a). Installation d'un gîte dans un secteur envahi par le *Carptobrotus* – gîte n°29 (b). Contrôle d'un gîte (c).



Au total, 32 gîtes ont été posés, répartis sur l'ensemble de l'île (Carte 6). Leur mise en place s'est faite les 5 et 6 mai 2014. La première visite de contrôle a eu lieu le 21 juillet 2014.

La disposition des gîtes a été réalisée de telle façon que les principaux faciès de végétation soient pris en compte, mais également en tenant compte d'une bonne répartition entre zone non concernées par les Griffes de sorcière et zones d'arrachage (annexe 4).



- Gîte Phyllodactyle
- Habitat 2012**
- Affleurements de terre nue, cailloutis, talus, plages
- Affleurements internes de rochers siliceux à *Umbelicus rupestris* et/ou *Asplenium obovatum*
- Boisement débroussaillé d'*Olea europaea* et de *Pinus halepensis* (Pins coupés suite de mortalité)
- Boisement mûre d'*Olea europaea* et de *Pinus halepensis*
- Bosquets de *Tamarix gallica*
- Domaine bâti (habitation, phare)
- Formation des rochers maritimes à *Limonium pseudominutum* et *Crithmum maritimum*
- Formation des rochers maritimes à *Limonium pseudominutum* et *Crithmum maritimum* ; (c) faciès à *Crithmum maritimum*
- Formation des rochers maritimes à *Limonium pseudominutum* et *Crithmum maritimum* ; (i) faciès à *Inula crithmoïdes*
- Formation débroussaillée d'*Olea europaea*
- Fourré à *Lavatera arborescens*
- Fourrés à *Rubus fruticosus* et *Ficus carica*, avec rudérales mésophiles et *Narcissus tazetta*
- Matorral bas littoral à *Thymelea hirsuta*, *Pistacia lentiscus* et *Phillyrea angustifolia*
- Matorral bas littoral à *Thymelea hirsuta*, *Pistacia lentiscus* et *Phillyrea angustifolia* en mosaïque avec *Carpobrotus edulis*
- Matorral bas littoral à *Thymelea hirsuta*, piqueté de *Tamarix gallica*
- Matorral haut interne à sclérophylles (*Rhamnus*, *Phillyrea*, *Olea*, *Pistacia*)
- Pelouse maritime à *Sporobolus pungens*
- Pelouse maritime à graminées vivaces (*Dactylis glomerata*, *Elytrigia atherica*)
- Pelouse maritime à graminées vivaces (*Dactylis glomerata*, *Elytrigia atherica*) x Affleurements de terre nue, cailloutis
- Pelouse rase à *Allium chamaemoly*
- Pelouse rase à *Allium chamaemoly* x Matorral bas clairsemé à *Helichrysum stoechas* et *Carlina corymbosa*
- Pelouse à espèces rudérales mésophiles (*Melica ciliata*, *Pipatherum miliaceum*, *Bromus*)
- Pelouses à espèces annuelles halonitrophiles (*Frankenia hirsuta*, *Catapodium marinum*)
- Plage
- Secteurs envahis par *Carpobrotus edulis* (recouvrement > 75%)



Fond cartographique : Bing Imagery
Cartographie : Aurélien Cheylan

Carte 6 : Localisation des gîtes artificiels à Phyllodactyle et habitats sur l'île du Grand Rouveau

L'objectif initial était de réaliser une visite au printemps et une visite en automne, pour tenir compte des naissances qui se font en milieu d'été. En raison des opportunités liées aux missions d'arrachage des Griffes de sorcière et des aléas météorologiques, ce principe n'a pas pu être respecté. Les visites ont donc eues lieu aux dates suivantes : 21 juillet 2014, 29 octobre 2014, 29 avril 2015 et 8 juillet 2015. Les visites se sont faites sur deux jours. Le contrôle des gîtes s'est fait préférentiellement le matin ou en fin de journée, de façon à ne pas déranger les animaux en pleine chaleur. Lors du démontage du gîte, les pierres sont précautionneusement placées à côté du gîte, en vérifiant qu'il n'y ait pas d'animaux agrippés sous la pierre. Lors de l'enlèvement des tuiles, les animaux restent le plus souvent immobiles. Ils sont alors soit capturés, soit incités à se réfugier à proximité immédiate du gîte, de façon à pouvoir y retourner dès remontage du dispositif. Le démontage-remontage du dispositif demande en moyenne 10 minutes. La visite des 32 gîtes peut donc s'effectuer sans difficulté dans une seule journée. La présence de deux personnes est préférable, l'une pour enlever les pierres et les tuiles, l'autre pour surveiller la fuite des animaux et les capturer si besoin.

4.2 Résultats

Dès la première visite, 9 gîtes sur 31 (un gîte chamboulé était non opérationnel) étaient occupés, soit un taux d'occupation de 29 %. La seconde visite, 9 gîtes sur 32 étaient occupés soit 28 % d'occupation, la troisième visite 8 sur 31 soit 26 % d'occupation et la quatrième visite 9 sur 29 soit 31 % d'occupation. Sur l'ensemble des 4 sessions (Carte 7), 14 gîtes sur 32 ont été occupés au moins une fois, soit un taux d'occupation de 44 %. Le taux d'occupation des gîtes est donc assez élevé. Il est resté plus ou moins stable durant les deux années de suivi ce qui indique que les Phyllodactyles ont très rapidement découverts les gîtes situés en secteurs favorables, mais n'ont guère été attirés par les gîtes positionnés dans des endroits moins attractifs.



Figure 24 a, b : Phyllodactyles lors d'un contrôle de gîte (a). Fèces de Phyllodactyle sur une tuile (b)

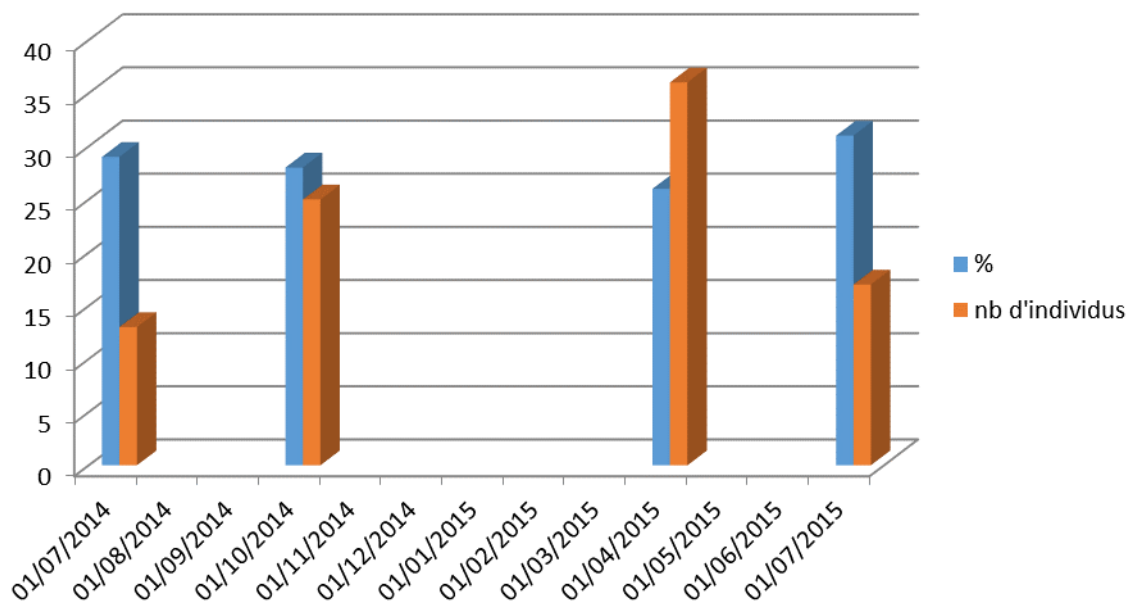
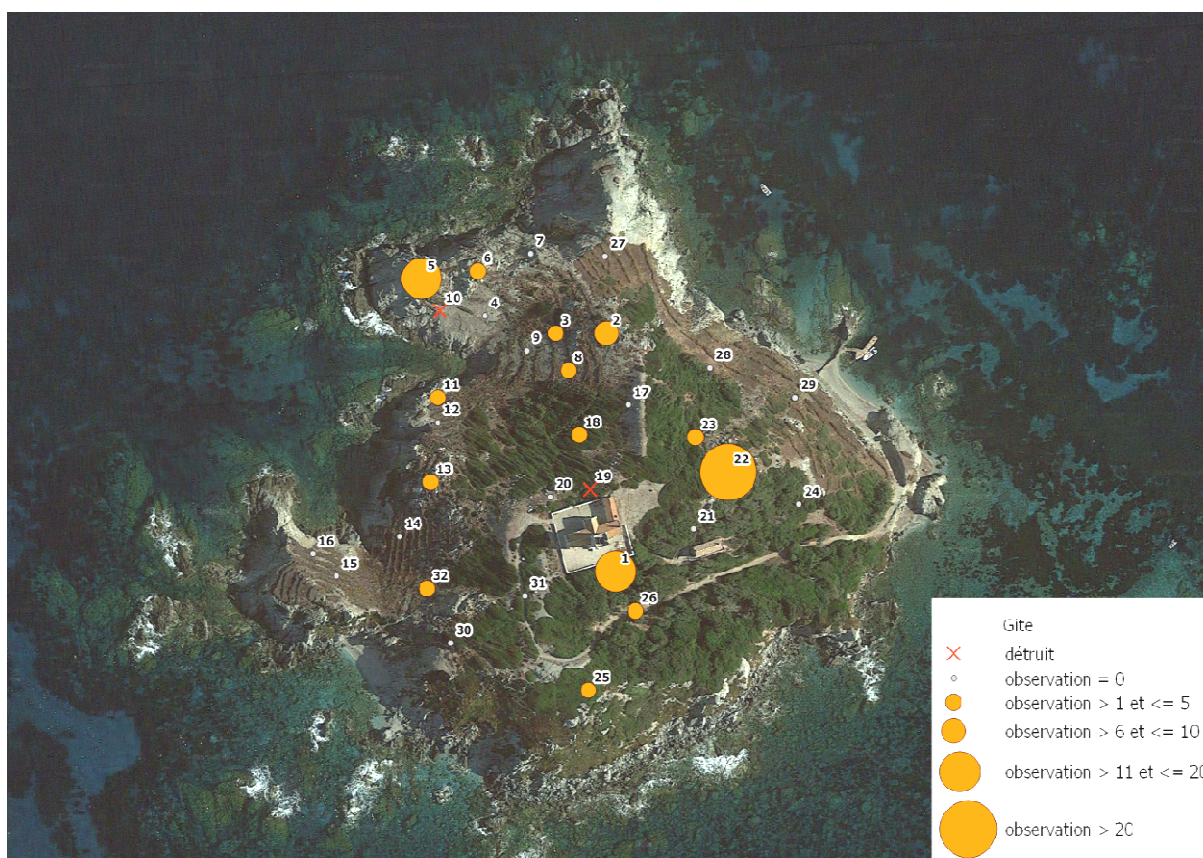


Figure 25 : Occupation des gîtes (%) et nb d'individu total observé par session – Réalisation M. Cheylan

On notera toutefois l'apparition de Phyllodactyles sur des gîtes positionnés au sein de secteurs recouverts par les Griffes de sorcière (gîtes n° 3, 9, 11 et 13), ce qui suggère, soit l'utilisation antérieure de ces secteurs par le Phyllodactyle, soit une colonisation liée à la pose des gîtes. La découverte d'un Phyllodactyle sub-adulte dans le gîte n° 8, situé au milieu d'une zone terreuse, auparavant entièrement recouverte de Griffes de sorcière, montre que des individus explorent des zones a priori non favorables à l'espèce.



Carte 7 : Importance de l'occupation des gîtes par le Phyllodactyle (cumul des observations lors des quatre visites) – Réalisation : A. Cheylan

4.3 Perspectives

La pose de gîtes artificiels s'est avérée être une technique efficace pour suivre les populations de *Phyllodactyle* de l'île de Grand Rouveau. En effet, cette méthode demande peu de moyens et un faible investissement en temps pour le contrôle (une journée). Elle peut être mise en œuvre en journée ce qui représente un avantage certain pour une espèce très difficilement détectable de jour. Elle permet en outre de détecter l'espèce, même en l'absence d'observation d'individu en activité sur les parois rocheuses voire même sur des secteurs qui en sont dépourvus. Elle offre surtout l'avantage d'être standardisée et peu sensible à un effet observateur et sans doute peu sensible à un effet météorologique. Ainsi, cette méthode peut être répliquée sur d'autres sites sans difficultés majeures.

Dans le futur, il serait souhaitable de mieux respecter les périodes de visite, de façon à rendre les comparaisons plus fiables (on suspecte un fort effet saison). Une visite en avril et une en septembre-octobre serait une situation optimale.

Enfin, si l'effet bénéfique de l'arrachage des Griffes de sorcières n'est pas clairement démontré par ces expériences, l'installation de ce protocole, bénéficiant de plus de 3 ans de suivis, permet d'envisager qu'il répondra favorablement aux opérations d'éradication du Rat noir, et permettra de suivre l'évolution des paramètres démographiques de la population de *Phyllodactyle* d'Europe, si cette opération devait être mise en place sur l'île.

5. Photomonitoring

5.1 Contexte - Méthode

Le suivi photographique ou photomonitoring est un outil simple, reproductible, exploitable sans compétence technique spécifique. Il consiste à identifier une série de points précis, marqués sur le terrain, et à renouveler selon un pas de temps déterminé, les prises de vues, en conservant, entre deux prises de vue, le même angle, la même hauteur, et dans la mesure du possible, avec les mêmes conditions de lumière. Un matériel similaire doit également être utilisé (focale) pendant toute la durée du protocole.

Il s'agit d'un protocole permettant de communiquer plus que de mesurer des modifications des paysages, mais l'utilisation quantitative pourrait être envisagée en cas de standardisation rigoureuse des paramètres définis.

Le protocole a été appliqué pour la première fois le 30 mars 2012, puis le 24 mars 2013, le 31 mars 2014 et 8 avril 2015. Les prises de vues sont effectuées sur chaque placette de suivi de végétation, avec une boussole, à 10 m du centre de la placette (mesurés au pas), selon les deux points cardinaux Nord et Sud.

5.2 Résultats

L'exploitation des prises de vues reste relativement complexe (cf. Limites et perspectives), et ne peut être réalisée sur la totalité des placettes. Toutefois, ce suivi permet de rendre compte visuellement des résultats observés à partir des relevés botaniques, ou simplement des observations empiriques. On observe notamment que la recolonisation végétale s'effectue à partir des andains, qui, malgré un aspect esthétique souvent peu valorisable le printemps suivant l'année d'arrachage, démontrent leur fonctionnalité dès la seconde année. Les photographies suivantes, issues de ce photomonitoring, illustrent les résultats (cf. Figures 26, 27, 28 & 29). Le Lotier faux-cytise et le Sénéçon à feuilles grasses (espèce protégée), sont les premières plantes qui s'installent, entamant ainsi le processus de cicatrisation naturelle du milieu.



Figure 26 a, b, c : Placette n°4, dont la tache de *Carpobrotus* visible en 2012 (a), a été arrachée en 2014 (b), recolonisée dès le printemps 2015 (c) – crédits photographiques : Paule Zucconi-Gil



Figure 27 a, b, c : Placette n°7 avant arrachage en 2012 (a), l'année suivante (b), puis en 2015 (c) – crédits photographiques : Paule Zucconi-Gil



Figure 28 a, b, c : Placette n°14 Nord : avant arrachage en 2012 (a), en 2014, après arrachage (b), puis en 2015 (c) – crédits photographiques : Paule Zucconi-Gil



Figure 29 a, b, c : Placette n°14 Sud : avant arrachage en 2012 (a), en 2014, après arrachage (b), puis en 2015 (c) – crédits photographiques : Paule Zucconi-Gil

5.3 Limites et perspectives

L'apparente simplicité de mise en œuvre de ce protocole démontre à l'usage les réelles difficultés à standardiser les prises de vues : difficulté à retrouver certaines placettes, changement de matériel, changement d'observateur. L'exploitation des images devient alors délicate. Ceci démontre les détails techniques précis relevés lors de l'installation de ce suivi doivent impérativement être consignés, et repris par l'observateur d'une année sur l'autre.

La pépinière expérimentale insulaire et autonome, et replantations *in situ*

1. Contexte



Figure 30 : Lutte contre l'érosion – secteur 2012

Le lessivage des andains les plus exposés sur le secteur 2012 (Figure 11), ayant entraîné les années suivantes la stabilisation systématique des andains dans les secteurs à forte pente, a, dès l'année 2013, incité l'équipe en charge du projet à envisager une stratégie de reconquête des terrains faisant appel à des techniques adaptées de génie écologique, en complément des travaux de recréation d'andains, constitués des plants arrachés lors des repasses, et d'obstacles au ravinement (Figure 30). C'est dans ce contexte qu'a été envisagé le projet de pépinière expérimentale, dont le principal objectif est de favoriser la recolonisation des talus exposés afin de limiter les risques de lessivage et de disparition de la litière, sur des surfaces lessivées ayant entraîné l'appauvrissement de la banque de graines et la disparition de la litière végétale.

Parallèlement, les contraintes suivantes ont été respectées :

- Respect des écotypes insulaires : plants et graines sont impérativement issus des plants-mères ou de récoltes effectuées exclusivement sur l'île ;
- Eviter toute contamination par des espèces continentales voire invasives : pas d'apport de terre, de matières organiques, pas de transport de plants ou graines, mêmes récoltés sur l'île, depuis le continent ;
- Pas de replantation, semis dans les secteurs dont la cicatrisation naturelle est en cours ;
- Pas plus de 10 boutures réalisées sur le même pied-mère.

Le prototype de pépinière insulaire expérimentale, débuté en automne 2013, a évolué au fil des expérimentations, dans un contexte très contraignant, sans eau courante, sans électricité, sans surveillance continue.

Ce projet a permis de réunir des compétences de différents services de la commune de Six-Fours-les-Plages (Service Sécurité Plage et Service Arrosage), ainsi que celles d'intervenants extérieurs (société AGIR écologique, la pépinière Ferey, le pépiniériste du Domaine du Rayol, et le concours d'un enseignant de Polytech Marseille pour les aspects liés aux flux énergétiques).

2. Expérimentation 2013 - 2014

La première expérimentation de pépinière a visé principalement les espèces non protégées représentatives de l'île du Grand Rouveau. Pour la réalisation des boutures, la priorité a été donnée aux espèces arbustives. Les autres espèces ont été mises en culture à partir de semences récoltées en juillet et en automne 2013.

La pépinière a été installée à proximité du local de gestion, exposée au soleil. Les plaques alvéolées reposent sur des bâches imperméables, qui retiennent l'eau, permettant ainsi une alimentation des alvéoles par capillarité. L'apport d'eau est assuré par une cuve de 1000 L reliée à un programmateur, déclenchant l'arrivée d'eau pendant 10 minutes une fois par semaine. La mise en culture a permis de constituer 15 plaques de semis, dont 1164 alvéoles occupées par 936 boutures et 228 diaspores.

La pépinière était organisée en deux étages, l'un de 7 plaques et l'autre de 8 plaques, afin de disposer d'au moins deux réplicats. Le détail de mise en culture est présenté dans le tableau suivant.

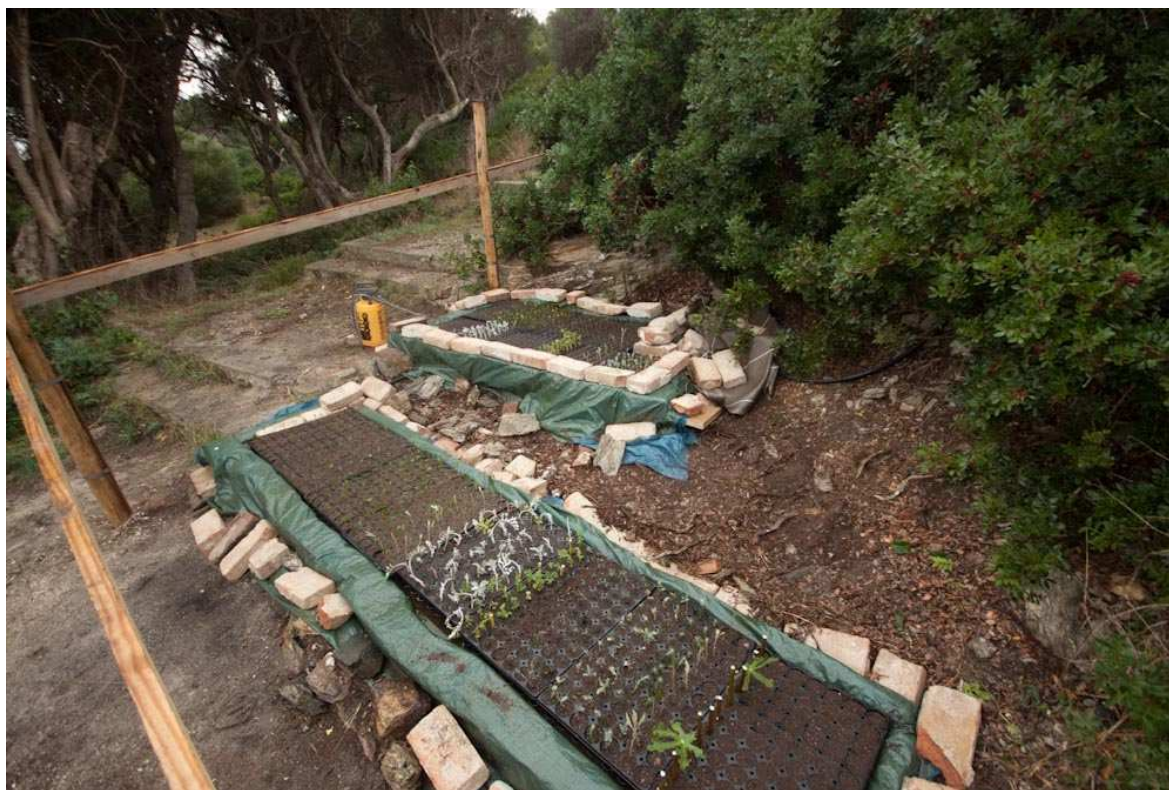


Figure 31 : Pépinière expérimentale 2013-2014

Tableau 4 : Détail des espèces mises en culture en 2013

Nom latin	Nom français	Famille	Boutures	Diaspores
<i>Phillyrea angustifolia</i>	Filaires à feuilles étroites	Oleaceae	104	243 (81 x 3)
<i>Phillyrea latifolia</i>	Filaire à feuilles larges	Oleaceae	80	-
<i>Pistacia lentiscus</i>	Pistachier lentisque		113	243 (81 x 3)
<i>Rhamnus alaternus</i>	Nerprun alaterne	Rhamnaceae	203	-
<i>Olea europea</i>	Olivier	Oleaceae	33	-
<i>Senecio cineraria</i>	Seneçon cinéraire	Asteraceae	80	> 330 (33 x > 10)
<i>Lavatera arborea</i>	Lavatera arborescente	Malvaceae	58	> 110 (11 x > 10)
<i>Lotus cytisoïdes</i>	Lotier faux cytise	Fabaceae	22	-
<i>Atriplex halimus</i>	Atriplex		60	-
<i>Phagnalon saxatile</i>	Phagnalon des rochers	Asteraceae	33	> 110 (11 x > 10)
<i>Helichrysum stoechas</i>	Immortelle	Asteraceae	49	-
<i>Smilax aspera</i>	Salsepareille		9	-
<i>Ficus carica</i>	Figuier		20	-
<i>Quercus ilex</i>	Chêne vert	Fagaceae	29	11
<i>Ruta angustifolia</i>	Rue à feuilles étroites		20	-
<i>Dactylis glomerata</i>	Dactyle	Poaceae	23	-
Total	15	-	936	1047

3. Expérimentation 2014-2015



Figure 32 : Pépinière 2014 et l'équipe mobilisée pour son installation

L'exposition directe au soleil, concomitante avec une rupture d'alimentation en eau à la fin du mois de mai 2014, ont entraîné le dessèchement de la totalité des plants et boutures de la pépinière précédente. Le fonctionnement de la pépinière expérimentale de 2014-2015 a été revu en conséquence.

Ainsi, la pépinière a été déplacée à l'arrière du local de gestion, afin de ne pas être directement exposée aux rayons du soleil. Les plaques alvéolées reposent sur un plancher surélevé, d'une longueur approximative de 6 mètres, dont l'imperméabilisation est assurée par des bâches. De même, l'alimentation en eau est gravitaire, et l'eau alimente les alvéoles par capillarité. L'ensemble est grillagé, permettant ainsi d'éviter toute intrusion de Rats et Goélands à l'intérieur de la pépinière. Le choix des espèces n'a pas évolué en 2014, reprenant pour la grande majorité les espèces sélectionnées en 2013, et le même mode opératoire (boutures + graines).

L'ensemble a fonctionné jusqu'en septembre 2015, au moins pour les espèces herbacées. La rupture de l'alimentation en eau pendant 1 mois a cependant entraîné le dessèchement de la grande majorité des plants et boutures. Seuls trois pieds de Sénéçon cinéraire ont pu être conservés et plantés en automne 2015.

4. Expérimentation 2015-2016

4.1 Evolution de la pépinière



Figure 33 a, b, c : Matériel utilisé (a, b), Pépinière entièrement filmée (c)

Le projet expérimenté depuis l'automne 2015 consiste en :

- Une pépinière de 6 x 0,8m, installée à l'ombre, avec un minimum d'exposition directe aux rayons solaires, grillagée et filmée, afin de conserver une ambiance humide toute au long de l'année ;
- Une alimentation en eau gravitaire, s'effectuant à partir d'une cuve de réserve d'eau de 1000 L, située à 10m au-dessus de la pépinière, afin de créer 1 bar de pression gravitaire. La cuve est remplie deux fois par an à partir de la réserve d'eau du phare ;
- Un système d'arrosage automatique piloté par un programmateur à piles, déclenchant 2 fois par semaine un flux de 20 minutes, alimentant des asperseurs répartis sur l'ensemble de la pépinière.

La réflexion initiale visait à favoriser les plantes vivaces, afin qu'elles structurent le couvert végétal et captent les graines des plantes anémochores. Cependant, il est apparu plus pertinent de favoriser dans un premier temps les plantes pionnières, voire rudérales, à fort pouvoir de germination ou présentant de

bons taux de reprises en bouture. Ainsi, les plantes sélectionnées en 2015 pour le projet de revégétalisation, en pépinière ou en semis direct, ont été :

- Lotier faux-cytise (*Lotus cytosoïdes*), à partir de graines récoltées en juillet 2015 ;
- Sénéçon cinéraire (*Senecio cineraria*), avec des graines récoltées en juillet 2015 et des boutures réalisées en octobre 2015 ;
- Criste marine (*Crithmum maritimum*), avec des graines récoltées en octobre 2015 et des boutures réalisées également en octobre 2015 ;
- Lavatère arborescente (*Malva dendromorpha*) avec des boutures réalisées en octobre 2015 ;
- Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*), à l'aide de fruits récoltés en octobre 2015.

Concernant les graines, deux types de traitements ont été appliqués : graines trempées pendant 48 heures dans l'eau (L1 / S1), ou graines sèches (L2 / S2). L'ensemble des graines a été conservé au sec, puis conservé à basse température (< 6°C) pendant 4 jours.

Tableau 5 : Liste des espèces et méthode de mise en culture – automne 2015

Espèce	Types
<i>Lotus cytosoïdes</i>	Plaque de semis : 3 Semis en godets anti-chignon : 40
<i>Senecio cineraria</i>	Boutures : 33 Semis en godets anti-chignon : 40 Plaque de semis : 2
<i>Crithmum maritimum</i>	Plaque de semis Boutures : 20 godets anti-chignon Plaque alvéolée : 154 alvéoles
<i>Malva dendromorpha</i> <i>Pistacia lentiscus</i>	Boutures : 44 6 godets

L'ensemble des plaques de semis et boutures est présenté en annexe 5.

4.2 Expérimentation *in situ* - secteur 2012

Sur l'un des andains créé en juillet 2014 au centre du talus lessivé, deux plantations ont été réalisées :

- o Un semis direct sur une placette de 2 x 0,5 m (env. 1 m²) de graines de Lotier faux-cytise et plantation des 3 pieds de Sénéçon cinéraire provenant de la pépinière ;
- o Un semis direct sur une placette contigüe de même surface de graines de Sénéçon cinéraire.



Figure 34 : Plantation *in situ* de graines (Lotier et Sénéçon) sur un andain créé en 2014) – crédit photographique : Pascal Auda

5. Perspectives

Les résultats de cette nouvelle expérimentation seront évalués dès le printemps 2016.

Globalement, le contexte insulaire impose un fort niveau de contrainte que les diverses évolutions de la pépinière ont pour objectif de limiter : nombre restreint d'espèces pionnières, surveillance de la pépinière trop irrégulier, absence d'eau courante, absence d'électricité.

La principale contrainte de l'alimentation en eau, si elle est en partie résolue grâce à l'installation de cuves de 1000 L, reste cependant problématique en période de déficit hydrique important, puisque le remplissage même de la cuve est effectué à partir de la réserve du phare, dont l'accès n'est permis qu'en présence du gestionnaire et propriétaire de l'édifice.

Par ailleurs, ce type de projet nécessite une surveillance plus régulière, notamment en période critique, car l'arrêt même de courte durée de l'alimentation en eau entraîne la dessiccation de la majorité des plants.

Afin de limiter ce problème, une réflexion est en cours en vue de créer un système d'alerte envoyé au gestionnaire en cas de baisse du niveau d'eau de la cuve. Une cuve de réserve devrait également être installée dans le courant de l'année 2016, dont l'alimentation en eau devrait être en partie assurée par la récupération des eaux de pluie sur le toit du local de gestion.

L'ensemble des dépenses liées à cette opération de génie écologique, sur la période 2012-2015, s'élève à plus de 141 000 €. Le détail annuel de ces dépenses est présenté en annexe 6.

Ces dépenses sont principalement des dépenses de fonctionnement, d'un montant total de près de 125 000 €, dont plus de 40% représentent une estimation de temps de travail de bénévoles, experts ou autres participants aux opérations. Ce temps de travail bénévole est, sur l'ensemble de l'opération, équivalent au temps de travail du personnel du Conservatoire du Littoral et de la commune de Six-Fours les Plages. D'autres sources de financement viennent compléter ce budget, dont des dépenses en mécénat de compétences réalisées par une entreprise privée (AGIR écologique), et des dépenses de prestations d'expertises externe, qui représentent moins de 10% du coût global.

Le montant de ces dépenses dédié à l'achat de matériel spécifique, aux repas et à l'accueil des volontaires lors des opérations de suivi et de d'arrachage, représente près de 16 000€, dont plus de la moitié sont liés en 2013 à la location d'un bateau pour le transport des volontaires, afin d'assurer la liaison entre l'île et le continent. En 2012, 2014 et 2015, la majorité des déplacements étaient assurés par le service Sécurité plage de la commune de Six Fours.

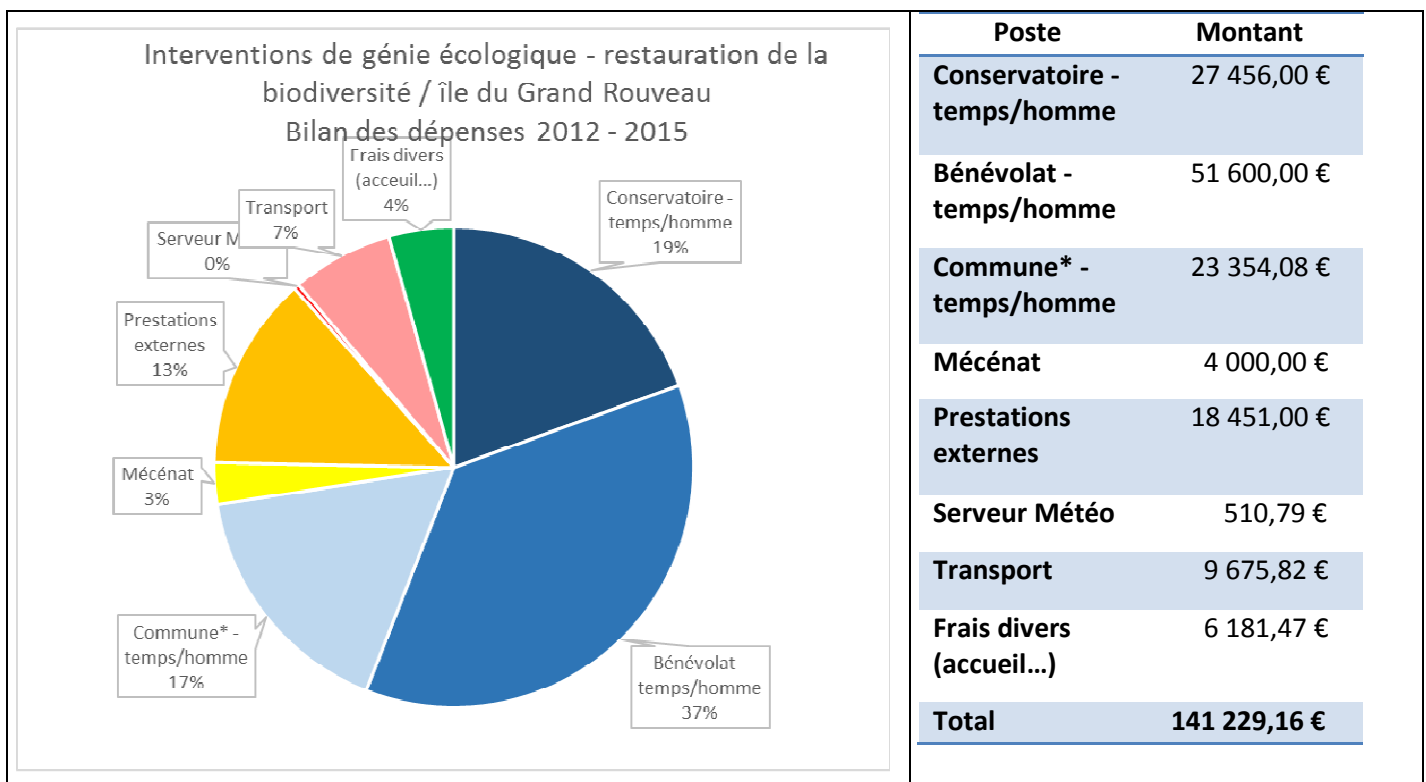


Figure 35 : répartition des dépenses liées aux opérations de restauration écologique (arrachage, suivis, expérimentations)

Ainsi, ce budget conséquent aurait pu remettre en cause ce programme si le gestionnaire et le propriétaire du site n'avaient pu s'appuyer sur :

- La prise en charge par les structures partenaires du programme des interventions d'experts;
- La forte implication bénévole sur l'ensemble des 4 années d'interventions (notamment avec la participation des gardes du littoral);
- La mutualisation des missions réalisées par le service Sécurité Plage de Six Fours, dont les différentes interventions en mer sur la lagune du Brusç au cours des opérations d'arrachage ont permis le transport des participants et ainsi limité les coûts spécifiques.

Le travail mutualisé et l'implication des différents acteurs, gestionnaires, scientifiques ou bénévoles, a permis de réaliser ces opérations à moindre coût, et contribué par voie de conséquence à améliorer son acceptabilité locale.

L'ensemble des opérations menées dans le cadre de ce programme de restauration écologique de l'île a bénéficié de la synergie entre les diverses structures impliquées sur le programme de restauration de l'île de Bagaud. Cependant, la mise en place d'un programme d'une telle envergure n'aurait pu être envisagée dans ce contexte sans l'intervention d'un réseau important de bénévoles, contribuant à limiter les coûts de ces opérations et par voie de conséquence, leur acceptabilité.

Les différents suivis réalisés apportent des réponses variables sur l'efficacité du programme. En effet, le suivi floristique et le suivi par photomonitoring permettent de quantifier et de qualifier les effets bénéfiques de ces opérations, tandis qu'*a contrario*, les suivis ornithologiques, entomologiques et herpétologiques ne démontrent pas clairement les effets positifs de l'arrachage des Griffes de sorcières sur les différents habitats.

Ceci dit, ces derniers suivis n'en demeurent pas moins informatifs. Le suivi ornithologique s'inscrit dans le cadre d'une démarche globale de suivi des populations de Goéland leucopnée sur les îles, tandis que le suivi herpétologique offre une excellente base à l'évaluation de l'éradication de Rat noir, lorsque cette démarche sera envisagée.

Malgré la démarche vertueuse que représente ce projet de restauration écologique, il n'en demeure pas moins que l'intervention sur ces écosystèmes insulaires et vulnérables représente un véritable chamboulement, dont certaines conséquences ne peuvent être anticipées. Ces conséquences ont permis de développer de nouvelles expérimentations, telles que la pépinière insulaire expérimentale, dans le but de répondre aux nouveaux problèmes auxquels le projet est confronté à mesure que les opérations d'éradications se poursuivent, tout en respectant l'originalité et l'intégrité des écotypes insulaires.

Concomitamment aux actions menées sur l'île, des actions de communication et de sensibilisation auprès du grand public (visiteurs et plaisanciers) ont été mises en place, démontrant l'intérêt des opérations au vu de l'impact visuel généré par rapport aux bénéfices qui seront apportés par ces travaux sur le moyen et long terme. L'utilisation du photomonitoring prend ainsi tout son sens, les supports visuels démontrant les évolutions à différents pas de temps, avant et après intervention.

Cette démarche de restauration de l'île du Grand Rouveau, dans le but de redonner à l'île son caractère « sauvage » constitué d'espèces autochtone, nécessite que soit envisagée l'éradication du Rat noir, malgré les risques de réinfestation non nuls (proximité de l'île des Embiez, absence de contrôle de l'accostage des bateaux au débarcadère, potentiels travaux sur le phare). Au-delà de s'inscrire pleinement dans la logique de ce programme de restauration, on pourrait attendre de cette éradication les effets positifs sur la population du rare et emblématique *Phyllodactyle* d'Europe, à l'instar de ce qui est observé sur l'île de Bagaud (Krebs *et al.*, 2015b). En effet, cette espèce, dont la disparition est avérée sur plusieurs îles de la façade méditerranéenne du fait de l'anthropisation des écosystèmes, bénéficierait ainsi d'une des rares opérations en faveur de sa conservation.

Remerciements

Ces quatre années d'intervention sur le projet de restauration n'auraient pu être réalisées sans la confiance et l'implication constante de la commune de Six-Fours-les-Plages, qui encadre et soutient, en concertation et en partenariat avec le Conservatoire du littoral, toutes les opérations liées à la restauration écologique menées sur l'île du Grand Rouveau.

Mais en parallèle, c'est la participation des gestionnaires d'espaces naturels, techniciens, scientifiques ou bénévoles, tous volontaires, motivés, quelles que soient les conditions météorologiques ou le confort rustique de l'île, qui ont permis la réalisation concrète des opérations. Nous les remercions chaleureusement pour leur implication et les heures de travail passées dans la bonne humeur.

Il est clair que la persévérance, mais aussi l'accueil et la cuisine de Paule ZUCCONI-GIL, gestionnaire de l'île, ont largement contribué aux excellentes conditions de réalisation des missions (et peut être même à l'engouement autour de ces opérations ?) de même que la présence et l'appui de Claude Maire, Jean Pierre Bertaudon et des autres agents mobilisés ponctuellement par la Ville de Six-Fours-Les-Plages.

Espérons que personne n'aura été oublié dans cette longue liste...

Equipe d'intervention pour la campagne d'arrachage de juillet 2012 : Houda BEGHOURA, Claire BELLOT, Christophe BROQUIER, Saber CHARBI, Mathieu CHARRIER, Antoine CONTI, Lélia CRASTUCCI, Céline DAMERY, Elodie DOZE, Alexia ETLIN, Yvan GALLIOT, Valentin GAUTHIER, Myriam GRANIER, Fabrice HEIDELBERGER, Caroline ILLIEN, Marie LAMAZE-GALLO, Lucie LESOUF, Eric MICHEL, Régis RAPON, Stéphane RAVEAU, Sébastien RENO, Vincent RIVIERE, Mathieu THEVENET, Paule ZUCCONI-GIL.

Equipe d'intervention pour la campagne d'arrachage de juillet 2013 : Pascal AUDA, Richard BARETY, Florence BAUT, Houda BEGHOURA, Fabrice BERNARD, Franck BERTRAND, Robin CARTON, Marc CHEYLAN, Jean-Yves CLOU, Lélia CRASTUCCI, Céline DAMERY, Michel FERRARI, Gael FERREY, Marion FOUCHARD, François FOUCHIER, Peggy FOURNIAL, Yvan GALLIOT, Pascal GILLET, M. GUILLOT, L. LABOURE, J. LIMAGNE, Odile MARCADE, Sébastien RENO, Vincent RIVIERE, Mathieu THEVENET, Paule VERA, Rose-Abele VIVIANI, Paule ZUCCONI-GIL.

Equipe d'intervention pour la campagne d'arrachage de juillet 2014 : Annie ABOUCAYA, Franck ALARY, Pascal AUDA, Fabrice BERNARD, Clémence CERNIAUT, Aurélien CHEYLAN, Marc CHEYLAN, Jérémy CUVELIER, Céline DAMERY, Corinne DRAGONNE, Coline DUMAS, Jean-Patrick DURAND, Lucie EYSSERIC, Gunnel FIDENTI, Thomas FOUREST, Ludivine GABORIT, Elodie GERBEAU, Marie-Charlotte GICQUIAUX, Pascal GILLET, Myriam GRANIER, Agnès HENNEQUIN, Clothilde LINNE, Célia PASTORELLI, Frédéric PETENIAN, David PONCIN, Jérémy RASTOUIL, Vincent RIVIERE, Kahaia ROBERT, Laure SICARD, Mathieu THEVENET, Louisa VELAY, Paule ZUCCONI-GIL.

Equipe d'intervention pour la campagne d'arrachage de juillet 2015 : Annie ABOUCAYA, Richard BARETY, Fabrice BERNARD, Aurélien CHEYLAN, Marc CHEYLAN, Julia COSTA, Céline DAMERY, Elodie DOZE, Jean DURAND, Peggy FOURNIAL, Yvan GALLIOT, Pascal GILLET, Rosanna GRAUER, Camille GUILLEMETTE, Pierre

Antoine HUMEAU, Nathalie ILLE, Stéphane LEDOUX, Alain MENSEAU, Célia PASTORELLI, Mathieu POLICAIN, Vincent RIVIERE, Kahaia ROBERT, Laure SICARD, Marine SPOR, Justine SULPICE, Francis TABARY, Louise TARGOWLA, Mathieu THEVENET, Louisa VELAY.

Recensement des Goélands leucophées, 2011, 2012, 2014, 2015 : Marine CRESTA, Céline DAMERY, Guy DEUWEL Jean-Patrick DURAND, Pascal FISCH, Christel GEORGES, Fabrice HEIDELBERGER, Kévin HENUSET, Caroline ILLIEN, Wahbi JAOUADI, Sandrine JAVARY, Alain MANTE, Ridha OUNI, Célia PASTORELLI, Régis RAPON, Walid RIHANI, Hélène ROUQUETTE, Ghabbi SABEN, Maryannick ZELY.

Installation et suivi des placettes de pelouses (2012 à 2015) : Annie ABOUCAYA, Julien UGO, Elise KREBS, Aurélie PASSETTI, Daniel PAVON.

Suivi entomologique : Laurence BERVILLE, Julie BRASCHI, Aurélie PASSETTI, Coryse PERNOT, Philippe PONEL.

Suivi herpétologique : Aurélien CHEYLAN, Marc CHEYLAN, Ludivine GABORIT, Elodie GERBEAU, Françoise POITEVIN, Vincent RIVIERE.

Photomonitoring : Coline DUMAS, Bernard GIL, Paule ZUCCONI-GIL, Mariannick ZELY.

Projet de pépinière expérimentale, insulaire et autonome : Laurent AMALRIC, Pascal AUDA, Jean Pierre BERTAUDON, Manu DARBES, Guy DEUWEL, Gaël FERREY, Stéphane LAUNAY, Claude MAIRE, Patrice MUT, Marc NOCERA.

Structures ayant participé aux différentes missions : AGIR Ecologique / Agence pour la protection et l'aménagement du Littoral de Tunisie / ARPE / Association AJIR / Association COLINEO / CEFE-CNRS / CEN PACA / Conseil général 06, Service Environnement / Communauté d'Agglomération TPM / Conservatoire du littoral, délégations PACA et Europe & International / DDTM / Direction de l'Environnement et de la Gestion des Risques - Service des Espaces Naturels / Domaine du Rayol / DREAL PACA / Ecogardes de la Colle Noire / Floraconsult / Gardes de la Réserve Naturelle Nationale de la Plaine des Maures / Gardes du Site Esterel – Mont Vinaigrier / Gestionnaire de Port d'Alon – Saint Cyr / GIPREB / LPO / O2 TERRE / PAC-VAR / Parc National de Port-Cros / Parc National des Calanques / Pépinière FERREY / Polytech Marseille / Ville de Six-Fours-Les-Plages (gardes du littoral, service environnement, service arrosage).

- Ben haj S., Laviolle L., 2011. L'île du Grand Rouveau ; Schéma de gestion. Initiative PIM, 41 p.
- Berville L., 2012. Inventaire myrmécologique de l'île du Grand Rouveau. Institut Méditerranéenne de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale, CNRS Aix-Marseille Université, Initiative PIM, 19 p.
- Braschi J., Ponel P., Krebs E., Jourdan H., Passetti A., Barcelo A., Berville L., Le Quilliec P., Lorvelec O., Matocq A., Meunier J.-Y., Oger P., Sechet E., Vidal E., 2015. Eradication simultanées du rat noir (*Rattus rattus*) et des Griffes de sorcières (*Carpobrotus* spp.) sur l'île de Bagaud (Parc National de Port-Cros, Provence, France) : Résultats préliminaires des conséquences sur les communautés d'arthropodes. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, Vol. 70 (suppt 12 « Espèces invasives »), 2015 : 91 -98.
- CEEP 1999. Etude du milieu naturel de l'île du Grand Rouveau (archipel des Embiez, Six-Fours-les-Plages, Var). Conservatoire-Etude des écosystèmes de Provence, Conservatoire Botanique National de Porquerolles, 44 p.
- Damery C., Rivière V. 2012. Plan d'actions – Eradication des Griffes de sorcière sur l'île du Grand Rouveau (Six-Fours, Var). Initiative PIM. 18 p.
- Damery C., Rivière V., Zucconi P., Rouquette H., Pavon D., Ponel P., Berville L. Cheylan M., Mante A., 2012. Arrachage des Griffes de sorcière sur l'île du Grand Rouveau (Var, France) : états-zéros et première phase de l'opération de dégriffage 2012. Initiative PIM., 20 p.
- Dardun J.-Y., 2003. Problématiques de conservation du Phyllodactyle d'Europe *Euleptes europaea* sur les îles de Marseille (Archipels du Frioul et de Riou). Mémoire de DESS Ecosystèmes Méditerranéens Littoraux. Faculté des Sciences et Techniques. Université de Corse. 48p.
- Dardun J.-Y., 2011. Suivi de la présence du Phyllodactyle d'Europe *Euleptes europaea* sur l'îlot du Torpilleur ; Compte rendu de la mission réalisée le 1er avril 2011. Groupement d'Intérêt Publique des Calanques. 7 p.
- Delaugerre M., 1981. Sur l'histoire naturelle de *Phyllodactylus europaeus* Gené, 1838 (Gekkonidae Sauria Reptiles). Port-Cros : étude d'une population naturelle. *Trav. sci. parc nation. Port-Cros* 6: 147–175.
- Delaugerre, 2009. Protocole de suivi géographique du Phyllodactyle d'Europe (*Euleptes europaea*) sur l'île de Port-Cros. Parc National de Port-Cros, 34 p.
- Hulme P.E., 2004. Islands, invasions and impacts: a Mediterranean perspective. Pp 359-383 in: J.M. Fernandez-Palacios & C. Morici (eds). *Ecologia insular / Island ecology*. Cabildo Insular de la Palma, Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET).

- Krebs E., Abba A., Gillet P., Eudeline R., Gauthier J., Le Quilliec P., Lorvelec O., Martinierie G., Vidal E., Buisson E., 2015b. Réponses des populations de reptiles à l'éradication du Rat noir (*Rattus rattus*) sur l'île de Bagaud (Parc National de Port-Cros, Var, France). *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, Vol. 70 (suppt 12 « Espèces invasives »), 2015 : 99 - 109.
- Krebs E., Affre L., Aboucaya A., Allègre A., Chenot A., Montegu C., Passeti A., Pavon D. & Buisson E., 2015a. Résilience de la flore indigène après éradication des Griffes de sorcière (*Carpobrotus* sp.) sur une île méditerranéenne. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, Vol. 70 (suppt 12 « Espèces invasives »), 2015 : 80-90.
- Lascombe F., 2004. Incidences des éclairages du château d'If sur la répartition et le rythme d'activité du *Phyllodactyle* d'Europe
- Medail F. & Quezel P., 1997. Hot-spots analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean basin. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 84 : 112-127.
- Passeti A., Aboucaya A., Buisson E., Gauthier J., Médail F., Pascal M., Ponel P. & Vidal E., 2012. Restauration écologique de la Réserve intégrale de l'île de Bagaud (Parc national de Port-Cros, Var, France) et "état zéro" des suivis scientifiques : synthèse méthodologique. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 26: 149-171
- Pavon D., 2012. Compte rendu de mission flore « PIM » 2012. IMBE.
- Ugo J., 2015. Suivi de la végétation après éradication des Griffes de sorcières sur l'île du Grand Rouveau – Année 2015. Initiative PIM, 11p.

Annexe 1 : RAPPEL DES ELEMENTS DU SCHEMA DE GESTION SUR LE PROGRAMME D'ERADICATION DES CARPOBROTUS :

Les griffes de sorcières (genre *Carpobrotus*) représentent en France méditerranéenne des espèces à caractère envahissant dont la prolifération en milieu naturel entraîne localement des déséquilibres écologiques importants, modifiant la structure et la composition des groupements végétaux autochtones. Leur effet est particulièrement exacerbé en milieu insulaire où elles participent à la réduction de la biodiversité et à la banalisation des habitats.

Le problème de ces plantes envahissantes a été largement abordé dans le travail de MÉDAIL (2000). À l'heure actuelle, elles recouvrent près de la moitié des habitats naturels de l'île.

Face à cette menace, il apparaît pertinent d'envisager son contrôle selon deux scénarii possibles, (1) la lutte ciblée et (2) l'éradication intégrale.

LUTTE CIBLEE

Malgré un rayon d'intervention spatialement limité permettant notamment une faible mobilisation de personnes et de moyens, la lutte locale représente toutefois une action continue à répéter annuellement, quasiment infiniment¹. Il s'agit d'une lutte locale continue contre l'envahissement de cette espèce dans des secteurs définis au préalable selon les orientations de gestion et de conservation. Les sites d'arrachage pourront être choisis en fonction de la présence d'espèces patrimoniales végétales et/ou animales localement menacées ou bien dans le cadre de la restauration d'une fonctionnalité écologique plus globale (exemple de la recréation d'un corridor entre plusieurs tâches de maquis).

Nous pouvons d'ores et déjà envisager sa mise en place sur deux types de secteurs :

- Stations d'Orobanche sanguine : elles se situent essentiellement sur le plateau Est, au dessus de la zone de débarquement.
- Maquis à Passerine hirsute : notamment à l'ouest et au nord du phare. Cela permettrait de favoriser la dynamique locale de cette espèce et de recréer un corridor écologique dans ce secteur ou le maquis est aujourd'hui morcelé par la présence de grandes étendues de *Carpobrotus*.

Les modalités d'intervention sont les mêmes que celles concernant l'éradication intégrale.

Ce type d'intervention doit être programmé annuellement pour une durée de 5 ans correspondant à la durée de validité du plan de gestion. À l'issue de ces 5 années, l'efficacité des résultats sera évaluée afin de décider de la remise en route éventuelle de cette opération dans le cadre de l'actualisation du nouveau plan de gestion.

Cette méthode permet une faible mais régulière mobilisation de personnes et de moyens.

Échéance : prioritaire

ERADICATION INTEGRALE

Une telle opération devra sans doute être envisagée un jour sur ce site.

Cette action nécessite une mobilisation importante de personnes et de moyens, tant ponctuellement (arrachage, exportation) que dans le temps (« repasse »). Elle doit être envisagée selon les modalités suivantes :

- Démarrage : après la dératisation de l'île (problèmes de vecteur de dissémination) ;
- Période d'intervention : entre octobre et février (généralement, il est nécessaire d'intervenir avant la floraison du taxon envahissant afin d'éviter la formation d'une banque de graine supplémentaire, mais aussi en dehors de la période de floraison des espèces d'intérêt patrimonial afin d'éviter leur dégradation lors de l'intervention. Cela correspond enfin à la période de moindre dérangement pour la faune).
- Arrachage : manuel ;
- Destruction des plantes : mise en tas pour séchage à l'air libre, notamment sur les zones de roche nue ;
- Protection : pose de « grillages » anti-goélands ;

¹ En réalité, une dizaine d'années d'actions effectives, puis une veille effectivement infinie, mais qui se réduit à une faible dépense d'énergie.

- Repasse : annuelle pendant 5-10 ans (arrachage des repousses ou germinations) ;
- Modalités générales : l'éradication intégrale peut être envisagée sur 1 à 3 années suivant le personnel, le matériel disponible mais aussi en tenant compte des caractéristiques des secteurs. Cela permettrait de progresser graduellement, par « banquettes », pour ne pas laisser de trop grandes surfaces de sol nu, notamment pour les zones pentues et présentant des surfaces d'envahissement importantes. De plus, une attention particulière doit être portée aux secteurs abritant des espèces patrimoniales floristiques ou faunistiques (il convient d'affiner la connaissance de leur répartition sur l'île grâce à d'éventuelles prospections complémentaire préalable et d'informer les équipes d'intervention par d'éventuels balisages). Nous préconisons enfin une exportation d'une partie de la litière² présente sous les *Carpobrotus* arrachés, car cette dernière est plutôt imperméable, contient un stock important de graine de l'espèce envahissante, modifie le pH et enrichie le milieu en azote et carbone, limitant ainsi la germination des espèces indigènes.
- Nombre de personne engagé : il va dépendre du choix de gestion et du mode opératoire choisi en fonction des différentes configurations d'envahissement. Quand on envisage une éradication totale, il faut généralement intervenir selon une opération initiale de type « coup de poing », car l'étalement dans le temps a tendance à démotiver un peu les troupes ! Théoriquement, une personne arrache et évacue environ entre 4 à 5 m²/h.
- Options : il est possible d'envisager une éventuelle exportation des individus et fragments (propagules) par une mise en sac des éléments déjà séchés (gain de poids) et une évacuation par zodiac pour brûlage (pas de compostage). C'est une opération au final assez coûteuse qui ne semble réellement nécessaire que si le suivi du site est difficile à mener.

Mesures d'accompagnement : Les plantations pourraient éventuellement accélérer la recolonisation. Cependant, la végétation environnante est assez importante pour constituer une source de propagules ayant un rôle non négligeable dans la cicatrization naturelle de l'îlot post-éradication.

Ainsi, les plantations peuvent éventuellement être envisagées dans certains cas particuliers notamment dans les zones de grandes surfaces nues ou alors fortement pentues et où les risques d'érosion importants pourraient se manifester suite aux arrachages (sur l'îlot du Petit Langoustier, l'érosion s'est manifestée seulement sur les fortes pentes de près de 70° et la recolonisation sur certaines placettes expérimentales d'1m² a été assez rapide du fait d'une végétation assez abondante sur cet îlot, avec entre 10 et 50% de recolonisation dès la première année). Pour cela il est nécessaire de disposer d'un approvisionnement en plantes indigènes locales, généralement introuvables dans le commerce. Il convient donc de produire dans les pépinières municipales des plantes issue de graines récoltées sur l'îlot ! À défaut, il est possible d'imaginer le semis direct de graines récoltées sur place sur géotextile fixé.

Remarque importante : la plupart des chantiers d'arrachage déjà effectués dans le sud-est de la France n'a pas utilisé cette technique d'accompagnement par plantations ou semis, et la dynamique naturelle s'étant en général montrée très efficace. Cela limite d'autant plus les coûts et les risques d'introduction de plantes indésirables ou « indigènes » mais d'origine non locale, ainsi que tout le cortège animal et végétal non souhaité qui peut se trouver dans les pots.

Échéance : court terme

LE SUIVI DES ACTIONS

Quel que soit le programme envisagé, la méthode du suivi des actions mérite de se faire selon une approche simple et efficace. Le recouvrement par les griffes de sorcières est généralement si important que l'impact visuel suffit à estimer l'efficacité de l'intervention.

Nous envisagerons donc la réalisation de campagnes photographiques répétées (photomonitoring), sur les placettes pilotes et un suivi de la recolonisation par la végétation des sols traités.

Échéance : veille continue

² Ce mode opératoire ne fait pas toujours l'unanimité au sein de la communauté de gestionnaires et scientifiques. La litière de griffes de sorcières contenant aussi des graines de plantes indigènes et représentant une sorte « terreau » pouvant éventuellement leur faciliter la germination une fois débarrassés de la chape de *Carpobrotus*.

*Annexe 2 : Suivi des pelouses halophiles à annuelles et géophytes
Suivi des pelouses de ceintures halo-résistantes*

Compartiment concerné - intérêt

Pelouses halophiles à annuelles et géophytes.

Ces habitats sont bien représentés sur l'ensemble de la zone méditerranéenne, et accueillent souvent des espèces végétales à fort enjeu de conservation. En tant qu'habitat ouvert, les pelouses sont particulièrement sensibles aux perturbations, qu'elles soient liées aux pressions exercées par des espèces exogènes (Goéland leucopnée, rat noir, espèces végétales introduites) ou par la nature des activités humaines (piétinement, déjections, dépôts divers). Lorsque qu'elles sont particulièrement bien conservées, ces pelouses se développent sur des terrains relativement pauvres en ressources. En fonctions de leur état de conservation, on y rencontrera un cortège plus ou moins développé d'espèces végétales rudérales, nitrophiles ou invasives.

Indicateur(s)

	Biodiversité	Rudéralisation	Nitrophilisation
Changement Global	Perte de biodiversité Développement d'espèces invasives Changement climatiques	Dégradation des habitats	Dégradation des habitats Espèces invasives
Pression	Modification des ressources en eau Modification des températures annuelles Introduction d'espèces végétales Développement d'espèces invasives Modification des pratiques	Augmentation de la matière organique disponible Modification des pratiques (pâturage, piétinement, déjections)	Augmentation de la teneur en azote des sols, liée au développement d'espèces animales invasives (rat noir, Goéland leucopnée) et aux modifications de pratiques (déjections)
Univocité - pertinence	Faible (l'évolution de cet indicateur est liée à l'expression cumulée de plusieurs phénomènes)	Moyenne	Moyenne (l'évolution peut être liée à plusieurs phénomènes)
Sensibilité	À définir	À définir	À définir
Échantillon	Un minimum de 30 placettes sur toute la Méditerranée peut permettre de dégager des tendances globales		
Zone géographique	Méditerranée		
Variable mesurée	Richesse spécifique Présence/absence d'espèces végétales introduites Recouvrement d'espèces	Evolution de la richesse spécifique en espèces rudérales Evolution du recouvrement en espèces	Evolution de la richesse spécifique en espèces nitrophiles Evolution du recouvrement en espèces

	introduites Evolution des espèces plus thermophiles	rudérales	nitrophiles
Réponse possible	Oui, en partie (mise en défend, arrachage d'espèces invasives)	Oui, en partie (mise en défend)	Oui, en partie (gestion des populations d'espèces invasives)
Reproductibilité - récurrence	A définir – a priori, tous les 5 ans minimum		

Protocole

Cette méthode s'appuie sur diverses analyses et comparaisons. L'objectif est de disposer d'une 30aine de placettes réparties sur l'ensemble de la Méditerranée.

Il s'agit de deux grands types de pelouses, plus ou moins perturbées.

Dans le cadre du suivi « îles sentinelles »

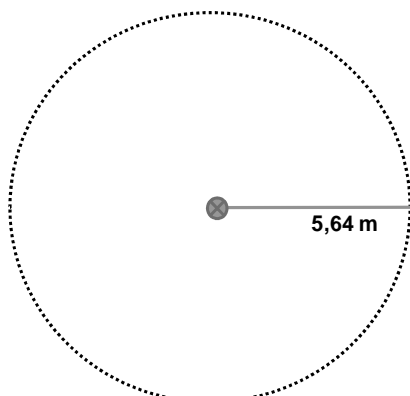


Figure 3 : Schéma d'une placette de relevé de végétation

Déterminer plusieurs placettes de 100m² (rayon 5,64 m) autour d'un point fixe matérialisé (bornes géomètres, piquets). Relever les coordonnées GPS (lat/lon WGS 84). Les placettes doivent être identifiées dans des habitats homogènes (physionomie, pression), et ne pas être recouvrantes (distance minimale de 12 m entre deux piquets).

Les placettes de pelouses halophiles à annuelles et géophytes doivent être réparties sur l'ensemble de l'île, de manière à couvrir un maximum d'états de perturbation.

Les pelouses de ceintures halo-résistantes se situent dans la zone d'influence des embruns. La présence de *Limonium sp.* est un indicateur.

Suivre autant de placettes que possible en fonction des moyens disponibles. **L'idéal étant de pouvoir effectuer l'ensemble des relevés en 2 jours.**

Dans le cadre d'un suivi local

(suivi lié à un aménagement, à une opération de gestion)

Augmenter le nombre de placettes, réparties en fonction de l'objet du suivi. Viser une trentaine de placettes réparties sur toute l'île.

A chaque relevé, sont notés :

- le nom de la placette, la date, les conditions météorologiques, le nom de l'observateur.
- Réaliser un inventaire exhaustif de la flore
- Évaluer le pourcentage de recouvrement par espèce (r) :
 - $r < 10\%$; $10 < r < 25\%$; $25 < r < 50\%$; $50 < r < 75\%$ et $r > 75\%$.
- Des variables d'environnement doivent être définies : altitude, distance à la côté, type de pressions observées, présence/absence de traces de goélands, de rats noir, piétinement...
- Photographier les placettes et leurs alentours afin de donner une idée de leur aspect et de mieux les situer dans l'avenir.

Périodicité : Les relevés doivent être effectués **aux mêmes dates d'une année sur l'autre (aux mois d'avril ou mai)**. Réaliser cet inventaire tous les 5 ans *a minima*, tous les ans au mieux.

Matériel

- **1 botaniste, chargé de la mise en place des placettes**
- **Piquets de géomètres munis de bornes de couleurs, un décamètre, une masse.**
- **1 GPS (de 150 à 200 euros TTC, prix juillet 2010).**
- **Une fiche type à remplir (Cf. fiche d'observations), support, crayons, gomme.**

Annexe 3 : Protocole de suivi des goélands leucopnée, *Larus michahellis* - CEN PACA / Initiative PIM

Il s'agit d'un protocole de recensement, et non d'un échantillonnage. Le protocole intègre un calcul de la marge d'erreur.

Il est directement issu du travail mené par le CEN PACA sur les îles de Marseille, et le fruit de plusieurs années de mise en pratique.

Méthode 1 : prospection de l'île à pied.

La majeure partie de l'île doit être parcourue. Exclure les secteurs dangereux (méthode 2). Ce recensement nécessite, en fonction de la surface de l'île, une mobilisation importante de personnel et bénévoles.

Quelques exemples :

- 2010, archipel de Riou, 7 îles et îlots (13, France) - 162 ha : 169 journées.homme réparties en 19 jours de recensement ;
- 2010, archipel du Frioul, 4 îles et îlots (13, France) - 184 ha : 216 journées.homme réparties en 23 jours de recensement ;
- 2010, île du Grand Rouveau (archipel des Embiez, 83, France) – 5 ha : 8journées hommes en 1 journée de recensement.

Identifier sur une carte chaque crête et vallon de l'île.

- Diviser l'île en différents secteurs qui seront identifiés sur une carte.

Il pourrait être utile de repérer les limites de secteurs sur le terrain à l'aide de bornes ou de perches, ou en relevant les coordonnées GPS des limites de secteurs.

- Parcourir chaque secteur en effectuant des zig-zag

Les observateurs avancent en ligne, espacés d'environ 2 m. Deux personnes référentes se positionneront sur les cotés et seront chargées de faire respecter l'alignement et de faire avancer le groupe sur la bonne trajectoire (cf. figure 1).

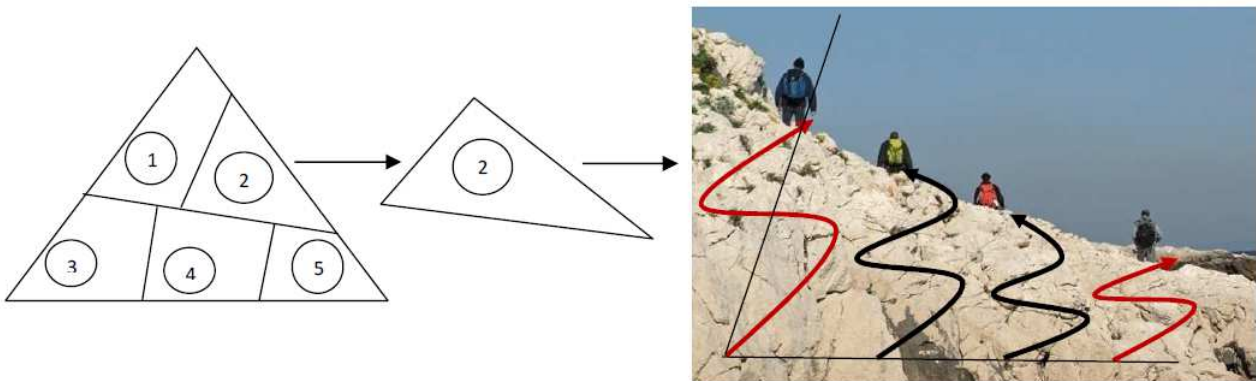


Figure 1 : démarche utilisée pour le recensement

Sur chaque secteur, les observateurs :

- Comptent les nids présents sur chaque secteur (**N1**).
- Déposent des marques (pâtes alimentaires par exemple) dans le nid recensé pour éviter les doubles comptages.

Pour chaque nid il sera noté la présence éventuelle d'oeufs, de poussins. Ne seront comptés que les nids actifs de la saison de reproduction en cours (ébauches de nid non comptées).

Afin de calculer la marge d'erreur liée à l'observateur, une personne sera chargée de parcourir aléatoirement le secteur, de compter l'ensemble des nids observés et d'indiquer s'ils ont été marqués (**N2m**) ou non (**N2nm**) par les observateurs (cf. Figure 2).

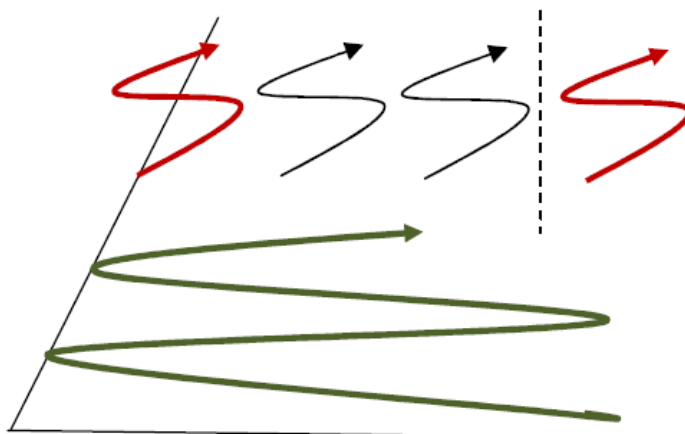


Figure 2 : détermination de la marge d'erreur

A minima, seul le nombre de nids occupé peut être recensé. Les données concernant le nombre d'œufs/poussins ne sont pas obligatoires.

Méthode 2 : observation à distance

Cette méthode est utilisée pour les comptages des secteurs trop accidentés, des falaises peu accessibles ou des zones escarpées. Le plus souvent, un ou deux observateurs assurent le comptage à la jumelles, à partir d'une crête ou d'une embarcation. Les nids occupés par des adultes et/ou avec poussins visibles sont comptés. La marge d'erreur par défaut est estimée à 40 % (Vidal, *in* Debize *et al.* 2010)

Estimation des effectifs (par secteur/ trajet) :

méthode 1 : $NE = N1 \times (N2m + N2nm) / N2m$

méthode 2 : $NE = N1 \times 1,4$

Dans le cas des secteurs où le recensement s'est effectué à distance, le taux d'oubli appliqué est automatiquement de 40%

Périodicité : Les relevés doivent être effectués **aux mêmes dates d'une années sur l'autre**. Réaliser cet inventaire tous les 5 ans. **Il se déroulera dans les jours suivants la date moyenne de ponte (en général au mois d'avril, mais la date doit être définie auprès des experts).**

Moyens humains / matériel






	Installation du protocole	Acquisition de la donnée	Analyse
Compétences	Détermination des	Expert et/ou gestionnaire	En interne, puis envoyer






	secteurs : experts et/ou gestionnaire (formation possible)	et/ou bénévoles (formation possible)	les données à :
Matériel - moyens	GPS, logiciel SIG (facultatif) Matérialisation sur le terrain à l'aide de piquets. Carte papier (pour sectorisation)	Carnet de terrain GPS (facultatif) Carte des secteurs Cordes, boussole Pâtes alimentaires	Tableur (facultatif)

Annexe 4 : Description des habitats entourant les gîtes artificiels et nombre d'individus observés.

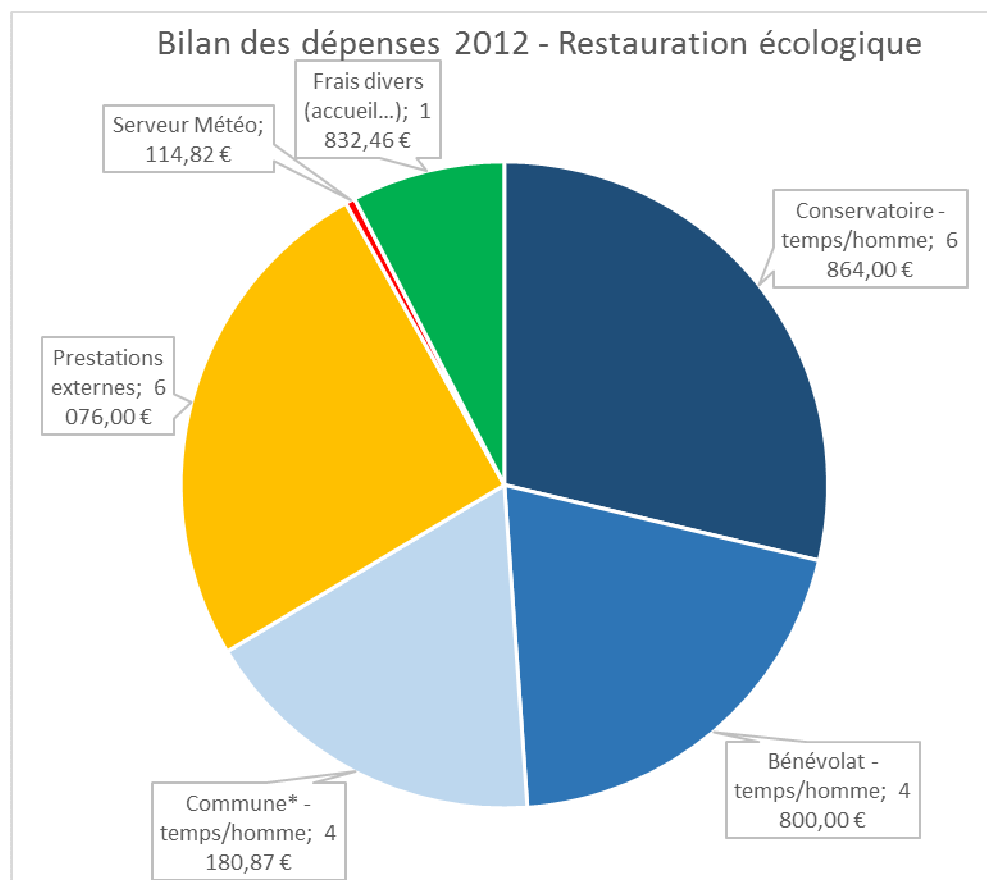
numéro de gîte	distance roche en m	distance mer en m	terre nue	roche	herbacé	maquis bas	maquis haut	an arrachage carpo	total des obs 2014	total des obs 2015
1	0	121	0	1	0	0	1	0	24	19
2	0	62	0	1	0	0	0	2012	6	6
3	0	84	1	1	0	0	0	2012	1	1
4	16	39	1	0	0	0	0	2012	0	0
5	0	32	1	0	0	0	0	2012	5	11
6	0	45	1	1	0	0	0	2012	5	3
7	13	50	0	0	1	0	0	2012	0	0
8	17	82	0	0	1	0	0	2012	1	1
9	15	60	1	0	0	0	0	2012	0	0
10	11	32	1	0	0	0	0	2012	0	-
11	23	19	1	0	0	0	0	2013	1	1
12	4	34	1	0	0	0	0	2013	0	0
13	0	45	0	1	0	0	0	2013	1	3
14	15	45	1	0	0	0	0	2013	0	0
15	0	36	0	1	0	0	0	2013	0	0
16	15	22	1	0	0	0	0	2013	0	0
17	0	84	0	1	0	0	0	0	0	0
18	13	92	0	0	0	1	0	0	2	4
19	0	118	0	1	0	1	0	0	2	-
20	0	100	0	1	0	1	0	0	0	0
21	0	100	0	0	0	0	1	0	0	0
22	0	95	0	1	0	0	0	0	10	30
23	0	86	0	0	1	0	0	0	3	5
24	9	64	0	0	1	0	1	0	0	0
25	0	64	0	1	0	0	0	2015	1	2
26	50	92	0	0	1	0	1	0	0	3
27	13	50	1	0	0	0	0	2014	0	0
28	30	37	0	0	1	0	0	2014	0	0
29	14	30	0	0	1	0	0	2014	0	0
30	15	61	0	0	0	1	0	2015	0	0
31	20	107	0	0	0	1	0	0	0	0
32	0	67	0	1	0	0	0	2013	2	2

Annexe 5 : Semis et boutures par espèce, pépinière expérimentale (octobre 2015)

	Espèce(s)	Récoltes / traitement	Matériel
	<i>Lotus cytisoïdes</i>	Récolte graines juillet 2015	Plaque semis Au moins une centaine de graines
	<i>Crithmum maritimum</i>	Récolte graines octobre 2015	Plaque semis Au moins une centaine de graines
	<i>Senecio cineraria</i>	Récolte boutures octobre 2015	3 x 11 = 33 alvéoles
	<i>Malva dendromorpha</i>		4 x 11 = 44 alvéoles
	<i>Lotus cytisoïdes</i>	Récolte graines juillet 2015	Plaque semis Au moins une centaine de graines
	<i>Lotus cytisoïdes</i>	Récolte graines juillet 2015	Plaque semis Au moins une centaine de graines
	<i>Crithmum maritimum</i>	Récolte boutures octobre 2015	5 x 4 = 20 godets antichignon
	<i>Senecio cineraria</i>	Récolte graines juillet 2015	Plaque semis Au moins une centaine de graines
	<i>Crithmum maritimum</i>	Récolte graines octobre 2015	7 x 11 = 77 alvéoles

	<i>Senecio cineraria</i>	Récolte graines juillet 2015	4 x 5 = 20 godets antichignon
	<i>Pistacia lentiscus</i>	Récoltes fruits murs (noirs) octobre 2015	6 petits godets
	<i>Senecio cineraria</i>	Récolte graines juillet 2015	Plaque semis Au moins une centaine de graines
	<i>Senecio cineraria</i>	Récolte graines juillet 2015	4 x 5 = 20 godets antichignon
	<i>Lotus cytisoides</i>	Récolte graines juillet 2015	4 x 5 = 20 godets antichignon
	<i>Lotus cytisoides</i>	Récolte graines juillet 2015	4 x 5 = 20 godets antichignon
	<i>Crithmum maritimum</i>	Récolte graines octobre 2015	7 x 11 = 77 alvéoles

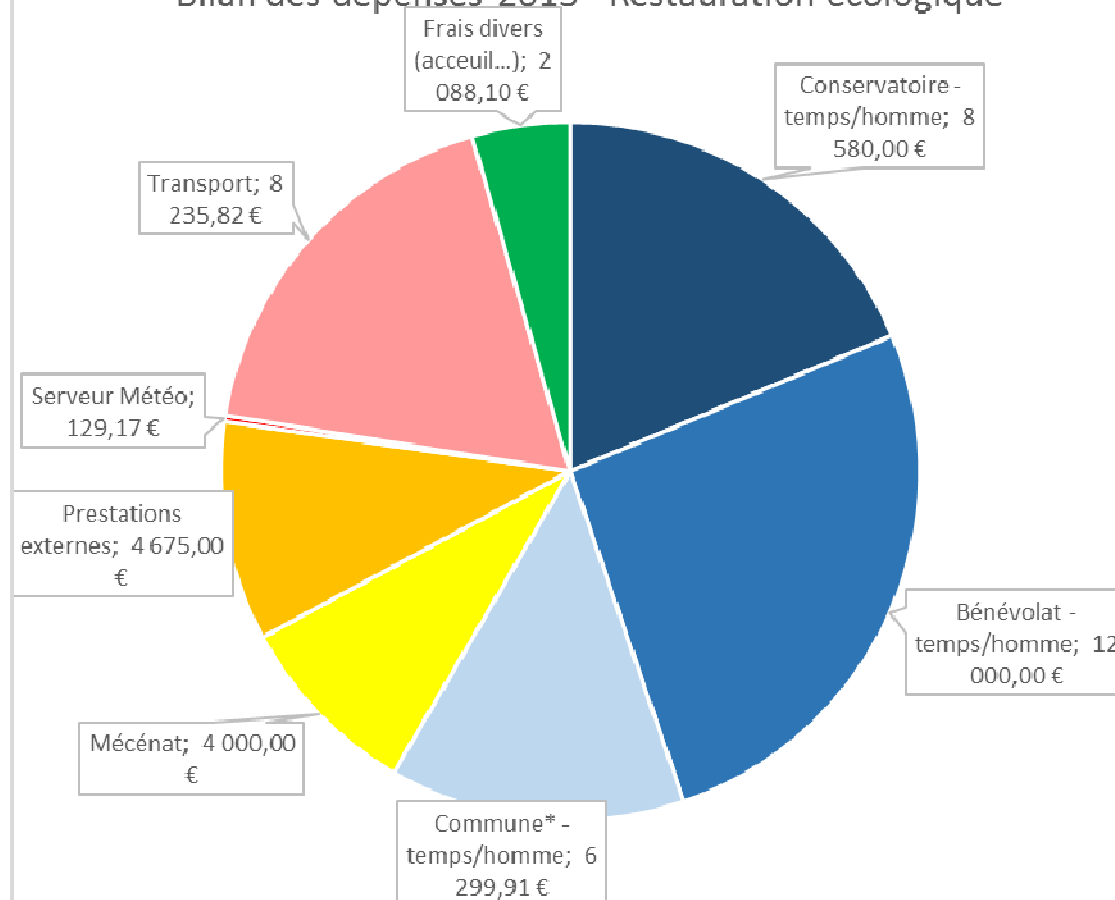
Annexe 6 : Dépenses spécifiquement liées aux opérations de restauration de l'île du Grand Rouveau (source - Bilan financiers annuels du Conservatoire du littoral)



Poste	Montant
Conservatoire - temps/homme	6 864,00 €
Bénévolat - temps/homme	4 800,00 €
Commune* - temps/homme	4 180,87 €
Prestations externes	6 076,00 €
Serveur Météo	114,82 €
Frais divers (accueil...)	1 832,46 €
Total	23 868,15 €

*estimation

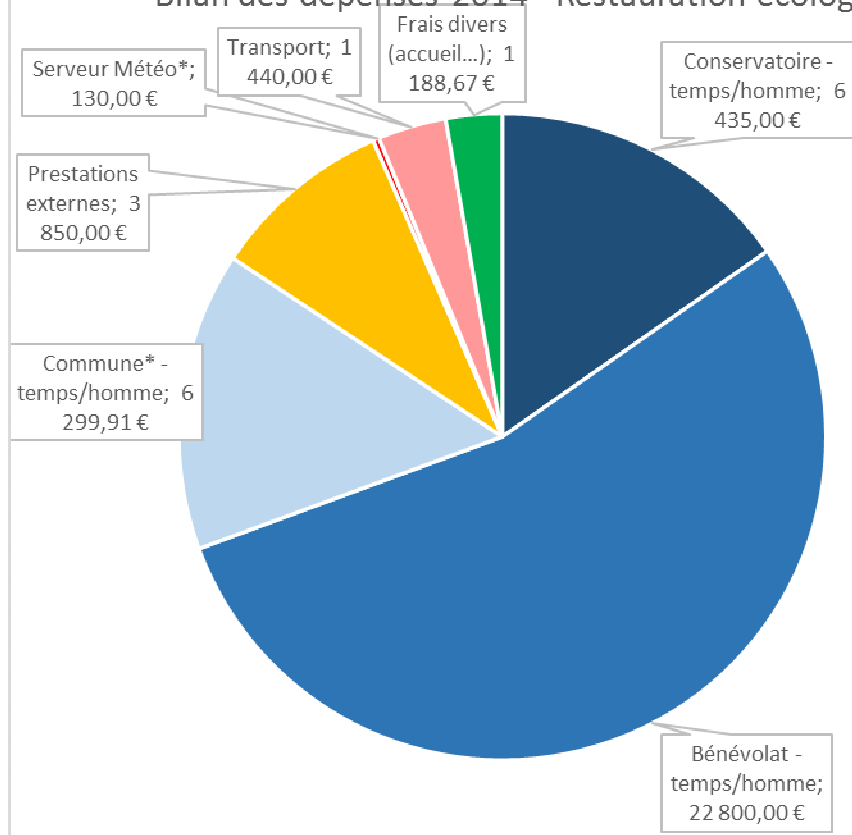
Bilan des dépenses 2013 - Restauration écologique



Poste	Montant
Conservatoire - temps/homme	8 580,00 €
Bénévolat - temps/homme	12 000,00 €
Commune* - temps/homme	6 299,91 €
Mécénat	4 000,00 €
Prestations externes	4 675,00 €
Serveur Météo	129,17 €
Transport	8 235,82 €
Frais divers (accueil...)	2 088,10 €
Total	46 008,00 €

*estimation

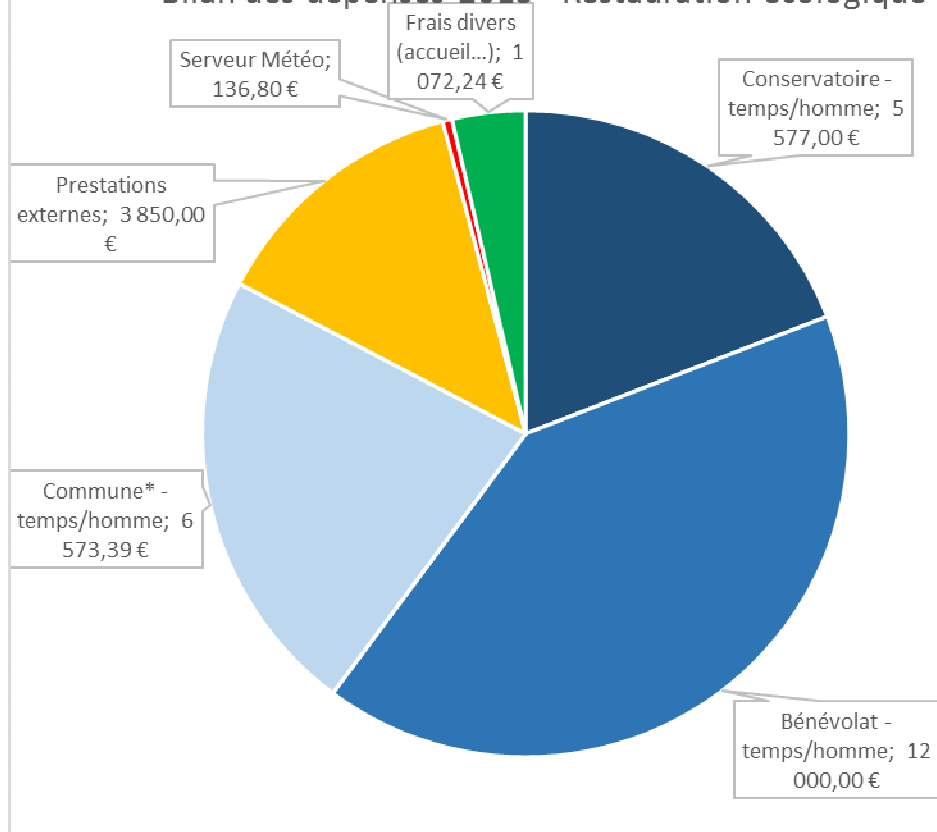
Bilan des dépenses 2014 - Restauration écologique



Poste	Montant
Conservatoire - temps/homme	6 435,00 €
Bénévolat - temps/homme	22 800,00 €
Commune* - temps/homme	6 299,91 €
Prestations externes	3 850,00 €
Serveur Météo*	130,00 €
Transport	1 440,00 €
Frais divers (accueil...)	1 188,67 €
Total	42 143,58 €

*estimation

Bilan des dépenses 2015 - Restauration écologique



Poste	Montant
Conservatoire - temps/homme	5 577,00 €
Bénévolat - temps/homme	12 000,00 €
Commune* - temps/homme	6 573,39 €
Prestations externes	3 850,00 €
Serveur Météo	136,80 €
Frais divers (accueil...)	1 072,24 €
Total	29 209,43 €

**estimation*