

Stratégie de lutte contre le Rat noir menaçant les oiseaux marins patrimoniaux des espaces insulaires de la région PACA



Puffin de Scopoli- Photo Louis Marie Préau ©

CONTEXTE

L'objectif de cette stratégie est de fournir à l'**Agence Française pour la Biodiversité** une stratégie de lutte adaptée au contexte insulaire de protection de la nature existant sur la façade méditerranéenne de la région PACA.

Cette stratégie aura pour but de répondre aux objectifs de la **Directive Cadre Stratégique Milieu Marin**, d'une part et d'être un document directement exploitable par les services de l'Etat et les gestionnaires d'espace naturel pour lutter efficacement contre les espèces invasives impactant négativement les espèces cibles de la DCSMM d'autre part. Au niveau international, la gestion des espèces exotiques envahissantes fait partie des 20 objectifs d'Aichi à mettre en place dans le cadre de la réalisation du « **Plan Stratégique 2011-2020 pour la diversité biologique** »¹ signé par la France suite à la 10^{ème} CDB à Nagoya. Cette stratégie répond par ailleurs aux objectifs fixés par la **Convention de Barcelone** et le Protocole ASP/DB² ainsi qu'au Plan d'action relatif aux introductions d'espèces envahissantes en mer Méditerranée du CAR/ASP (2017).

¹ Stratégies et plans d'action nationaux pour la diversité biologique : <https://www.cbd.int/nbsap>
Mise en œuvre du Plan stratégique 2011-2020 pour la diversité biologique, y compris les objectifs d'Aichi : <https://www.cbd.int/sp/implementation/>

² Protocole pour les Aires Spécialement Protégées et pour la Diversité Biologique

Table des matières

Table des matières	3
Introduction	4
1) L'Initiative pour les Petites Iles de Méditerranée (PIM)	4
2) Pourquoi lutter contre les espèces invasives sur les îles ?	4
3) Méthodologie de la stratégie sur la façade Méditerranéenne	6
Axe 1 : Procéder aux éradications des populations de rats dans les îles à haut niveau de priorité abritant Rat noir et Procellaridae	9
• Les populations de puffins sur la façade Méditerranéenne.....	9
• Les îles prioritaires en terme d'action d'éradication du Rat noir	11
• Les Initiatives en cours sur les îles prioritaires.....	13
Axe 2 : Augmenter la surface d'habitat favorable aux Procellaridae en augmentant le nombre d'île où le rat est absent	18
• Opérations à mettre en place sur les îles autour des colonies existantes	18
• Opérations à mettre en place pour augmenter l'aire de répartition des Procellaridae	21
Axe 3 : Procéder au contrôle du <i>Carpobrotus</i>, espèce en interaction mutualiste avec le Rat noir.	23
Axe 4 : Mettre en place des actions de sensibilisation du grand public et renforcement de capacités des gestionnaires d'espaces naturels	24
Références bibliographiques	26
Annexes	30

Annexe 1 : Liste des îles de la façade PACA selon la présence du Rat noir et de Procellaridae, et actions à mettre en place dans le cadre de la stratégie

Annexe 2 : Fiches techniques opérations d'éradication par hélicoptère

Tableau 1 : Estimation et comparaison des coûts financiers et humains des opérations d'éradications

Introduction

1) L'Initiative pour les Petites Iles de Méditerranée (PIM)

L'Initiative PIM est une ONG internationale basée à Aix en Provence, composée d'experts internationaux spécialistes des enjeux de conservation de la nature spécifiques aux îles. Depuis 2005, elle coordonne des actions concrètes de terrain avec l'appui de partenaires institutionnels, scientifiques et associatifs. Celles-ci visent à une meilleure connaissance des petites îles (inventaires, prospections et études naturalistes), à une meilleure gestion de ces territoires (appui au développement de projets, ateliers de formations de gestionnaires, mutualisation des savoirs et savoir-faire) ainsi qu'à la sensibilisation des populations locales à leur préservation (organisation d'événements et lobbying).

Cette dynamique de partage permet aujourd'hui le rassemblement de centaines d'experts, gestionnaires de sites et gardes du littoral, naturalistes, institutionnels, ONGs, qui confrontent et échangent leurs idées et expériences pour des espaces insulaires mieux gérés et mieux protégés. Un de ces axes d'intervention principal sur le terrain est **la lutte contre les espèces invasives**, elle compte à son actif plusieurs éradications de populations de Rat noir réussies : celle de l'îlot de Zembretta (Tunisie) en 2009, celle de l'archipel des Kuriat (Tunisie) en 2015 et les opérations combinées de lutte contre la Griffon de sorcière et le Rat noir sur l'île du Grand Rouveau (Var, France).

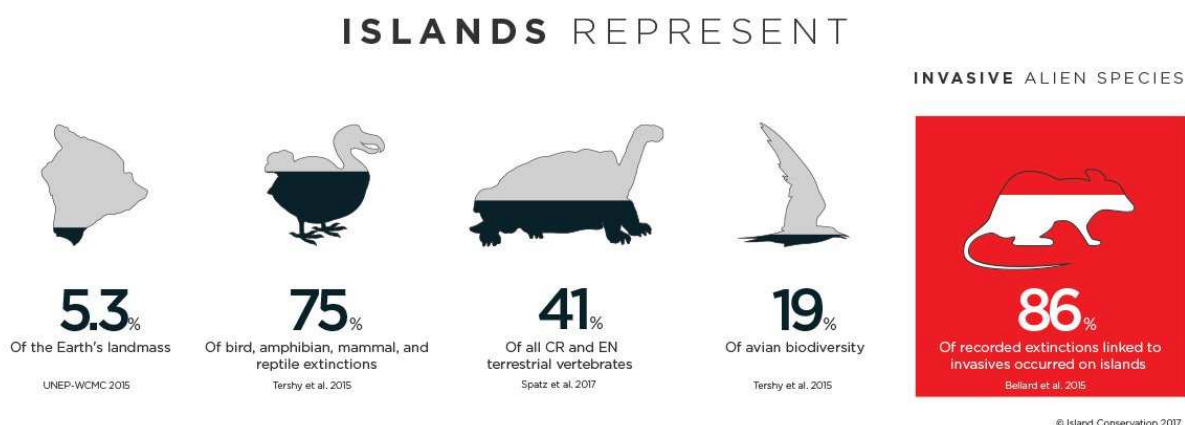


Dératisation Zembretta (2009), restauration du Grand Rouveau (2012), Dératisation Kuriat (2015)

2) Pourquoi lutter contre les espèces invasives sur les îles ?

Les invasions biologiques constituent l'une des composantes des changements globaux et représentent l'une des menaces anthropiques majeures impliquées dans la crise actuelle d'érosion de la biodiversité. **A l'échelle mondiale, environ 27 % des espèces de mammifères, oiseaux, reptiles et amphibiens sont actuellement menacés par les espèces invasives**, qui constituent l'une des principales causes d'extinction d'espèces, tout particulièrement au sein des systèmes insulaires (Sax et

al. 2002). Les îles océaniques (ensemble Corso-Sarde par exemple), de par une richesse spécifique faible, un fort taux d'endémisme et des réseaux trophiques simplifiés (Denslow 2001, Drake et al. 2002), sont particulièrement sensibles aux invasions biologiques (Amori et al. 2008, Berglund et al. 2009), et dans leur étude des causes d'extinction des espèces de la Liste Rouge de l'UICN, Bellard et al. montrent ainsi que **86 % des extinctions dues aux espèces invasives ont été reportées sur des îles** (Bellard et al., 2016). Si l'endémisme est moindre sur les îles continentales (îles du Var par exemple), ces îles sont des refuges pour les espèces autochtones dans la mesure où les zones littorales sont de plus en plus perdues pour la nature et la biodiversité, du fait de la démographie, de l'urbanisation et de la pollution (Lorvelec, com.pers.).



Les rats (*Rattus rattus*, *R. norvegicus*) ont été introduits sur les îles Méditerranéennes il y a plus de 2000 ans pour le Rat noir, et près de 3 siècles pour le Rat surmulot (Vigne, 1992 ; Pascal *et al.* 2006). Aujourd'hui, au moins une de ces espèces est présente sur plus de 80 % des grands archipels du monde (Atkinson, 1985) et les **rats sont considérés comme responsables d'environ 40 à 60 % des extinctions d'oiseaux et de reptiles** à l'échelle planétaire (Dolan et al., 2003). Les différentes espèces de rats arrivent ensemble en seconde position des taxons invasifs menaçant le plus grand nombre de vertébrés, avec plus de 148 espèces menacées par le rat à l'échelle mondiale (derrière *Batrachochytrium dendrobatidis*, champignon responsable de la chytridiomycosis, maladie à l'origine du déclin de nombreuses espèces d'amphibiens) (Bellard et al., 2016). Le chat haret menace également de nombreuses espèces de vertébrés, principalement des oiseaux, et arrive en 3^{ème} position des taxons invasifs menaçant le plus grand nombre de vertébrés (Bellard et al., 2016). Sur les espaces insulaires, **les rats sont responsables de nombreuses menaces, impactant négativement oiseaux marins** (Martin et al. 2000, Pascal et al.

2008, Jones 2008), mais également mammifères, reptiles (Harris, 2009), invertébrés (Towns et al., 2009), plantes (Palmer & Pons, 2001), et fonctions des écosystèmes (Towns et al., 2006 ; Pascal *et al.*, 2006).

De nombreuses espèces d'oiseaux marins utilisent les îles comme sites de nidification et sont très sensibles aux menaces terrestres auxquelles ils s'exposent lors de leur reproduction. Les oiseaux marins ont en général évolué en l'absence de mammifères prédateurs et n'ont donc pas développés de mécanismes de défense, ce qui les rends très sensibles à la prédation par le rat (Burger and Gochfeld 1994, Blackburn et al. 2004). Les impacts des rats sur les populations nicheuses d'oiseaux marins peuvent être séparées en deux catégories : (1) des impacts directs en raison de la prédation des œufs, poussins et adultes (Atkinson, 1985), (2) des impacts indirects via le dérangement, l'abandon des nids, une augmentation du taux de mortalité des colonies (Jouventin et al. 2003), et probablement des problèmes épidémiologiques (Lorvelec, com.pers.).

Les petites espèces et celles nichant dans des cavités, sur le sol ou dans les arbrisseaux sont particulièrement impactées négativement par la présence des rats (Atkinson 1985, Martin et al. 2000, Jones et al. 2008) et **les rats sont identifiés comme étant l'une des principales menaces au regard du risque d'extinction pour 68 % des espèces de Procellariidae à travers le monde** (pétrels et puffins ; BirdLife International, 2000).

Si la présence du rat est incompatible avec la présence de colonies d'Océanite ou de certains passereaux (Martinet pâle par exemple), la présence du rat n'empêche pas la présence de colonie de puffins mais réduit le succès de reproduction. De nombreux exemples ont mis en évidence l'effet positif immédiat de l'éradication du Rat noir sur le succès de reproduction des puffins (Pascal et al. 2004, Lorvelec & Pascal 2005, Jones et al. 2005, Towns et al. 2006, Pascal et al., 2008, Bourgeois et al. 2013). 2 ans après les opérations d'éradications du Rat noir sur les îles de Zembretta-Zembrettina (Tunisie, 2009) le nombre de couples reproducteurs de puffins Yelkouan a ainsi augmenté de 10.4 % et atteignait 175 couples reproducteurs, suggérant que **des opérations d'éradications même sur des populations introduites depuis très longtemps pouvait être fructueuses** (Bourgeois et al., 2013).

3) Méthodologie de la stratégie sur la façade Méditerranéenne

Avec plusieurs milliers d'îles et d'îlots, le Bassin Méditerranéen est tout particulièrement concerné par ce constat.

Selon la base de donnée des PIM réalisée dans le cadre de l'Atlas encyclopédique des îles de PACA, **131 îles et îlots** ont été dénombrés sur l'ensemble de la façade méditerranéenne. En respectant la définition retenue dans le cadre de l'Atlas des PIM³, la liste actualisée des îles de PACA se limite à **103 îles** (Fouchard, 2013).

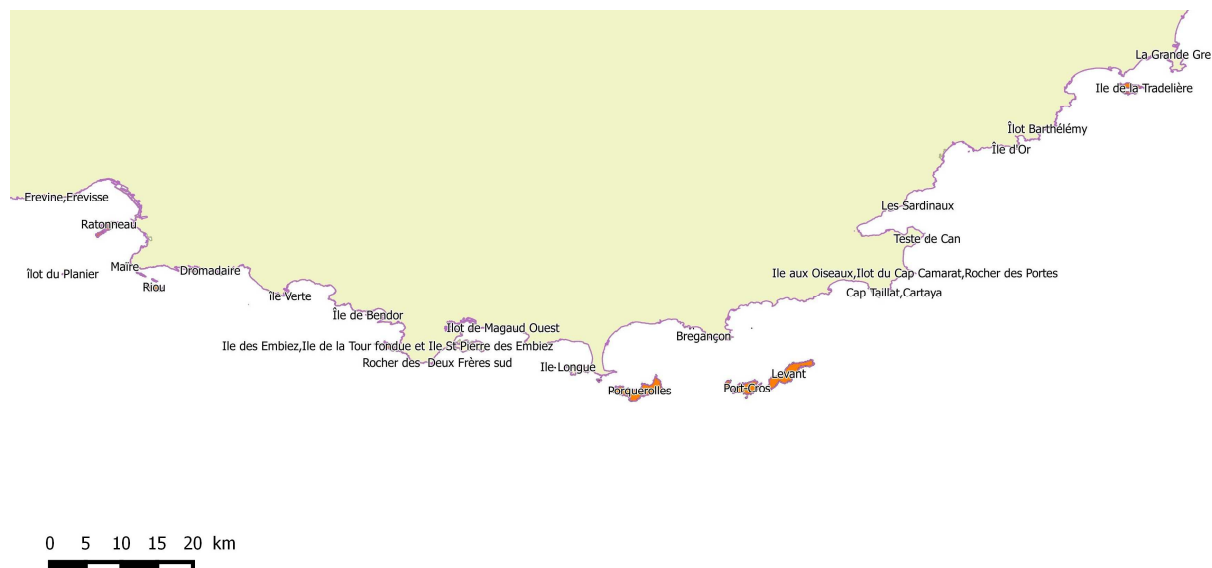


Figure 1: Les îles de la façade Méditerranéenne

Selon cette base de données, **la présence du Rat noir est avérée sur 31 de ces îles** (cf Annexe 1). Dans le cadre de la stratégie, les îles prioritaires en terme de conservation des Procellariidae sont celles abritant des colonies de Puffins et/ou d'Océanites et où les rats sont également présents. **7 îles apparaissent ainsi au sein des archipels des îles d'Hyères et de Marseille** et constituent la priorité d'action dans le cadre de la présente stratégie (Pomègues, Ratonneau, Riou, Bagaud, Port-Cros, Porquerolles, Le Levant). Ces îles ont déjà été identifiées comme prioritaires par les gestionnaires d'espaces protégés.

Nous considérons qu'un effort doit permettre l'augmentation de **la surface des habitats favorables aux Procellariidae**, d'une part en favorisant une **extension de l'aire de répartition** des sites de nidification sur les îlots périphériques des colonies et vers des îles où les puffins sont actuellement absents. Cet effort devrait permettre d'impacter positivement la dynamique des populations de puffins.

Après consultation de notre base de données et des gestionnaires, il apparaît que le rat est présent et pourrait être **éradiqué de 4 îles au sein des archipels des îles d'Hyères (Gros Sarranier, Petit Langoustier, Grand Ribaud, Petit Ribaud)**.

³ Définition d'une Ile dans le cadre de l'Atlas des PIM : île de moins de 1000 ha présentant au moins une plante vasculaire et/ou des oiseaux nicheurs marins, éloignée d'au moins 5 m du continent, de plus d'1 m de profondeur à marée basse. Une exception à cette définition : l'île de Porquerolles et comptée dans la liste PIM, malgré une superficie supérieure à 1000 ha.

Pour 6 îlots périphériques, des **opérations de contrôle du succès de l'éradication** pourront être mise en place (Grand Congloué, Petit Congloué, Plane, Tiboulen de Maire, Ilôt de la Gabinière).

En parallèle, des actions d'éradications lorsque la présence du rat est avérée ou de prospection lorsque la présence du rat est à confirmer sur une dizaine **d'îlots situés hors des espaces insulaires actuellement utilisés par les Procellariidae** pourront être menées en parallèle afin de favoriser l'extension de l'aire de répartition potentielle des sites de nidification des Procellariidae.

Etant donné l'interaction de type mutualiste⁴ existant entre les rats et *Carpobrotus* spp. il pourra être intéressant dans un troisième temps de **coupler les efforts d'éradication à l'arrachage de la griffe de sorcière** sur les îles où ces deux espèces sont présentes.

Afin d'harmoniser les opérations, de permettre un **suivi efficace sur le long terme** et de permettre une **diffusion des connaissances et techniques**, un dernier axe de la stratégie sera tourné vers le **renforcement de capacités des agents d'espaces naturels à la lutte contre les espèces invasives, notamment via la création d'un groupe de réflexion entre les différents acteurs**. On observe par ailleurs un décalage de perception des opérations de lutte contre les espèces invasives entre les spécialistes et le grand public, notamment lors de la lutte contre des espèces perçues différemment des rats, telles que le Chat haret, et des **opérations de sensibilisation** du grand public et de communication seront donc à envisager.

⁴ Simberloff, D., and B. Von Holle. "Positive Interactions of Nonindigenous Species : Invasional Meltdown ?" *Biological Invasions*, vol. 1, 1999, pp. 21-32.

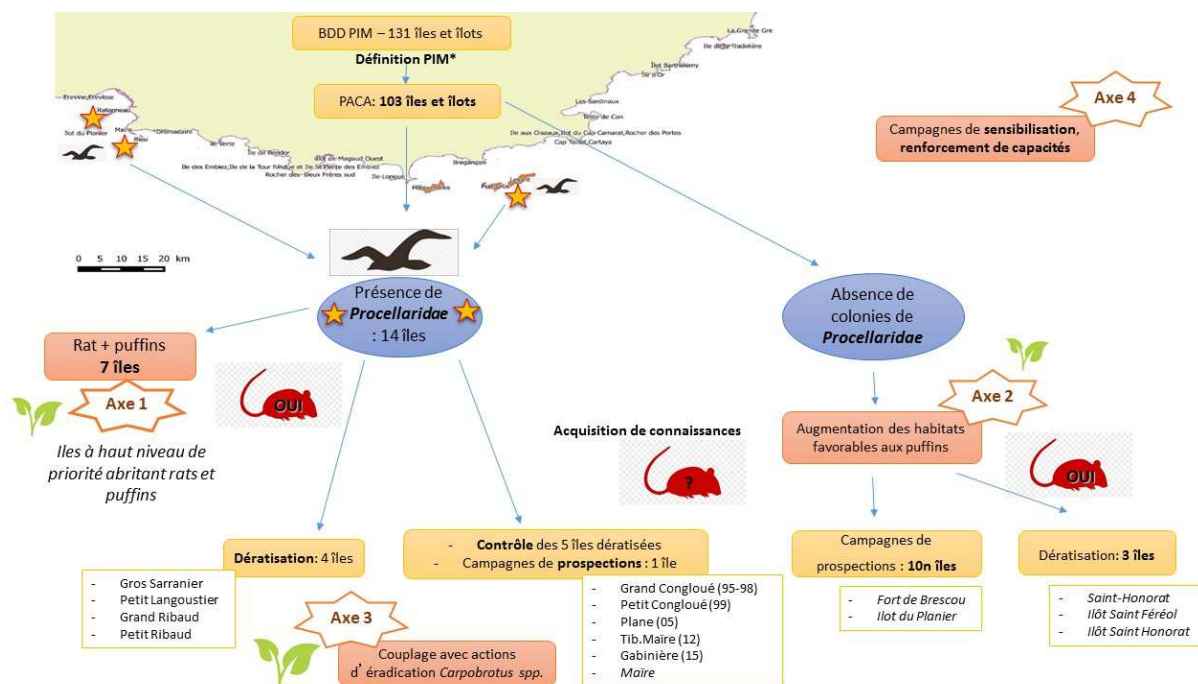


Figure 2: Schéma général de la stratégie de lutte contre les espèces invasives sur la façade Méditerranéenne

Dans le cadre de l'élaboration d'une stratégie de lutte contre les espèces invasives impactant les oiseaux marins patrimoniaux sur les espaces insulaires de PACA, **4 niveaux d'intervention** de priorité différentes ont été établis :

- 1- Procéder aux éradications des populations de rats dans les îles à haut niveau de priorité abritant Rat noir et Procellariidae ;
- 2- Augmenter la surface d'habitats favorables aux Procellariidae autour des colonies, et encourager l'extension de leur aire de répartition ;
- 3- Procéder au contrôle du *Carpobrotus*, espèce en interaction mutualiste avec le Rat noir ;
- 4- Mettre en œuvre des actions de renforcement de capacités et de sensibilisation.

Axe 1 : Procéder aux éradications des populations de rats dans les îles à haut niveau de priorité abritant Rat noir et Procellariidae

- **Les populations de puffins sur la façade Méditerranéenne**

Le long des côtes continentales françaises, le **Parc National des Calanques** (PNCal) et le **Parc National de Port-Cros** (PNPC) abritent les seules populations nicheuses de Puffins de Scopoli (*Calonectris diomedea*) et de Puffins yelkouan (*Puffinus yelkouan*).

Ces espèces aujourd'hui restreintes aux îles de Marseille et d'Hyères étaient autrefois répandues **y compris sur la frange côtière continentale**, et les Parcs Nationaux ont donc une forte responsabilité vis-à-vis de la conservation locale des sites de nidifications des populations d'oiseaux marins qu'ils abritent (Courbin et al., 2018).

Le noyau de population nicheuse de **Puffins de Scopoli** se trouve sur les **îles de Marseille** (environ 520 couples reproducteurs, données PNCal) tandis qu'une plus petite population, actuellement a priori en déclin, niche sur les **îles d'Hyères** (entre 152 et 255 couples, données Life 2017, mise à jour prévue en 2020). En revanche, la population française de **Puffins yelkouan** est située en majorité sur les îles d'Hyères (Entre 1000 et 4000 couples à confirmer, données 2018, pas encore publiées PNPC), ainsi qu'une petite population nichant sur les îles de Marseille (environ 50 couples, données PNCal 2018).

La population de Puffin de Scopoli est actuellement en déclin, et l'espèce, qui montre une large répartition, est actuellement classée dans la catégorie « préoccupation mineure » au niveau mondial de la Liste Rouge IUCN (BirdLife International 2018). Ce déclin s'explique notamment en raison d'une forte mortalité adulte en lien avec les prises accidentelles de la pêche (Genovart et al. 2017, Cortés et al. 2018). La prédation par le Rat noir, le Chat haret (*Felis catus*) et les chiens divagant vient s'ajouter comme facteur supplémentaire favorisant le déclin des populations (Iguar et al., 2006). Sur le Parc National des Calanques, la présence du Rat noir entraîne par exemple une diminution significative du succès de reproduction du Puffin de Scopoli (succès reproducteur moyen sans rats = 0.77 +/- 0.02, sr moyen avec rats = 0.63 +/- 0.04) (Courbin et al., 2018). Dans leur étude, Ruffino et al. (2009) confirment que **le succès reproducteur des puffins est significativement plus élevé sur les îles où le rat est absent**, ou lorsque les populations sont contrôlées au sein des colonies, en comparaison aux îles infestées par les rats et sans aucunes mesures de conservation.

Les populations locales de Puffins yelkouan semblent également en déclin en raison d'un faible succès de reproduction suite à l'introduction de prédateurs comme le Rat noir (Ruffino et al. 2009) ainsi qu'à une faible survie adulte due à la prédation par les chats (Tranchant et al. 2003, Bonnaud et al. 2007, Bonnaud et al. 2009). L'espèce est classée « vulnérable » sur la liste rouge mondiale de l'IUCN (BirdLife International 2018 IUCN Red List for birds) et présente un **fort enjeu de conservation de par son statut d'espèce endémique de Méditerranée** (BirdLife International 2018).

Pour les deux espèces, la surpêche, qui limite les ressources alimentaires, est sans doute aussi en cause, sans preuves précises sur l'espèce mais des données globales qui commencent à émerger.

- **Les îles prioritaires en terme d'action d'éradication du Rat noir**

L'isolement naturel fait des espaces insulaires des lieux idéaux pour mettre en œuvre des programmes d'éradications, et ces dernières années, des efforts considérables ont été entrepris pour éradiquer les rats des îles à travers le monde (Howald et al. 2007, Genovesi and Carnevali 2011, Capizzi et al. 2014). De nombreux exemples ont mis en évidence une réponse positive des oiseaux marins aux éradications de rongeurs (Lorvelec & Pascal 2005, Jones et al. 2005, Smith et al. 2006, Towns et al. 2006) et lorsque ces opérations sont possibles, les éradications sont jugées comme l'outil idéal pour gérer les espèces invasives (Myers et al. 2000, Veitch et al. 2011).

Dans le cadre de la stratégie, les îles prioritaires en termes d'action pour la conservation des Procellariidae sont celles abritant des colonies et où la présence du Rat noir est avérée.

7 îles sont ainsi mises en évidence, qui constituent donc le plus haut niveau de priorité d'action en terme d'éradication du Rat noir:

Les îles de Bagaud, Port-Cros, Porquerolles, Levant, Riou, Pomègues et Ratonneau. Ces îles, par leur taille, leur relief, la présence de population humaine, et parfois leur statut militaire (Le Levant) nécessitent un plan d'action très spécifique.

Des campagnes d'éradication par piégeage manuel seul présentent des résultats satisfaisants pour un coût raisonnable uniquement pour des îles de superficie réduites (< 100 ha) dont la totalité de l'espace est accessible. Si cette technique pourrait s'envisager sur Bagaud, Riou, Pomègues et Ratonneau qui sont d'une superficie inférieure à 100 ha, l'escarpement du terrain rend ces opérations délicates. Sur Port-Cros (627 ha), Porquerolles (1278 ha) et Le Levant (1001 ha), des stratégies de substitution doivent être adoptées en raison de la taille de ces îles (Pascal, 2006).

Pomègues et Ratonneau : La présence de chats/chiens ainsi que le fort dérangement humain entraînent sur ces 2 îles une diminution de la fidélité au site de reproduction des puffins. Il semble toutefois *a priori* assez délicat d'envisager une campagne d'éradication, car la probabilité d'une ré-infestation rapide est non négligeable en raison de l'important trafic maritime notamment. L'impact des rats sur un substrat calcaire est moindre que sur des substrats rugueux (granite, schistes...) (Martin et al., 2000), et la densité de rat semble assez faible sur ces îles. La régulation des populations de rat noir par piégeage mécanique autour des colonies est effectuée pendant la période de reproduction (une centaine de pièges). Il pourrait

être intéressant de gérer la présence du Chat haret sur ces îles afin de limiter leurs impacts sur les *Procellariidae*.

Par ailleurs au vue du faible taux de capture opéré par les pièges mécaniques et le temps homme que cela nécessite, il serait peut-être intéressant d'installer des pièges à fonctionnement autonome.

Porquerolles: Le fort dérangement humain rend la probabilité d'une réinfestation rapide non négligeable. De même qu'au Frioul, la densité de rat semble assez faible. Des campagnes de piégeages autour des colonies sont réalisées mais la capacité à lutter contre le rat sur l'île est limitée. Il pourrait être intéressant de réguler les populations de chat qui ont un impact négatif très marqué sur les adultes reproducteurs. La présence d'autres espèces de petits mammifères non cibles d'une dératisation comme par exemple le mulot sylvestre *Apodemus sylvaticus* (Rongeurs, Muridae) présent sur Porquerolles rend également assez complexe la mise en œuvre d'une campagne d'éradication sur cette île.

Port-Cros : Des campagnes de piégeage autour des colonies de Puffins sont actuellement réalisées, mais en raison de la difficulté d'accès aux colonies, le contrôle semble insuffisant pour augmenter significativement le succès reproducteur des colonies. La prédation par le Chat haret sur Port-Cros était importante et des campagnes de stérilisation ont été mises en place. Désormais seuls les chats des résidents sont présents sur l'île.

Levant : En raison de son statut militaire à 80 %, une opération de dératisation semble difficilement envisageable sur l'île. Toutefois en raison de l'importance de la taille des colonies de Puffin yelkouan sur cette île (environ 6000 couples selon les dernières données 2018), Le Levant joue un rôle majeur pour la conservation de l'espèce.

Lorsque des opérations de dératisation ne sont pas envisageables, une stratégie alternative permettant de contrôler les espèces de rongeurs pourra être mise en œuvre dans le but de **limiter l'impact du rat sur les espèces nicheuses**, en gardant à l'esprit que le contrôle requiert une action continue pour avoir un effet positif. Ces opérations ne sont donc pas économiques sur le long terme (Capizzi et al. 2016, Pascal et al. 2008). Un **contrôle local autour des colonies** sur plusieurs îles italiennes (Zannone, Ponza, Pianosa, Molaro, Tavolara, Linosa) a toutefois permis d'augmenter le succès de reproduction des colonies (Iguar et al. 2006, Baccetti et al., 2009). On peut donc imaginer un protocole similaire de contrôle des populations de rats par piégeage autour des colonies nichant sur les îles de Pomègues, Ratonneau, Porquerolles (pièges Good Nature en test actuellement), Port-Cros et du Levant.

Une autre solution permettant un contrôle local pourrait être la mise en place de barrières autour des colonies empêchant le passage du rat (cf LIFE COrho), mais également du Chat haret, autre espèce impactant négativement les colonies de puffins sur les îles où ils sont présents (Bonnaud et al.,2007). Cette technique semble cependant compliquée à mettre en place dans les Parcs Nationaux.



Légende

Présence de Rat noir et de Procellariidae

- non
- oui

Figure 3: Carte des îles prioritaires présentant Rat noir et puffins (Axe 1)

• Les Initiatives en cours sur les îles prioritaires

Bagaud : Le PNPC a initié en 2010 sous la responsabilité scientifique de l'IMBE, un programme décennal de restauration écologique de la réserve intégrale de l'île de Bagaud (58 ha). Une campagne d'éradication du Rat noir par piégeage manuel et lutte chimique sur l'île a été mise en œuvre de 2011 à 2012 par le PNPC, en collaboration avec l'INRA qui a apporté ses compétences méthodologiques et ses protocoles pour la lutte intégrée. Malgré l'éradication du Rat noir lors de l'opération, la présence du rat a de nouveau été signalée en 2015 lors d'un contrôle. La population de rats est contrôlée tous les 2 mois et semble s'être stabilisée. Des actions sont en cours pour permettre d'identifier la provenance des rats présents sur l'île (rats ayant échappés à l'éradication ou réinvasion ?) et un nouveau plan d'action est en cours d'élaboration. Le problème de la gestion des mouillages et de l'accès aux plaisanciers à proximité de l'île est notamment évalué.

Riou : Une campagne d'éradication sur l'île de Riou est actuellement à l'étude par le Parc National des Calanques, et fait suite à la dératisation de certains îlots de

l'archipel entre 1995 et 2012. Des campagnes de régulation des populations de rats sur les colonies de reproduction des puffins sont effectuées depuis 2004 sur l'île de Riou afin de limiter l'impact négatif de ce rongeur sur le succès de reproduction des oiseaux marins. Ces opérations de régulation sur les sites de reproduction représentent entre 50 journées hommes par an avec des agents expérimentés et 100 j.h avec agents inexpérimentés. De par son fort escarpement et sa superficie, la lutte par piégeage mécanique et chimique est compliquée à mettre en œuvre sur Riou. Une possibilité envisagée est la réalisation d'une campagne **d'éradication par hélicoptère**. (Méheut, 2016). Par ailleurs, une autre espèce introduite altère le bon état de l'écosystème de l'île : le lapin de Garenne (*Oryctolagus cuniculus*) et il serait intéressant d'inclure une régulation des populations de lapins dans la stratégie concernant Riou. Le lapin ayant un impact majeur sur la végétation de Riou, un suivi de l'abondance de ces populations semble nécessaire au préalable. La mise en place d'une opération d'éradication sur les grandes îles de l'archipel de Riou a été mentionnée dès le début des années 2000 par les gestionnaires de l'ex-RNN de l'archipel de Riou et une étude de la faisabilité d'une éradication sur Riou a été réalisée (Meheut, 2016).

Campagne d'éradication par hélicoptère

Bien que la majorité des îles dératées soient d'une superficie inférieure à 100 ha (Russel & Howald, 2007), **de plus en plus d'éradications sont aujourd'hui réalisées sur des îles de plus en plus grandes et biologiquement complexes**. La méthode de lutte chimique par dispersion aérienne d'appâts empoisonnés est la seule méthode permettant la dispersion d'appâts dans l'ensemble des îles de taille moyenne (>100 ha). Plus que la superficie des îles, les financements et l'approbation de la société civile semblent désormais être les facteurs limitants des opérations de dératation. Sur les 159 éradications réussies (toutes méthodes confondues) à travers le monde rapportées par Howald et al. (2007), 14 d'entre elles étaient conduites sur des îles d'une superficie supérieure à 500 ha. Une des méthodes les plus utilisées sur les îles de grande superficie se réalise par dispersion d'appâts chimiques (contenant du Brodifacoum par exemple) par hélicoptère le long de transects prédéfinis. Le pilote suit un plan de vol sur lequel sont définis des transects espacés de 40 à 50 mètres qui couvrent l'ensemble de la superficie de l'île. Un second largage sur la zone doit être effectué dans les 20 jours suivant afin d'assurer la consommation d'appât par tous les individus présents sur l'île. Cette technique permet de couvrir des surfaces importantes (jusqu'à 12 000 ha) et d'atteindre des zones inaccessibles à pieds

(Howald et al. 2007, Veitch et al. 2011). On recense aujourd'hui une soixantaine d'opérations de ce genre à travers le monde (Howald et al., 2007). Suite à l'opération, des stations de contrôle sont disposées aux points les plus accessibles de l'île afin de prévenir et contrôler toute réinfestation.

Le rat serait présent sur plus de 80 % des îles italiennes (Baccetti et al., 2009), et ces dernières décennies de nombreux projets ont permis d'éradiquer les rats de nombreuses d'entre elles (Capizzi et al., 2016). Si les premières opérations ont été réalisées manuellement, sur certaines îles de **grande superficie présentant de nombreux endroits non accessibles à pieds et de forte altitude, l'éradication a été réalisée par hélicoptère** et des stations au sol étaient utilisées de manière conjointe. 4 îles ont ainsi été dératées par cette technique : **Molara** (Italie, 340 ha, éradication en 2008 (réinfestée en 2009)), **Dragonera** (Espagne, 362 ha, 2011), **Montecristo** (Italie, 1080 ha, éradication en 2012) et **Tavolara** (Italie, 590 ha, 2017). Montecristo étant ainsi la plus grande île Méditerranéenne dératée. Des opérations d'éradication des îlots voisins ont souvent été menés en parallèle de ces campagnes afin de limiter les chances de recolonisation par les rats présents sur ces îles (cf fiches par îles en annexe 2).

Ces opérations nécessitent une importante phase de préparation (étude de la dynamique de la population de rats, caractérisation génétique de la population, évaluation des espèces non cibles présentes sur l'île...), mais présentent l'avantage de **limiter non seulement la durée de la campagne d'éradication** (et donc la durée d'exposition à des espèces non cibles par exemple) mais **également le coût de l'opération**.

Suite à ces campagnes d'éradication, un système de biosécurité ainsi que des campagnes régulières de piégeages permettant de contrôler l'absence du Rat noir sont nécessaires. Sur Montecristo et Dragonera, des campagnes de contrôle ont été effectuées en 2014 (Montecristo) et 2016 (Dragonera), et aucune trace de rat n'a été détectée. Des campagnes d'information et de sensibilisation du grand public ainsi que l'implication du personnel travaillant sur les îles dans la surveillance sont d'une importance capitale pour la réussite de projets de cette ampleur.

Dans le cadre de la stratégie, nous avons estimé les coûts des opérations d'éradications des différentes îles, afin de comparer les coûts financiers et humains (temps homme) d'opérations par lutte intégrée (piégeage mécanique et lutte chimique) et par hélicoptère (cf Tableau 1). Pour les îles de faible superficie, des éradications manuelles sont envisageables, mais il apparaît plus économique et plus efficace d'entreprendre des dératations par hélicoptère. Les opérations

d'éradications par hélicoptère nécessitent en effet un temps homme en moyenne 100 fois inférieur au temps homme d'une opération par lutte intégrée, et ce aussi bien sur les îles de superficie allant de 16 ha (Grand Ribaud) à 1000 ha (Le Levant).

❖ **Mettre en place des protocoles de suivi sur le long terme**

Les suivis post-éradication sur l'île de Bagaud ont mis en évidence les **effets positifs de l'absence du Rat noir** sur les populations du Phyllodactyle d'Europe *Euleptes europaea*, (Krebs et al., 2016) espèce classée en danger d'extinction selon la Liste Rouge des reptiles et amphibiens de la région PACA (CEN PACA, 2016), et quasi menacée (NT) au niveau mondial (IUCN Red List of Threatened Species 2009). De par son caractère opportuniste, **le Rat noir a un impact important sur les communautés de la faune des îles** via notamment la consommation d'invertébrés (Cheylan 1988) et il est un potentiel prédateur des reptiles, via la consommation d'œufs ou de juvéniles (Zimmermann 2002, Loubon 2007).

En outre, en consommant les feuilles, fruits, graines et fleurs de la végétation des îles sur lesquelles ils se trouvent, les rats modifient également le **fonctionnement des communautés végétales et affectent ainsi la faune associée**.

Eradiquer les rats des îles où ils sont présents, permet non seulement de favoriser l'installation de colonies de Procellariidae, mais entraîne également de **nombreux effets positifs pour la faune et la flore de ces îles**. Le rétablissement de la flore autochtone à la suite d'opérations d'éradications, bien qu'il ne soit pas toujours possible en cas de trop profondes perturbations, ou de par la présence d'autres espèces, est tout de même souvent constaté (Courchamps et al., 2003)

Lors d'opérations d'éradications, il est nécessaire de prévoir dans le projet un **suivi de l'état de conservation du milieu** (Courchamps et al., 2003). Un **état des lieux initial** de l'écosystème avant l'opération ainsi que des **suivis réguliers sur le long terme post-éradications** pour **mettre en évidence les conséquences du retrait de l'espèce sur l'évolution de l'écosystème** (Pascal & Chapuis, 2000).

Afin qu'ils puissent être reconduits sur le long terme et permettre des comparaisons selon les différentes îles dératées, il est nécessaire de mettre en place des protocoles de suivi **peu coûteux, reproductibles et harmonisés** qui pourront être mis en œuvre par les gestionnaires seuls ou en partenariat avec des équipes de recherches.

En fonction des moyens humains et financiers, **différents types de suivis pourront être mis en place**. Toutefois, le suivi du succès de reproduction des Procellariidae, le suivi des communautés végétales ainsi que le suivi des reptiles, des

limicoles s'il y a lieu et des passereaux nichant au sol ou à faible hauteur apparaît être une base à mettre en place systématiquement. Le protocole de lutte intégrée développé par l'INRA propose la mise en place de suivis écologiques à t_0 , t_{+1} , t_{+2} , puis tous les 5 ans.

✓ **Suivi du succès de reproduction des Procellariidae**

Des **suivis de la reproduction** sont effectués annuellement sur les colonies françaises de puffins de Scopoli et yelkouan (recensement des terriers et la fréquentation de ceux-ci est ensuite surveillée, contrôle de la ponte, et contrôle de l'envol des jeunes). **Ces protocoles pourront être intégrés aux projets d'éradications** des populations de Rat noir et les résultats à long terme des suivis annuels permettront de mesurer l'effet de l'éradication sur ces deux espèces.

✓ **Suivi des communautés végétales**

Des **inventaires floristiques** pré et post éradication pourront être réalisés grâce au suivi d'un **échantillon de placettes** et permettront de quantifier l'évolution des communautés végétales et des taux de recouvrement. Cette technique est utilisée sur le Grand Rouveau suite à l'éradication de 2012 où chaque année un relevé de la végétation sur 100 m² par placette est effectué. Ces 18 placettes font également l'objet d'un suivi photographique annuel. Un suivi de la végétation est également mis en place sur l'île de Bagaud suite à l'éradication du Carpobrotus.

✓ **Suivi des reptiles**

Le **Lézard des murailles** est présent sur de nombreuses îles de Provence et le suivi d'abondance de cette potentielle espèce cible du Rat noir, par distance sampling par exemple permettra de comparer les **densités de l'espèce** suite aux éradications. L'effet des rats semble toutefois influencer principalement sur le comportement spatial et la structure des classes de tailles (M. Delaugerre, com.pers.), ce que ce type de protocole ne permet pas de mesurer et il pourrait être intéressant de mettre en place des suivis permettant d'accéder à ces données.

Sur l'île du Grand Rouveau, un suivi des populations de **Phyllodactyle d'Europe** a été mis en place à partir de **gîtes artificiels** installés sur l'île et sont contrôlés au printemps et à l'automne afin de calculer les taux d'occupation des gîtes et d'évaluer les changements dans la **répartition spatiale** des individus. Sur Bagaud, le suivi s'effectue par recherche d'individu pendant la journée sur des quadrats définis sur des zones favorables.

✓ **Suivi des espèces d'invertébrés**

D'après les études de régime alimentaires le Rat noir est omnivore et opportuniste, sur le type d'îles nous concernant. **Les invertébrés représentent la**

seconde principale ressource alimentaire du Rat noir sur les îles de l'archipel de Riou (Cassaing et al., 2007). Un suivi des communautés d'invertébrés permettant d'échantillonner les espèces de la faune du sol pourra être mise en place. Une fois les abondances d'individus déterminées des analyses statistiques permettront d'estimer l'évolution au cours du temps des communautés d'invertébrés. La thèse de Julie Braschi actuellement en cours à l'IMBE⁵ permettra par ailleurs d'apporter des indications sur les **taxons et espèces bio indicatrices** intéressantes pour ces suivis, ainsi que des propositions de **protocoles de suivi**.

Axe 2 : Augmenter la surface d'habitat favorable aux Procellariidae en augmentant le nombre d'île où le rat est absent

Sur les îles d'Hyères, moins de 30 % des cavités disponibles et potentiellement favorables aux exigences de l'espèce sont occupées par les puffins de Scopoli. Les seules différences significatives entre les terriers utilisés et ceux non occupés reposent sur des caractéristiques qui peuvent être assimilées à des facteurs de protection contre les prédateurs. Alors que des habitats physiquement favorables existent en théorie, en pratique ces espaces ne sont actuellement pas utilisés par les oiseaux en raison de la prédation par le rat (Bourgeois & Vidal, 2005). L'éradication des rats sur les îles et îlots pourrait favoriser l'utilisation de ces nouveaux sites par les puffins et/ou des Océanites.

Un second axe de la stratégie consiste à envisager **l'augmentation de la surface d'habitat favorable aux Procellariidae. Des actions pourront être mise en œuvre d'une part autour des sites utilisés par les colonies, et d'autre part sur les îles plus éloignées afin de favoriser un report des colonies sur ces sites.**

- **Opérations à mettre en place sur les îles autour des colonies existantes**
- ❖ **Eradiquer/Contrôler le Rat noir sur les îles où sa présence est avérée**

Contrôle des opérations d'éradications réalisées par le passé

Au sein de **l'archipel de Riou**, des opérations de dératisation couplées à l'installation de nids artificiels sur les îles du **Grand Congloué** (1995 et 1998), du **Petit Congloué** (1999), de **l'Île Plane** (2005) et de **Tiboulén de Maire** (sans pose de nids artificiels)

⁵ Restauration écologique de la réserve intégrale de Bagaud (Parc national de Port Cros) par éradication d'espèces invasives et conséquences sur la biodiversité insulaire au moyen de suivis multi-groupes taxonomiques

(2012), ont permis **le retour de populations de puffins de Scopoli** sur le Petit Congloué (14 couples, source PNCal 2018) et le Grand Congloué (21 couples, PNCal 2018). Sur Maire, aucun rat n'a été capturé lors des dernières campagnes de piégeage (2016-2017) mais il pourrait être intéressant d'organiser une nouvelle mission de contrôle afin de s'en assurer.

Sur l'archipel des îles d'Hyères, **L'îlot de la Gabinière** a par ailleurs été dératé en 2014 en parallèle d'un échantillonnage des micromammifères de l'île. Une campagne de contrôle a été réalisée en 2015 mais en raison de l'accès difficile à l'île et d'un défaut de suivi dans le temps, aucune mission n'a permis de contrôler l'absence du rat depuis 2016.

Sur les îles de l'archipel de Marseille, des contrôles ont été réalisés tous les 3 mois suite aux opérations d'éradications. **Une reprise de contrôles réguliers des 5 îles ou le rat a été éradiqué** (Grand Congloué, Petit Congloué, Ile Plane, Tiboulén de Maire, Ilot de la Gabinière) serait intéressante. Il serait également intéressant de **contrôler l'absence du rat sur Maire** en organisant des campagnes de piégeage.

Autour des îles ayant fait l'objet d'éradications, les mesures de biosécurité suivantes devraient être mises en place :

- Mise en place par les Parcs Nationaux d'une interdiction de mouillage à moins de 100 m du rivage, tout autour des îles concernées ;
- Un dispositif de piégeage permanent sur les pourtours des îlots ;
- Tout rat capturé ou trouvé mort sur les îlots devrait faire l'objet d'un prélèvement de tissus.

[Nouvelles opérations d'éradications à mettre en œuvre](#)

Dans un second temps, on peut imaginer une réplication de missions d'éradications couplées à la pose de nids artificiels sur le reste des îles et îlots périphériques des colonies et où la présence du rat est avérée, espérant ainsi **augmenter l'attractivité de ces sites** pour les puffins. **L'installation de nids artificiels afin d'augmenter l'attractivité de ces sites pourrait être mise en place de façon conjointe à ces opérations.** Ces dispositifs, constitués de regards en béton percés, rendus attractifs par la présence de coquille d'œufs, de fientes et de plumes provenant de sites de nidification proches, équipées d'un système de repasse (bande son imitant le cri du Puffin) et d'un système de piégeage photo permettant de contrôler les visites potentielles des individus prospecteurs.

Sur l'archipel des îles d'Hyères, le rat est présent sur les îles du **Gros Sarranier**, du **Petit Langoustier** et du **Petit Sarranier**. Situées autour de Porquerolles, ces îles sont proches des sites déjà utilisés par les puffins pour leur nidification, et leurs petites superficies (< 3ha) permettent la mise en place d'opérations d'éradications **assez simple et peu coûteuses**. Le Petit Sarranier n'est pas accessible en raison de la

forte densité d'obus présents sur l'île et la mise en place d'action sur cette île est donc impossible.

Le rat est par ailleurs présent sur l'île du **Grand Ribaud** (16.3 ha) et du **Petit Ribaud** (0.68 ha). Des actions d'éradications couplées à l'arrache de *Carpobrotus* ont été réalisées par le passé sur le Petit Ribaud mais la présence du Rat a de nouveau été signalée. Bien qu'assez proches des côtes continentales, ces îles situées au large de la presqu'île de Giens se trouvent entre le continent et les îles abritant les colonies de puffins des îles d'Hyères. Elles constituent ainsi une porte d'entrée potentielle de réinfestation par les rats et une **dératisation de ces 2 îles** est donc à envisager.

Au total, **6 campagnes de contrôle des îles où le rat n'est *a priori* plus présent** (Grand Cougloué, Petit Cougloué, Ile Plane, Tiboulén de Maire, Ilot de la Gabinière) ainsi que **4 actions d'éradications** (Gros Sarranier, Petit Langoustier, Grand Ribaud, Petit Ribaud) pourraient être mise en place dans le cadre de cette stratégie.

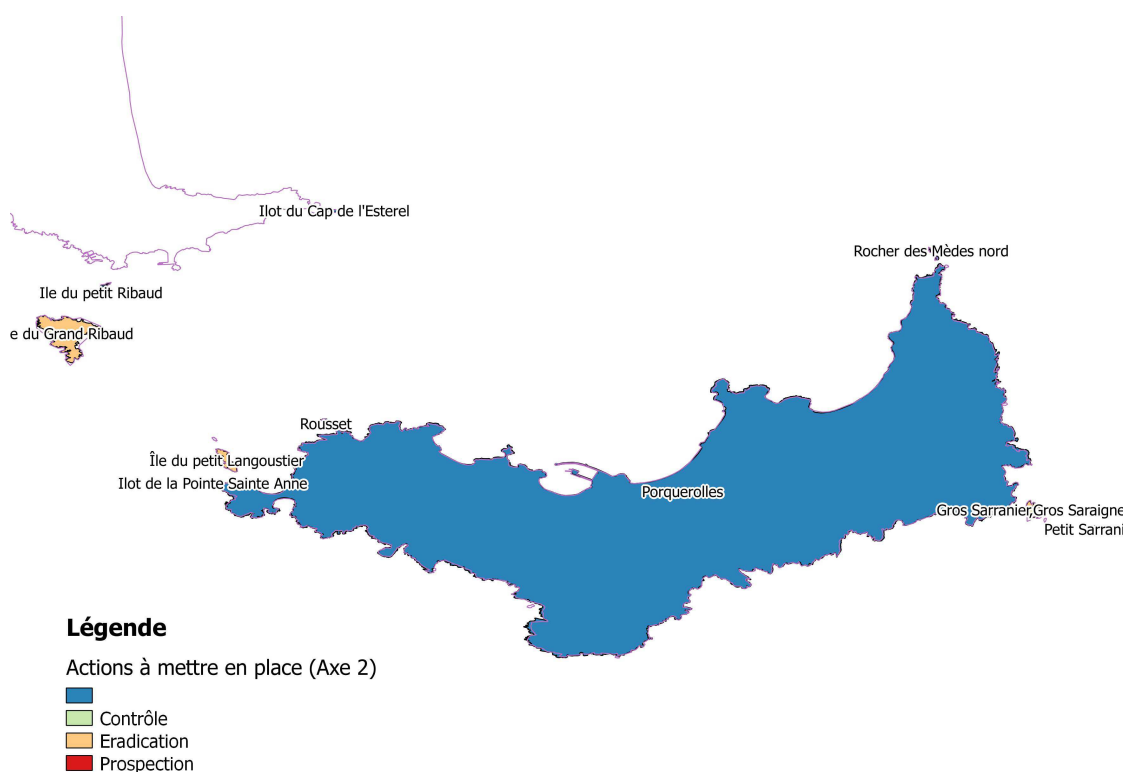


Figure 4: Actions à mettre en place sur l'archipel des îles d'Hyères dans le cadre de la stratégie (Axe 2)

❖ Acquisition de connaissances sur les îlots périphériques des colonies

Dans l'archipel du Frioul, on dénombre 6 îlots où la présence du rat n'a jamais été recherchée (**Ilot des Eyglaudes, Le Grand Salaman, Le Gros Estéou, Le Petit**

Salaman, l'Îlot de Morgiret et le Rocher du Cap Caveaux). De même, sur l'archipel de Riou, 6 îlots n'ont jamais été prospectés (**Ile de Moyade, Les Empereurs Nord, les Empereurs sud, Les Moyadons, Les Pharillons nord et les Pharillons sud**).

Leur configuration et leur très faible superficie (< 0.2 ha) rend peu probable la présence du rat sur ces îles, mais les rats pourraient cependant se maintenir dans certains cas favorables (ressources alimentaires suffisantes toute l'année, ou passage possible sur une île plus grande à quelques dizaines de mètres). En toute rigueur, il faudrait envisager un contrôle de ces îlots (Lorvelec, com. pers.).

- **Opérations à mettre en place pour augmenter l'aire de répartition des Procellariidae**

L'aire de répartition de reproduction des Puffins de Scopoli et des Puffins yelkouan couvre toute la Méditerranée, la limite sud de leurs aires de distribution de reproduction se situant au niveau de Malte et de la Crête (BirdLife International 2018).

Le long de la façade Méditerranéenne, en augmentant le nombre d'îles présentant des habitats favorables aux puffins et où le rat est absent, on peut imaginer **favoriser une nouvelle installation de colonies** sur ces sites. C'est déjà dans cette logique que fut mise en place l'opération de restauration écologique du **Grand Rousseau** dans l'archipel des Embiez initiée en 2012, où six nichoirs artificiels ont été installés et 10 terriers ont été créés sur l'île suite à la dératisation de 2017. La nidification d'aucune espèce de puffins n'a pour l'instant été attestée sur l'île mais demeure envisageable.

❖ **Mettre en place des éradications sur les îles où le rat est présent**

En dehors des archipels des îles de Marseille et d'Hyères utilisés par les colonies de Procellariidae, **la présence du rat est connue sur 18 îles** (définition PIM) de la façade Méditerranéenne (cf Annexe 1). De manière générale, en Italie, les îlots réinfestés après les opérations d'éradications étaient éloignés de moins de 500 m des côtes ou d'une île infestée par les rats (Sposimo et al. 2012), ce qui est en accord avec d'autres observations (Russell et al. 2005, Russel et Clout 2005). Il faut par ailleurs considérer le transport sur un radeau naturel (rare) ou l'introduction involontaire par un bateau. **Les îles éloignées de moins de 500 m des côtes sont considérées à haut risque de recolonisation et n'ont pas été incluses dans nos analyses.**

Dans leur étude, Capizzi et al. (2016) ont identifié les îles italiennes prioritaires pour les éradications du Rat noir, en comparant l'**utilité pour les populations de puffins et en estimant les coûts financiers des opérations** de dératisation pour chaque île (temps homme, matériels, transports...). Pour certaines îles, il est important d'intégrer les îlots environnants aux opérations mises en place pour limiter tout risque de réinfestation. Il pourrait donc être intéressant d'adopter un raisonnement similaire avec les îles de **l'archipel de Lérins**, qui constituent les seules îles colonisées par le rat et suffisamment éloignées des côtes. Ces îles sont notamment intéressantes d'un point de vue géographique, puisqu'une installation de colonies sur ces îles étendrait plus à l'est l'aire de répartition des sites de nidification des puffins le long de la façade Méditerranéenne. Des opérations sur **l'île Saint Honorat** et ses îlots périphériques (**Ilot Saint Féréol, Ilot Saint Honorat**) pourraient être envisagées.

Sur **l'île Saint-Honorat**, le contexte local semble favorable à une opération de ce genre. Le relief assez plat de ces îlots ne se prête a priori pas beaucoup à l'installation de Procellariidae et l'installation de nids artificiels devrait être envisagée pour favoriser leur installation. Toutefois les possibles bénéfices d'une éradication sur ces îles sur les communautés végétales et animales pourraient être intéressants. Toutefois, en raison de l'importance du **trafic maritime** et du **tourisme** environnant, une opération sur ces îles nécessite une importante réflexion sur les systèmes de **biosécurité** et de **gestion des mouillages** à mettre en place afin de prévenir toute réinfestation.



Figure 5: Présence du Rat noir sur les îles de Lérins

❖ Acquisition de connaissances

Par ailleurs, **43 îles n'ont jamais été prospectées** et l'on ignore si le rat y est présent. Parmi ces îles, **10 îles sont éloignées de plus de 500 m des côtes**. Bien que d'une superficie en général inférieure à 1 ha, il est tout de même possible que le rat y soit présent. **Ruffino et al. (2009) rapportent en effet la présence du Rat noir sur 36 % des îles < 0.5 ha et 99 % des îles supérieures à 30 ha.**

Si les îles de **La Cauvelle**, des **Magnons Nord/Sud** et les **Ilot Nord et Ouest des Embiez** apparaissent probablement trop proches de l'île des Embiez, où le rat est présent et source de réinfestation rapide, **l'Ilot du Planier**, **Les Sardinaux** et le **Fort de Brescou** de par leur isolement pourraient constituer des îles intéressantes pour mener des éradications en cas de présence du rat. En outre, l'îlot du Planier présente des habitats favorables à l'installation d'**Océanite tempête** (*Hydrobates pelagicus*) et si le rat est présent sur l'île, son éradication pourrait avoir un effet positif pour les populations d'Océanite tempête. Par ailleurs d'autres îles de la zone pourraient potentiellement être favorables à l'Océanite.

Dans le cadre de la stratégie, il pourrait donc être intéressant d'organiser des campagnes de prospection sur ces 3 îles où la présence du rat est à vérifier.

Axe 3 : Procéder au contrôle du *Carpobrotus*, espèce en interaction mutualiste avec le Rat noir.

Les Griffes de sorcière, originaires d'Afrique du Sud et introduites au XIXe siècle sur les îles méditerranéennes pour l'ornement et la stabilisation des sols, sont quant à elles parmi les **végétaux les plus envahissants du littoral méditerranéen**. Lambinon (1997), dans sa synthèse sur les invasions biologiques en Europe, les qualifie de « plantes les plus redoutables remplaçant le cas échéant la végétation spontanée par un liseré quasi monophytique ». Cette plante invasive est notamment très compétitive par rapport aux espèces végétales locales (Suehs et al. 2001).

Sur de nombreuses îles, des interactions positives de type mutualiste dénommées « **invasional meltdown** » (Simberloff & Von Holle 1999, Bourgeois et al. 2005) lient le rat à certaines espèces végétales telles que le *Carpobrotus*. Les rats consomment les fruits charnus et riches en réserves nutritives du *Carpobrotus*, et contribuent à la dissémination des graines de cette espèce exotique envahissante (Bourgeois et al. 2005). Les espèces de *Carpobrotus* produisent de nombreux fruits énergétiques et riches en eau, notamment pendant les périodes de sécheresse estivale et peut ainsi constituer une ressource alimentaire et hydrique importante pour les populations de rats.

Des **campagnes d'éradications conjointes** de *Carpobrotus* et de Rat noir ont déjà été réalisées sur Bagaud (2011), le Grand Rouveau (2012), l'îlot de la Gabinière (2014) et de façon ponctuelle sur le Petit Ribaud.

En raison des interactions que peuvent entretenir ces deux taxons exotiques, des actions d'éradication de la Griffes de sorcière pourront être menées en parallèle aux actions d'éradication du Rat noir. On pourra ainsi en priorité agir sur les îles où les Griffes de sorcière sont présentes.

Axe 4 : Mettre en place des actions de sensibilisation du grand public et renforcement de capacités des gestionnaires d'espaces naturels

Une éradication est une opération coûteuse et de longue haleine. Un tel programme nécessite d'être valorisé, tant auprès de la communauté scientifique et des gestionnaires de milieux naturels que du grand public.

En amont de l'opération d'éradication, il est indispensable de prévoir une **phase de communication envers les usagers**, associations de défense des animaux... afin de prévenir d'éventuels conflits et d'obtenir l'approbation des populations locales.

Pérenniser son éventuel succès nécessite la mise en place d'un dispositif permanent destiné à diagnostiquer rapidement une éventuelle recolonisation.

Par ailleurs, le piégeage demande beaucoup de rigueur et d'expérience et la mobilisation de volontaires sur le long terme lors de la mise en place de telles actions et souvent compliquées. Dans le cadre de la stratégie, différentes **opérations de communications** permettant de diffuser l'expérience acquise lors de ces programmes aux différents gestionnaires de milieux naturels ainsi qu'à la communauté scientifique et du grand public devraient être mises en œuvre.

Une phase de **communication auprès des gestionnaires** est importante afin de permettre leur sensibilisation à la problématique du Rat noir sur les îles, et de les convaincre de la nécessité des projets d'éradications et de l'importance de leur implication dans les actions de gestion et/ou de communication au grand public. Des **formations à la lutte contre les espèces invasives** destinées aux gestionnaires (pose de nids artificiels, travail d'arrachage en falaise, reconnaissance des indices de présence du rat, sensibilisation des visiteurs ...) devraient donc être organisées dans le cadre de cette stratégie. Une **implication des associations de protection de la nature** doit également être envisagée afin de favoriser leur soutien qui peut parfois être difficile à obtenir. Dans cette optique, la **création d'un groupe de concertation**



INTERNATIONAL NGO FOR
**MEDITERRANEAN
SMALL ISLANDS**

entre les différents acteurs impliqués dans la lutte contre les espèces invasives pourra être envisagé, afin de faciliter les **retours d'expérience** et la **mutualisation des moyens** matériels et humains.

Références bibliographiques

- Aboucaya, A., Krebs, E., Noble, V., Michaud, H. & Pavon, D. Compléments d' inventaires floristiques des îles et îlots satellites du Parc national de Port-Cros (Porquerolles, Port-Cros et Giens, commune d' Hyères) et de l' île du Grand Rouveau (commune de Six-Fours) (Var , France). *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park* **268**, 261–268 (2016).
- Amori, G., Gippoliti, S. & Helgen, K. M. Diversity, distribution, and conservation of endemic island rodents. *Quat. Int.* **182**, 6–15 (2008).
- Atkinson, I. The spread of commensal species of *Rattus* to oceanic islands and their effects on island avi- faunas. *ICPB Tech Publ* **3**, 35–81 (1985).
- Baccetti, N. *et al.* Breeding shearwaters on italian islands: population size, island selection and co-existence with their main alien predator, the black rat. *Riv. Ital. di Ornitol.* 83–99 (2009).
- Bellard, C., Genovesi, P. & Jeschke, J. M. Global patterns in threats to vertebrates by biological invasions. (2016).
- Berglund, H., Järemo, J. & Bengtsson, G. Endemism Predicts Intrinsic Vulnerability to Nonindigenous Species on Islands. *Am. Nat.* **174**, 94–101 (2009).
- BirdLife International. IUCN Red List for birds. (2018).
- Blackburn, T.M., Cassey, P., Duncan, R.P., Evans, K.L. & Gaston K.J. Avian extinction and mammalian introductions on oceanic islands. *Science (80-)*. **305**, 1955–1958 (2004).
- Bonnaud, E. *et al.* Feeding Ecology of a Feral Cat Population on a Small Mediterranean Island. *J. Mammal.* **88**, 1074–1081 (2007).
- Bonnaud, E., Bourgeois, K., Vidal, E., Legrand, J. & Le Corre, M. How can the Yelkouan shearwater survive feral cat predation? A meta-population structure as a solution? *Popul. Ecol.* **51**, 261–270 (2009).
- Bourgeois K., Suehs C.M., Vidal E. & Médail F. Invasional meltdown potential: facilitation between introduced plants and mammals on French Mediterranean islands. *Ecoscience* 248–256 (2005).
- Bourgeois, K. *et al.* Dramatic increase in the Zembretta Yelkouan shearwater breeding population following ship rat eradication spurs interest in managing a 1500-year old invasion. *Biol. Invasions* **15**, 475–482 (2013).
- Burger, J. & Gochfeld, M. Predation and effects of humans on island-nesting seabirds. in *Seabirds on islands, threats, case studies, and action plans* (ed. Burger J, G.) pp 39–67 (1994).
- Capizzi, D., Bertolino, S. & Mortelliti, A. Rating the rat: global patterns and research priorities in impacts and management of rodent pests. *Mamm. Rev.* **44**, 148–162 (2014).
- Capizzi, D., Capizzi, D., Baccetti, N. & Sposimo, P. Fifteen Years of Rat Eradication on Italian Islands. in *Problematic Wildlife* (ed. Springer) (2016). doi:10.1007/978-3-319-22246-2
- Cortés, V. & García-Barcelona, S. González-Solís, J. Sex- and age-biased mortality of three shearwater species in longline fisheries of the Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **588**, 229–241 (2018).
- Courbin, N., Grémillet, D. & Besnard, A. *Étude de la dynamique des populations de puffins de Scopoli et yelkouan du Parc National des Calanques et du Parc National de Port-Cros.* (2018).

Denslow, J. S. The ecology of insular biotas. *Trends Ecol. Evol.* **16**, 423–424 (2001).

DIISE. The Database of Island Invasive Species Eradications, Developed by Island Conservation, Coastal Conservation Action. <http://diise.islandconservation.org>. (2015)

Donlan, C. J., Tershy, B. R., Campbell, K. & Cruz, F. Diversity Research for Requiems: the Need for More Collaborative Action in Eradication of Invasive Species. *Conserv. Biol.* **17**, 1850–1851 (2003).

Drake, D. R., Mulder, C. P. H., Towns, D. R. & Daugherty, C. H. The biology of insularity: An introduction. *J. Biogeogr.* **29**, 563–569 (2002).

Fouchard, M. *La biodiversité des petites îles de Provence-Côte d'Azur: Éléments de synthèse en vue d'une stratégie régionale de conservation Présentation des résultats et plan d'action de conservation.* (2013).

Genovart, M., Sponza, I. S., Doak, D. F., Kralj, J. & Oro, D. Varying demographic impacts of different fisheries on three Mediterranean seabird species. 1–18 (2017). doi:10.1111/gcb.13670

Genovesi, P. & Carnevali, L. Invasive alien species on European islands: eradications and priorities for future work. 56–62 (2011).

Harris, D. B., S. D. Gregory, L. S. Bull, and F. Courchamp, 'Island Prioritization for Invasive Rodent Eradications with an Emphasis on Reinvasion Risk', *Biological Invasions*, **14** (2012), 1251–63

Harris, D. B. Review of negative effects of introduced rodents on small mammals on islands. *Biol. Invasions* **11**, 1611–1630 (2008).

Howald, G. *et al.* Invasive Rodent Eradication on Islands. *Conserv. Biol.* (2007). doi:10.1111/j.1523-1739.2007.00755.x

Igual, J. M., Forero, M. G., Gomez, T., Orueta, J. F. & Oro, D. Rat control and breeding performance in Cory's shearwater (*Calonectris diomedea*): Effects of poisoning effort and habitat features. *Anim. Conserv.* **9**, 59–65 (2006).

Jones, H. P. *et al.* Predation of artificial Xantus' s murrelet (*Synthliboramphus hypoleucus scrippsi*) nests before and after black rat (*Rattus rattus*) eradication. *Environ. Conserv.* (2006). doi:10.1017/S0376892906002608

Jones, H. P. *et al.* Severity of the Effects of Invasive Rats on Seabirds: A Global Review. *Conserv. Biol.* **22**, 16–26 (2008).

Lambinon, J. *Les introductions de plantes non indigènes dans l'environnement naturel.* (1997).

Loubon, M. *Le rat noir: menace pour les Procellariiformes nicheur de l'archipel de Riou. Rapport de stage.* (2007).

Lorvelec, O., and M. Pascal, 'French Attempts to Eradicate Non-Indigenous Mammals and Their Consequences for Native Biota.', *Biological Invasions*, **7** (2005), 135–40

Martin, J., Thibault, J. & Bretagnolle, V. Black Rats , Island Characteristics , and Colonial Nesting Birds in the Mediterranean: Consequences of an Ancient Introduction. *Conserv. Biol.* **14**, 1452–1466 (2000).

Mayol, J. *et al.* Aerial broadcast of rodenticide on the island of Sa Dragonera (Balearic Islands, Spain). A promising rodent eradication experience on a Mediterranean island. (2012).

McMinn, M., Sevilla, G., Rodríguez, A. & Pons, G. X. Verificación de la presencia de roedores en el Parque Natural de sa Dragonera (Andratx, Mallorca, Islas Baleares). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balear.* **60**, 171–192 (2017).

Meheut, M. *Restauration écologique des îles de l'archipel de Riou: Mesures à mettre en place dans*

le cadre d ' une éradication des populations de Rats noir (Rattus rattus). (2016).

Micol, T. & Jouventin, P. Insular bird populations can be saved from rats : a long-term experimental study of white-chinned petrels *Procellaria aequinoctialis* on Ile de la Possession (Crozet archipelago). *Polar Biol* **26**, 371–378 (2003).

Myers, N., Mittermeier, R. a, Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. a & Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* **403**, 853–858 (2000).

Palmer, M. & Pons, G. X. Predicting rat presence on small islands Predicting rat presence on small islands. *Ecography (Cop.)*. **24**, 121–126 (2001).

Pascal, M. *Réhabilitation écologique de l'île de Bagaud par éradication d'un rongeur allochtone (Rattus Rattus): étude de faisabilité préalable, modalités d'exécution et de contrôle. Rapport de stage de Master 2 Expertise Ecologique et Gestion de la Biodiversité.* (2006).

Pascal, M., R. Brithmer, O. Lorvelec, & N. Vénumière, 'Conséquences Sur L'avifaune Nicheuse de La Réserve Naturelle Des Îlets de Sainte-Anne (Martinique) de La Récente Invasion Du Rat Noir (*Rattus Rattus*) Établies À L'issue D'une Tentative D'éradication', *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, **59** (2004), 309–18

Pascal, M., & J. L. Chapuis, 'Éradication de Mammifères Introduits En Milieux Insulaires: Questions Préalables et Mise En Application', in *Revue d'Ecologie (La Terre et La Vie)*, (2000), pp. 85–104

Pascal, M., O. Lorvelec, & J-D. Vigne, *Invasions Biologiques et Extinctions: 11 000 Ans d'Histoire Des Vertébrés En France.*, Belin & Qu (Paris, 2006)

Pascal, M., Lorvelec, O., Bretagnolle, V. & Culioli, J. Improving the breeding success of a colonial seabird: a cost-benefit comparison of the eradication and control of its rat predator. *Endanger. Species Res.* **4**, 267–276 (2008).

Ruffino, L. *et al.* Invasive rats and seabirds after 2,000 years of an unwanted coexistence on Mediterranean islands. *Biol. Invasions* (2009). doi:10.1007/s10530-008-9394-z

Russel, J. C. & Clout, M. N. Rodent Incursions on New Zealand Islands. (2005).

Sax, D. F., S. D. Gaines, and J. H. Brown, 'Species Invasions Exceed Extinctions on Island s Worldwide: A Comparative Study of Plants and Birds', *The American Naturalist*, **160** (2002)

Sax, D. F. & Gaines, S. D. Species invasions and extinction: The future of native biodiversity on islands. *Proc. Natl. Acad. Sci.* **105**, 11490–11497 (2008).

Simberloff, D. & Von Holle, B. Positive interactions of nonindigenous species : invasional meltdown? *Biol. Invasions* **1**, 21–32 (1999).

Smith, D. G., Shiinoki, E. K. & Vanderwerf, E. A. Recovery of Native Species following Rat Eradication on Mokoli ' i Island , O ' ahu , Hawai ' i 1. *Pacific Sci.* **60**, 299–303 (2006).

Sposimo, P. *et al.* Proceedings of the 13th Medmaravis Pan-Mediterranean Symposium. in *Rodent eradication at Yeljouan Shearwater colonies on NE Sardinian islets: success followed by unexplained reappearance* 58 (2011).

Suehs, C. M., Médail, F. & Affre, L. *Ecological and genetic features of the invasion by the alien *Carpobrotus* plants in mediterranean island habitats. Plant invasions: Species Ecology and Ecosystem Management.* (Backhuys Publishers, 2001).

Towns, D. R., Atkinson, I. A. E. & Daugherty, C. H. Have the harmful effects of introduced rats on islands been exaggerated? *Biol. Invasions* **8**, 863–891 (2006).

Towns, D. R. *et al.* Predation of seabirds by invasive rats : multiple indirect consequences for

invertebrate communities. *Oikos* **118**, 420–430 (2009).

Tranchant, A., Vidal, E. & Kayser, Y. Premières données sur le régime alimentaire du chat haret *Felis catus* en situation micro-insulaire Méditerranéenne. *Rev. d'écologie [ISSN 0249-7395]* **58**, 411–418 (2003).

Veitch, C. R., Clout, M. N. & Towns, D. R. Island invasives: eradication and management. in

Proceedings of the international conference on Island Invasives. (ed. Whitaker) 542pp (2011).

Vigne, J.-D. Zooarchaeology and the biogeographical history of the mammals of Corsica and Sardinia since the last ice age. *Mamm. Rev.* **22**, 87–96 (1992).

Zimmerman, S. *Etude d'impact d'une espèce introduite en milieu insulaire : archipel de Riou, le royaume des rats*. (2002).



INTERNATIONAL NGO FOR
**MEDITERRANEAN
SMALL ISLANDS**

Annexes

Annexe 1 : Liste des îles de la façade PACA selon la présence du Rat noir et de Procellaridae, et actions à mettre en place dans le cadre de la stratégie

Ile	Archipel	Action Stratégie	Puffin Scopoli	Puffin yelkouan	Rat noir	Carpobrotus spp.	Superficie (ha)	distance continent (km)	distance île plus proche (km)	
Grand Congloué	Riou	Contrôle absence rat	oui		non (éradications 95 et 98)		1.99	2	0.13	
île de Moyade		Prospection			non		0.16	1.86	0.1	
Ile Plane		Contrôle absence rat	oui		non (éradication 2005)	oui	14.81	1.19	0.39	
Jarre					non		18.61	0.45	0.9	
Jarron					non		2.86	0.46	0.01	
Les Empereurs nord		Prospection			Oui	?	0.05	2.46	0.09	
Les Empereurs sud		Prospection			Oui	?	0.21	2.5	0.21	
Les Moyadons		Prospection				?	0.01	1.84	0.18	
Les Pharillons nord		Prospection				?	0.02	0.35	0.02	
Les Pharillons sud		Prospection				?	0.02	0.37	0.05	
Maïre		Contrôle absence rat			oui	?	28.5	0.04	2.3	
Petit Congloué		Contrôle absence rat		oui		non (éradication 1999)		0.39	2.02	0.15
Riou		Eradication ?		oui	Oui	Oui	oui	89.85	1.71	2.26
Tiboulou de Maïre	Contrôle absence rat		oui		non (éradication 2012)		2.31	0.39	0.07	
Clapassude	Embiez						0.2	1.14	0.3	
Ile des Embiez					Oui	oui	85.12	0.22	0	
Ile du Grand Gaou					Oui	oui	10.14	0.05	0.06	
île du Grand Rouveau		Poursuite contrôle en place				non	éradiqué	6.45	1.21	0.42
Ile du petit Gaou								1.76	0.01	0.01
île du Petit Rouveau						non	éradiqué	0.96	0.93	0.12
La Cauvelle						oui	éradiqué	0.45	0.96	0.17
Les Magnons Nord								0.14	1.52	0.74
Les Magnons Sud							0.24	1.85	0.73	
Bagaud	Iles d'Hyères	Eradication / Contrôle local ?	Oui	Oui	oui	éradiqué	59	4.86	0.3	
Gros Sarranier		Eradication			Oui	oui	1.85	4.28	0.06	
Île du petit Langoustier		Eradication			Oui	éradiqué	2.2	1.34	0.08	
Îlot de la gabinière		Contrôle absence rat				non (éradication 2015)	éradiqué	3.38	6	0.24
Levant		Contrôle local	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	1001	5	0.6
Petit Sarranier					Oui	Oui	Oui	0.51	4.57	0.41
Porquerolles		Contrôle local	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	1278	1.46	5.15
Port-Cros		Contrôle local	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	627.4	4.61	5.15
Rocher des Mèdes nord						non	Oui	0.07	3.07	0.11
Rocher des Mèdes sud						non	Oui	0.1	3.07	0.05
Rocher du Rascas	Eradication				oui	Oui	0.69	4.37	0.09	
Rousset					non	Oui	1.03	1.36	0.03	
île du Grand Ribaud	Eradication				Oui	Oui	16.33	0.4	1.22	

Ile du petit Ribaud	Eradication			oui	oui	0.68	0.14	1.45
Ilot du Ribaudon	Prospection			?		0.1	0.12	1.48
Ilot de la Pointe Sainte Anne	Prospection			?		0.005	1.52	0.02
Ile de la Tradelière	Eradication	Iles de Lérins		Oui		1.35	1.87	0.12
Ile Saint-Honorat	Eradication		Oui	oui	41.14	1.58	0.43	
Ile Sainte-Marguerite	Eradication		Oui	oui	171.3	0.68	0.38	
Ilot Saint-Féréol	Eradication		Oui		1.47	1	0.54	
L'îlot Saint Honorat	Prospection		?		0.22	1.89	0.71	
Château d'If			Oui	oui	3.25	0.82	0.42	
Ilot des Eyglades	Prospection		Non		0.1	2.1	0.03	
Le Grand Salaman	Prospection	Non		0.06	2.32	0.07		
Le Gros Estéou		Non		0.05	2	0.03		
Le Petit Salaman		Non		0.002	2.32	0.01		
Pomègues	Contrôle local	oui		Oui	oui	90.37	1.54	0.15
Ratonneau	Contrôle local	oui	1 terrier potentiel	Oui	oui	98.35	1	0.13
Rocher du Cap Caveaux	Prospection			Non		0.01	2.91	0.01
Tiboulén de Ratonneau		oui		Non		1.06	2.55	0.18
Ilot de Morgiret (Eyglades Est)				?		0.08	2.35	0.03
Fort de Brescou	Eradication			Oui		2.72		
Île d'Or				Oui	oui	1.09	0.11	0
Île de Bendor				Oui	oui	6.65	0.08	0
Ile de la Ratonnière				Oui		0.49	0.23	0
Île des Vieilles				Oui	oui	1.97	0.09	0
île du Portugais				Oui		0.13	0.01	0
Île Rousse				Oui		0.64	0.1	0
île Verte				Oui	oui	13.89	0.34	0
Ilot de l'Estagnol nord				Oui		0.3	0.02	0
Ilot de l'Estagnol sud				Oui		0.17	0.07	0
Ilot de Leoube				Oui		0.38	0	0
Le Lion de Mer				Oui	oui	0.65	0.36	0
Le Lion de Terre				Oui		1.05	0.02	0
Rocher de l'Estagnol Nord				Oui		0.01	0.01	0
îlot du Planier	Prospection			?		1.89	4.75	4.35
Les Sardioux	Prospection			?		0.15	0.61	0
Bregançon				?		3.15	0.06	0
Caroline	Prospection			?		0.15	1.07	0
Dromadaire				?		0.1	0.02	0
Ecueil du Trou de l'Or				?		0.05	0.01	0

Ecueils de la Cride		?		0.1	0.01	0
Erevine,Erevisse		?		0.72	0.05	0
Grand Mornas		?		0.12	0.1	0
Ile aux Oiseaux		?		0.63	0.03	0
Ile Gaby	Iles d'Endoume	?		0.41	0.2	1.3
Ile Longue - îlot est		?	oui	0.16	0.05	0
Ilot Aragnon		?		0.08	0.13	0
Îlot Barthélémy		?		0.51	0.02	0
Ilot Cristau		?		0.16	0.06	0
Ilot de Grand Mugel		?		0.02	0.01	0.45
Ilot de l'anse de La Redonne		?		0.06	0.02	0
Ilot de la Mounine		?		0.02	0.02	0.42
Ilot de la Pointe de Pomegues		?		0.62	1.98	0.03
Ilot de Magaud Est		?		0.025	0	0.04
Ilot de Magaud Ouest		?		0.05	0.03	0
Ilot du Jardin		?		0.14	0.16	0
Ilot du Petit Mugel		?		0.01	0	0.42
Ilot du Trou du Diable		?		0.11	0.01	0
Ilot Nege Froume		?		0.08	0.1	0.33
Ilot nord des Embiez (L'Ivre)		?		0.18	1.11	0.06
Ilot nord des Embiez (La Dode)		?		0.05	1.08	0.03
Ilot nord-ouest du Grand Gaou		?		0.06	0.34	0.08
Ilot ouest des Embiez (L'Enragé)		?		0.07	0.8	0.04
L'Estagnolon		?		0.05	0.03	0
L'Isoletta		?		0.31	0.02	0
L'Oule,l'îlot de l'Eissadon		?		0.04	0.01	0
La Grande Grenille		?		0.16	0.09	0
La Mélette		?		0.11	0.01	1.59
La Petite Grenille		?		0.31	0.16	0
Le Grand Gueirouard,Gardirole		?		0.17	0.05	0.36
Le Lion (ilot Figuerolles)		?		0.14	0.01	0
Le Petit Gueirouard		?		0.07	0.04	0.28
Le Torpilleur		?		0.21	0.02	0
Les Pendus Est		?		0.06	0.03	1.07
Les Pendus Ouest		?		0.17	0.04	1.03
Maubois Nord		?		0.1	0.03	0
Maubois Sud		?		0.01	0.01	0
Méjean		?		0.04	0.05	0

Petit Mornas		?		0.07	0.05	0
Rocher de la Pointe de Mourret		?		0.04	0.02	0
Rocher de la Vesse		?		0.05	0.03	0
Rocher de Sugiton		?		0.03	0.01	0.07
Rocher Fouras		?		0.05	0.33	0
Teste de Can		?		0.12	0.38	0
Tonneau Est		?		0.03	0.01	0.23
Tonneau Ouest		?		0.04	0.01	0.14
Torpilleur		?		0	0	0
Cap Taillat		Non		0.51	0.04	0
Fourmiges du Cap Benat		Non		0.09	1.63	0
Ile d'Endoume	Iles d'Endoume	Non		0.65	0.11	1.06
Ile de la Redonne		Non		0.48	0.07	0
Ile Longue		Non	oui	1.04	0.09	0
Ilot du Cap de l'Esterel		Non		0.14	0.01	0
Les Fourmiges Est		Non		0.27	1.06	0
Les Fourmiges Ouest		Non		0.08	1	0
Rocher des Deux Frères sud		Non		0.3	0.32	0
Rocher des Deux Frères nord		Non		0.25	0.32	0

Eradication par hélicoptère – Ile de Molaria (Archipel de Tavolara – NE Sardaigne)

L'opération sur **Molaria réalisée en 2008** constitue la première opération de ce genre en Méditerranée et en Europe. L'opération a consisté à deux applications aériennes d'appâts toxiques par hélicoptère, mené conjointement à des opérations d'éradications manuelles sur 3 îlots périphériques.

L'Archipel de Tavolara, est composé de 2 îles principales, Tavolara et Molaria (600 et 340 ha) et de plusieurs îlots. Le seul mammifère sauvage présent sur Molaria et les îlots périphériques était le Rat noir, et la souris domestique (*Mus musculus*). L'Archipel de Tavolara abrite par ailleurs de grandes populations de puffins Yelkouan (Baccetti et al., 2009).

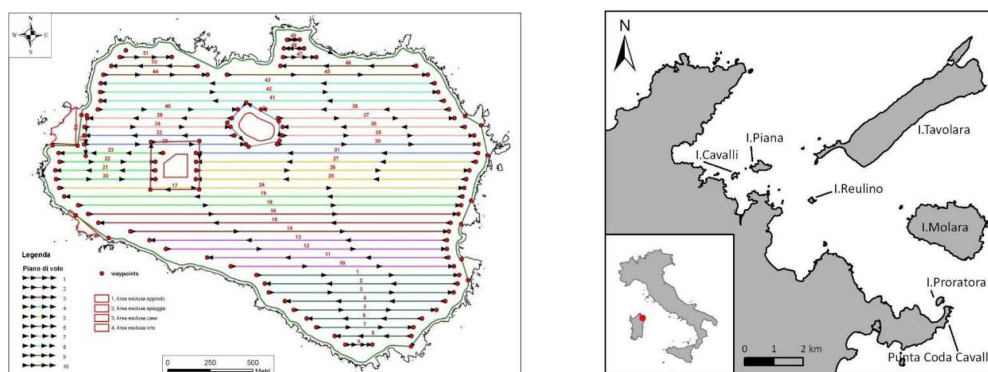


Figure 6: Archipel de Tavolara, et transects de la dératization sur Molaria (Sposimo et al.

Après avoir **estimé l'abondance relative des rats** (2 sessions de 4 nuits de piégeage, Mars et Septembre 2008), l'opération a consisté à la diffusion par hélicoptère des *pellets* d'appâts. Le pilote n'avait pas d'expérience au préalable et la calibration des instruments a été réalisée avec des appâts non toxiques. Une **carte des transects** (espacés de 50 m) a été réalisée par SIG (cf fig. 1). Environ **12 kg d'appâts/ha** ont été distribués lors des deux passages espacés de 20 jours. Le long des côtes les appâts étaient distribués manuellement. Pour le **suivi et le contrôle** de l'éradication, 29 boîtes anti-réinfestation ont été disposées, notamment dans les endroits les plus favorables à une nouvelle invasion. **3 îlots périphériques furent également éradiqués** en 2009-2010, mais le succès fut de courte durée et 6 mois après des rats étaient de nouveau présents sur l'îlot le plus proche de la côte

(Proratora, 4.6 ha, 170 m de la côte), et 2 ans après sur Cavalli (2.2 ha, 300 m de la côte).

Aucun signe de présence ne fut noté pendant les 21 mois suivant l'opération, ce qui a permis de conclure à son succès. L'effet positif de la dératisation fut immédiat, avec une **augmentation du succès reproducteur du Puffin yelkouan** en 2009 et 2010, passant d'un échec total à des valeurs entre 0.71 et 0.86 poussins par couple. La présence du Rat noir fut cependant observée 2 ans après la campagne. Des études génétiques ont permis de mettre en évidence que les rats capturés provenaient des côtes Sardes. En raison de la distance importante entre Molara et la côte (plus de 1000 m) une invasion à la nage semble peu probable, et les rats ont vraisemblablement été introduit intentionnellement par l'homme (le lâcher de plusieurs lapins de manière intentionnelle à la même époque va également dans ce sens) (Sposimo et al. 2012).

Ile	Molara
Année	2008
Localisation	NE Sardaigne
Surface (ha)	347.9
Distance côte (m)	1400
Prix	
Molécule	Brodifacum (pellet de 50 ppm) 2 applications espacées de 20 jours. (environ 13 kg/ha)
Responsable (financements)	AMP Tavolara – Punta Coda Cavallo
Problèmes rencontrés	Manque d'expérience du pilote, dysfonctionnement du moteur, fortes pluies
Résultat	Succès, réinvasion en 2010
Référence	Sposimo et al. 2012, Capizzi et al. 2016
Contact	Augusto Navone (Directeur AMP Tavolara) direzione@amptavolara.it

Eradication par hélicoptère – Ile de Dragonera (Baléares)

L'île de **Dragonera** est située dans le Parc Naturel de Dragonera, au large des côtes de Mallorca. L'île abrite d'importantes colonies d'oiseaux marins (Cormoran huppé, Goéland d'Audouin, Puffin de Scopoli, Océanite tempête, Puffin des Baléares...). **L'éradication par hélicoptère réalisée en 2011** a fait suite à celle de Molara et fut co-organisée par les équipes espagnoles et italiennes.

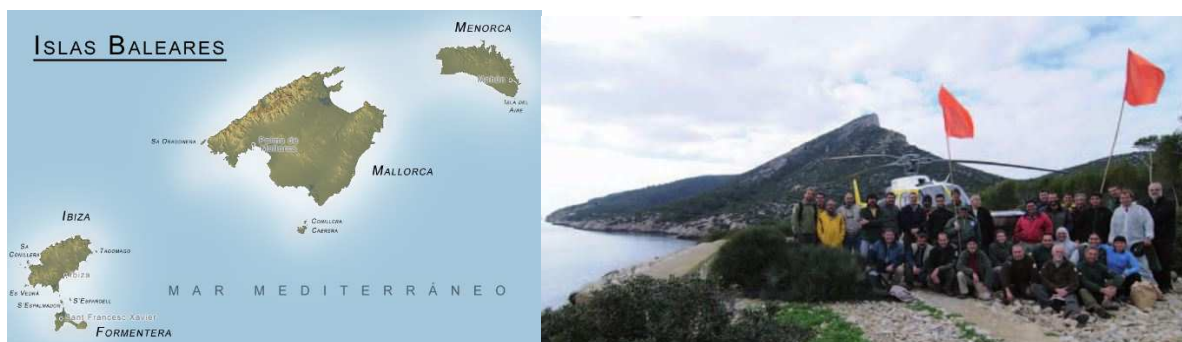


Figure 7: Localisation de Dragonera et équipe du projet (Photo Marti Mayol)

Deux lancers d'appâts par hélicoptère le long de transects espacés de 40 m ont été réalisés. Localement, des pièges étaient placés dans les habitations et endroits inaccessibles par les lancers aériens.

Le **suivi post-éradication**, a été réalisé notamment par **camera-trapping** et ce dès la fin du deuxième lancer. **L'équipe du Parc a été formée à l'identification des signes de présence de rats**. En raison de l'important trafic maritime autour de l'île, tous les bateaux touristiques ont été équipés de boîtes appâtées et les visiteurs et touristes sont désormais sensibilisés aux actions mises en place sur le Parc. Après 15 mois de suivi, aucun signe de rat n'était détecté ce qui a permis de conclure à la réussite de l'opération. **Une mission de contrôle a été organisée en 2016 et l'absence du rat a été confirmée** (McMinn et al., 2017).

Le printemps suivant l'opération, des juvéniles de Puffins des Baléares étaient observés à l'envol, alors que les années précédentes tous les œufs étaient systématiquement prédatés par les rats. Un autre aspect positif fut une augmentation des ressources alimentaires disponibles pour les autres espèces d'oiseaux présentes sur l'île.

Le seul effet négatif remarqué fut une augmentation de la mortalité des Goélands leucophaea (en moyenne 13 individus/jour pendant les semaines suivant le premier lancer), mais cet effet ne fut pas considéré comme préoccupant en raison de l'importance des populations (plus de 5000 individus nichant sur Dragonera). Aucun

impact sur les autres populations d'oiseaux ne fut noté, de même que sur les espèces marines ou terrestres (Mayol et al.2012).

Ile	Dragonera
Année	2011 (Janvier – Février)
Localisation	Baléares
Surface (ha)	362
Prix	44896
Coût temps homme	40
Molécule	Brodifacum pellets (5 ppm). Dose :14.02 kg/ha
Responsable (financements)	Parc Naturel de Sa Dragonera
Autres espèces cibles	Lézards, Faucon d'Eléonore (aucun effet négatifs notés), Seul impact négatif sur les populations de Goélands leucophée (diminution de la population)
Problèmes rencontrés	Pas d'assistance GPS dans l'hélicoptère.
Résultat	Succès, confirmé en 2016
Référence	Mayol et al. 2012, McMinn et al. 2017
Contact	Joan Mayol Serra -Head of the Species Conservation Service of the Government of the Balearic Islands. Email: jmayol@dgcapea.caib.es

Eradication par hélicoptère – Ile de Montecristo

L'île de **Montecristo** fait partie des 7 îles de l'Archipel Toscan, et dans le cadre du LIFE + Montecristo 2010, une opération de dératisation par hélicoptère a été réalisée en 2012. Un des buts de l'opération était d'améliorer la conservation des populations de puffins Yelkouan nichant sur l'île.



Figure 8: Localisation ile de Montecristo

2 ans de préparation au préalable furent nécessaires, afin d'obtenir l'adhésion du public, mais également de **caractériser génétiquement la population de rat** et d'évaluer leur abondance sur l'île. Des **tests de la toxicité du poison sur des espèces non-cibles** furent également réalisés et ont permis de conclure à l'absence d'effets négatifs sur ces espèces (*Discoglossus sardus* par exemple)

En raison du terrain escarpé de l'île et de son **importante superficie** (1072 ha), l'éradication par hélicoptère était la seule option envisageable et 2 lancers furent réalisés en 2012.

Le suivi post-éradication fut mis en place immédiatement après les 2 lancers avec l'installation de 56 stations appâtées sur les endroits les plus accessibles de l'île, contrôlés tous les 2 mois pendant l'année suivant l'opération. **Une mission de contrôle a été réalisé en 2014 et aucune présence de rat n'a été signalée**, ce qui a permis de conclure au succès de l'opération.

Une **augmentation du succès reproducteur du Puffin yelkouan a été observée les 2 printemps suivant l'opération**. Un autre marqueur de l'amélioration de la santé de la population fut l'observation de puffins Yelkouan dans des zones de l'île où ils n'avaient jamais été observés auparavant. L'augmentation de la disponibilité

alimentaire en fruits a également profité aux populations d'oiseaux présentes sur l'île.

Ile	Montecristo
Année	2012
Localisation	Archipel Toscan
Surface (ha)	1071.7
Prix	
Coût temps homme	
Distance côte (km)	29.41
Molécule	Brodifacum (2 applications espacées d1 mois ou la 2 ^{nde} distribution fut implémentée seulement sur 10% de la surface de l'île) 10.5 kg/ha
Responsable (financements)	Parc Naturel de l'Archipel Toscan
Espèces non cibles	Chèvre de Montecristo
Problèmes rencontrés	Difficulté pour le pilote à suivre les transects GPS
Résultat	A confirmer
Référence	Sposimo et al. 2012, Capizzi et al. 2016
Contact	Paolo Sposimo : sposimo@nemoambiente.com

Eradication par hélicoptère – Ile de Tavolara

L'île de **Tavolara**, située au Nord-Est de la Sardaigne est l'île principale de l'archipel du même nom. L'île abrite entre 1/3 et 2/3 des populations de **puffins yelkouan** de Méditerranée (entre 15 300 et 30 500 couples). L'éradication du Rat noir a été mise en place par hélicoptère dans le cadre du LIFE Puffinus Tavolara en 2017 qui avait pour but l'amélioration de la protection des populations de puffins yelkouan.



Figure 9: Localisation de Tavolara

En 2016, 2 experts de Nouvelle-Zélande ayant coordonné des éradications par hélicoptère sont visités les responsables du projet afin d'apporter leur expertise et discuter des éventuels problèmes rencontrés. 2 pilotes de l'association Island Conservation ont par ailleurs participé à la phase de préparation et ont réalisé les 2 lancers en octobre et novembre 2017.

Le long de la côte, pour limiter les chutes de poison dans la mer, les appâts étaient placés à la main ou à la fronde. Un an après l'opération, toutes les stations de contrôle ont été vérifiées et la présence de rat n'a pas été signalée, mais il faudra attendre fin 2019 (deux ans après la fin de l'opération) pour conclure au succès de l'éradication.

167 boîtes anti-réinfestation sont contrôlées régulièrement pour réagir rapidement en cas de signe de présence de rat. Des boîtes anti-réinfestation ont également été placées dans les bateaux de tourisme qui circulent régulièrement autour de l'île et des actions de **sensibilisation** sont mise en place.

Ile	Tavolara
Année	2017
Localisation	Archipel de Tavolara (Sardaigne)
Surface (ha)	590
Prix	
Coût temps homme	
Distance côte (km)	3.7
Molécule	Brodifacum (2 applications espacées d1 mois) (14.9 kg/ha pour la 1 ^{ère} et 6.5 kg/ha pour la 2 ^{nde}) – 258 km de transects
Responsable (financements)	Commune d’Olbia, AMP Tavolara, ONG Nemo
Espèces non cibles	Chèvre domestique
Problèmes rencontrés	Problèmes de réglementation pour obtenir les autorisations
Résultat	A confirmer en 2019
Référence	http://www.lifepuffinustavolara.it/?lang=en
Contact	Valentina SECCHI (Chargée de projet LIFE) vsecchi@comune.olbia.ot.it Augusto Navone (Directeur AMP Tavolara) direzione@amptavolara.it

Tableau 1: Comparaison des coûts financiers et temps homme d'opérations d'éradication du Rat noir

Ile	Superficie (ha)	Eradication par lutte intégrée (Piégeage mécanique + lutte chimique)		Eradication par hélicoptère		Sources
		cout €	Temps homme (j)	cout €	Temps homme (j)	
Campagnes d'éradications						
Grand Rouveau (2017)	6,45	16650	80			V. Rivière (AGIR Ecologique) Parc National de Port-Cros
Gabinière (2015)	3,38		57			
Bagaud (2011)	59		19 492 nuits par pièges (éradication)			Parc National de Port-Cros
Dragonera (2011)	362			44896*(1)	~ 40	J. Mayol
Isabel island (2009)	82			209432*(2)		Samaniego-herrera, Araceli, et al. <i>Rapid Assessment of Rat Eradication after Aerial Baiting</i> . 2013, pp. 1415–21, doi:10.1111/1365-2664.12147.

Estimations:

Iles Axe 1		€	Temps homme (j)	€	Temps homme (j)
Riou	89,85	231938	1114	229481	~ 10
Bagaud	59	152302	732	150689	7
Le Levant	1001	2583977	12416	2556603	111

Iles Axe 2		€	Temps homme (j)	€	Temps homme (j)
Gros Sarranier	1,85	4776	23		
Petit Sarranier	0,51	1317	6		
petit Langoustier	2,2	5679	27		
île du Grand Ribaud	16,33	42154	203	41708	2
Ile du petit Ribaud	0,68	1755	8		
Ile de la Tradelière	1,35	3485	17		
Ile Saint-Honorat	41,14	106199	510	105074	5
Ile Sainte-Marguerite	171,3	442193	2125	437509	19
Ilot Saint-Féréol	1,47	3795	18		

Valeurs utilisées pour les estimations

Coûts réels

Coûts estimés

(1)* Sont pris en compte: Les coûts de dispersion par hélicoptère, le poison, la formation

(2)* Sont pris en compte: Les coûts de préparation, location hélicoptère et matériel de dispersion, location de bateaux, frais de personnels et de déplacements, achat du poison