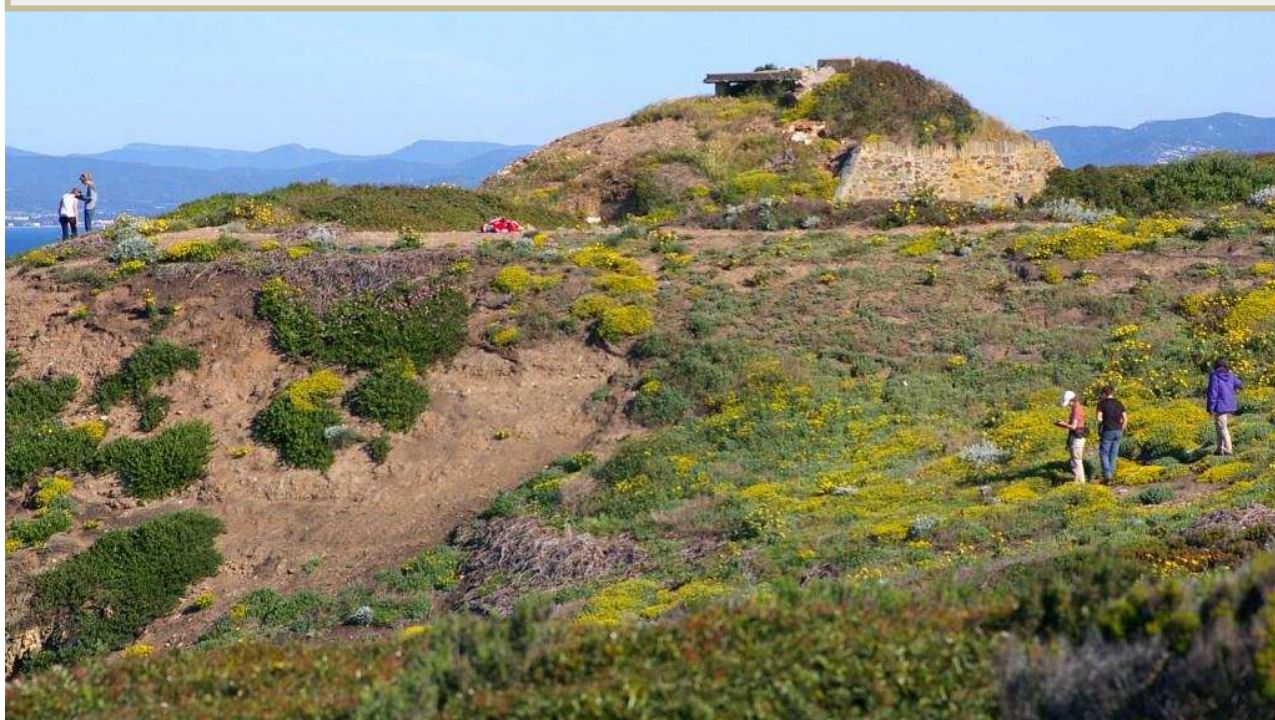




SEMINAIRE DE RESTITUTION ET PROSPECTIVE

Résultats du programme de restauration écologique de la réserve intégrale de Bagaud et futur rôle de la réserve dans la recherche sur les changements globaux

AIX-EN-PROVENCE - le 16 décembre 2014



ACTES DU SEMINAIRE

Elise Krebs - IMBE

Sommaire

PROGRAMME

LISTE DES PARTICIPANTS

RESUME DU SEMINAIRE

COMMUNICATIONS

INVASIONS BIOLOGIQUES ET CONSERVATION DANS DES CONTEXTES INSULAIRES

LE PROGRAMME DE RESTAURATION ECOLOGIQUE DE LA RESERVE INTEGRALE DE L'ILE DE BAGAUD : DE LA REFLEXION A LA MISE EN ŒUVRE

L'ERADICATION DU RAT NOIR D'ILES MEDITERRANEENNES : UNE METHODE INTEGRANT PIEGEAGE ET LUTTE CHIMIQUE

LES GRIFFES DE SORCIERE, *CARPOBROTUS* SPP., INVASIVES SUR LE LITTORAL : METHODES D'ERADICATION APPLIQUEES A L'ILE DE BAGAUD ET CONSEQUENCES SUR LA FLORE LOCALE

ERADICATION DU RAT NOIR ET DES GRIFFES DE SORCIERES : CONSEQUENCES SUR LES COMMUNAUTES D'ARTHROPODES

SUIVI DE L'AVIFAUNE DANS LE CADRE DU PROGRAMME DE RESTAURATION ECOLOGIQUE DE L'ILE DE BAGAUD

ETUDE DES POPULATIONS DE REPTILES DE L'ILE DE BAGAUD

AGIR ENSEMBLE CONTRE LES ESPECES EXOTIQUES ENVAHISSANTES.

INITIATIVE POUR LES PETITES ILES DE MEDITERRANEE : ACTEURS DE LA GESTION DES MILIEUX INSULAIRES MEDITERRANEENS

LA STRATEGIE SCIENTIFIQUE DU PARC NATIONAL DE PORT-CROS

CONCLUSIONS

PROGRAMME

Matin

8:30 - **Accueil des participants**

9:20 - Invasions biologiques et biologie de la conservation

Olivier Lorvelec - INRA

9:50 - Le programme de restauration de la réserve intégrale de l'île de Bagaud : de la réflexion à la mise en œuvre

Annie Aboucaya, Alain Barcelo *et al.* - PNPC

10:20 - L'éradication de populations de Rats noirs d'îles méditerranéennes : une méthodologie intégrant piégeage et lutte chimique.

Olivier Lorvelec, Patricia Le Quilliec & Michel Pascal - INRA

10:40 - Les Griffes de sorcière, *Carpobrotus* spp., invasives sur le littoral : méthodes d'éradication appliquées à l'île de Bagaud et conséquences sur la flore locale

Elise Krebs, Elise Buisson *et al.* - IMBE

11:00 - Eradication du Rat noir et des Griffes de sorcière : conséquences sur les communautés d'Arthropodes

Julie Braschi, Philippe Ponel *et al.* - IMBE

11:20 - Evolution de l'avifaune terrestre et marine dans le cadre du programme de restauration écologique de l'île de Bagaud

Sophie Meriotte, Elsa Bonnaud *et al.* - DREAM, ESE

11:40 - Etude des populations de reptiles de l'île de Bagaud

Gabriel Martinerie & Joël Gauthier - Reptil'Var

Après-midi

13:30 - « Belles... mais envahissantes » : Présentation d'un programme de sensibilisation et de mobilisation des citoyens en région PACA

Loïc Panzani - Naturoscope

13:45 - Petites îles de Méditerranée : un réseau d'acteurs de la conservation en Méditerranée

Fabrice Bernard, Céline Damery & Mathieu Thévenet - CELRL

14:05 - Présentation de la stratégie scientifique du Parc national de Port-Cros
Alain Barcelo - PNPC

14:25 - 16:30 - Tables Rondes : sujets envisagés

14:25 - Micro-insularité et biogéographie

15:10 - Suivis à long-terme, pérennisation des outils de recherche, attractivité et équipement de mesures automatiques

16:30 - Discussion et bilan

17:00 - **fin**

LISTE DES PARTICIPANTS

Annie Aboucaya	Parc national de Port-Cros
Laurence Affre	Institut méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
Jean-François Alignan	Institut méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
Ester Artells	Institut méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
Alain Barcelo	Parc national de Port-Cros
Richard Barety	Conservatoire du Littoral
Guy Beisson	Conseil scientifique du PNPC
Gérald Berger	Association DREAM
Fabrice Bernard	Conservatoire du Littoral - Délégation internationale
Carol Bongard	Parc national de Port-Cros
Elsa Bonnaud	Association DREAM
Elise Buisson	Institut méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
Adeline Bulot	Institut méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
Johann Cerisier	Parc national de Port-Cros
Ludovic Charrier	Muséum d'histoire naturelle de Toulon, Conseil général du Var
Julie Chenot	Master 2 - Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris
Jean-Marc Chianea	Association Naturoscope
Yann Corbobesse	Parc national de Port-Cros
Wolfgang Cramer	Institut méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
Hélène De Méringo	Institut méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
Lara Dixon	Conservatoire botanique national Méditerranéen de Porquerolles
Morteza Djamali	Institut méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
Francis Dorr	Parc national de Port-Cros
Nathalie Duong	Institut méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
François Dusoulier	Muséum d'histoire naturelle de Toulon, Conseil général du Var
Emilie Egea	Institut méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
Bruno Fady	Institut national de la recherche agronomique
Danielle Forestier	Parc national de Port-Cros
Perrine Gauthier	CEFE-CNRS
Christel Gérardin	Parc national de Port-Cros
Pascal Gillet	Parc national de Port-Cros
Denis Gynouvès	Bénévole
Adrien Jailloux	Parcs nationaux de France
Mariannick Juin	Institut méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
Anthony Kiffer	Muséum d'Histoire naturelle de Marseille
Elise Krebs	Institut méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale

Noël Laurent	Habitant de Port-Cros
Lidwine Lemire-Pecheux	Parc national des Calanques
Sylvia Lochon-Menseau	Conservatoire botanique national Méditerranéen de Porquerolles
Olivier Lorvelec	Institut national de la recherche agronomique
Solène Masson	Institut méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
Frédéric Médail	Institut méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale, Conseil scientifique du PNPC
Alain Menseau	Domaine du Rayol
François Mesléard	Station biologique de la Tour du Valat
Jean-Yves Meunier	Institut méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
David Morlet	TLV
Virgile Noble	Conservatoire botanique national Méditerranéen de Porquerolles
Loïc Panzani	Association Naturoscope
Marine Pascal	Les amis des marais du Vigueirat
Aurélié Passetti	Biotope
Daniel Pavon	Institut méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
Nathalie Perret	Parc national de Port-Cros
Jacques Piazzola	Institut Méditerranéen d'Océanologie, Conseil scientifique du PNPC
David Poncin	Parc national de Port-Cros
Robert Ponzo	Bénévole
Emilia Queller	Institut méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
Vincent Rivière	AGIR Ecologique
Arne Saatkamp	Institut méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
Coralie Santelli	Bénévole
Guillaume Sellier	Parc national de Port-Cros
Alexandre Terreau	Parc national de Port-Cros
Eléonore Terrin	Conservatoire botanique national Méditerranéen de Porquerolles
Mathieu Thévenet	Conservatoire du Littoral - Délégation internationale

RESUME DU SEMINAIRE

Propriété du Conservatoire du Littoral, l'île de Bagaud est un site préservé au cœur du Parc national de Port-Cros. D'une surface de 59 hectares, l'île est classée réserve intégrale et est le refuge d'une biodiversité unique. Depuis 2010, Bagaud fait l'objet d'un vaste programme de restauration écologique par l'éradication des espèces invasives, le Rat noir et les Griffes de sorcière. Des premiers résultats positifs sont déjà visibles. Aujourd'hui, le Parc national de Port-Cros souhaite ouvrir ce site à la recherche de haut niveau sur le changement climatique et propose un ensemble coordonné de recherche, de suivis scientifiques et d'ateliers de formation.

La poursuite d'un programme pilote de restauration écologique

En collaboration avec l'IMBE depuis sa conception, le programme de restauration écologique de l'îlot de Bagaud combine de façon ambitieuse et originale des opérations d'éradication des espèces invasives présentes sur l'île et des suivis scientifiques précis et reproductibles de la faune et de la flore indigènes, avant et après éradication. Le programme de restauration de l'île de Bagaud se veut exemplaire au niveau méditerranéen. Il a pour but d'améliorer l'état de conservation de la biodiversité de l'île, de recueillir des données précises sur les techniques de restauration des espaces insulaires méditerranéens afin de pouvoir apporter des réponses aux gestionnaires de ces espaces et des données scientifiques solides et valorisables. Soutenu dès l'origine par la Fondation Total, le fond FEDER et le Conservatoire du Littoral, ce programme se poursuivra au minimum jusqu'en 2019 par des opérations de contrôle et des suivis scientifiques post éradication.

Les premiers résultats de ces opérations et suivis sont positifs, et nous montrent l'importance de poursuivre ce travail afin d'en assurer le succès et la pérennité et de démontrer l'intérêt de tels programmes pour la conservation des îles de Méditerranée. La valorisation des premiers résultats est prévue via des articles scientifiques, des interventions en colloques et un guide méthodologique qui sera publié en 2019. Désormais, l'île de Bagaud a vocation à constituer un site de référence scientifique international pour le suivi des divers effets du changement global en raison de son exposition aux seuls impacts anthropiques indirects.

Un lieu de formation et d'échange entre professionnels internationaux

Proposés depuis 2011, les ateliers de formation permettent d'accueillir chaque année sur Bagaud des gestionnaires d'espaces naturels méditerranéens pour échanger et développer des pratiques sur la restauration écologique des milieux et la gestion des espèces invasives.

Un site pilote en Méditerranée pour la recherche sur le changement global

Outil d'exploration du changement global et de ses impacts sur la biodiversité, l'îlot de Bagaud a vocation à devenir un lieu d'accueil pour des programmes de recherche. Le potentiel de recherche envisagé sera précisé dès 2015 avec la structuration de la collaboration avec les partenaires scientifiques, des universités méditerranéennes et la mise en place des premiers équipements de suivi. En support des études, le Parc national de Port-Cros et l'IMBE poursuivront les programmes de suivis en séries longues sur les taxons indigènes : oiseaux, reptiles, insectes et flore. Les données seront accessibles pour les chercheurs qui interviendront sur le site.

COMMUNICATIONS

INVASIONS BIOLOGIQUES ET CONSERVATION DANS DES CONTEXTES INSULAIRES

Olivier LORVELEC¹, Patricia LE QUILLIEC¹, Damien FOURCY¹, Michel PASCAL^{1†}

¹*Institut national de la recherche agronomique (INRA), UMR 0985 Écologie et santé des écosystèmes, Équipe écologie des invasions biologiques, Rennes, France.*

*Contact : olivier.lorvelec@rennes.inra.fr

Résumé : Selon Williamson (1996) ou Pascal *et al.* (2006), une invasion biologique survient quand une espèce constitue hors de son aire d'origine une population autonome et pérenne. De nombreux travaux ont conclu à une augmentation exponentielle des invasions et des extinctions, et ce processus constitue, au niveau mondial, une des menaces majeures pour la biodiversité. Les îles se révèlent particulièrement sensibles aux invasions biologiques et la majorité des extinctions d'espèces y ont été enregistrées. Parmi les animaux introduits sur des îles qui ont un impact majeur, se rencontrent certains mammifères (ongulés, rongeurs, lagomorphes, carnivores).

Sur les îles, identifier et quantifier les interactions entre espèces autochtones et espèces introduites constitue un enjeu majeur pour la gestion des écosystèmes. Des conclusions importantes pour la biologie de la conservation et de la restauration ont été obtenues en contextes insulaires : (i) les îles permettent la conduite d'expériences à l'échelle de l'écosystème, (ii) les comparaisons sont possibles entre îles d'un même archipel et (iii) les résultats des expériences menées sont plus rapidement perceptibles sur les îles que sur les continents. Certains habitats continentaux fragmentés ont des caractéristiques rappelant celles des îles.



Parc national
de Port-Cros

BAGAUD
Réserve intégrale



Séminaire de restitution et prospective | Aix-en-Provence | 16 décembre 2014

Invasions biologiques et conservation dans des contextes insulaires

Olivier Lorvelec, Patricia Le Quilliec, Damien Fourcy et Michel Pascal

INRA | UMR Écologie et santé des écosystèmes
Équipe écologie des invasions biologiques



Invasions biologiques et conservation dans des contextes insulaires

Comment définir une invasion biologique ?

Augmentation exponentielle des invasions et des extinctions

Stratégie de gestion des invasions

Conséquences accrues des invasions dans le cas des îles

Biologie de la conservation et gestion dans des contextes insulaires

En guise de conclusion

Qu'est-ce qu'une « invasion biologique » ?

Une définition parmi d'autres (Williamson, 1996 ; Pascal *et al.*, 2006) :

« Une invasion biologique survient quand une espèce constitue hors de son aire d'origine une population autonome et pérenne. »

Concept de recherche, une invasion biologique :

- constitue un fait réfutable,
- résulte d'un processus apparu avec la vie sur terre (*cf.* évolution),
- n'a pas de lien obligatoire avec l'activité humaine,
- n'a aucune obligation d'être corrélée avec ses conséquences.

Cette définition nécessite au préalable un **cadre spatial et temporel**.

En français, une invasion biologique possède un sens beaucoup plus large que celui donné à espèce invasive ou espèce envahissante, qui est plus un **concept de gestion** (ISSG, 2000).

La présence d'une espèce résulte-t-elle d'une invasion biologique ?

Répondre à cette question nécessite de procéder à une analyse critique d'informations spatiales et temporelles produites par diverses disciplines (*e.g.*, Pascal *et al.*, 2006).

Écologie, biogéographie,
zoologie, botanique,
génétique, parasitologie,
etc.

Paléontologie,
archéobiologie,
histoire, *etc.*



Un concept récent qui met le doigt sur une difficulté majeure

Qu'est-ce qu'une espèce cryptogénique ?

« une espèce cryptogénique est une espèce qui n'est pas manifestement autochtone ou introduite » (Carlton, 1996).

Cas résolu

Le Raton laveur (*Procyon major*) introduit en Guadeloupe depuis la Caroline du Sud (Lorvelec et al., 2007).

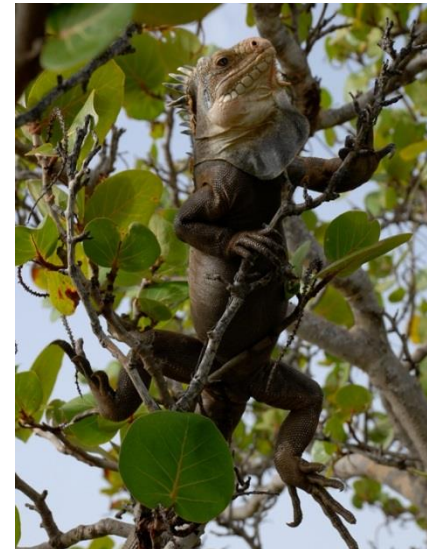


Cas non résolu

L'Iguane des Petites Antilles (*Iguana delicatissima*) dans les Petites Antilles (Breuil, 2002).

Parmi de nombreux autres exemples de cas résolus

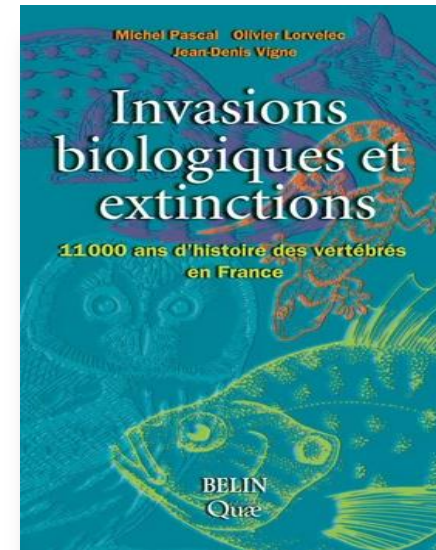
- Le Lémur brun (probable hybride de plusieurs *Eulemur*) introduit à Mayotte depuis Madagascar (Mittermeier et al., 2008).
- Le Mouflon de Corse *Ovis orientalis* ou le Chat sauvage de Corse *Felis silvestris*, aux ancêtres domestiques anciennement introduits.



Avant de travailler sur les invasions biologiques : établir les faits

La faune de vertébrés de France au cours de l'Holocène (-9200 / actuel).
Extinctions, disparitions, invasions (Pascal *et al.*, 2006)

- Collaboration INRA et Muséum
- Quelle a été la dynamique des invasions biologiques au cours des 11 derniers millénaires ?
- Quelle a été la contribution des activités humaines ?



De nombreux autres exemples, parmi lesquels :

- Invasions biologiques en Nouvelle-Calédonie (Beauvais *et al.*, 2006)
- Invasions biologiques en Europe (Hulme *et al.*, 2009)



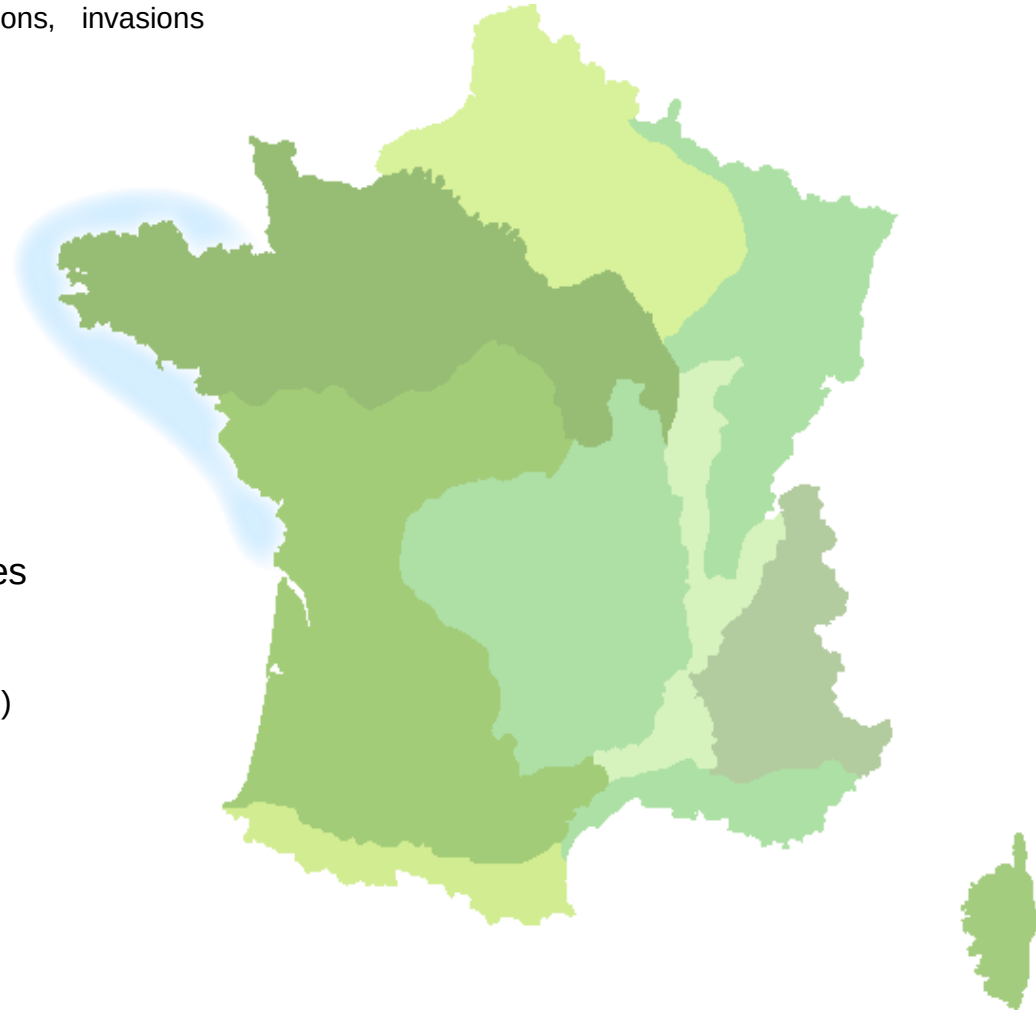
Définir un contexte spatial

La faune de vertébrés de France au cours de l'Holocène
(-9200 / actuel). Extinctions, disparitions, invasions
(Pascal *et al.*, 2006)

L'espace :

11 entités terrestres

6 entités fluviales
(non représentées ici)



Définir un contexte temporel

La faune de vertébrés de France au cours de l'Holocène (-9200 / actuel). Extinctions, disparitions, invasions (Pascal *et al.*, 2006)

Périodes

1 - 9200 av. J.-C. / 3000 av. J.-C.

2 - 3000 av. J.-C. / 0

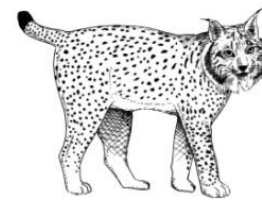
3 - 0 / 1600

4 - 1600 / 1800

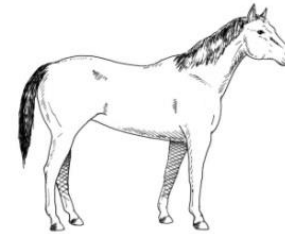
5 - 1800 / 1914

6 - 1914 / 1945

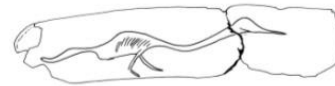
7 - 1945 / 2004



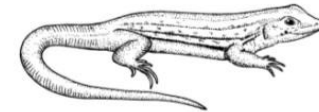
lynx pardelle



cheval



grue des cavernes



acanthodactyle



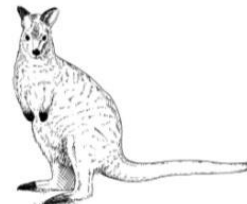
vautour de Malte



chat marron



ours brun



wallaby de bennett



belette

Holocène

9200

3000

0

1600

2005

1945

1914

1800

9000 8000 7000 6000 5000 4000 3000 2000 1000 0 1000 2000

Invasions biologiques et conservation dans des contextes insulaires

Comment définir une invasion biologique ?

Augmentation exponentielle des invasions et des extinctions

Stratégie de gestion des invasions

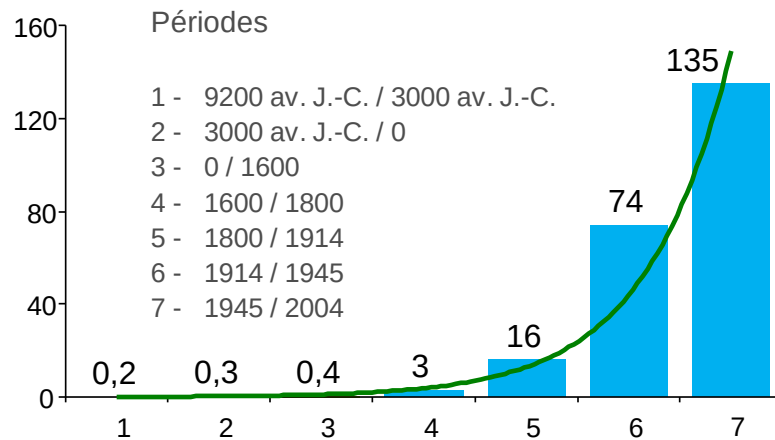
Conséquences accrues des invasions dans le cas des îles

Biologie de la conservation et gestion dans des contextes insulaires

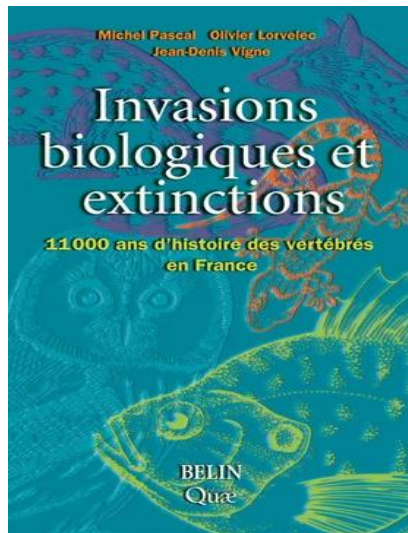
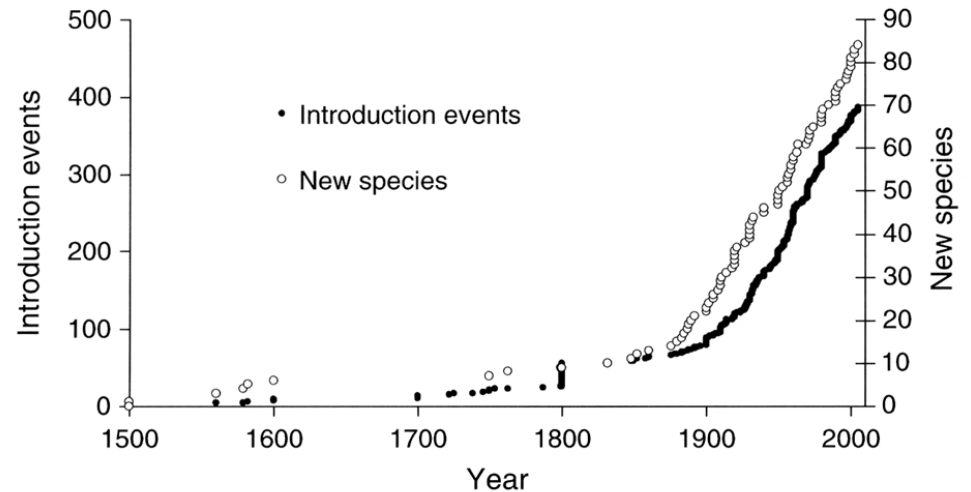
En guise de conclusion

Dynamique du processus en France et en Europe

Indice séculaire d'invasion de vertébrés en France
(Pascal *et al.*, 2006)



Invasions mammaliennes en Europe
(Hulme *et al.*, 2009)



Invasions biologiques et conservation dans des contextes insulaires

Comment définir une invasion biologique ?

Augmentation exponentielle des invasions et des extinctions

Stratégie de gestion des invasions

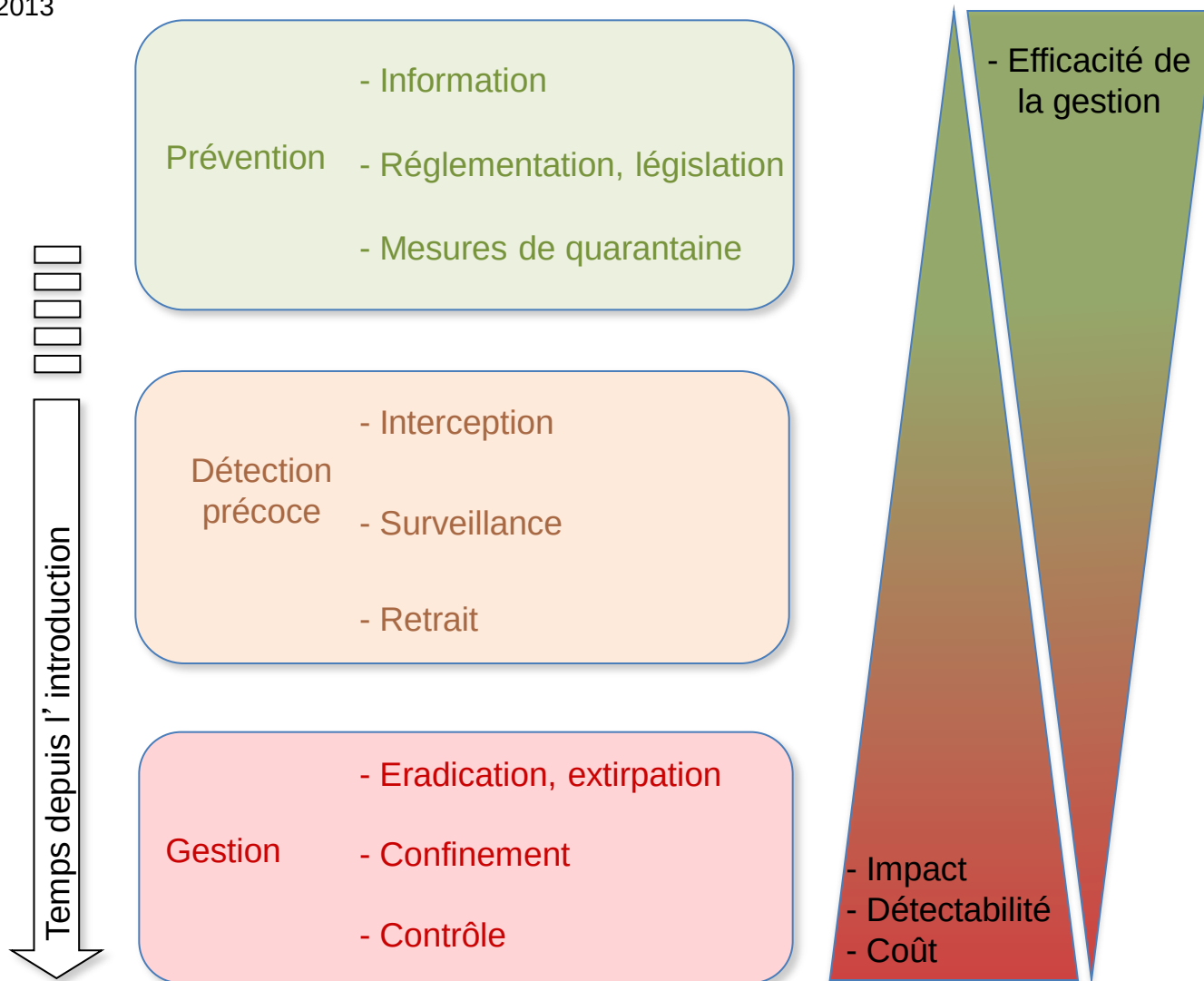
Conséquences accrues des invasions dans le cas des îles

Biologie de la conservation et gestion dans des contextes insulaires

En guise de conclusion

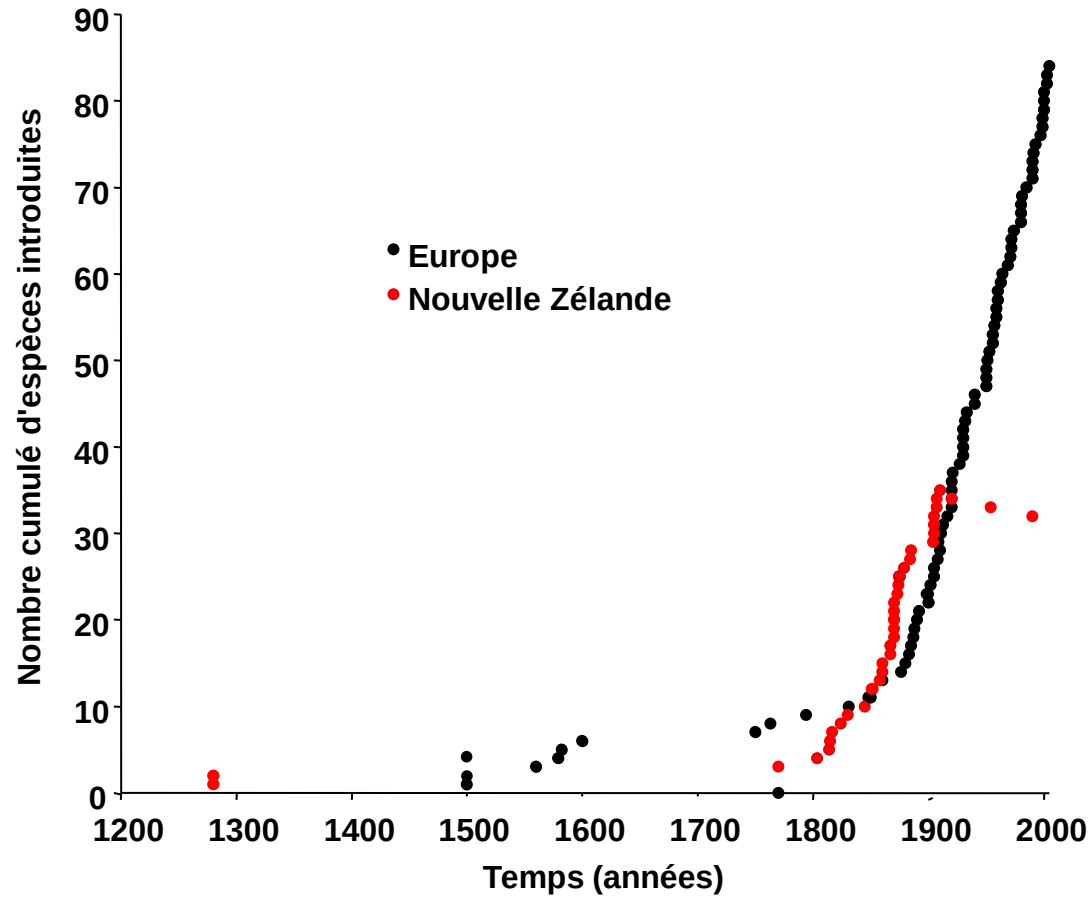
Stratégie de gestion des invasions biologiques

Simberloff *et al.*, 2013



Prévention : un résultat encourageant

Simberloff *et al.*, 2013



Nombre cumulé d'espèces mammaliennes introduites en Europe et en Nouvelle Zélande

Invasions biologiques et conservation dans des contextes insulaires

Comment définir une invasion biologique ?

Augmentation exponentielle des invasions et des extinctions

Stratégie de gestion des invasions

Conséquences accrues des invasions dans le cas des îles

Biologie de la conservation et gestion dans des contextes insulaires

En guise de conclusion

Deux exemples d'extinctions de masse sur des archipels

Les Polynésiens et les animaux qui les accompagnaient (Cochon, Chien, Rat du Pacifique et Coq domestique) ont provoqué l'extinction de 1000 à 2000 espèces d'oiseaux endémiques de Polynésie, soit 1/6 des espèces du monde (Steadman, 2006).

Cela s'est déroulé sur une période brève, probablement de l'ordre du siècle.

L'introduction de la Petite Mangouste Indienne (*Urva auropunctata*) aux Antilles est largement responsable de l'extinction de plusieurs dizaines d'espèces de lézards et de couleuvres endémiques (Hedges & Conn, 2012).

La mangouste a été introduite à partir de 1885. En 35 ans (1920), le processus d'extinction était quasiment terminé.

Ces exemples, et d'autres, montrent un déclin massif de la biodiversité dans les îles vraies tropicales, du fait de l'arrivée de l'Homme et des espèces introduites.

Perruche éteinte (internet)



Scinque de La Petite Terre

Îles océaniques vs îles continentales

Pascal *et al.*, 2009



Rat noir

Îles océaniques françaises :

- Océan Atlantique (Antilles) : Martinique, Guadeloupe, Saint-Martin, Saint-Barthélemy
- Océan Indien : la réunion, îles Éparses, Saint-Paul et Amsterdam, Crozet, Kerguelen
- Océan Pacifique : Polynésie française, île de Clipperton, Wallis-et-Futuna, Nouvelle-Calédonie
- Corse

L'isolement confère à la faune et à la flore deux caractéristiques originales :

- le **nombre d'espèces animales et végétales est réduit** par rapport aux zones continentales proches,
- certains groupes (systématiques et fonctionnels) sont absents, notamment les mammifères carnivores. On parle d'**écosystèmes « dysharmoniques »**.

Pourquoi les îles sont-elles sensibles aux introductions ?

Pascal *et al.*, 2009

Rat noir, semi-arboricole



Motu Teuaua
(îles Marquises,
Polynésie française)



Ces deux caractéristiques (peu d'espèces et dysharmonie) ont **2 conséquences majeures** :

- L'**endémisme insulaire**, c'est-à-dire l'émergence de nouvelles espèces, sous l'effet de pressions de sélection originales par rapport à celles des continents proches.
- Une **forte sensibilité des îles aux perturbations**, qu'elles soient naturelles ou liées à l'Homme, et notamment aux introductions.



Rat surmulot, terrestre

Tout ceci décrit le « **syndrome d'insularité** » (Blondel, 1986).

Conséquences de cette « sensibilité » des îles aux introductions

Pascal *et al.*, 2009



Rat surmulot, Rat du Pacifique et Souris grise, 3 des 4 rongeurs introduits dans le Pacifique

Les îles se révèlent donc particulièrement sensibles aux introductions d'espèces.

Parmi les animaux introduits sur des îles et qui ont un impact majeur, se rencontrent certains mammifères : ongulés, rongeurs, lagomorphes, carnivores.

Sur les îles, identifier et quantifier les interactions entre espèces locales et introduites constitue un enjeu majeur pour la gestion et la restauration des écosystèmes.



Lapin de garenne

Invasions biologiques et conservation dans des contextes insulaires

Comment définir une invasion biologique ?

Augmentation exponentielle des invasions et des extinctions

Stratégie de gestion des invasions

Conséquences accrues des invasions dans le cas des îles

Biologie de la conservation et gestion dans des contextes insulaires

En guise de conclusion

Éradications / extirpation de populations de mammifères introduits sur des îles

Pascal *et al.*, 2010

Barun *et al.*, 2011

Chat haret



Rat du Pacifique



Rat surmulot



Espèce	Îles	Superficie maximale
Chat marron (<i>Felis silvestris</i>)	48	Marion Island (South Africa) 290 km ²
Petite Mangouste indienne (<i>Urva auropunctata</i>)	6	Îlet à Fajou (Guadeloupe) 1,2 km ² (cf. INRA)
Chèvre marronne (<i>Capra aegagrus</i>)	120	Flinders Island (Tasmania) 1329 km ²
Rat surmulot (<i>Rattus norvegicus</i>)	104	Campbell Island (New Zealand) 113 km ²
Rat noir (<i>Rattus rattus</i>)	159	Hermite Island (Australia) 10 km ²
Rat du pacifique (<i>Rattus exulans</i>)	55	Hauturu Island (New Zealand) 31 km ²
Total	492	

Raton laveur



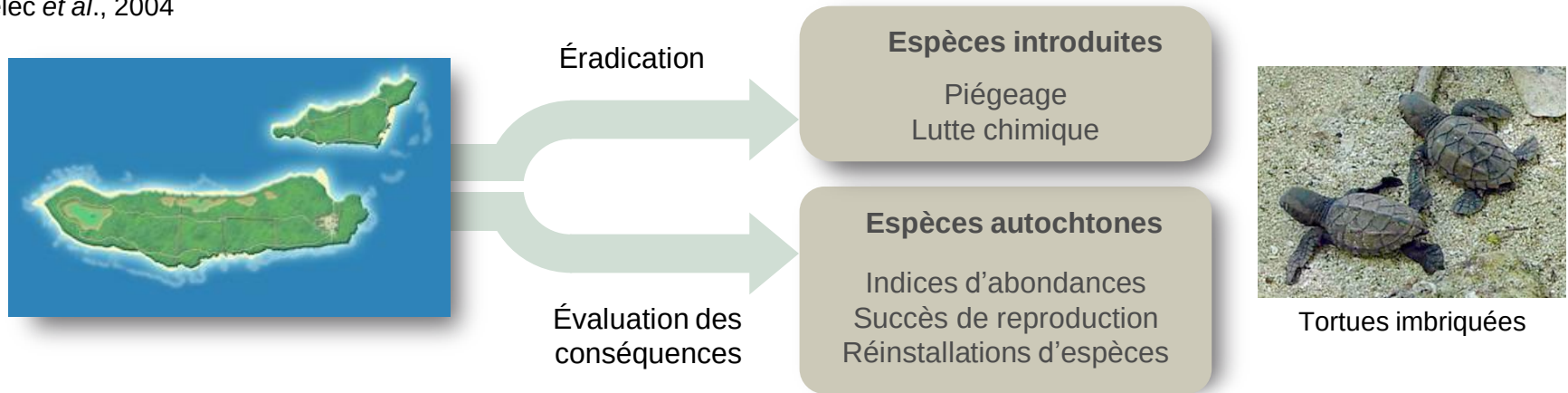
Petite Mangouste indienne



Éradications : Conséquences attendues et inattendues

Lorvelec & Pascal, 2005

Lorvelec *et al.*, 2004



Régions	Nombre archipels	Nombre îles	Superficies îles (ha)	Espèces ciblées	Échecs
Tempérée océanique	7	34	0,2 - 30	<i>Rattus norvegicus</i> <i>Mustela putorius</i>	0
Tempérée méditerranéenne	4	23	0,1 - 73	<i>Rattus rattus</i>	0
Tropicale	3	6	0,5 - 120	<i>Rattus rattus</i> <i>Rattus exulans</i> <i>Mus musculus</i> <i>Urva auropunctata</i>	1
Total	13	62	0,1 - 120	6	1



Sterne fuligineuse

Conséquence attendue de l'éradication d'un Rongeur

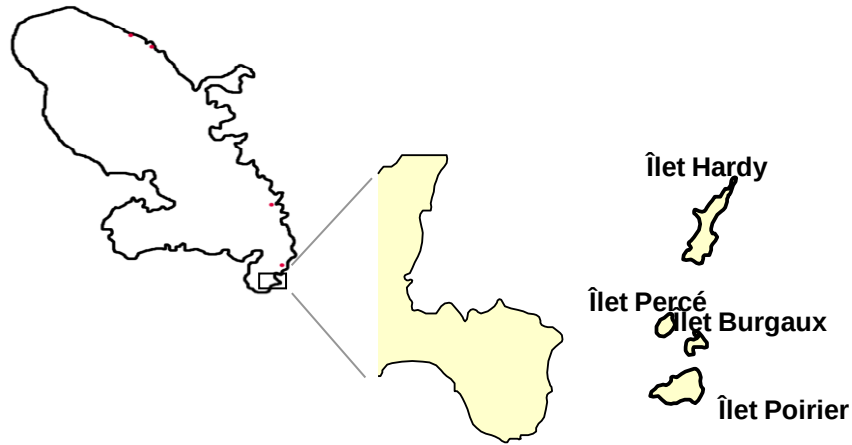
Exemple d'éradication réalisée avec la participation de l'INRA

Pascal *et al.*, 2004

Îlets de Sainte-Anne (moins de 10 ha, Réserve naturelle, Martinique)



Puffin d'Audubon, internet



Rat noir



Éradication du Rat noir (*Rattus rattus*) en 2003.

Augmentation spectaculaire du succès de reproduction du Puffin d'Audubon (*Puffinus lherminieri*).

Dispositif de piégeage et de lutte chimique



Conséquence attendue de l'éradication d'un Carnivore (1)

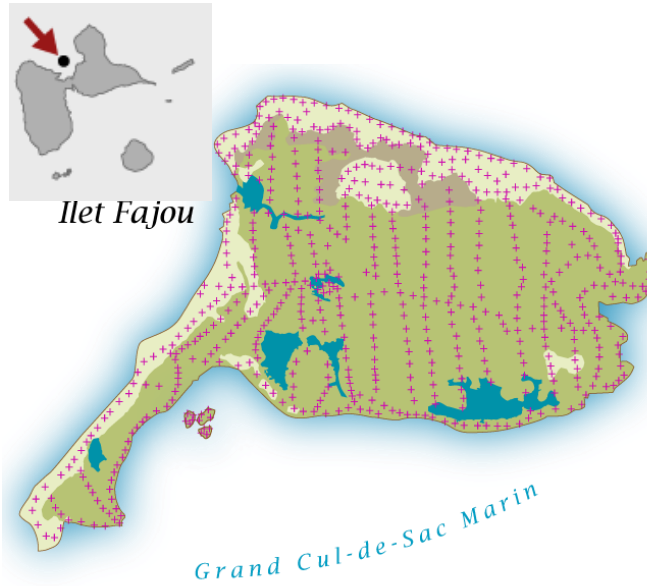
Exemple d'éradication réalisée avec la participation de l'INRA

Lorvelec *et al.*, 2004

Îlet à Fajou (115 ha, Parc national de la Guadeloupe)



Mangrove



Anolis de la Guadeloupe



Crabe caraïbe



Râle gris

Conséquence attendue de l'éradication d'un Carnivore (2)

Lorvelec *et al.*, 2004

Tortues imbriquées



Tortue imbriquée (dans nid de Rat noir)



Rat noir



Éradication de la Petite Mangouste Indienne (*Urva auropunctata*) réussie en 2001 (76 individus).

Conséquences positives pour les tortues marines, les oiseaux et les crabes terrestres.

Tentatives d'éradication du Rat noir (*Rattus rattus*) : échec en 2001 et 2002.



Petite Mangouste indienne



Nid de rat noir

Conséquence inattendue d'une éradication : interaction entre deux mammifères (1)

Exemple d'éradication réalisée avec la participation de l'INRA

Pascal *et al.*, 2005

Îles bretonnes (Sept-Îles, île de Tomé, île de Trielen, île de Béniguet)

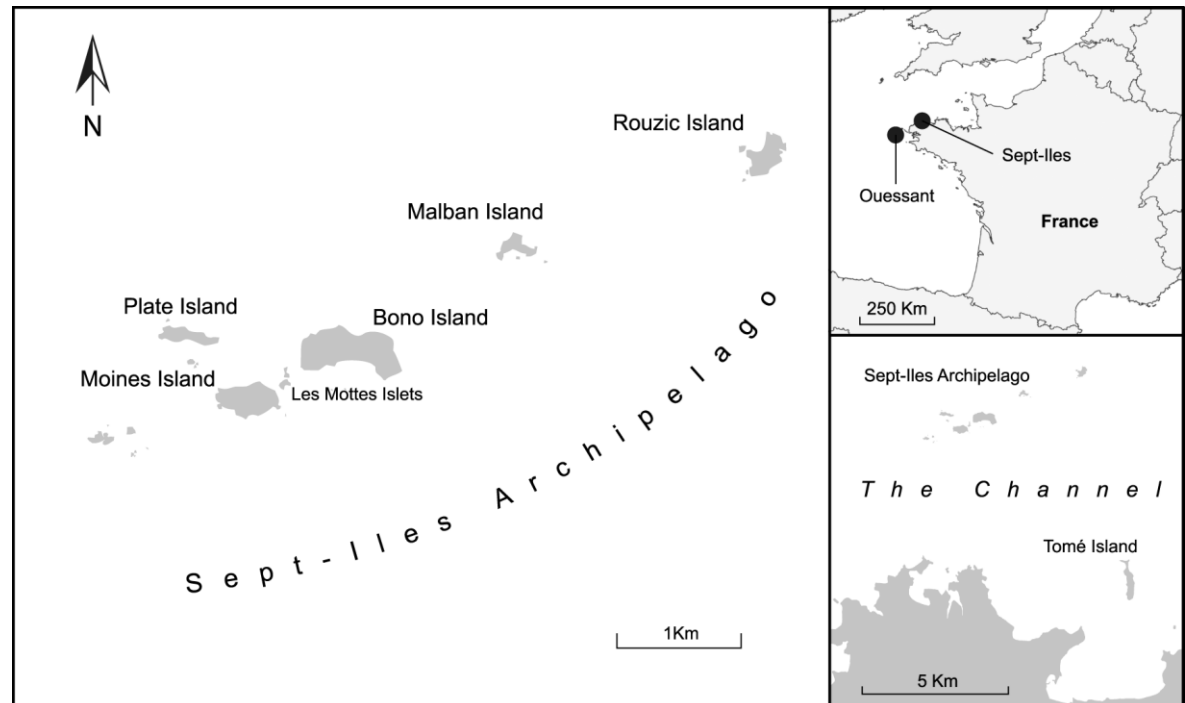
Interactions entre le Rat surmulot (*Rattus norvegicus*) et deux Musaraignes, la Crocidure des jardins (*Crocidura suaveolens*) et la Crocidure musette (*Crocidura russula*)



Rat surmulot



Crocidure des jardins



Conséquence inattendue d'une éradication : interaction entre deux mammifères (2)

Pascal *et al.*, 2005

Indice d'abondance de la Crocidure des jardins

Île Bono : X 27 en 20 ans (1994-2014)

Île de Trielen : X 26 en 8 ans (1996-2004)

Indice d'abondance de la Crocidure musette

Île Tomé : X 14 en 12 ans (2002-2014)

Crocidure des jardins



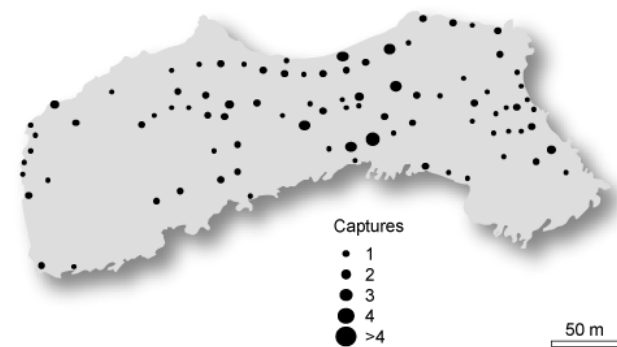
Rattus norvegicus - 1994



Crocidura suaveolens - 1994



Crocidura suaveolens - 1998



Île Bono (Sept-Îles)

Invasions biologiques et conservation dans des contextes insulaires

Comment définir une invasion biologique ?

Augmentation exponentielle des invasions et des extinctions

Stratégie de gestion des invasions

Conséquences accrues des invasions dans le cas des îles

Biologie de la conservation et gestion dans des contextes insulaires

En guise de conclusion

Des expériences « grandeur nature »

Une invasion biologique survient quand une espèce constitue hors de son aire d'origine une population autonome et pérenne.

Motu Teuaua (île Ua Huka, Marquises)



La pointe des Châteaux (Guadeloupe)



Des conclusions importantes pour la biologie de la conservation

- Les invasions biologiques peuvent être considérées comme des « expériences » à même d'éclairer des mécanismes fondamentaux à l'œuvre tant en écologie qu'en biologie évolutive.
- Les opérations de gestion peuvent éclairer ces mécanismes, quand elles associent recherche et action.
- Les îles permettent la conduite d'expériences à l'échelle de l'écosystème et les comparaisons sont possibles.
- Les résultats des expériences menées dans les îles sont plus rapidement perceptibles que sur les continents.
- Certains habitats continentaux fragmentés ont des caractéristiques rappelant celles des îles.

Merci à vous !



LE PROGRAMME DE RESTAURATION ECOLOGIQUE DE LA RESERVE INTEGRALE DE L'ILE DE BAGAUD : DE LA REFLEXION A LA MISE EN ŒUVRE

Annie ABOUCAYA¹, Alain BARCELO¹, Elise KREBS², Aurélie PASSETTI³

¹*Parc national de Port-Cros, allée du castel Ste-Claire, BP70220, 83406 Hyères cedex.*

²*Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie marine et continentale (IMBE), UMR CNRS 7263/IRD 237 Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, Aix Marseille Université, France.*

³*Biotope Languedoc-Roussillon, 22 bd Maréchal Foch, BP 58, 34140 Mèze, France.*

*Contact : annie.aboucaya@portcros-parcnational.fr

Résumé : Après un rapide rappel historique des principales étapes de création de la réserve intégrale, les auteurs relatent les grandes phases préalables à la mise en place du programme de restauration écologique décennal (2010-2019). Une période intermédiaire, de 2007 à 2010, a été consacrée à diverses études de faisabilité, à la construction du projet avec le Conseil scientifique du Parc national de Port-Cros et à la recherche de fonds. 2010 a vu le démarrage de ce programme d'une grande originalité, mêlant études scientifiques et actions d'éradication d'espèces exotiques envahissantes. Parmi ses points forts, nous pouvons citer le cadrage scientifique rigoureux, les suivis scientifiques répliqués du début à la fin du programme pour tirer un bilan incontestable, le statut de réserve intégrale (seulement deux en France à l'heure actuelle) protégeant des impacts anthropiques directs et la lutte contre deux taxons exotiques envahissants, l'un végétal, l'autre animal. Ces travaux font l'objet de restitutions régulières auprès des gestionnaires d'espaces naturels et du monde scientifique. Une autre conséquence très positive de cette expérimentation consiste en la fédération d'énergies engendrées par les nombreux partenaires : financeurs, scientifiques, alliés techniques.

Suite aux cinq années écoulées, ayant permis la réalisation de toutes les étapes prévues, en particulier l'essentiel des tâches d'éradication, il est désormais possible de faire entrer Bagaud dans sa vocation d'« atelier scientifique » ouvert aux chercheurs, en particulier dans le vaste domaine du changement global.



Parc national
de Port-Cros

BAGAUD
Réserve intégrale



institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie
marine et continentale

Le programme de restauration de la réserve intégrale de l'île de Bagaud : de la réflexion à la mise en œuvre.

A. ABOUCAYA, A. BARCELO, PNPC

E. KREBS, IMBE

A. PASSETTI



.PLAN

- Rappel historique. Grandes dates
- La création de la Réserve. Les engagements du Parc national
- Les études préliminaires de faisabilité
- 2010, le démarrage du programme
- Les grandes réalisations 2010-2014
- Les partenaires
- Quel futur ?

Création de la réserve. Enjeux. Engagements de gestion

- Création de la réserve intégrale des îlots de Port-Cros : décret 2007-757 du 9 mai 2007 (Îlots de Bagaud, Rascas et Gabinière)
- Seules activités possibles, devant être autorisées par le CS : études scientifiques, opérations de police ou de secours, réhabilitation écologique.



Réserve intégrale des îlots de Port-Cros.

Accès strictement réservé
aux scientifiques autorisés par le Parc national.

*Acces stricktly restricted
to scientists authorised by the National park.*

Création de la réserve. Enjeux. Engagements de gestion

- Objectifs validés par CNPN 17 oct 2002 :
 - étude dynamique de la biodiversité des écosystèmes insulaires hors impact du tourisme
 - protection renforcée des habitats et espèces rares, menacées ou protégées avec mise en place d'une gestion appropriée
 - lutte contre les menaces pesant sur le milieu

Bref rappel historique. Grandes dates

- Affectation au Conservatoire du Littoral le 9 juillet 2008
- Ile sentinelle (réseau Petites Iles de Méditerranée) : 14 novembre 2009
- Réunion lancement : 5 février 2010

Présentations en CS et en CA

- CS 2007 : accords pour l'éradication du Rat noir et le lancement d'une étude de faisabilité pour l'éradication des griffes de sorcière
- CS 2008 et 2009, avis favorables.
- CA 17 novembre 2008, avis favorable de principe pour le programme décennal
- CA 19 juillet 2010, avis favorable pour demande de subvention européenne Feder

Les études préliminaires de faisabilité

- Au nombre de 3
- Etude faisabilité éradication du Rat noir
- Etude faisabilité éradication des griffes de sorcière
- Etude globale (2010)

Etude faisabilité éradication Rat noir. Marine PASCAL, 2006



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.



Encadrant : Eric VIDAL, IMEP-CNRS UMR 6116,
Université Paul Cézanne
Bâtiment Villermin, Domaine du Petit Arbois, Avenue Philibert - BP 80
13545 Aix-en-Provence cedex 04 - France

Rapport de stage

Master 2 pro SET BIOSE EEGB
Sciences de l'Environnement Terrestre, Bio-Sciences de l'environnement, Expertise
Ecologique et Gestion de la Biodiversité

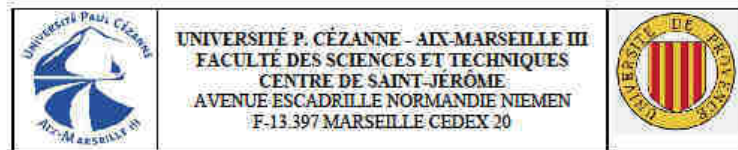
Marine PASCAL

Février-Septembre 2006



- Méthodologie
- Attendus
- Début de point zéro grâce à des inventaires plantes vasculaires, insectes, reptiles, oiseaux
- Risques envisagés
- Conclusion favorable

Etude faisabilité éradication Griffes de sorcière, Aurélie PASSETTI, 2009

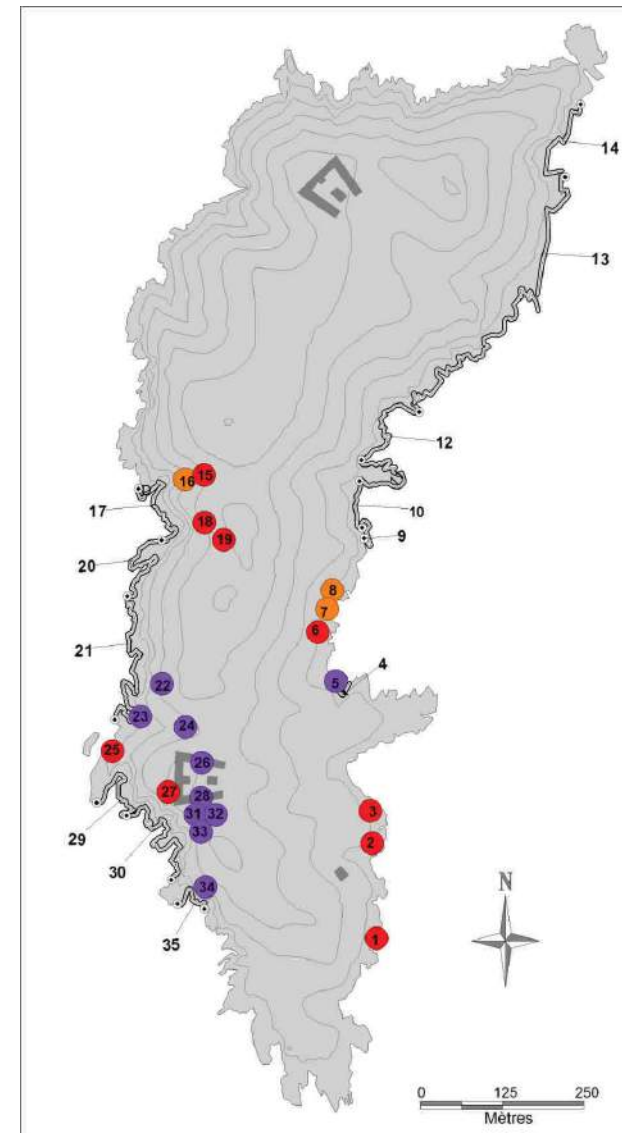
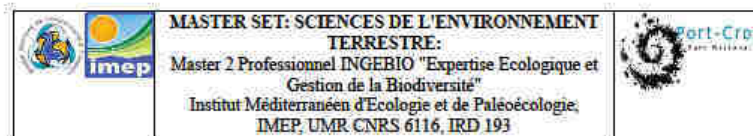


Restauration écologique de l'île de Bagaud par suppression des taxons envahissants : étude de faisabilité préalable à l'éradication des griffes de sorcière (*Carpobrotus spp*)



Présenté par : Aurélie PASSETTI

Directeurs de stage : Dr Eric VIDAL & Dr Frédéric MEDAIL



Secteurs prospectés à pied
Niveau de priorité estimé

- Maximal (10)
- Modéré (9)
- Faible (3)

Secteurs prospectés depuis l'embarcation
Niveau de priorité estimé

- Non déterminé (13)
- Délimitation des secteurs
- Limite

Etude faisabilité éradication Griffes de sorcière, Aurélie PASSETTI, 2009

BAGAUD - SECTEUR N°1					
Date du relevé: 11/04/09	Altitude: 1m		Exposition: SSE		
Coordonnées Lat/long: (WGS 84)		X: 6.364590 deg	Y: 43.006410 deg		
ACCES					
Accessibilité:	X Terre	Mer			
Difficulté d'accès:	Facile	X Moyen	Difficile		
Pente:	Plat	X Peu	Très peu		
Proximité immédiate de falaise: oui	X Basse	Moyenne		Haute	
SUBSTRAT & VEGETATION***					
Type de végétation: ceinture halophile à <i>Limonium pseudospartum</i> , <i>Crochium maritimum</i>					
Recouvrement végétal: 2	Arbustes hauts (2-4m):	Rocher: 5	Terre nue:		
Arbustes hauts (>10m):	Arbustes (0,5m-2m): 2	Bloc: 2	Litière:		
Arbres (4-10m):	Herbacées (<0,5m): +	Cailloux: 1	Cryptogame:		
Espèces patrimoniales: <i>Limonium pseudospartum</i>					
LOCALISATION & ILLUSTRATION					
					
TACHE(S) DE CARPORROTUS					
Dénomination	Type de substrat	Recouvrement total	Nécroses: ***	Superficie	Stockage potentiel
Tache 1 (1)	Rocher	5	1	8m²	Ce Sur la roche
INVENTAIRE DES ESPECES VEGETALES A L'INTERIEUR DES OU DE LA TACHE(S)					
Espèces végétales	Dénomination	Origine	Statut		
<i>Crochium maritimum</i>	1	Indigène			
<i>Limonium pseudospartum</i>	1	Indigène	Protection nationale		

- Inventaires botaniques
- Etude des risques sur les localités de plantes patrimoniales
- Elaboration méthodologique
- Inventaire et cartographie des secteurs colonisés

2010, le démarrage

- Mise en place de protocoles standardisés, reproductibles destinés à dresser un état des lieux initial ou « T-zéro »
- Flore et végétation
- Reptiles
- Oiseaux terrestres et marins
- Insectes
- Expérimentation méthodologique pour l'arrachage des griffes de sorcière

Grandes réalisations 2010-2014

- 2010-2014. Mise en place des protocoles de suivis standardisés puis réalisation chaque année
- 2011. Ouverture des layons



Grandes réalisations 2010-2014

- 2011. Eradication initiale du Rat noir
- 2011. Réalisation d'un clip



Grandes réalisations 2010-2014

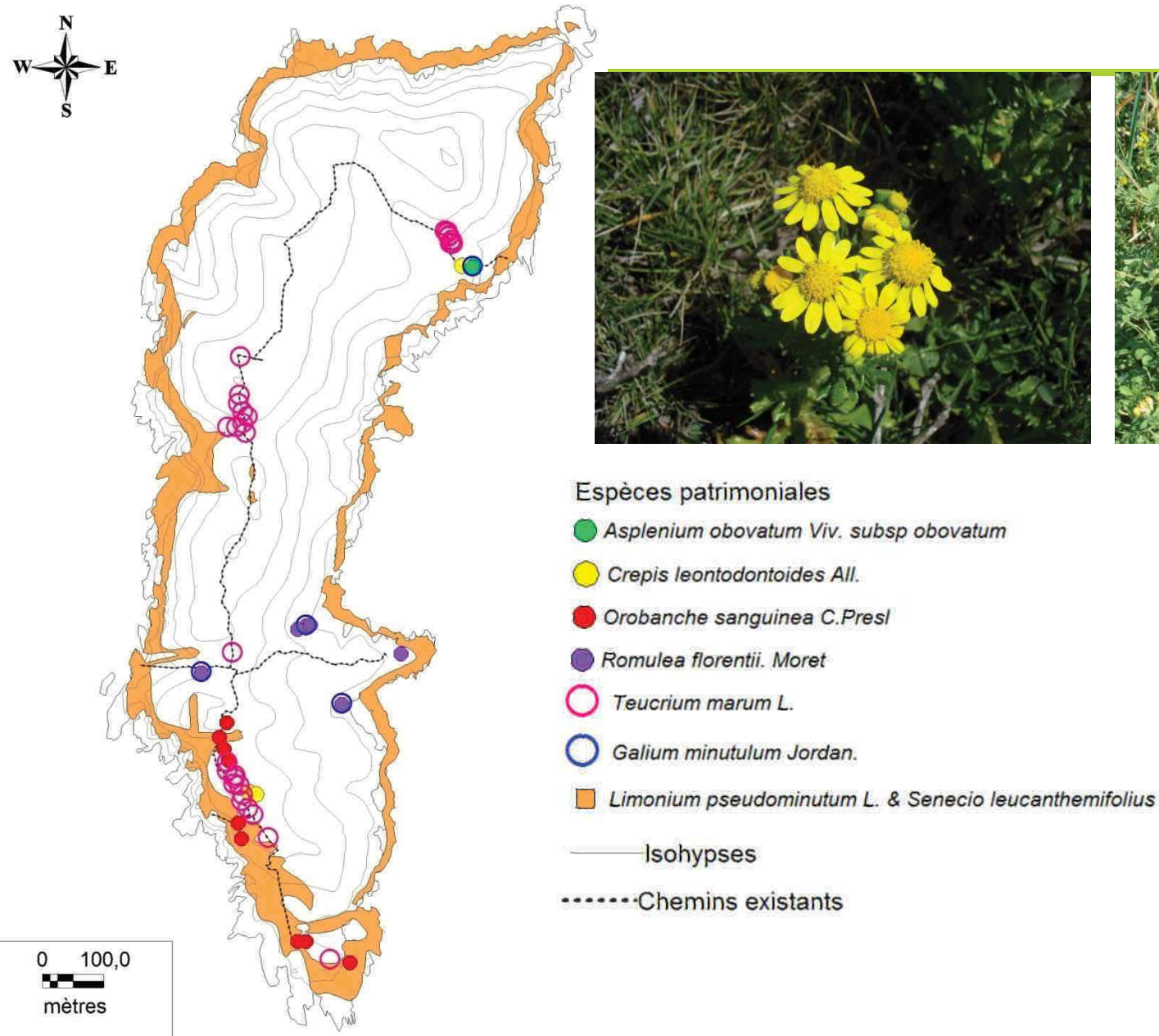
- 2011 et 2012. Eradication initiale des griffes de sorcière
- 2012-2014. Contrôles périodiques de réinfestation (« Biosécurité ») pour le Rat noir
- et les griffes de sorcière



Un programme original, ambitieux et fructueux

- Nombreux acquis naturalistes
- Meilleure connaissance du fonctionnement des écosystèmes insulaires méditerranéens
- Transmission des savoirs (réseaux scientifique et gestionnaire, ateliers internationaux)
- Seul programme mêlant une double éradication à des suivis multi-taxons en Méditerranée (monde?)
- Extraordinaire synergie de partenaires
- Bonne motivation de la direction du PNPC

• Cartographie des espèces patrimoniales



Publications scientifiques depuis le début du programme

- **Chenot J. et al.**, sous presse. Consequences of iceplant (*Carpobrotus*) invasion on the vegetation and seed bank structure on a Mediterranean island : response elements for their local eradication. *Acta Botanica Gallica*
- **Colombo R. & Abba A.**, 2014. Premières observations de Fourmilions (*Neuroptera Murmeleontidae*) sur l'île de Bagaud,*Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 28 : 165-168.
- **Krebs E. et al.**, 2014. Actualisation de la liste des végétaux vasculaires de l'île de Bagaud. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 28 : 87-112.
- **Ruffino L. & Vidal E.**, 2012. Influence des ressources apportées par les goélands leucophées *Larus michahellis* et les griffes de sorcière *Carpobrotus spp.* Sur la masse corporelle des rats noirs *Rattus rattus* de l'île de Bagaud. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 26 : 195 -206.
- **Ruffino L. & Vidal E.**, 2012. Importance de la griffe de sorcière *Carpobrotus spp.* comme ressource pour les rats noirs *Rattus rattus* de l'île de Bagaud. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 26 : 173-193.

Publications scientifiques depuis le début du programme

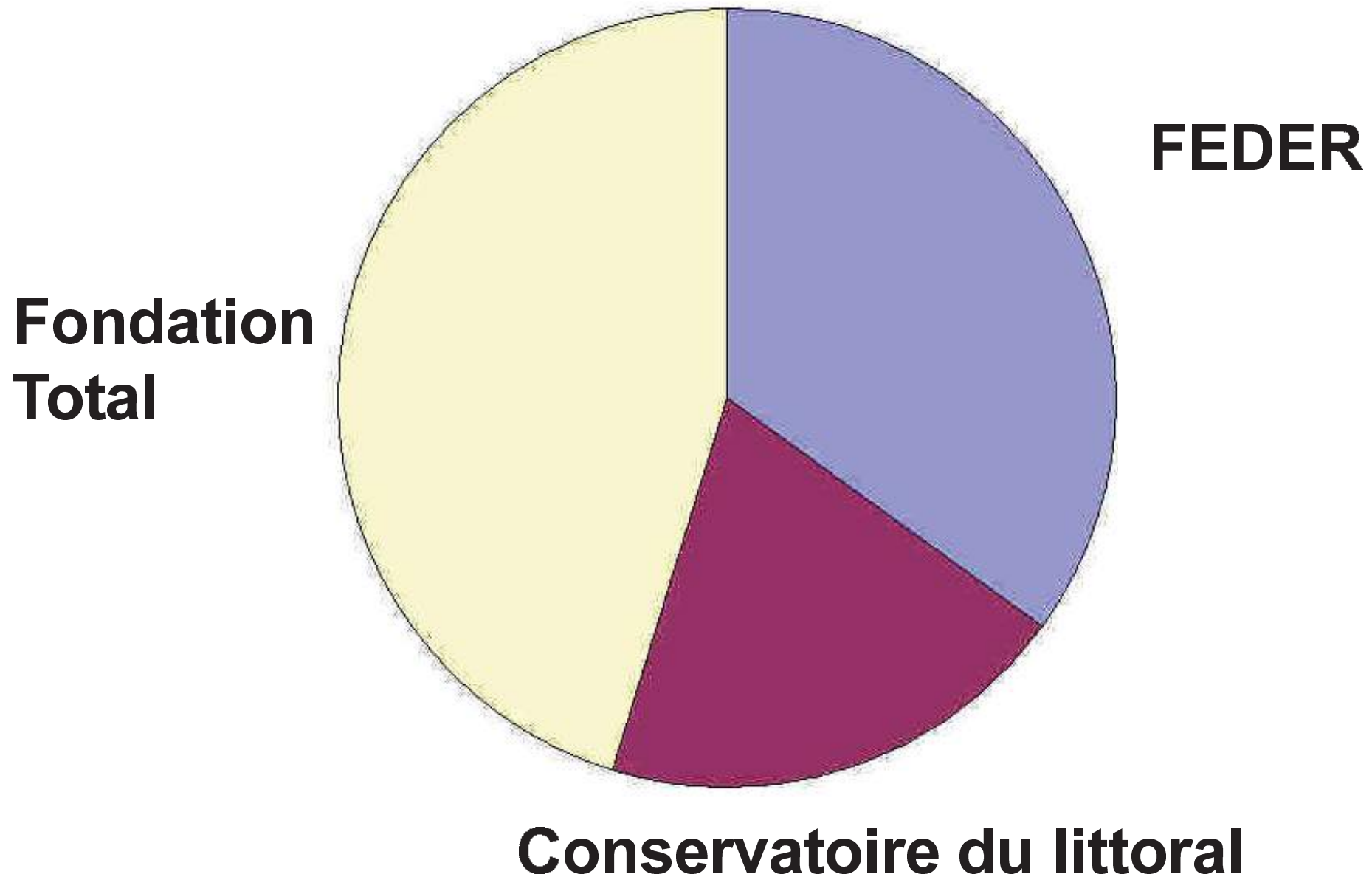
- **Ruffino L. et al.**, 2014. Eradications as scientific experiments : progress in simultaneous eradications of two major invasive taxa from a Mediterranean island. *Pest Management Sci*
- **Passetti A. et al.**, 2012. Restauration écologique de la Réserve intégrale de l'île de Bagaud et « état zéro » des suivis scientifiques : synthèse méthodologique. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 26 : 149-171.
- **Pavon D. et al.**, 2012. La fausse-veloutée des chênes-lièges *Urticicola suberinus* (Bérenguier, 1882) (Mollusca, Gastropoda, Hygromiidae) sur l'île de Bagaud. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 26 : 269-273.
- **Ponel P. et al.**, 2012. *Cis quadridentulus* Perris, 1874 sur l'île de Bagaud,...(Coleoptera Tenebrionoidea Ciidae). *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 26 : 275-277.

A tous les partenaires, UN GRAND MERCI

- Partenaires financiers



Financements (environ 600 000 euros)



A tous les partenaires, UN GRAND MERCI



- Partenaires scientifiques

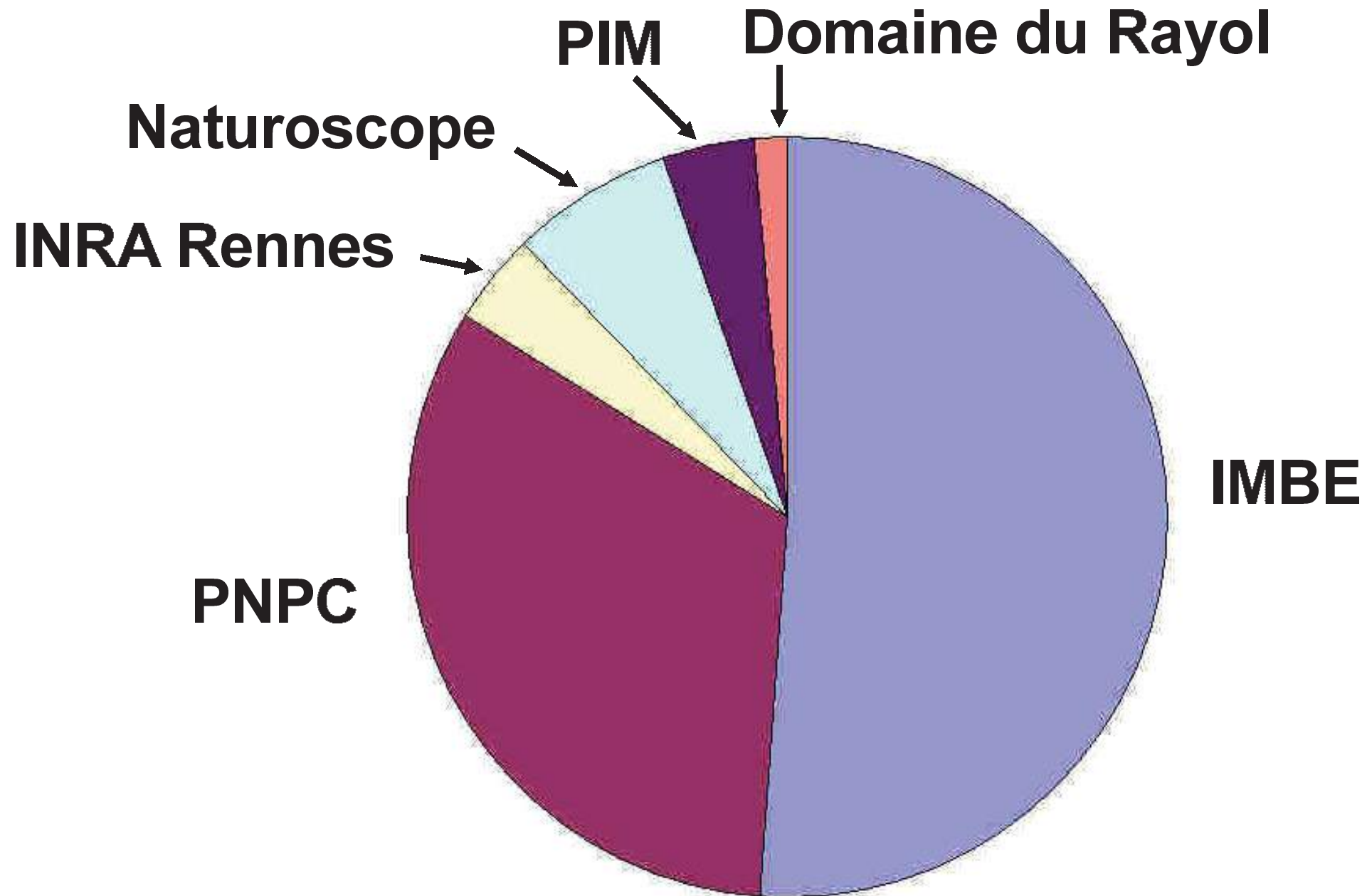
-

- Partenaires techniques

-



Principaux partenaires techniques en temps agent en hommes/jours : 1 637 (2009-2014)



A tous les participants aux missions, UN GRAND MERCI

Equipe dératisation 2011: L. Baudot, F. Bastélica, A. Bleomelen, P. Caraglio, C. Chartier, H. Deméringo, L. Dubief, B. Duperron, A. Gérard, A. Martineau, C. Santelli, M. Seguy

ONCFS : A. Le Cras, J. Nissen

INRA RENNES : P. Lequilliec, O. Lorvelec, M. Pascal

DREAM : G. Berger, E. Bonnaud, S. Mériotte

REPTIL' VAR : A. Abba, J. Gauthier, R. Eudeline, G. Martinerie

ONF : D. Guicheteau, D. Gynouvès, C. Famel

BENEVOLES: L. Baud, L. Béranger, J. Clair, A. Didier, N ; Eloy, L. Farsac, J. Lombard, C. Santelli, MA. Thiébaud, M. Thoré

IMBE : E. Krebs, L. Berville, J. Braschi, L. Brousset, E. Buisson, H. Deméringo, S. Decock, F. Médail, JY Meunier, A. Passetti, D. Pavon, P. Ponel, C. Santelli

PNPC : A. Aboucaya, F. Alary, K. Audemard, J. Assante, N. Bigeard, A. Barcelo, L. Boitel, C. Bongard, D. Biemann, B. Caraty, J. Cerisier, C. Chambige, JY Clou, M. Corre, L. Dixon, B. Escoffier, D. Forestier, C. Gérardin, P. Gillet, C. Graillet, R. Jambon, R. Jaubert, M. Jarin, Y. Limouzin, S. Lochon, M. Peirache, D. Poncin, F. Rifflet, A. Terreau, E. Terrin, N. Vaselly, R. Viviani...

MEDPAN : M. Lang, B. Meola, JP De Palma

Association Naturoscope : C. Gombert, L. Panzani, JM Chianea, C. Ringwald, O. Bououarour, C. Collette, M. Dairou, R. Dhifalli, M. Guedhami, M. N. & I. Grunova, R. Ponzo, C. Raymond, A. Sagnier.....

Petites Iles de Méditerranée : C. Damery, M. Thévenet, A. Abiadh, M. Ben Slimene, M. Bezi, M. Boukrouk, I. Budinsky, A. Ghedira, J. Jrijer, L. Kikkert, A. Kilani, L. Malherbe, R. Ouni, A. Peculi, V. Rivière, S. Ruci, L. Tinga, H. Zaghdoudi,

Domaine du Rayol : A. Adequin, J. Costa, B. Debeauvais, I. Gaye, C. Glize, A. Menseau, T. Ramza, S. Vorkaufer.

Quel futur ?

- Programme décennal (2010-2019)
- Prioritaire pour le Parc national de Port-Cros (Stratégie scientifique et Charte)
- Atelier scientifique pour étudier le changement global
- Vers une protection marine renforcée ? : zone de non-mouillage et extension en mer de la Réserve intégrale ?
- Quels financements ?





Parc national
de Port-Cros

BAGAUD
Réserve intégrale



institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie
marine et continentale



Merci de votre attention



CONTACT

Annie Aboucaya

Courriel : annie.aboucaya@portcros-parcnational.fr

Tel : 04.94.12.89.25

L'ERADICATION DU RAT NOIR D'ILES MEDITERRANEENNES : UNE METHODE INTEGRANT PIEGEAGE ET LUTTE CHIMIQUE

Olivier LORVELEC¹, Patricia LE QUILLIEC¹, Damien FOURCY¹, Michel PASCAL^{1†}, et nombreux collaborateurs

¹*Institut national de la recherche agronomique (INRA), UMR 0985 Écologie et santé des écosystèmes, Équipe écologie des invasions biologiques, Rennes, France.*

*Contact : olivier.lorvelec@rennes.inra.fr

Résumé : Sous l'impulsion de Michel Pascal, aujourd'hui décédé, l'équipe Écologie des invasions biologiques (EIB) de l'INRA de Rennes a développé des travaux sur les invasions biologiques de mammifères en contextes insulaires depuis une vingtaine d'années, travaux à la fois scientifiques et de gestion. Elle a, en particulier, acquis une expérience dans la maîtrise de l'éradication de différentes espèces de rats introduits sur des îles de petites dimensions (moins de 115 ha), dans plusieurs régions du monde (Méditerranée, Bretagne, Antilles françaises, Polynésie française, Nouvelle-Calédonie).

La méthode mise au point est une lutte intégrée qui associe le piégeage non vulnérant et l'utilisation limitée d'appâts toxiques. Des mesures de biosécurité sont nécessaires pour compléter une éradication réussie. Cette méthode permet de limiter considérablement les intrants de molécules toxiques dans le milieu naturel. Grâce au piégeage, elle permet de récupérer la quasi-totalité des individus d'une population de rats.

Pour le chercheur et le gestionnaire, l'éradication s'intègre dans un programme de recherche-action en biologie de la conservation et de la restauration. C'est dans ce cadre que des suivis écologiques de différentes composantes de l'écosystème doivent être menés sur le long terme, pour valider les hypothèses formulés avant éradication.



Parc national
de Port-Cros

BAGAUD
Réserve intégrale



L'éradication du Rat noir d'îles méditerranéennes : une méthode intégrant piégeage et lutte chimique

Olivier Lorvelec *, Patricia Le Quilliec *, Damien Fourcy *, Michel Pascal *
et nombreux collaborateurs



* INRA, UMR 0985 Écologie et santé des écosystèmes,
Équipe écologie des invasions biologiques

Méthode d'éradication développée par l'INRA (1)

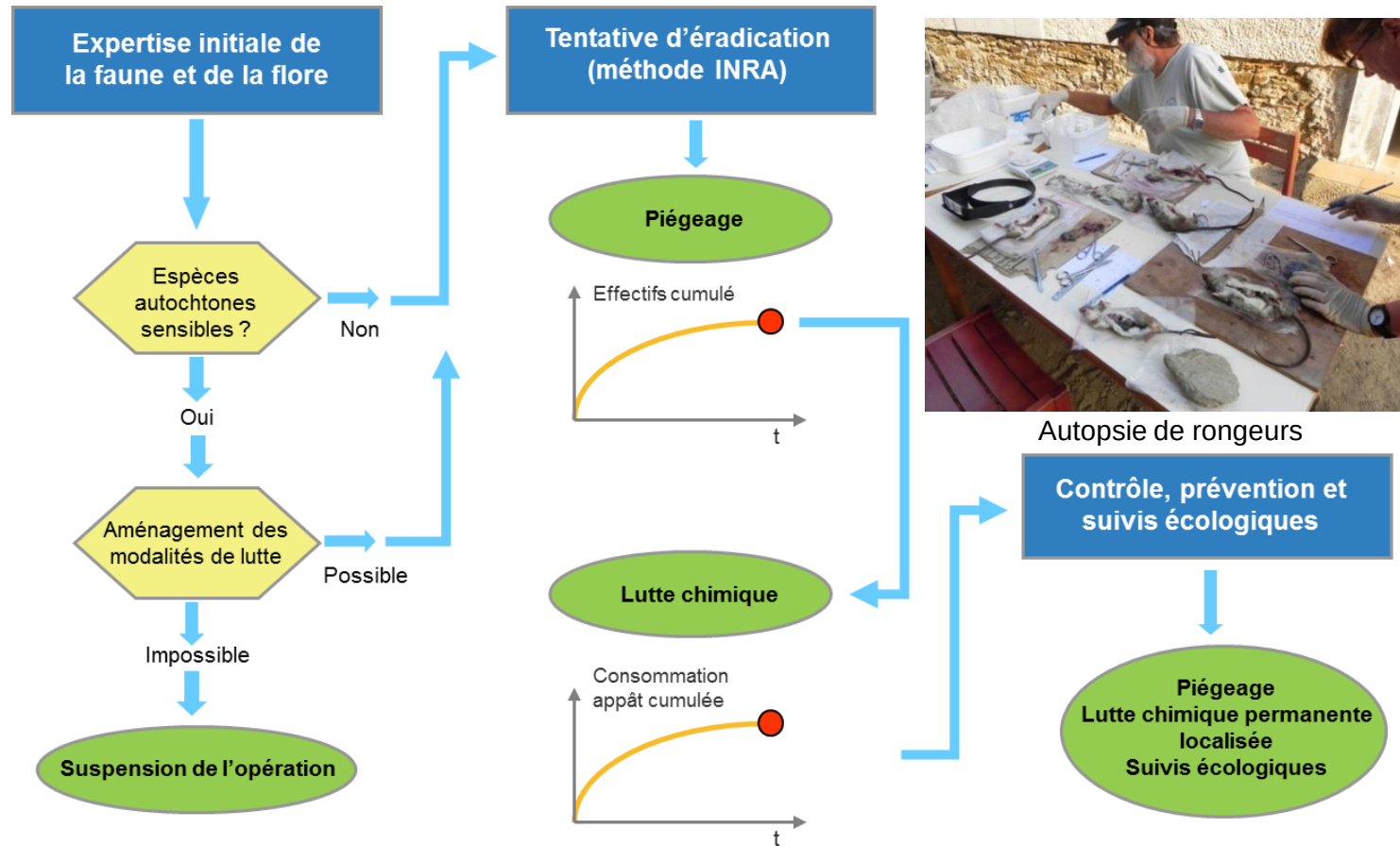
Sous l'impulsion de Michel Pascal, aujourd'hui décédé, l'équipe Écologie des invasions biologiques (EIB) de l'INRA de Rennes a développé des travaux sur les invasions biologiques de mammifères en contextes insulaires depuis une vingtaine d'années, travaux à la fois de recherche et de gestion.

Elle a, en particulier, acquis une expérience dans la maîtrise de l'éradication de mammifères introduits sur des îles de petites dimensions (moins de 120 ha), dans plusieurs régions du monde (Méditerranée, Bretagne, Antilles françaises, Polynésie française, Nouvelle-Calédonie).

En ce qui concerne les rats, la méthode d'éradication mise au point est une lutte intégrée qui associe le piégeage non vulnérant et l'utilisation limitée d'appâts toxiques

- Le piège est la ratière Manufrance. La molécule toxique est la Bromadiolone.
- Cette méthode permet de limiter considérablement les intrants de molécules toxiques dans le milieu naturel.
- Grâce au piégeage, elle permet de récupérer la quasi-totalité de la population ciblée.

Méthode d'éradication développée par l'INRA (2)



Pascal & Chapuis, 2000

Les sites d'études depuis 1999

Rongeurs

Rat noir
 Rat surmulot
 Rat du Pacifique
 Souris domestique

Carnivores

Petite Mangouste indienne
 Furet marron

Bretagne

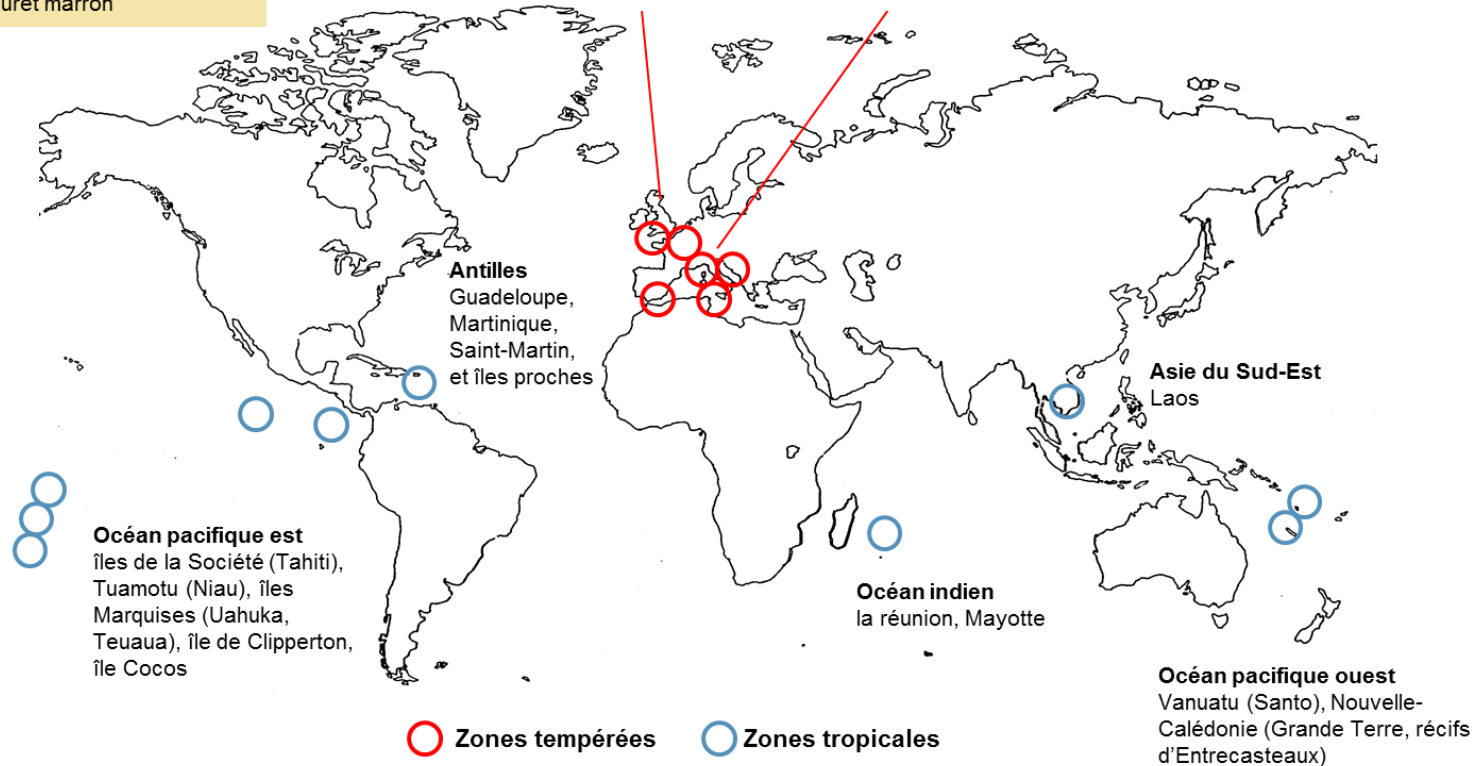
archipels de Molène, Sept-îles, Glénan,
 Rimaux ; îles de Béniguet, Cézembre,
 Tomé, Ouessant, Saint-Riom...

Paris

parc des Chanteraines

Méditerranée

Corse (Lavezzi), îles d'Hyères (Bagaud,
 Port-Cros, Gabinière), archipel de Riou
 (Plate), Albanie (Sazani), Croatie (Mljet),
 Malte (Comino), Tunisie (la Galite, archipel
 de Zembra), Algérie (Habibas)



Îles Méditerranéennes où la méthode a été utilisée et partenaires

Île Plane (archipel de Riou)

RNN de l'archipel de Riou/Conservatoire-Études des Écosystèmes de Provence/Alpes du Sud/INRA...

Île de Bagaud (îles d'Hyères)

PN de Port-Cros/IMBE/ONGs/CELRL/Initiative PIM/INRA...

Île Lavezzi (îles Lavezzi)

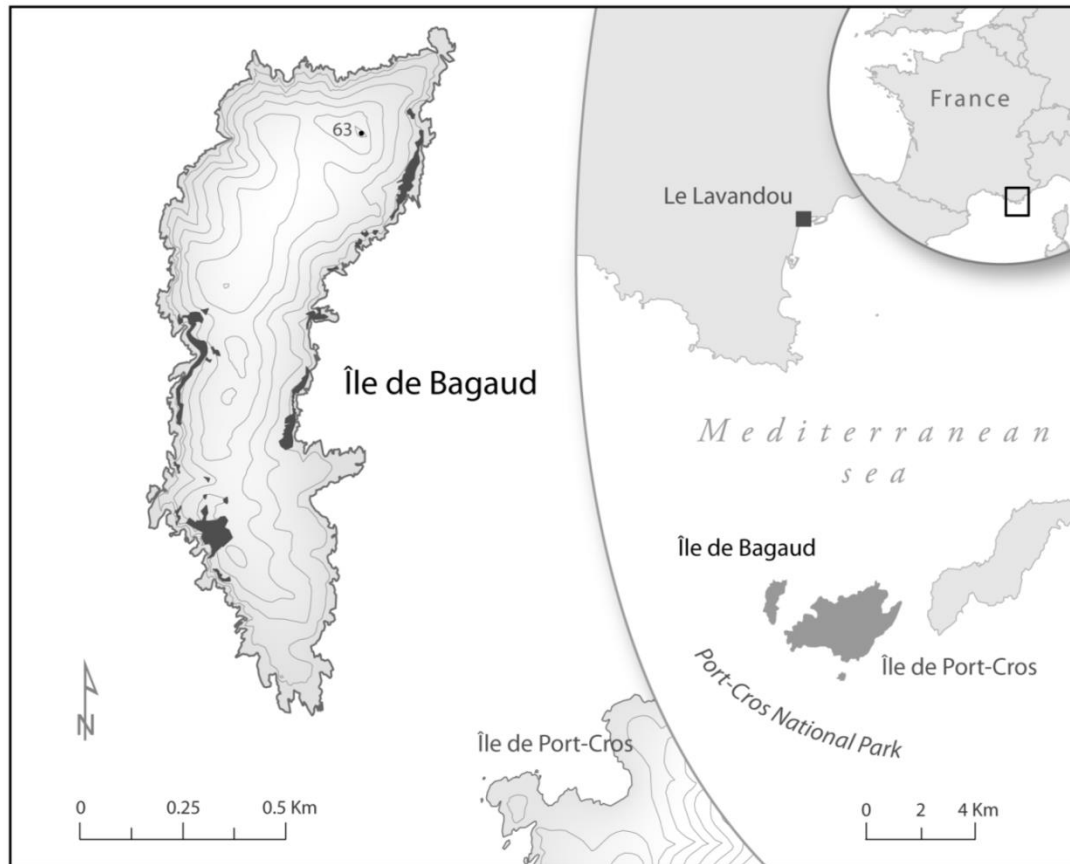
RNN des bouches de Bonifacio/DIREN/PMI des bouches de Bonifacio/Office Environnemental de la Corse/ONCFS/INRA...

Île de Zembretta (archipel de Zembra)

Facultés des Sciences de Tunis/CELRL/Initiative PIM/APAL/ASFEN/CEN PACA/IMEP/INRA...



Exemple de déroulement : l'éradication du Rat noir sur l'île de Bagaud (1)



Rat noir, semi-arboricole



Localisation géographique et carte de l'île de Bagaud avec courbes de niveau et zones de présence de *Carpobrotus* (en gris foncé)

Exemple de déroulement : l'éradication du rat noir sur l'île de Bagaud (2)

Le Rat noir (*Rattus rattus*) est le seul mammifère terrestre présent sur Bagaud. De nombreux travaux ont démontré que la présence de cette espèce « invasive » entraîne des dysfonctionnements majeurs aux écosystèmes insulaires, allant jusqu'à des extinctions.

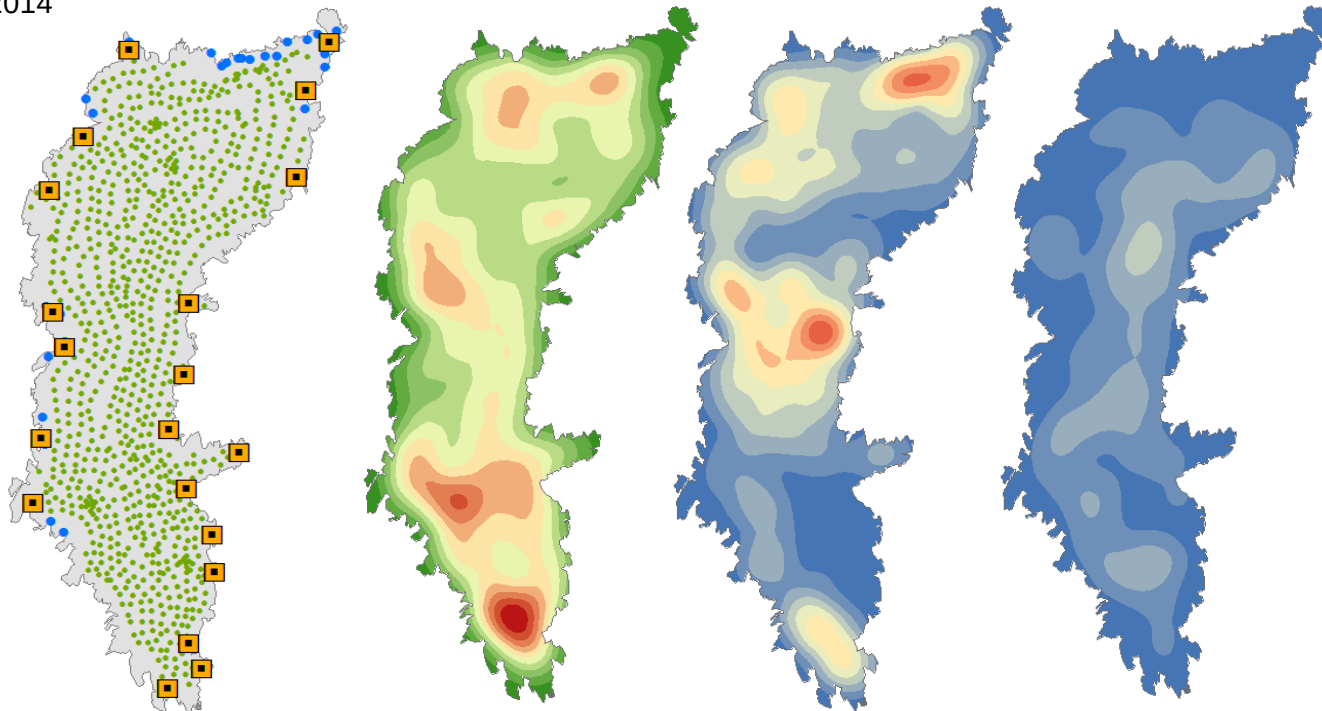
Depuis 2006, dans l'optique d'un programme d'éradication du Rat noir, différents suivis écologiques ont permis d'acquérir des connaissances sur les plantes, les oiseaux, les reptiles et les insectes de l'île.

Tentative d'éradication en 2011

- Les choix du piège (ratière non vulnérante Manufrance), du rodenticide (Bromadiolone dans blocs paraffinés) et de la distance entre deux postes de piégeage et d'appâtage (25m), ont reposé sur les expériences passées.
- La fin de l'été a été choisie car c'est une période de restriction alimentaire pour les rongeurs et parce que les oiseaux ne se reproduisent plus.
- Un total de 886 postes de piégeage et d'appâtage a été disposé sur les 58 ha de l'île. Les pièges ont été relevés en septembre (16 personnes par jour, 8 secteurs, 21 km de layons).
- 1925 rats ont été capturés pour 21045 nuits X pièges (22 nuits).
- La lutte chimique a démarré le 18 septembre 2011 et a perduré jusqu'au mois de juin 2012, avec des contrôles de plus en plus espacés. La lutte chimique a été poursuivie avec 239 postes d'appâtage en zone littorale entre juin et décembre 2012, avec un contrôle mensuel.

Exemple de déroulement : l'éradication du rat noir sur l'île de Bagaud (3)

Ruffino et al., 2014



Île de Bagaud

- (1) Carte des 886 postes de piégeage et d'appâtage, des 29 postes supplémentaires en falaises et des 20 postes permanents en périphérie.
- (2) Densités de Rats noirs capturés en septembre 2011.
- (3) Nombre de blocs d'appâts toxiques attaqués en septembre 2011.
- (4) Nombre de blocs d'appâts toxiques attaqués d'octobre 2011 à juin 2012.

Exemple de déroulement : l'éradication du rat noir sur l'île de Bagaud (4)

Premier contrôle en 2013, après 2 ans

- Destinée à statuer sur le résultat de l'opération d'éradication de septembre 2011, il s'est déroulé en septembre 2013. Un total de 320 ratières, soit 36 % des 886 de 2011, a été utilisé.
- Un unique rat a été capturé pour 1280 nuits X pièges (4 nuits), mais s'est échappé. Cela a eu pour conséquence la mise en place d'une lutte chimique à la fin 2013 et en 2014 et d'un second contrôle en 2014.

Second contrôle en 2014

- Un total de 350 postes a été utilisé en septembre. Piégeage et lutte chimique ont été associés en simultané.
- **Aucun rat n'a été capturé pour 2049 nuits X pièges (6 nuits) et aucun indice de présence n'a été noté, ce qui a permis de conclure à la réussite de l'éradication.**

Mesures de biosécurité indispensables

- L'interdiction de mouillage à moins de 100 m du rivage (au minimum, tout autour de Bagaud).
- La mise en place d'un total de 40 de postes d'appâtage permanent sur le pourtour de l'île
- Le prélèvement de tissus sur tout rat capturé ou trouvé mort sur Bagaud dans l'avenir.

Poursuite des suivis écologiques

Données obtenus sur les mammifères invasifs : cas général

Par le piégeage et la lutte chimique

- Effectifs et densités (global, par milieu écologique, par sexe, par cohorte, etc.).

Par l'autopsie

- Présence ou absence d'ectoparasites.
- Données standards de morphologie externe
 - ✓ Longueurs du corps, de la queue, du pavillon de l'oreille et de la patte postérieure).
- Données obtenues par la dissection
 - ✓ Sexe ratio.
 - ✓ Mâles : longueurs d'une vésicule séminale et d'un testicule.
 - ✓ Femelles : nombres de fœtus et de cicatrices placentaires.
 - ✓ 2 sexes : poids de l'animal entier et de la carcasse.
 - ✓ Présence ou absence d'endoparasites.
 - ✓ Appréciation du contenu stomacal.

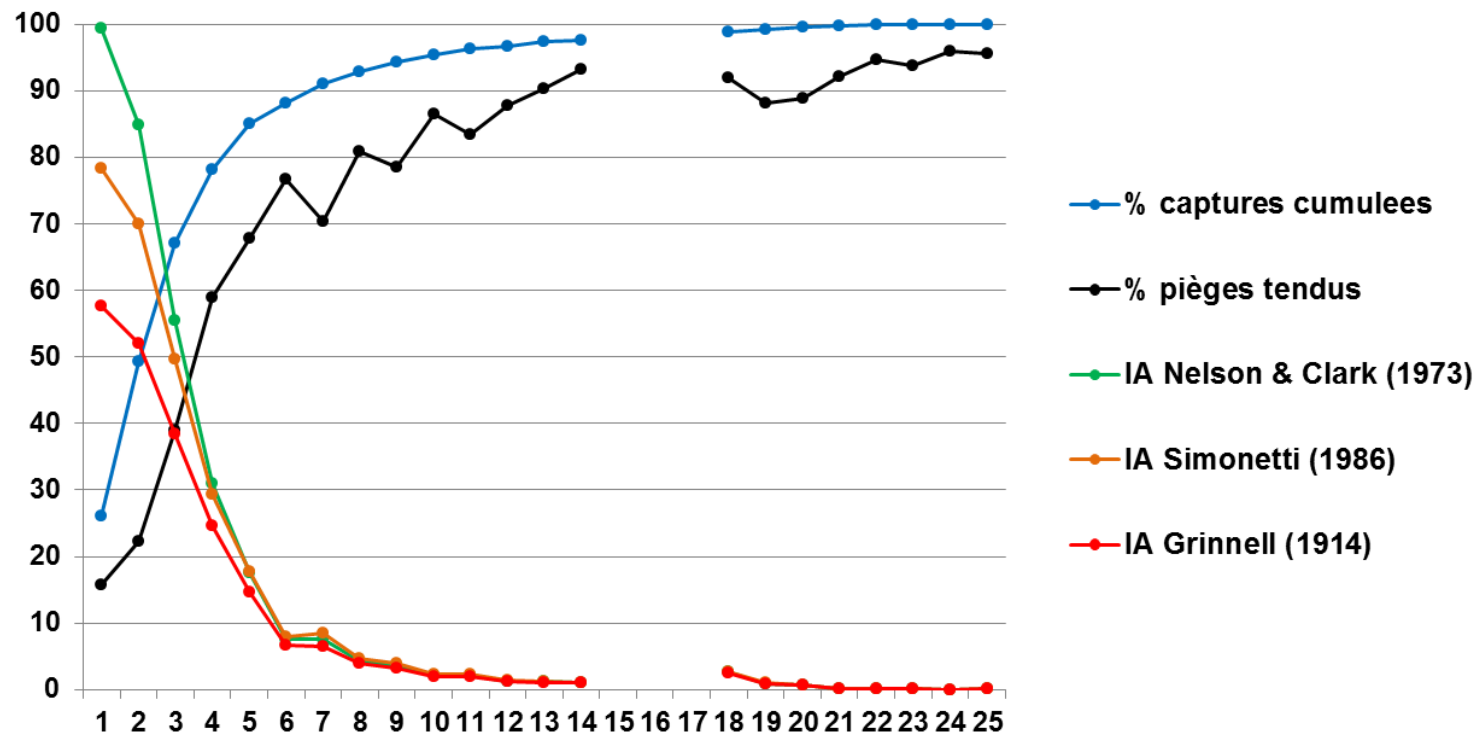
Rat noir



Prélèvements (préservés au frais ou au froid dans de l'éthanol à 96%)

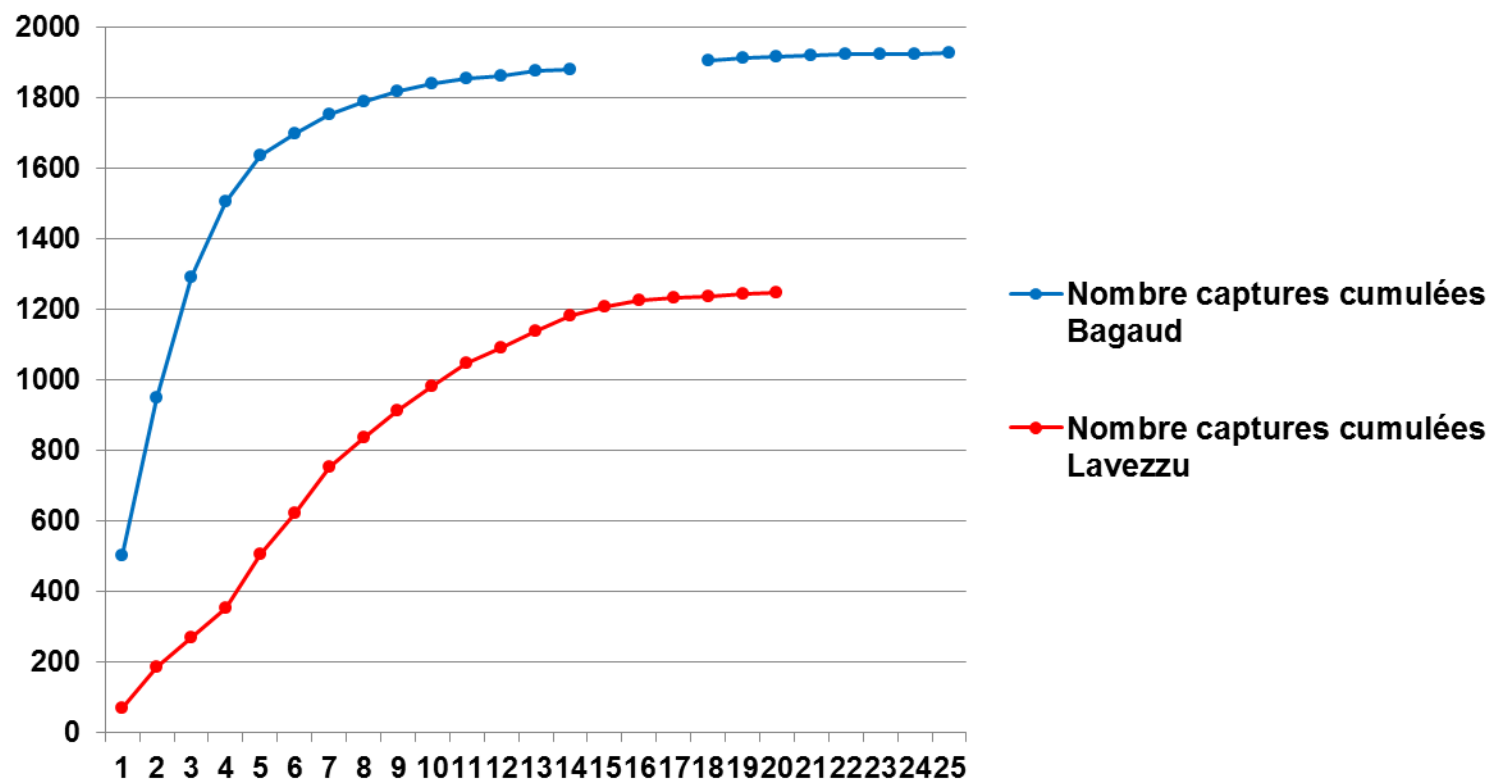
- Prélèvement systématique : doigts en vue d'éventuelles analyses de génétique.
- Prélèvements occasionnels : crânes, parasites, tube digestif, foie, muscles, etc.

Données obtenues sur les Rats noirs sur des îles méditerranéennes (1)



Évolution journalière des paramètres de l'éradication du Rat noir sur l'île de Bagaud (%)

Données obtenues sur les Rats noirs sur des îles méditerranéennes (2)



Evolution journalière du cumul des captures de Rats noirs sur les îles de Bagaud et Lavezzi

Données obtenues sur les Rats noirs sur des îles méditerranéennes (3)

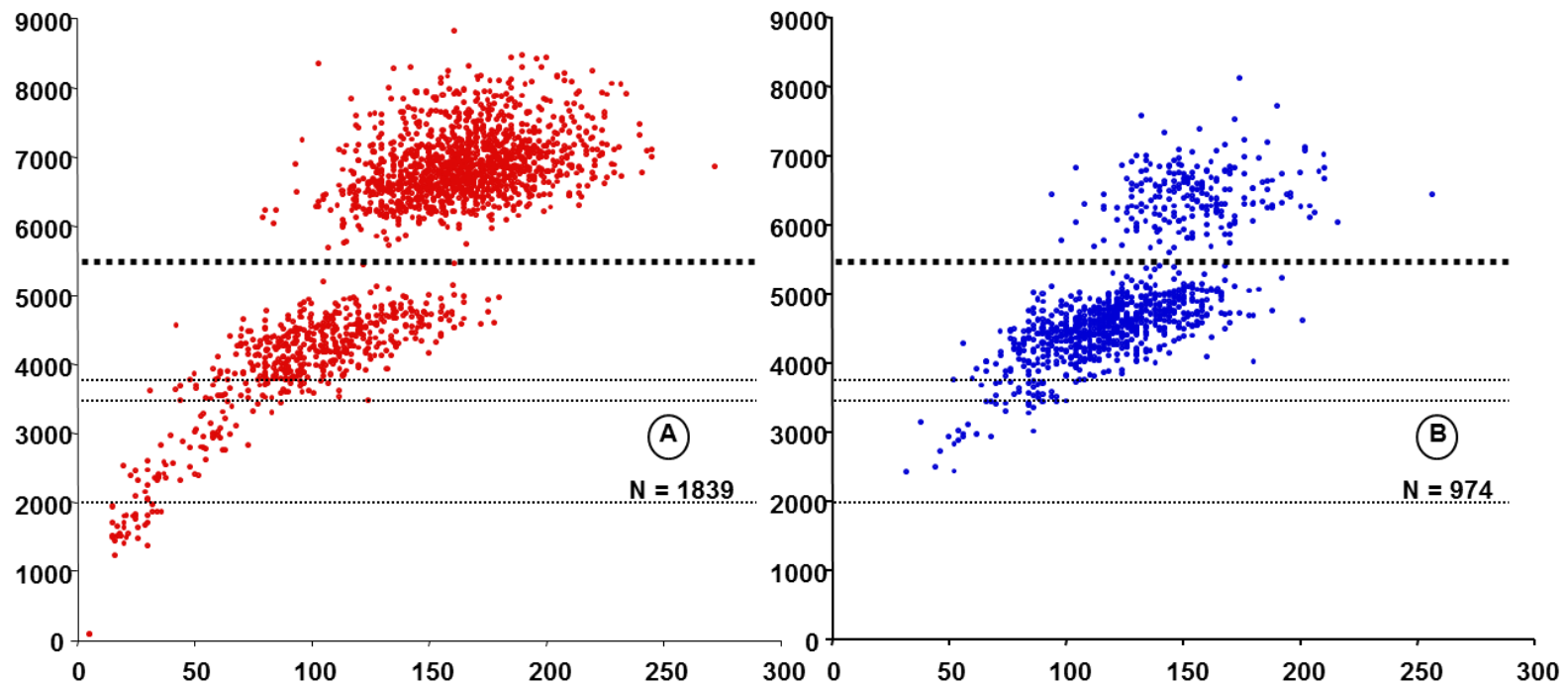


Rat noir

Paramètres démographiques et de reproduction du Rat noir sur 4 îles Méditerranéennes

Ile	Mois	Total captures	Superficie (ha)	Densité rats	Total postes	Densité postes	% males	% femelles repro.
Lavezzi	10 & 11	1248	73	17	441	6	46	0
Plane	08 & 09	764	13,3	57	192	4	56	0,7
Zembretta	10	338	6,5	52	281	43	47	1,4
Bagaud	09	1925	58	33	886	15	49	20,0

Données obtenues sur les Rats noirs sur des îles méditerranéennes (4)



Poids des deux cristallins (10^{-5} g), en ordonnée, en fonction du poids vide (g), tube digestif extrait, en abscisse, pour deux populations de Rats noirs (A : île de Bagaud ; B : île Lavezzi)

Conséquences d'une éradication : cas général

Choix des composantes à étudier

Expertises basées sur les connaissances déjà acquises.

Suivis des taxons autochtones

- Indices d'abondances.
- Succès de reproduction.
- Réinstallations d'espèces (*cf.* oiseaux marins terricoles).

Distinguer réponses attendues et réponses non attendues

Pas de temps

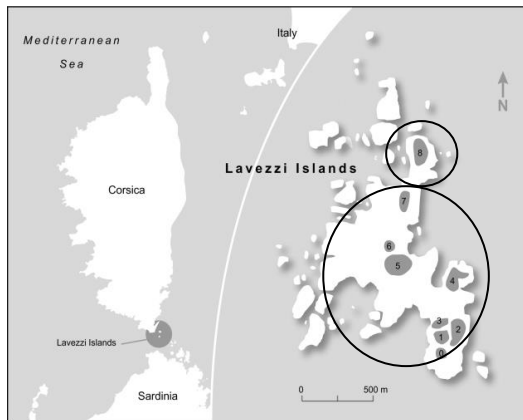
- États passés de l'écosystèmes (documentation historique).
- État initial de l'écosystème au moment de la tentative d'éradication.
- État de l'écosystème au moment du contrôle (1 ou 2 ans après la tentative d'éradication).
- Si l'éradication a été un succès, état de l'écosystème après 5 ans, 10 ans, *etc.*

Conséquence attendue d'une éradication : augmentation du succès de reproduction

Exemple d'éradication réalisée avec la participation de l'INRA

Pascal *et al.*, 2008

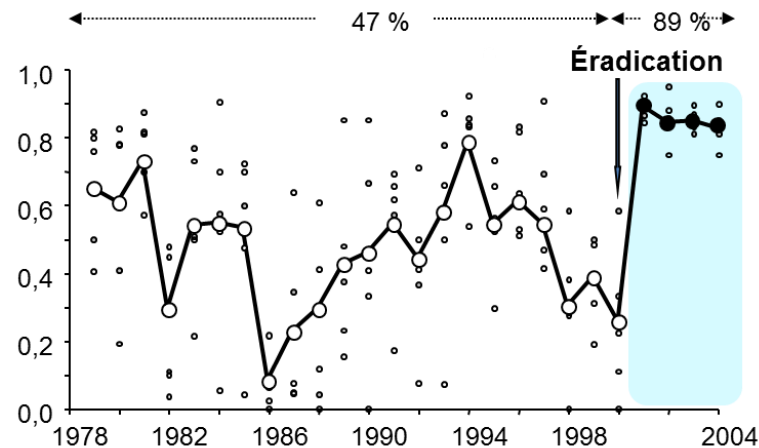
Île Lavezzi (90 ha, RNN des bouches de Bonifacio, Corse du Sud)



Puffin cendré

Éradication du Rat noir (*Rattus rattus*) en 2000.

Augmentation spectaculaire du succès de reproduction des 5 colonies de Puffin cendré (*Calonectris diomedea*).



Conséquence inattendue d'une éradication : arrivée de nouveaux reproducteurs (1)

Exemple d'éradication réalisée avec la participation de l'INRA

Bourgeois *et al.*, 2013

Îles Zembretta et Zembrettina (RN de Zembra, Tunisie)

Le Puffin yelkouan (*Puffinus yelkouan*) est endémique de Méditerranée, « Vulnérable » UICN.

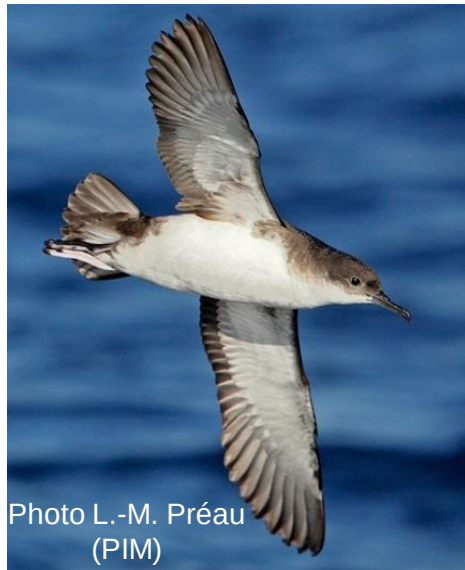
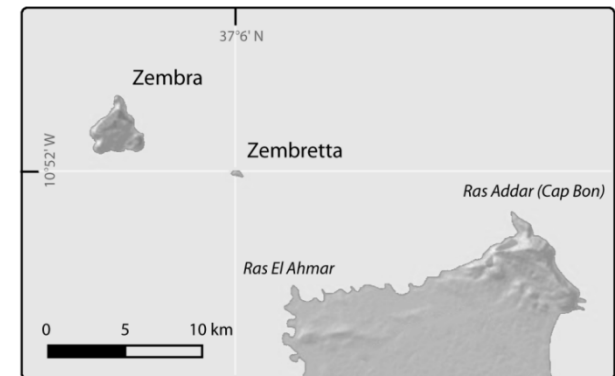


Photo L.-M. Préau
(PIM)

Puffin yelkouan



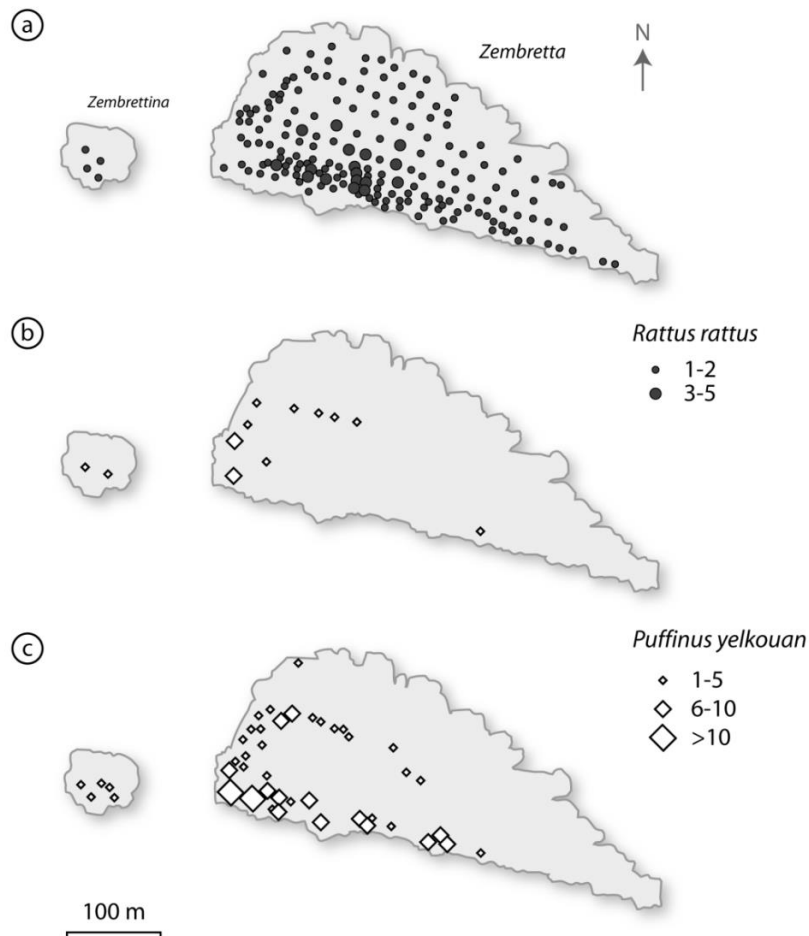
Rat noir

Le rat noir (*Rattus rattus*) a été introduit il y a 1500 ans.

Éradication en 2009.

Augmentation spectaculaire des effectifs de puffins nicheurs.

Conséquence inattendue d'une éradication : arrivée de nouveaux reproducteurs (2)



Year	Number of cavities hosting 1 to 7 pairs						Cav.	Nest
	1	2	3	4	5	7		
Zembretta								
2008	4	2	0	0	0	0	6	8
2009	6	4	1	0	0	0	11	17
2009	5-31/10 rat eradication attempt							
2010	33	4	2	0	0	0	39	47
2011	114	14	2	2	4	0	136	176
2012	84	10	5	1	3	1	104	145
Zembrettina								
2009	5-31/10 rat eradication attempt							
2010	6	1	0	0	0	0	7	8
2011	2	0	0	0	0	0	2	2
2012	6	0	0	0	0	0	6	6

Bourgeois *et al.*, 2013



Parc national
de Port-Cros

BAGAUD
Réserve intégrale



Merci de votre attention

CONTACT

Olivier Lorvelec – INRA



Mail : Olivier.Lorvelec@rennes.inra.fr

Tel : 02 23 48 57 34

LES GRIFFES DE SORCIERE, *CARPOBROTUS* SPP., INVASIVES SUR LE LITTORAL : METHODES D'ERADICATION APPLIQUEES A L'ILE DE BAGAUD ET CONSEQUENCES SUR LA FLORE LOCALE

Elise KREBS¹, Annie ABOUCAYA², Laurence AFFRE¹, Aurélie ALLEGRE¹, Julie CHENOT¹, Camille MONTEGU¹, Aurélie PASSETTI³, Daniel PAVON¹, Elise SAPALY, Elise BUISSON¹

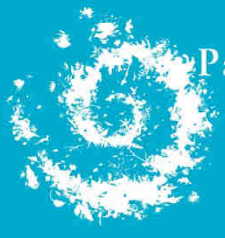
¹Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'écologie marine et continentale (IMBE), UMR CNRS 7263/IRD 237 Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, Aix Marseille Université, France.

²Parc national de Port-Cros, allée du castel Ste-Claire, BP70220, 83406 Hyères cedex.

³Biotope Languedoc-Roussillon, 22 bd Maréchal Foch, BP 58, 34140 Mèze, France.

*Contact : elise.krebs@imbe.fr ; elise.buisson@imbe.fr

Résumé : Les Griffes de sorcières, *Carpobrotus* spp., sont apparues en France au XIX^e siècle. Introduites pour leur caractère ornemental et afin de stabiliser les sols, les *Carpobrotus* spp. ont ensuite largement envahi le littoral méditerranéen. Leurs capacités de reproduction et leur fort recouvrement mettent à mal les fragiles communautés littorales en formant un tapis végétal presque monospécifique. Sur l'île de Bagaud, les Griffes de sorcière occupaient environ 2ha sur le littoral, y compris en falaise. Leur présence menace la flore originale locale, qui compte des populations d'espèces rares et/ou protégées directement contraintes par leur présence à proximité ou aux alentours (i.e. *Romulea florentii*, *Pancratium maritimum*, *Limonium pseudominutum*, *Orobanche sanguinea*). Des expérimentations ont été mises en place afin de déterminer au préalable la méthode la plus appropriée pour l'éradication des Griffes de sorcière sur le site. L'arrachage manuel et le retrait de la litière ont ainsi été appliqués en 2011 sur les zones de plat, et en 2012 sur les zones de falaises. Des arrachages annuels des repousses et germinations ont été et continueront à être réalisés jusqu'en 2015, puis tous les deux ans. Parallèlement, des placettes permanentes (100 m², 16 m² et 1 m²) de suivis de la flore ont été disposées au sein des stations de Griffes de sorcière en 2010. Elles ont été suivies annuellement jusqu'en 2014, en notant les espèces présentes ainsi que leur recouvrement. Trois ans après éradication, la richesse spécifique a doublé dans les placettes de suivi, et le recouvrement en *Carpobrotus* devient très faible. Les communautés végétales, quant à elles, changent différemment dans les deux principales stations. La station sur la côte est occupe un milieu de type halorésistant, et la végétation semble maintenant tendre vers ce milieu de référence. Dans la station de la côte ouest, entourée de matorral bas, il faudra davantage de temps pour atteindre cette formation. Il est donc important de continuer les suivis afin de pouvoir évaluer finement les effets de l'éradication des Griffes de sorcières sur la flore indigène sur le long terme. Les résultats d'un tel suivi pourront encourager d'autres expériences conjointes d'éradication et de suivi à long terme dans les milieux insulaires et littoraux méditerranéens, afin d'apporter des réponses pour la gestion des milieux naturels mais également de fournir des connaissances scientifiques précises en écologie des invasions et en écologie de la restauration.



Parc national
de Port-Cros

BAGAUD
Réserve intégrale



Les Griffes de sorcière, *Carpobrotus* spp., invasives sur le littoral

Méthodes d'éradication appliquées sur l'île de Bagaud et leurs conséquences sur la flore locale

Elise KREBS, Annie ABOUCAYA, Laurence AFFRE, Aurélie ALLEGRE, Camille
MONTEGU, Julie CHENOT, Daniel PAVON, Elise SAPALY, Elise BUISSON
IMBE - PNPC

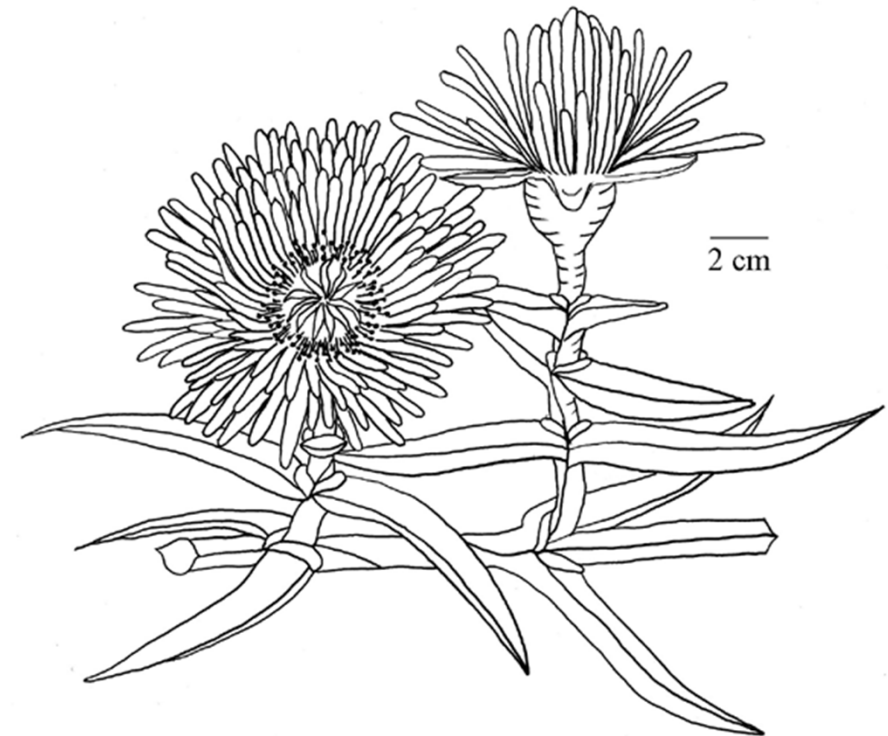
Impacts liés aux plantes exotiques envahissantes

- Diminution de la richesse et de la diversité parmi les espèces végétales indigènes
- Fonctionnement des écosystèmes
 - Altération du cycles des feux
 - Les équilibres hydrauliques
 - La composition des sols
 - Les taux d'évapotranspiration
- Transformation des écosystèmes
 - e.g. 99% des prairies en Californie sont transformés
 - > 100 000 000 ha de zone néotropicale sont transformés en pâturages composés de Poaceae introduites
- Effets directs et indirects
 - Changement d'habitat pour la faune
 - Perturbation des réseaux de pollinisateurs
 - Modification des communautés microbiennes du sol

Carpobrotus spp. – Les Griffes de sorcière

- Plantes grasses formant souvent des tapis de plusieurs mètres de diamètre dans des habitats littoraux
- Fleurs de plusieurs cm de diamètre, formant des fruits comestibles
- Indigènes en Afrique du Sud, Australie, et Chili
- Introduits en Californie, Mexique, Royaume Uni, France, Nouvelle Zélande, Australie... et sur le pourtour méditerranéen

Introduction ornementale
Invasion du littoral
méditerranéen et des
systèmes insulaires



Carpobrotus edulis



*Carpobrotus affine
acinaciformis*

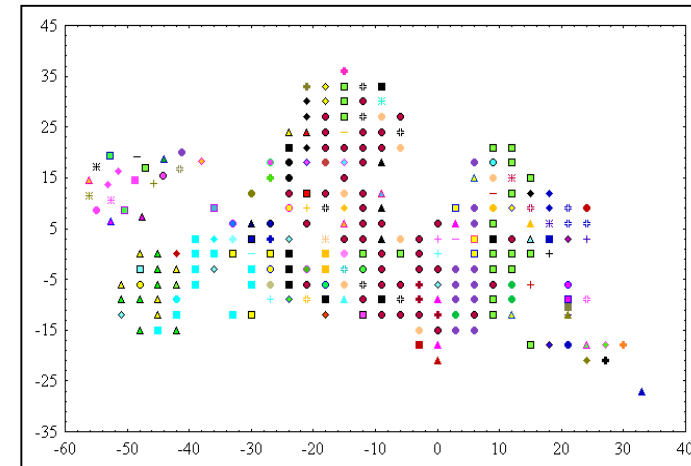


Caractéristiques intrinsèques

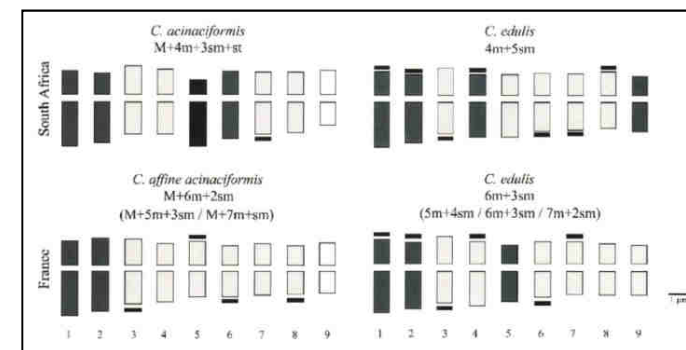
- Absence d'ennemis coévolutifs
- Croissance clonale dynamique
- Formation de taches quasi monopécifiques (10 m de diamètre et 50 cm de profondeur)
- Stratégies de reproduction diversifiées
- Diversité clonale et génétique élevées
- Vigueur hybride importante
- Dispersion diaspores par fourmis et rats
- Variation morphologique et caryologique



Nouveautés génétiques et
Potentialités d'adaptation



Structure multiclonale *C. affine acinaciformis*



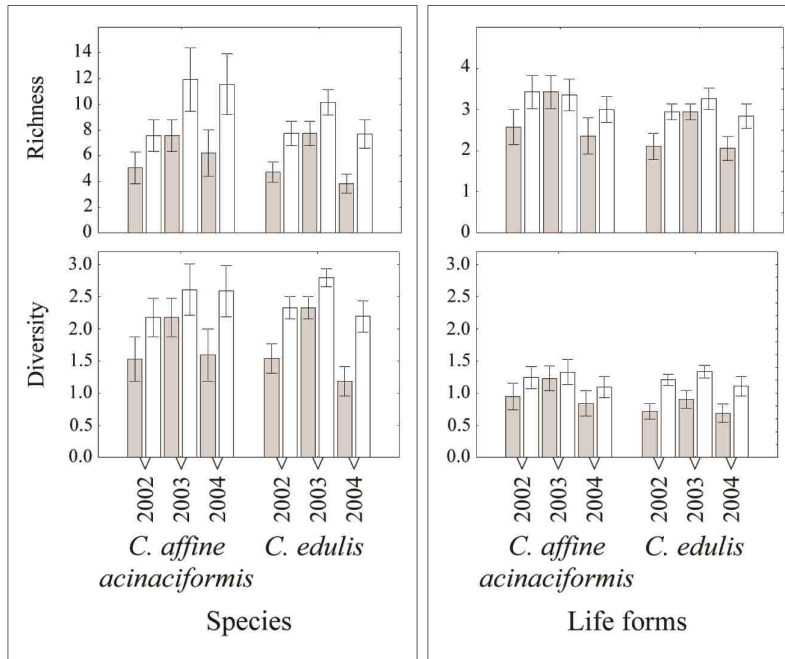
Formule caryotypique / Idiogramme

1 caryotype
Afrique sud

3/4
caryotypes
Provence

van Grunsven et al. 2009, Verlaque et al. 2011, Suehs et al., 2001, 2003, 2004a, 2004b, 2005, 2006

Impacts écologiques

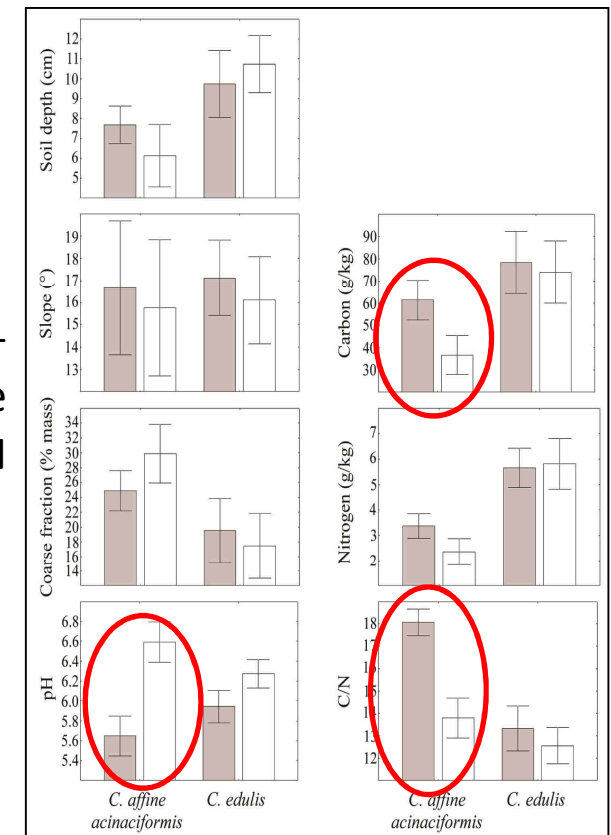


Diminution richesse et diversité des plantes indigènes (régression de *Romulea florentii*, *Polycarpon maritimum*, *Plantago weldenii*)
Disparition de certains groupes fonctionnels et types biologiques



Homogénéisation fonctionnelle
des écosystèmes provençaux
Transformations des sols

Acidification du sol +
Augmentation du carbone organique
et des rapports C/N



Affre & Médail 2010, Affre 2011

Impacts écologiques

Diminution diversité et taux des visites pollinisatrices pour les plantes indigènes *Senecio* et *Lotus* à proximité des deux *Carpobrotus*



Proche des *Carpobrotus* spp.

34% des visites pollinisatrices de *Bombus terrestris* pour *Carpobrotus* spp. / plantes indigènes d'où un détournement de ce pollinisateur par *Carpobrotus*



Restructuration des réseaux
indigènes plante-pollinisateur

Lotus cytisoides



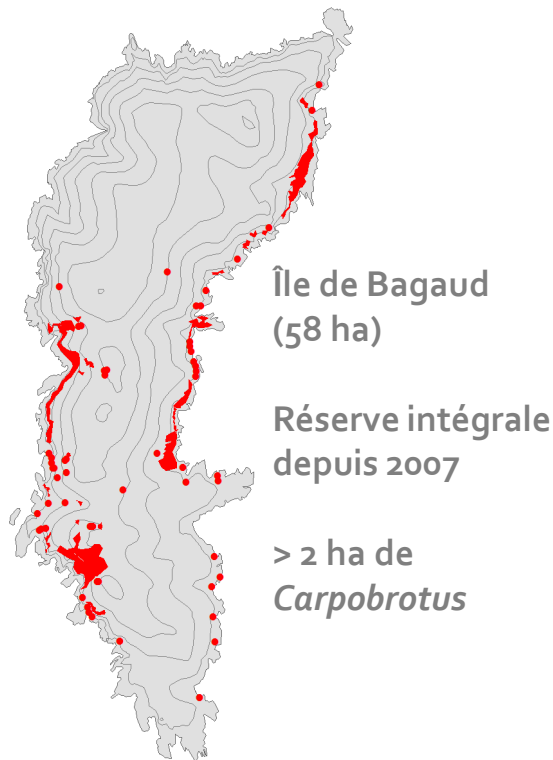
Senecio leucanthemifolius

Cistus monspeliensis



Affre & Médail 2010, Affre 2011

Contexte écologique



216 espèces de plantes
223 arthropodes terrestres
3(4) reptiles
9 espèces d'oiseaux nicheurs terrestres
1(2) oiseaux nicheurs marins



Végétation

- Mattoral sec dominé par *Pinus halepensis*, *Erica arborea*, *Myrtus communis*, *Arbutus unedo*, *Phillyrea* spp., *Pistacia lentiscus* et *Juniperus phoenicea*
- Pelouses du sud de l'île occupées par les goélands
- Rochers avec *Galium minutulum*, vallons humides à *Romulea florentii*
- Végétation littorale à *Crithmum maritimum* et *Limonium pseudominutum*

2009 2011 2012 2013 2019

Etudes de faisabilité,
expérimentations, état initial

Opérations
d'éradication

Opérations de biocontrôle

Suivis post-éradication et valorisation

Expérimentations d'éradication

Expérimentations d'arrachage

- 1) Contrôle dans la végétation autochtone
- 2) Contrôle où les *Carpobrotus* spp. ont été arrachés - **T**
- 3) Enlèvement des rameaux de *Carpobrotus* spp. - **A**
- 4) Enlèvement des rameaux de *Carpobrotus* spp. et de sa litière - **AL**
- 5) Enlèvement des rameaux de *Carpobrotus* spp. et de sa litière et addition de plantes indigènes - **S**

2010
Quadrats 1.5 x 1.5m
(6 répétitions / traitement)



Lotus cytisoides
Dactylis glomerata
Frankenia hirsuta
Senecio cineraria

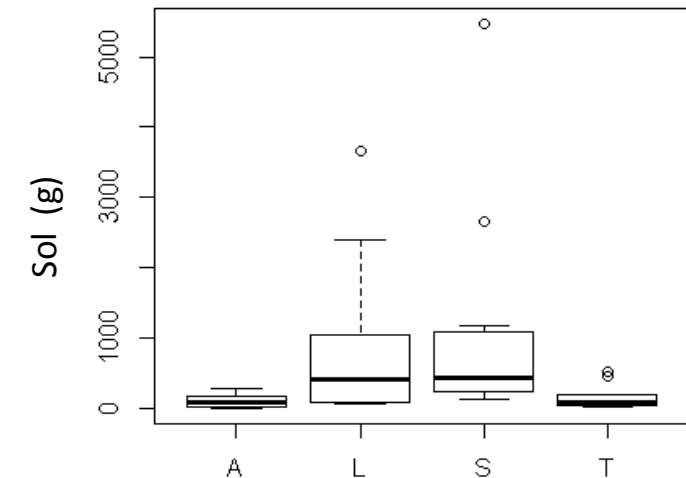
Mesure de l'érosion



Expérimentations d'éradication

Germinations

	Test K-W	A (Arrachage)	AL (Arrachage + retrait litière)	S (Semis)
<i>Carpobrotus</i> sp.	H=14,47 ***	0,5 ± 1,5 ^a	25,3 ± 43,4 ^b	21,8 ± 22,6 ^b
<i>Lotus cytisoides</i>	H=3,12 NS	0,2 ± 0,6	26,9 ± 71,5	22,6 ± 51,8
<i>Dactylis glomerata</i>	H=31,65 ***	0,3 ± 0,9 ^a	0 ^a	79,0 ± 80,5 ^b
<i>Frankenia hirsuta</i>	H=7,62 *	0 ^a	34,4 ± 108,9 ^{ab}	14,33 ± 34,3 ^b
<i>Senecio cineraria</i>	H=27,11 ***	0,4 ± 0,8 ^a	0,2 ± 0,6 ^a	251,1 ± 235,7 ^b



Banque de graines

	<i>Carpobrotus</i>	Sp autochtones
Litière	77,6 %	22,4 %
Sol	40,7 %	59,4 %



Beaucoup de graines de *Carpobrotus* dans la litière
 Forte érosion du sol si enlèvement de la litière

Méthode d'éradication

Arrachage intégral (rameaux + litière)
Andains + géotextile pour lutter contre l'érosion
2 phases : accessible et falaises

Zones accessibles

- **2011** : arrachage initial de plus d'1 ha
- Repasses annuelles de 2012 à 2015
- Puis tous les deux ans



Falaises

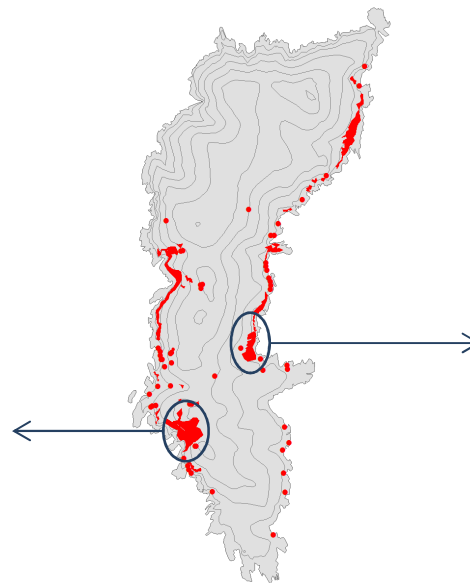
- **2012** : arrachage initial d'environ 1 ha
- Repasses régulières

Suivi photographique

Mattoral bas - *C. aff. acinaciformis*



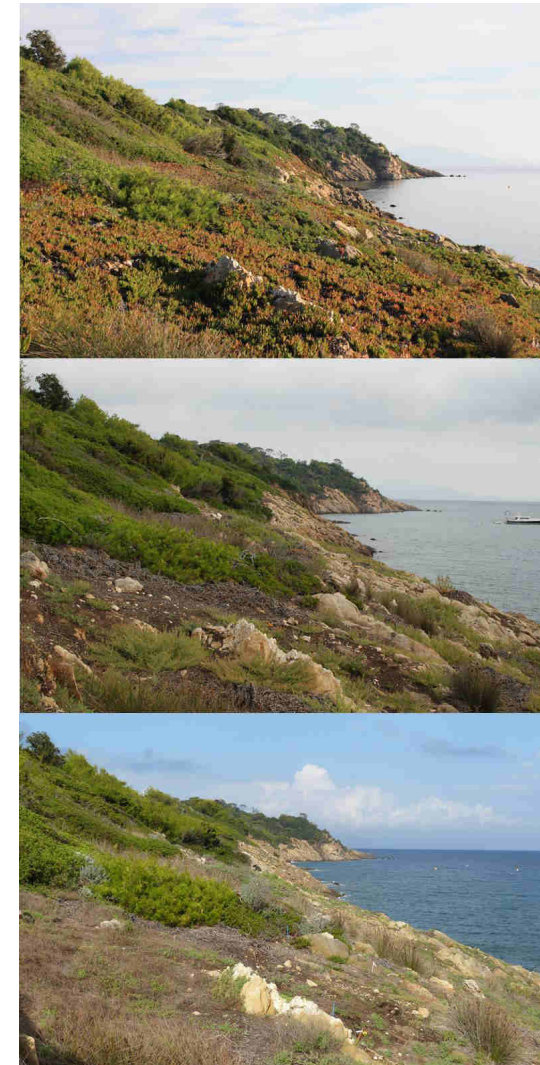
2010 – avant éradication



2012 – 1 an après éradication

2014 – 3 ans après éradication

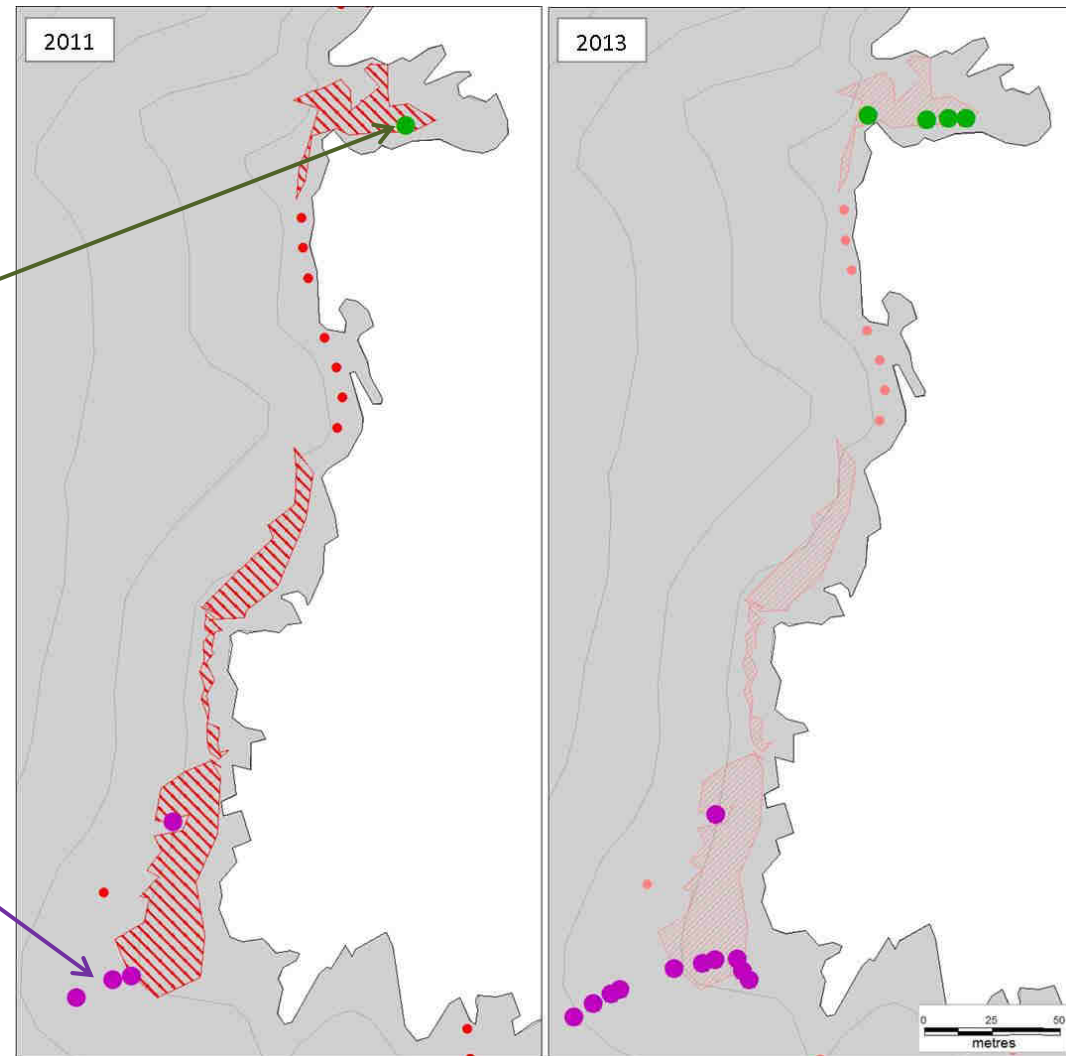
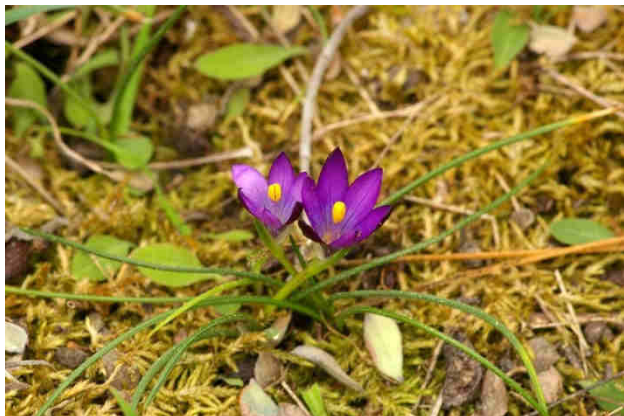
Ceinture halo-résistante - *C. edulis*



Lis maritime (*Pancratium maritimum*)

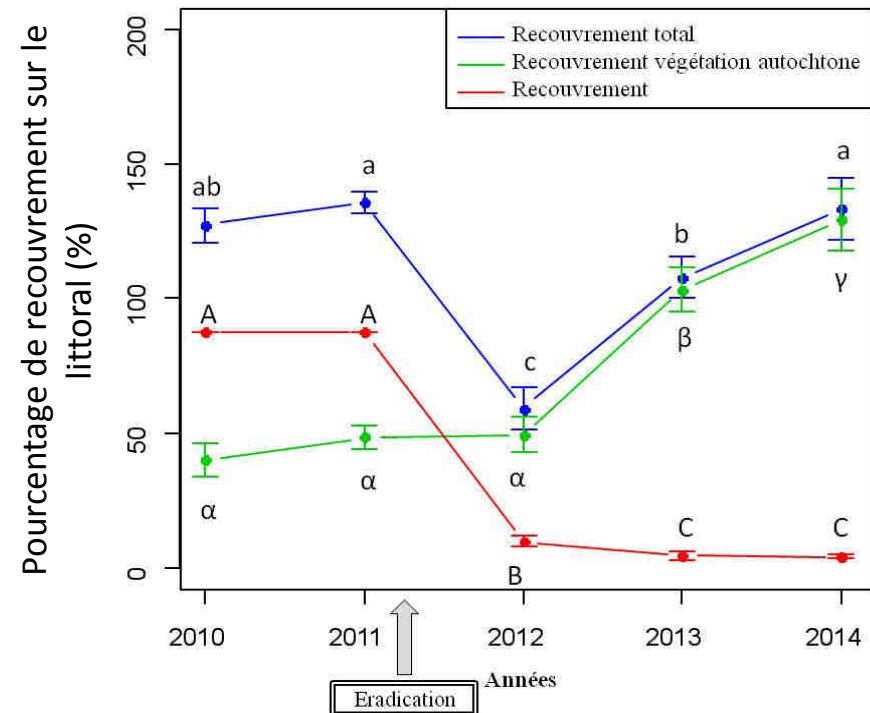
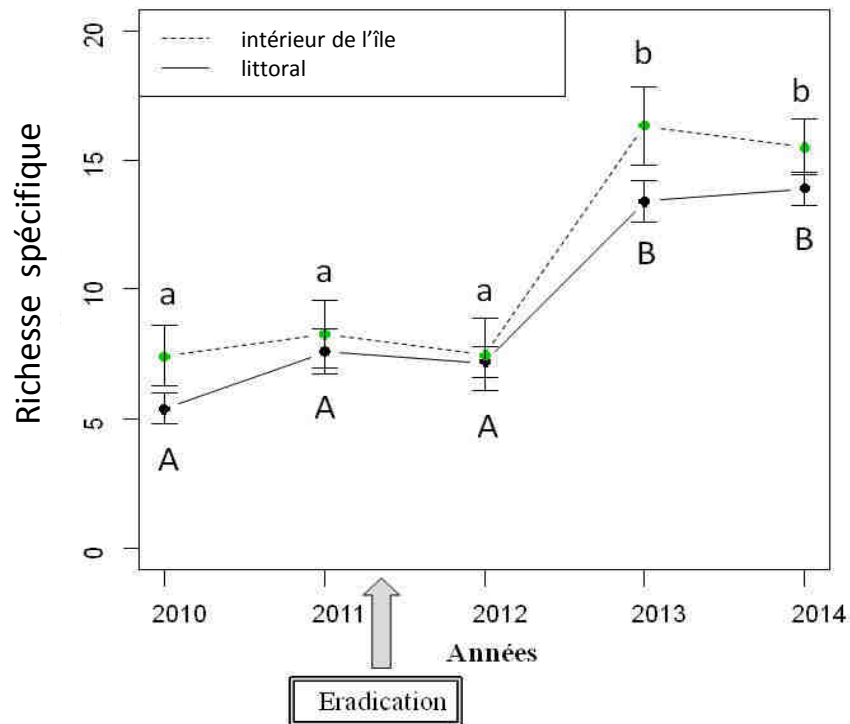


Romulée de Florent (*Romulea florentii*)



Suivi sur placettes permanentes

12 placettes circulaires permanentes de 100m²



Effet positif de l'éradication des *Carpobrotus* spp. :

- richesse spécifique double en 2 ans
- ↗ recouvrement de la végétation autochtone (*Atriplex prostrata*, *Frankenia* sp, *Lotus cytisoides* et *Sonchus asper sensu lato*)

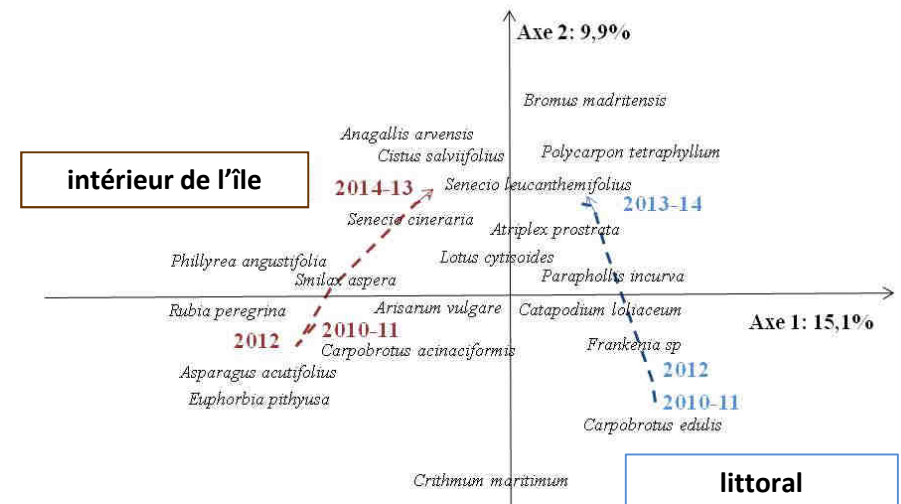
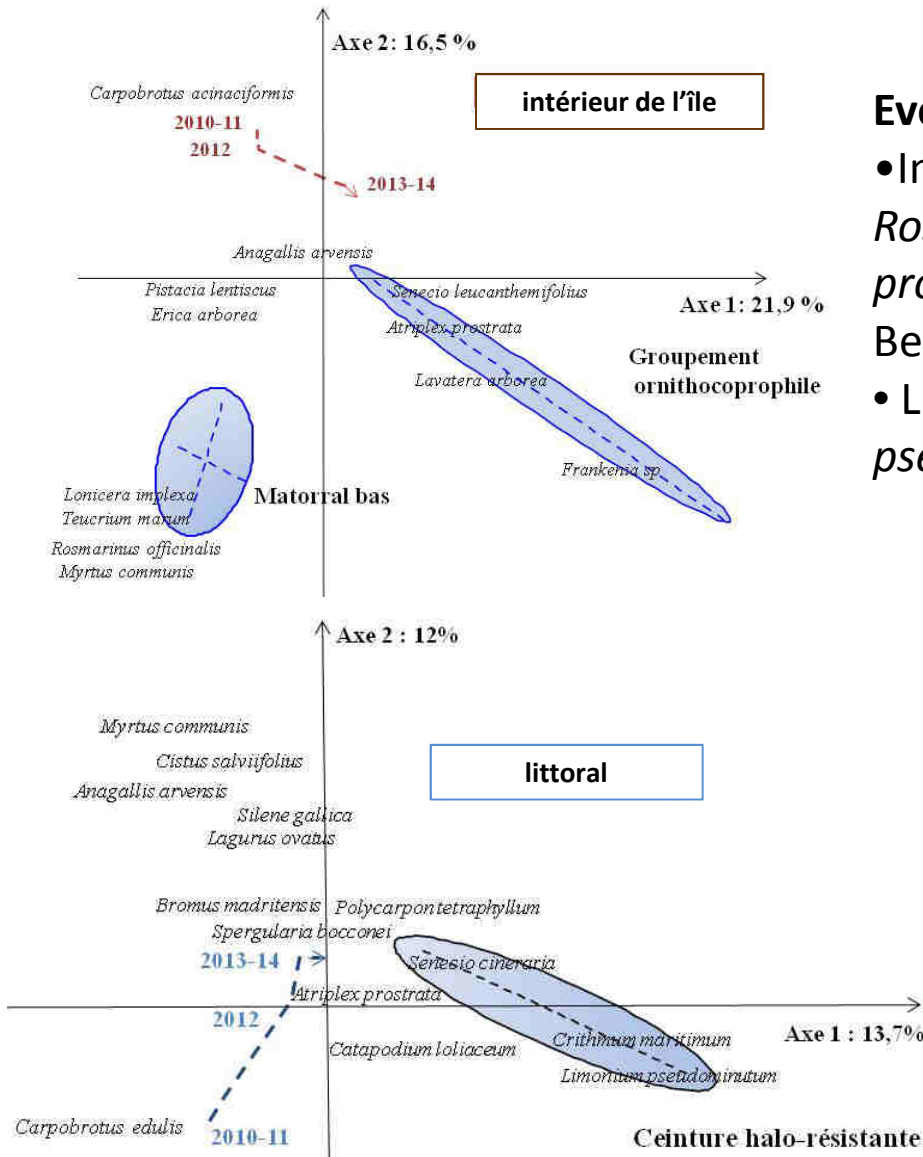
Suivi sur placettes permanentes

Evolution de la végétation

• Intérieur de l'île: matorral bas et végétation nitrophile : *Rosmarinus officinalis*, *Myrtus communis*... et *Atriplex prostrata*, *Frankenia* sp.

Besoin de plus de temps pour retrouver un matorral bas

• Littoral: végétation halorésistante : *Limonium pseudominutum*, *Crithmum maritimum*...





Merci de votre attention

CONTACT

Elise Krebs, Elise Buisson – IMBE

Mail : elise.krebs@imbe.fr, elise.buisson@imbe.fr

ERADICATION DU RAT NOIR ET DES GRIFFES DE SORCIERES : CONSEQUENCES SUR LES COMMUNAUTES D'ARTHROPODES

Julie BRASCHI¹, Philippe PONEL¹, Elise KREBS¹, Aurélie PASSETTI³, Laurence BERVILLE¹, Jean-Yves MEUNIER¹, Pierre OGER⁴, Armand MATOCQ⁵, Emmanuel SECHET⁶, Hervé JOURDAN⁷, Eric VIDAL⁷

¹*Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie marine et continentale (IMBE), UMR CNRS 7263/IRD 237 Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, Aix Marseille Université, France.*

³*Biotope Languedoc-Roussillon, 22 bd Maréchal Foch, BP 58, 34140 Mèze, France.*

⁴*Rue du Grand Vivier 14, B-4217 Waret l'Evêque, Belgique.*

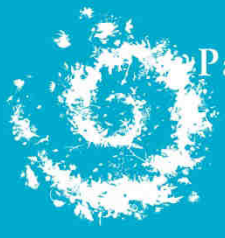
⁵*Museum national d'Histoire naturelle, Département Systématique & Evolution, UMR 7205 MNHN/CNRS, 45 rue Buffon, F-75005 Paris, France.*

⁶*6 rue du Bois, 49250 Beaufort-en-Vallée, France. Correspondant du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), Département Milieux et Peuplements Aquatiques, 61 rue de Buffon, CP53, F-75005 Paris, France.*

⁷*Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale (IMBE), UMR IRD 237/CNRS 7263 Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, Aix Marseille Université, Nouvelle-Calédonie.*

*Contact : philippe.ponel@imbe.fr ; jbraschi@live.fr

Résumé : Les invasions biologiques sont reconnues comme l'une des menaces majeures pour la conservation de la biodiversité en contexte insulaire et de nombreux travaux ont été conduits à travers la planète pour restaurer la biodiversité des îles par des programmes d'éradication d'invasives majeures. Cependant, peu d'études scientifiques post-éradication ont été conduites, notamment pour l'évaluation des gains de biodiversité pour les communautés d'arthropodes. L'île de Bagaud dans l'archipel des îles d'Hyères est une Réserve intégrale dépendante du Parc national de Port-Cros. Elle est soumise à deux perturbations majeures d'origine anthropique, l'invasion des Griffes de sorcière et celle du Rat noir, deux espèces exotiques connues pour leurs effets particulièrement néfastes sur la flore et la faune des écosystèmes insulaires méditerranéens, notamment arthropodes. Dans un but de conservation de la biodiversité insulaire, le Parc national de Port-Cros a lancé un programme décennal de restauration écologique qui vise à éradiquer ces 2 espèces invasives. La communauté des arthropodes de l'île a fait l'objet d'un état initial en 2010 et 2011, les éradications ont eu lieu en 2011 et 2012 et le premier suivi post-éradication a démarré en 2013. L'échantillonnage de la faune épigée est réalisé au moyen de pièges Barber répartis dans les différents milieux de l'île. Les effectifs d'individus dénombrés, tous taxa d'arthropodes confondus, mettent en évidence une augmentation de facteur 2 entre 2011 et 2013.



Parc national
de Port-Cros

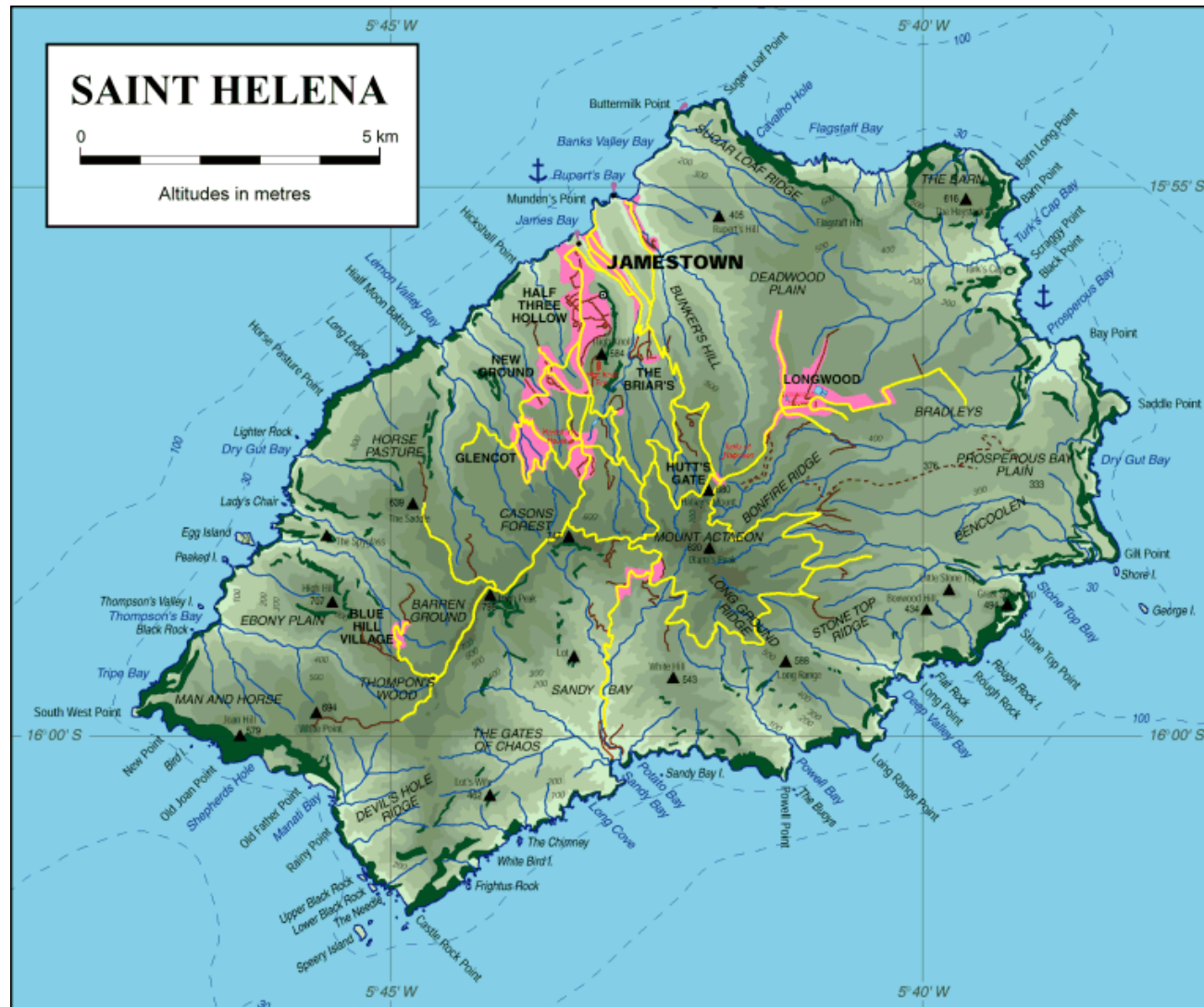
BAGAUD
Réserve intégrale



Eradication du Rat noir et des Griffes de sorcière : conséquences sur la communauté d'arthropodes

Julie Braschi, Philippe Ponel *et al.* - IMBE

- Invasions biologiques = menaces majeures pour la conservation de la biodiversité, particulièrement en contexte insulaire (Simberloff *et al.* 2013)
- Il n'existe cependant que peu d'études sur la réaction des Arthropodes (impact des invasions, effet des éradications)

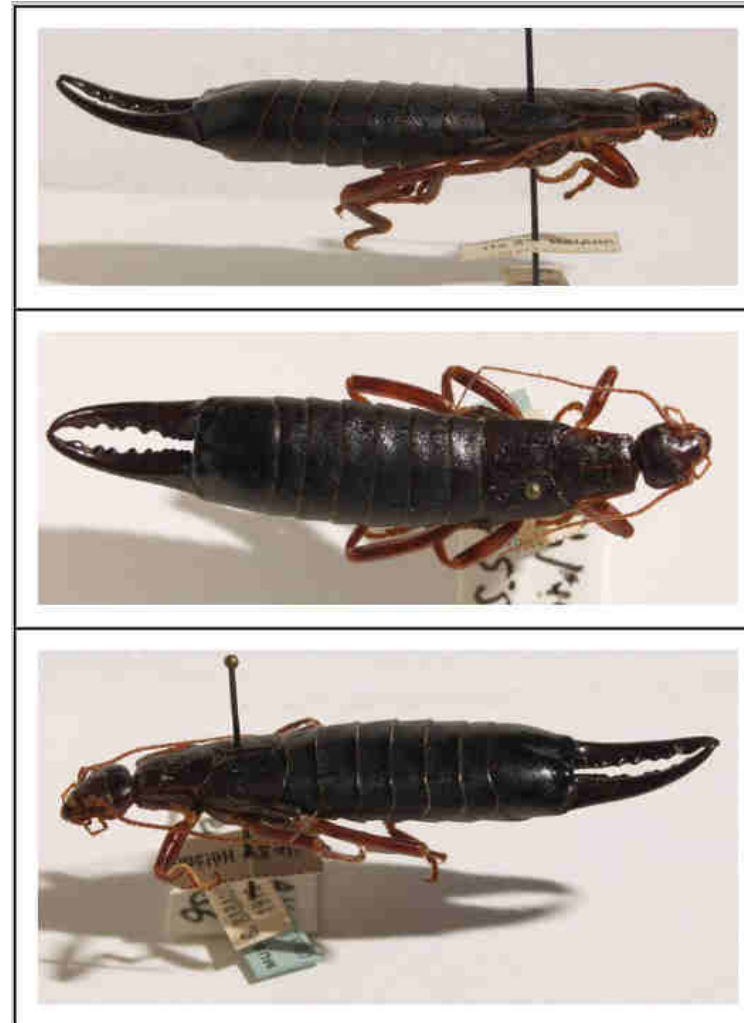


carabidae.org



Aplothorax burchelli

earwigs-online.de



Labidura herculeana

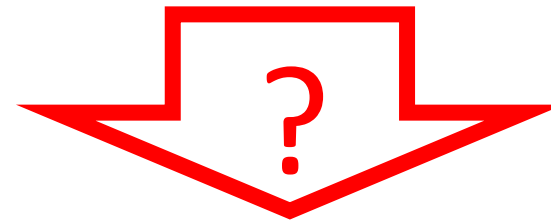




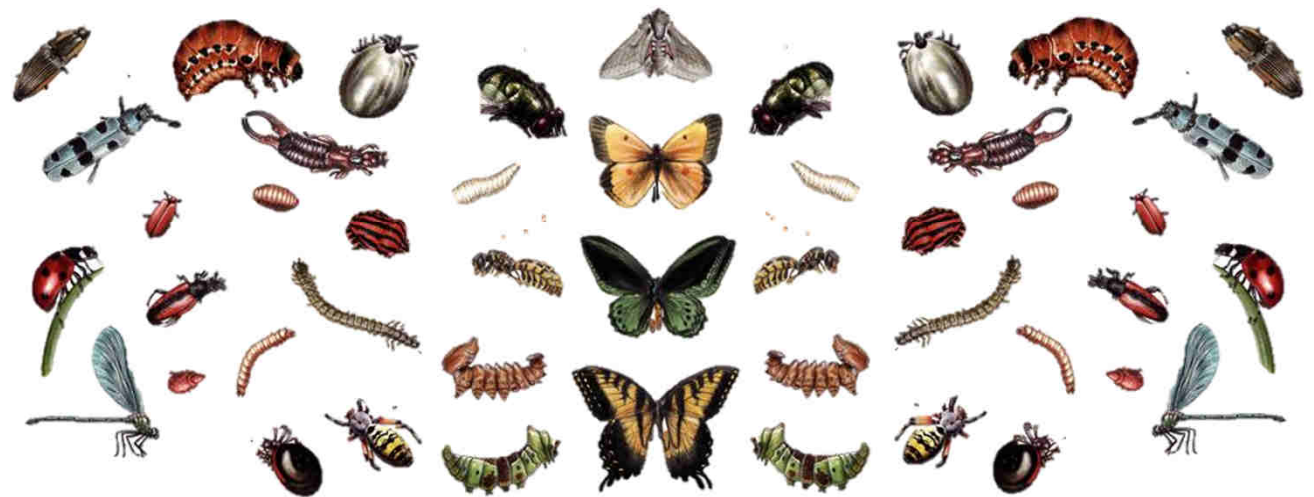
Déforestation, constructions, introduction d'espèces européennes
(*Scolopendra morsitans*, chats, oiseaux, souris ...)

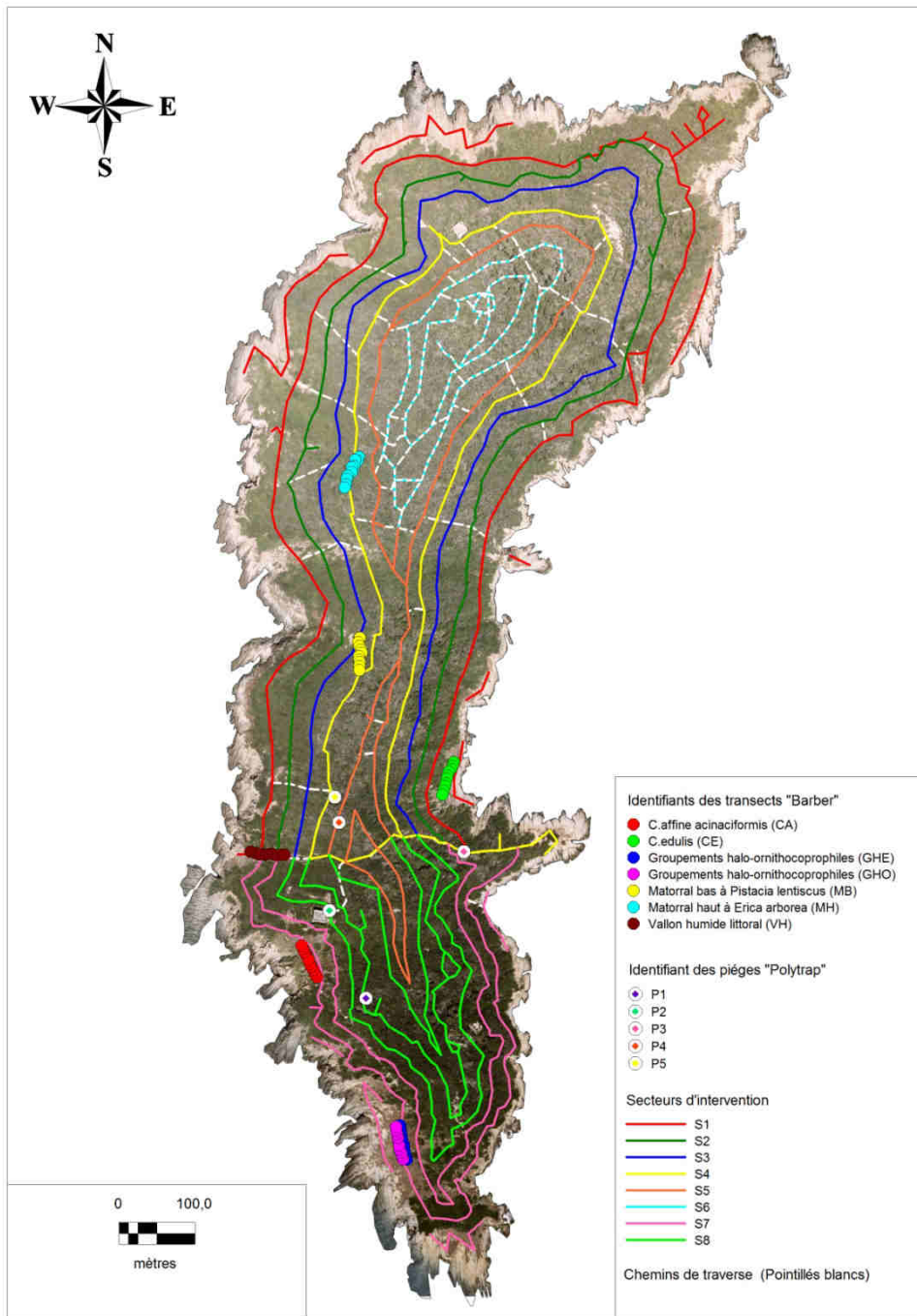


Eradications : septembre 2011-2012



à Bagaud, quel
est l'effet de ces
éradications sur
les arthropodes?





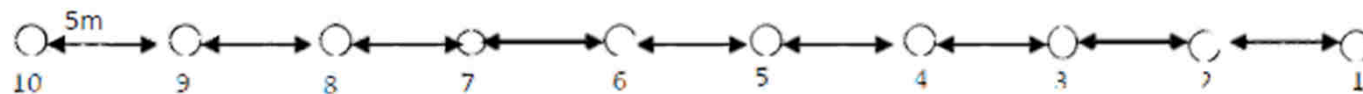
Pièges terrestres
7 transects de 10 pièges
de type« *Barber* »

Pièges aériens
5 pièges « *Polytrap* »

Pièges terrestres



- transects géoréférencés
- 10 pièges espacés de 5 m
- pots de 5 cm de diamètre
- 1/3 liquide conservateur
- 1 goutte d'agent mouillant
- 3 semaines d'activité



Pièges terrestres

- **Pourquoi 70 pièges ?**

Il est possible pour 1 personne de les relever tous en 1 journée ...

- **Pourquoi des transects et pas autre chose (carrés ou autre) ?**

Pour les disposer le long des layons (car l'île est impénétrable),
et pour les retrouver plus facilement ...

→ **Raisons pratiques et non statistiques, à revoir probablement !**



Pièges terrestres

Avantages et inconvénients

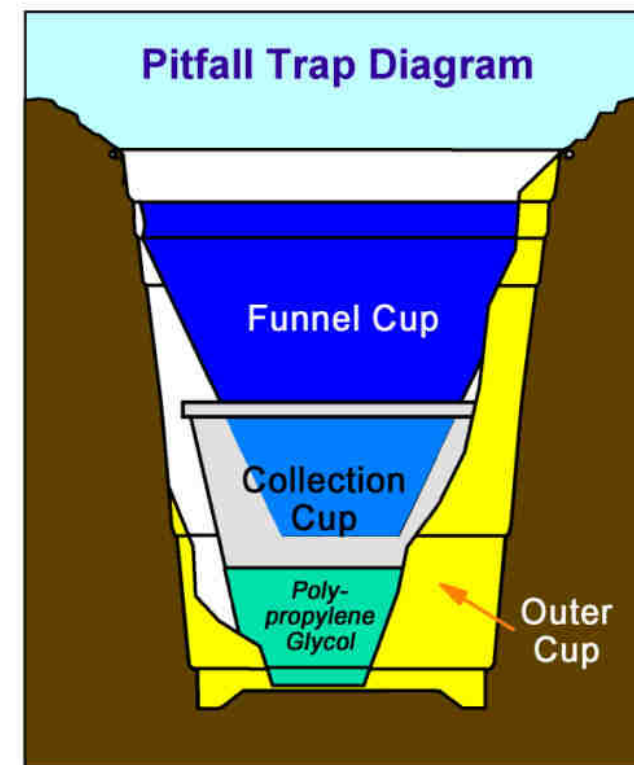
- Peu coûteux
- Assez faciles à poser, à relever, à stocker
- Indépendants de l' « observateur »

MAIS :

sensibles aux goélands et aux rats
(beaucoup de pertes)

IDEES :

- les fixer au sol et utiliser un système de double pots emboîtés qui évite de refaire le trou à chaque visite
- les protéger par une grille ?



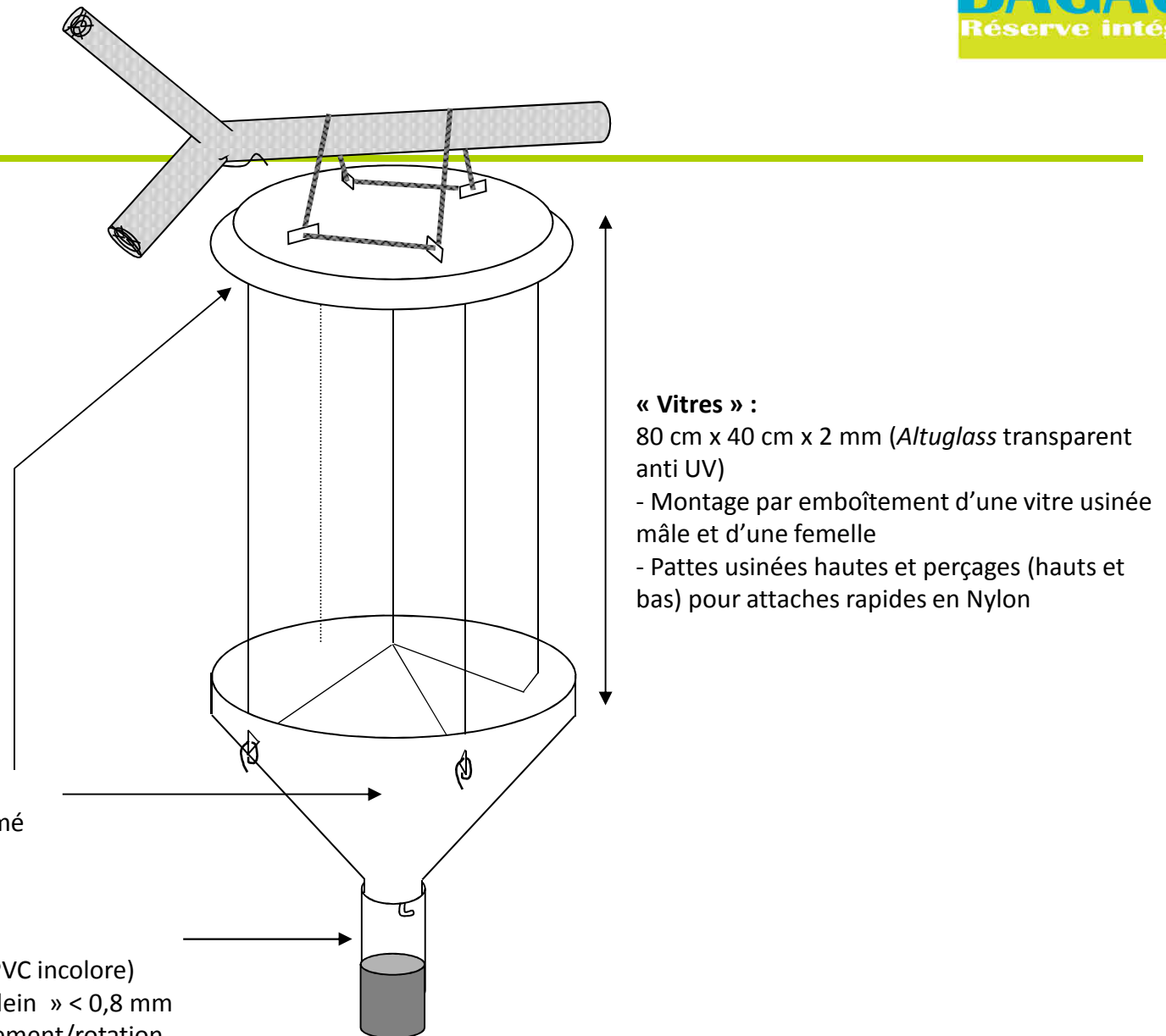
<http://entomology.unl.edu/>

Pièges aériens

Modèle
Polytrap™
largement utilisé
partout en
France par les
entomologistes
forestiers

Entonnoir et Couvercle :
Ø 45 cm (ABS thermoformé
vert en épaisseur 5 mm)

Récupérateur :
Ø 10 cm x 17 cm (PVC incolore)
avec fente « trop plein » < 0,8 mm
Monté par emboîtement/rotation
sur deux ergots en Nylon.



Pièges aériens

Haut des pièges
à 2,20 m au
dessus du sol

Arrimage pour
stabiliser le piège



Pièges aériens

Pourquoi des pièges aériens à Bagaud?

Pour échantillonner les insectes volants, mais dont le passage de l'état larvaire à l'état adulte implique une phase « sensible » au niveau du sol, où une prédation par les rats peut s'exercer (cigales, cétoines, etc)

Avantages et inconvénients

- Très efficaces

MAIS :

- Nécessité de trouver un support (arbre) !
- Très sensibles au vent (à Bagaud le liquide conservateur disparaît progressivement sous l'effet des secousses), nécessité d'améliorer le haubannage, nécessité de les contrôler plus souvent ?

Chronologie des relevés

Tous les pièges ont été actifs sur deux périodes, approximativement:

- de la fin avril à la mi-juillet,
- de la mi septembre à la mi octobre

La périodicité des relevés est de 3 semaines
un intervalle plus réduit serait probablement plus adapté pour éviter la dégradation des spécimens les plus fragiles

Dans le travail préliminaire présenté aujourd'hui nous avons choisi de traiter seulement:

- 4 transects :

2 dans des zones à forte densité de rats

2 dans des zones à *Carpobrotus*

- 2 années :

1 année état zéro (2011)

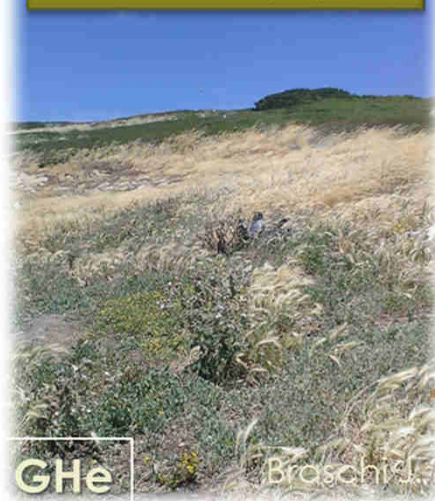
1 année post éradication (2013)

Transects à facteur
Rattus rattus

MH: Matorral haut à *Erica arborea*



GHe: Groupement
Halo-ornithocoprophiles

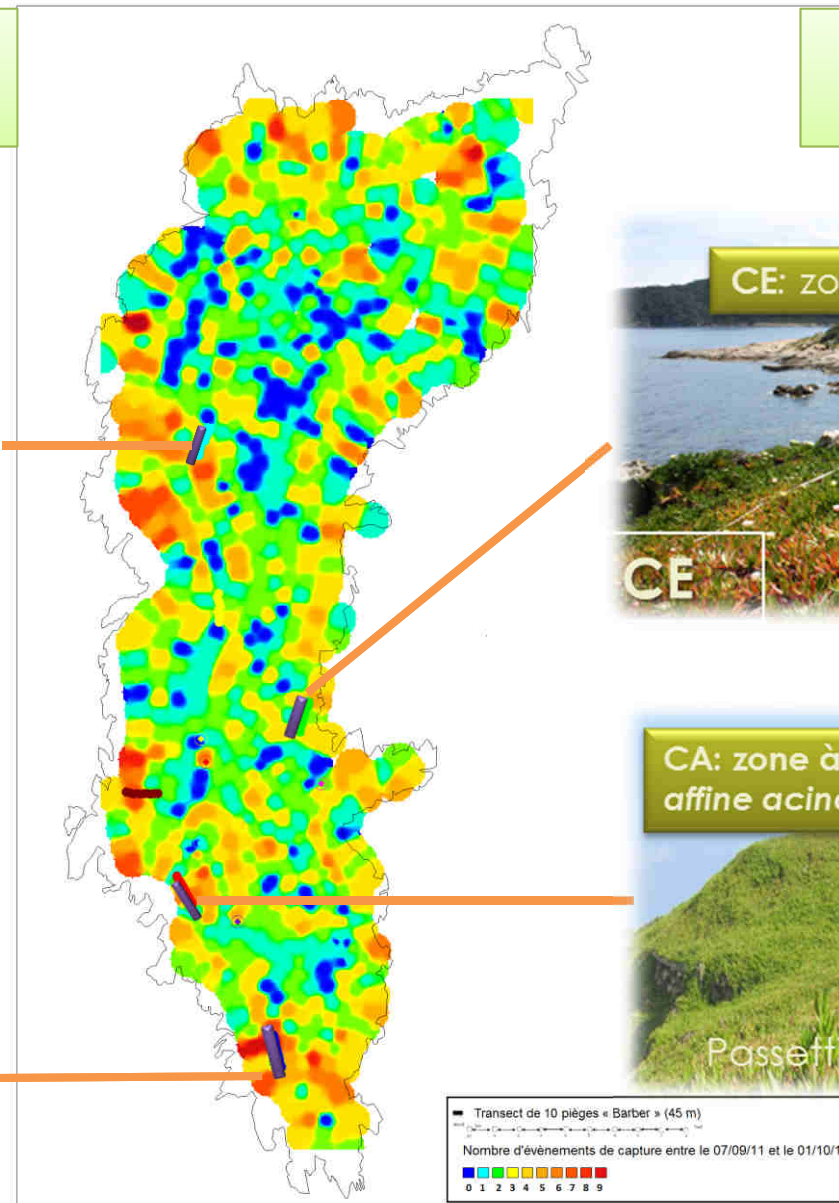


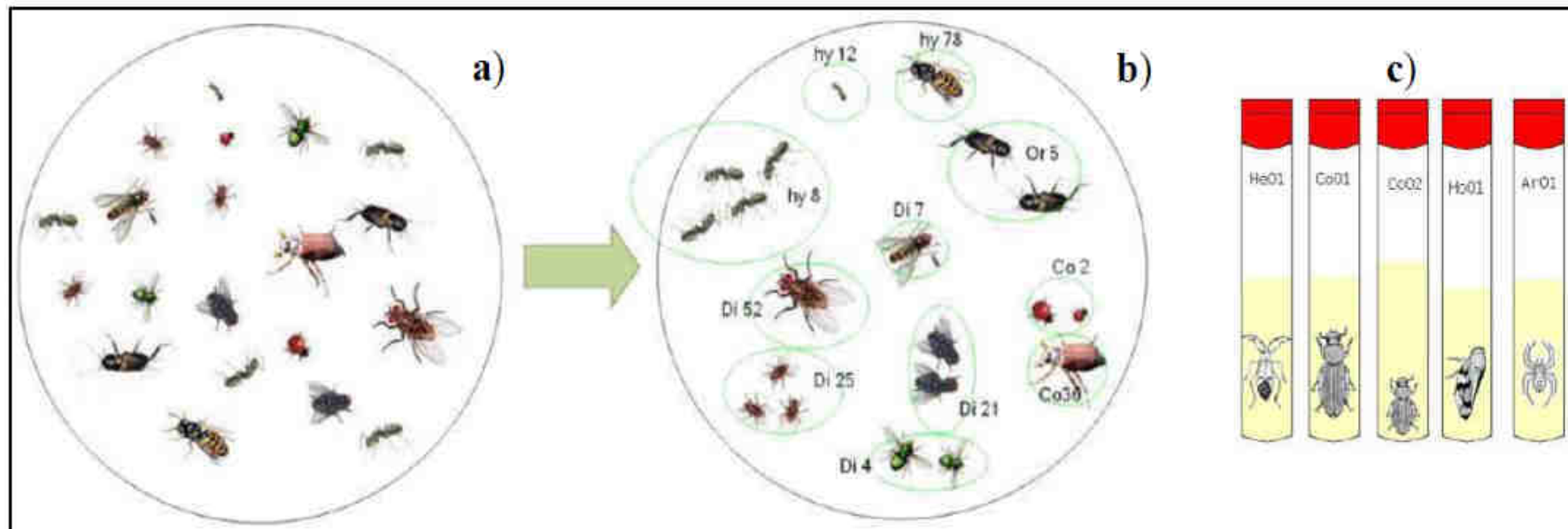
Transects à facteur
Carpobrotus spp.

CE: zone à *Carpobrotus edulis*



CA: zone à *Carpobrotus*
affine acinaciformis





Tri préliminaire par morpho-espèces (a, b)
et constitution d'une collection de référence (c),
puis identification par un spécialiste

Résultats

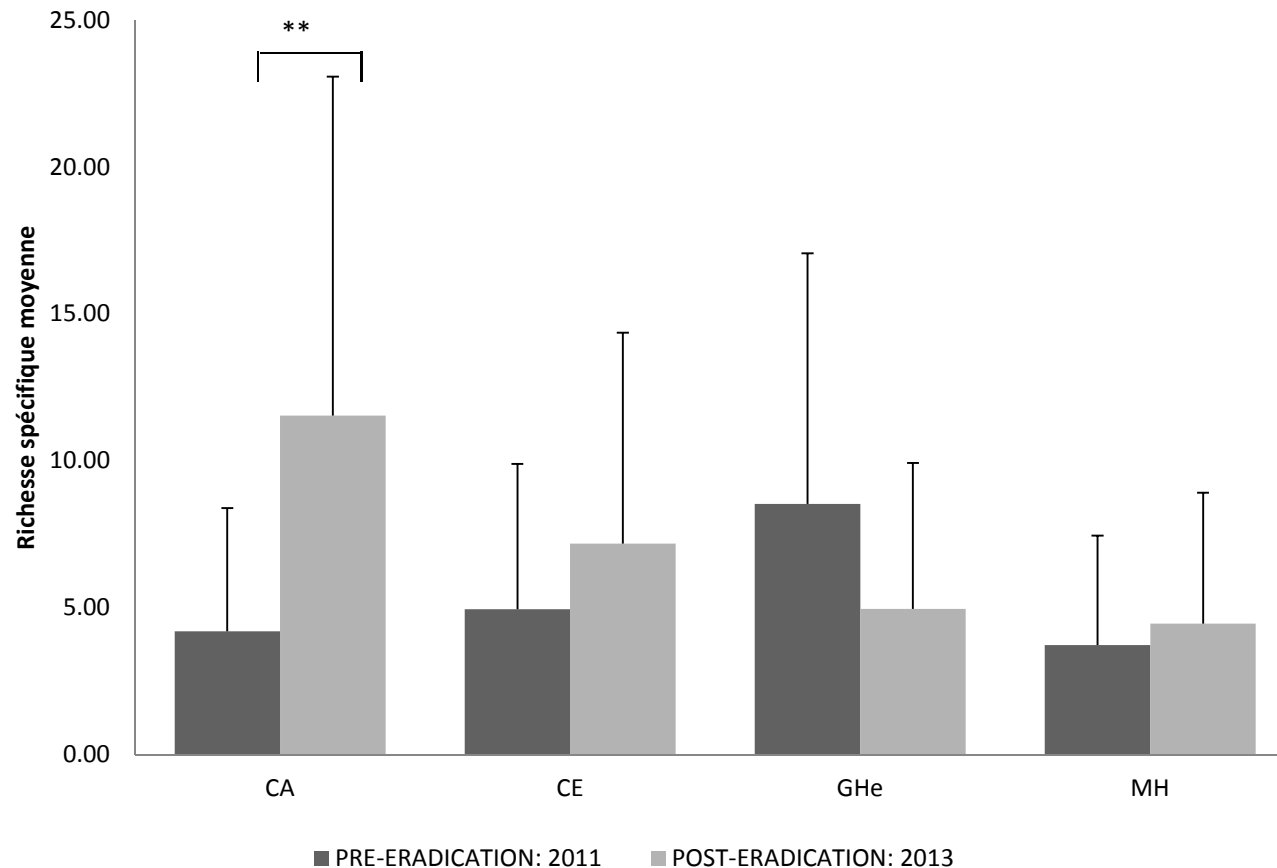
134 pièges analysés sur les 160 posés

11 854 individus dénombrés

Richesse spécifique totale : **359** morpho-espèces

Indices de biodiversité	2011 (n=74)	2013 (n=60)
Effectif total	4862	6992
Effectif moyen /piège	117	215
Richesse spécifique globale (S_y)	220 morpho-espèces	216 morpho-espèces

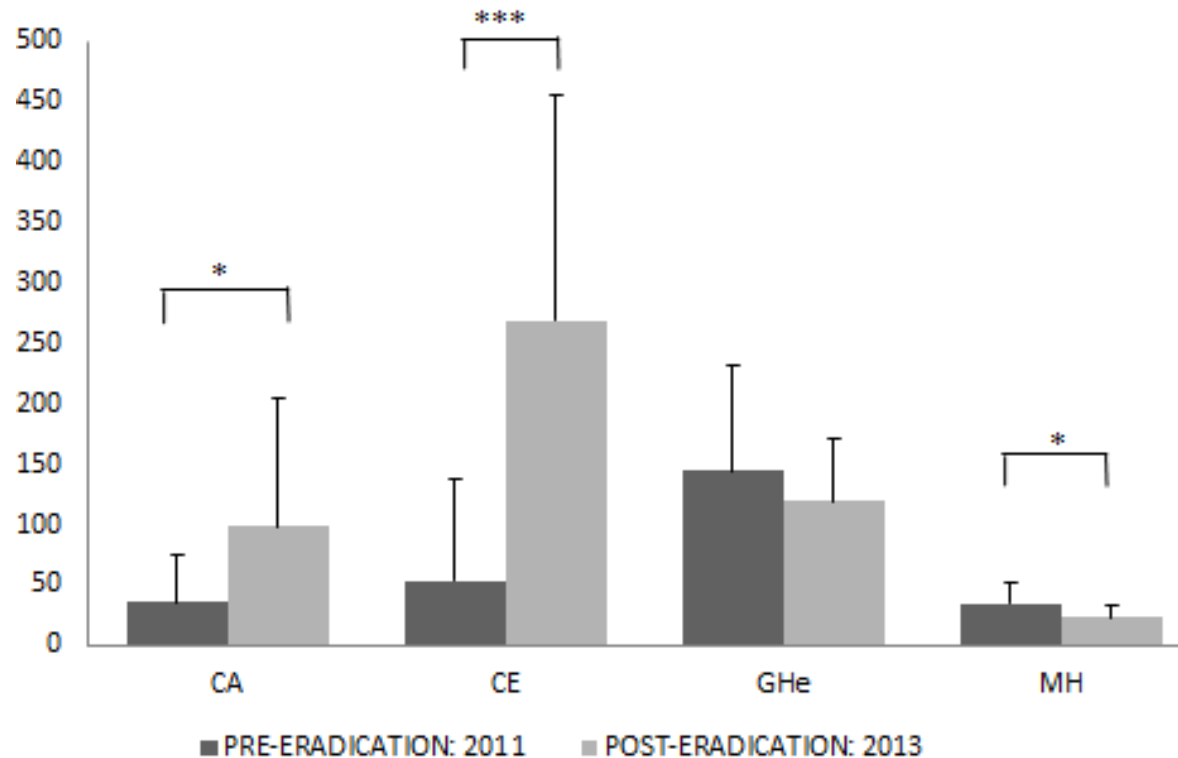
Résultats



Nombre moyen de morpho-espèces par transect, avant et après éradications

CA= zone à *Carpobrotus* aff. *acinaciformis*, CE= zone à *Carpobrotus edulis*,
 GHe= Groupement Halo-ornithocrophile, MH= Matorral Haut (** : $p < 0.02$).

Résultats



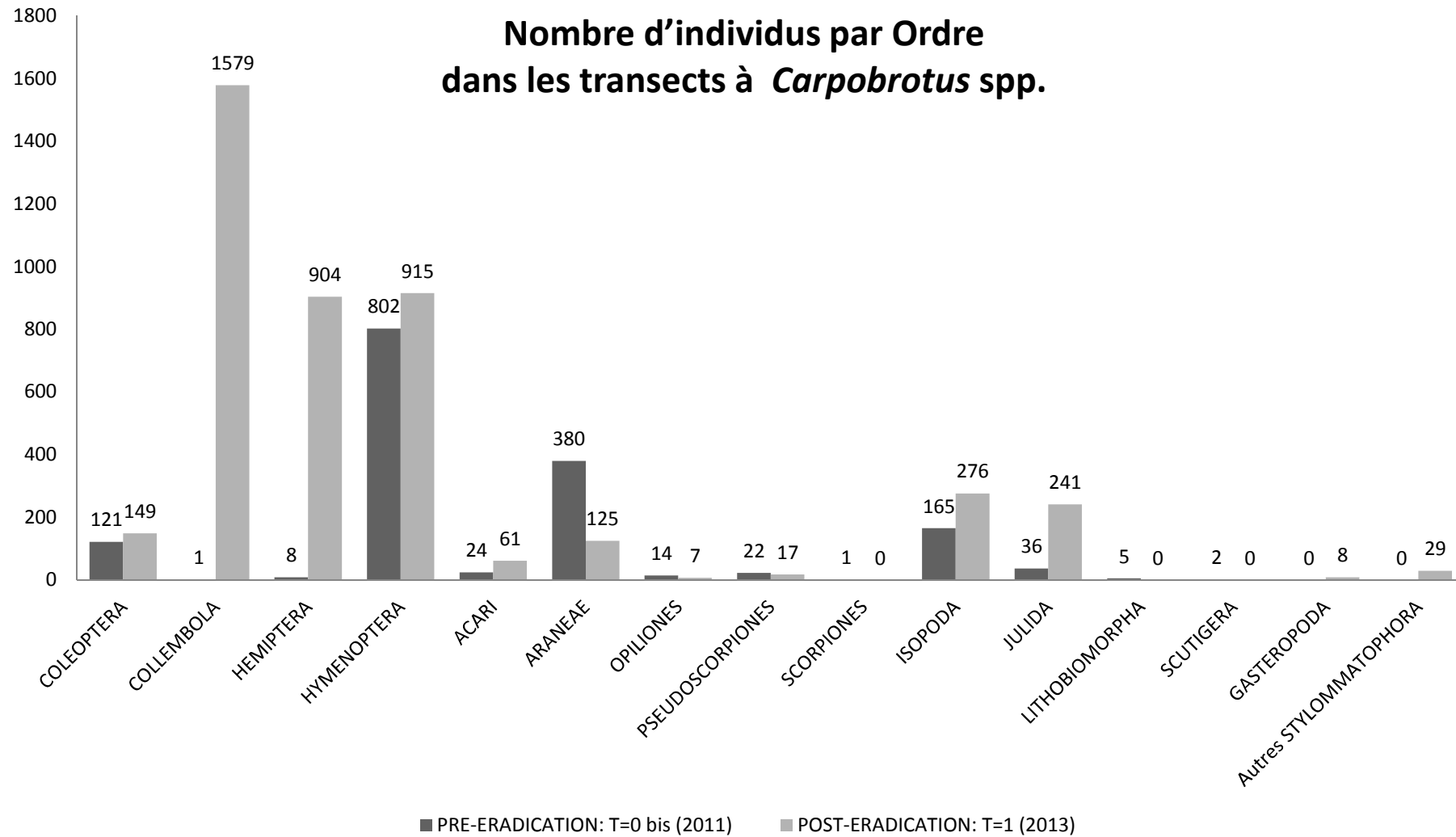
Nombre moyen d'individus capturés par piège, avant et après éradications

CA = zone à *Carpobrotus* aff. *acinaciformis*, CE = zone à *Carpobrotus edulis*

Ghe = groupement halo-ornithocoprophile, MH = mattoral haut

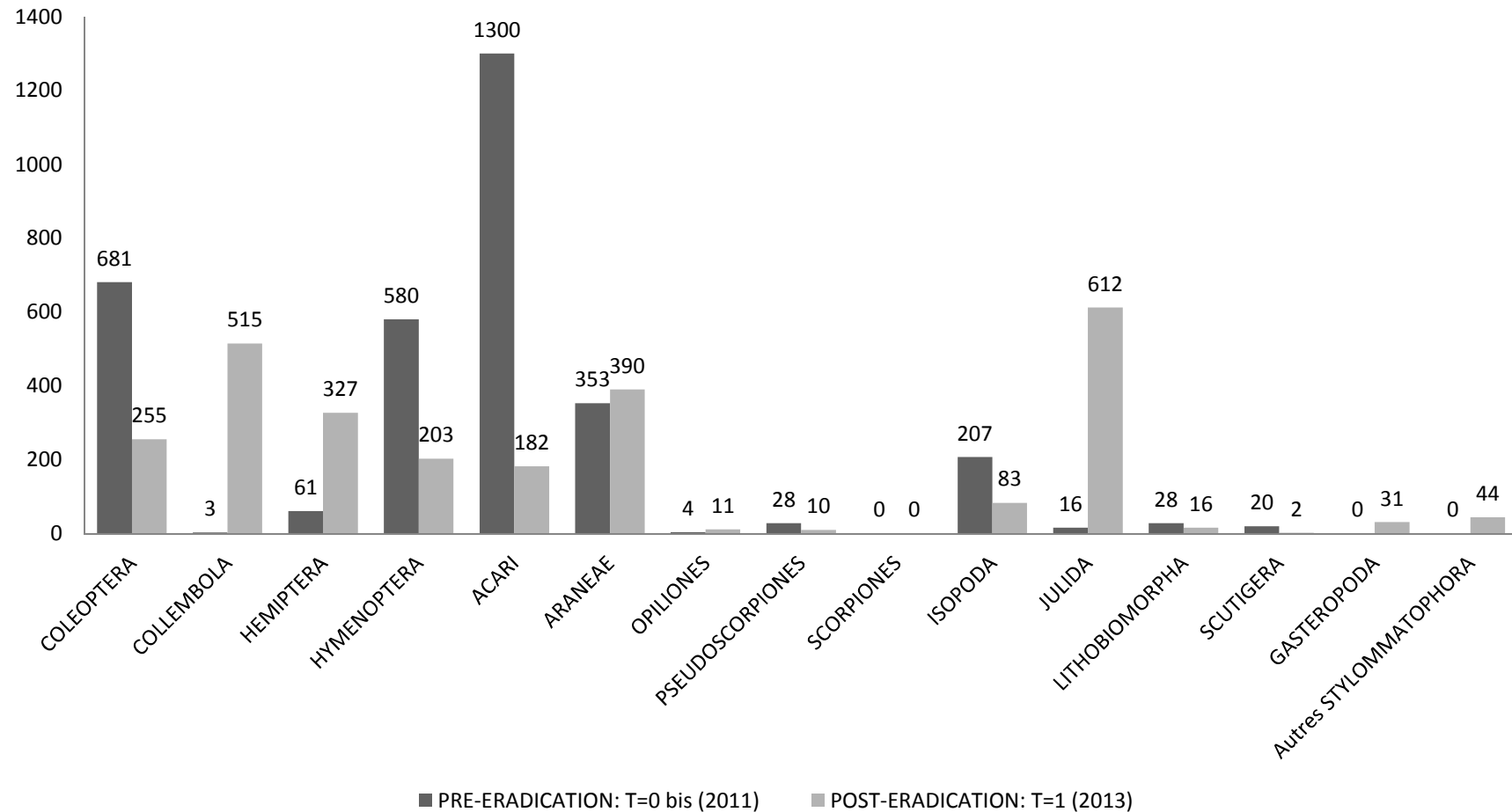
(Significativité au test de Wilcoxon: * = $p < 0.05$, *** = $p < 0.001$)

Résultats

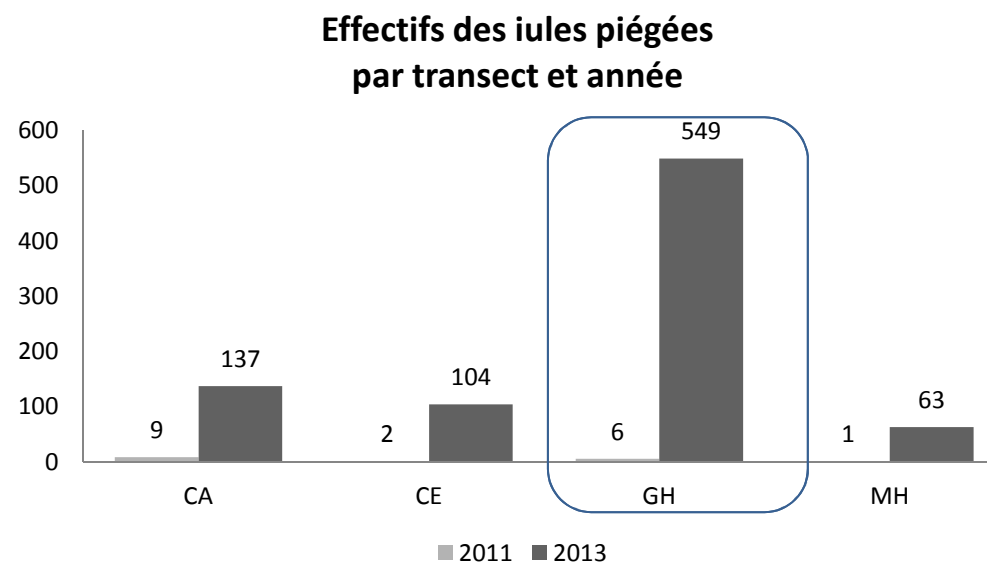
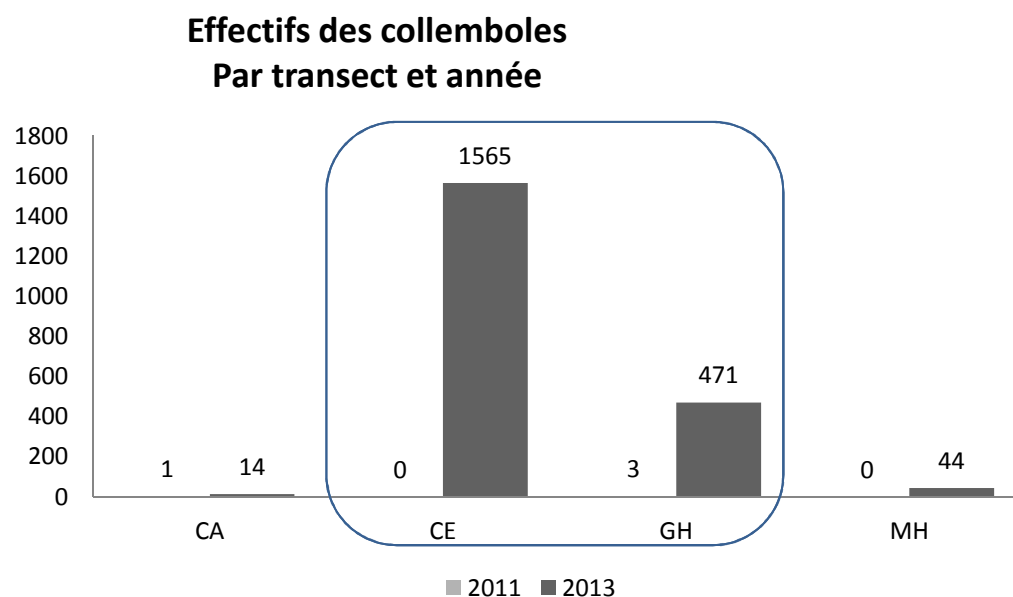
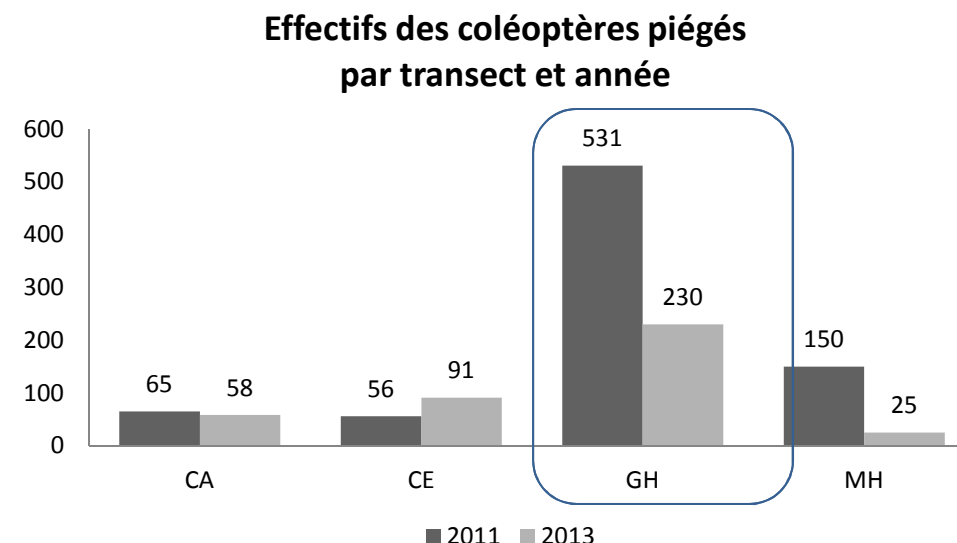
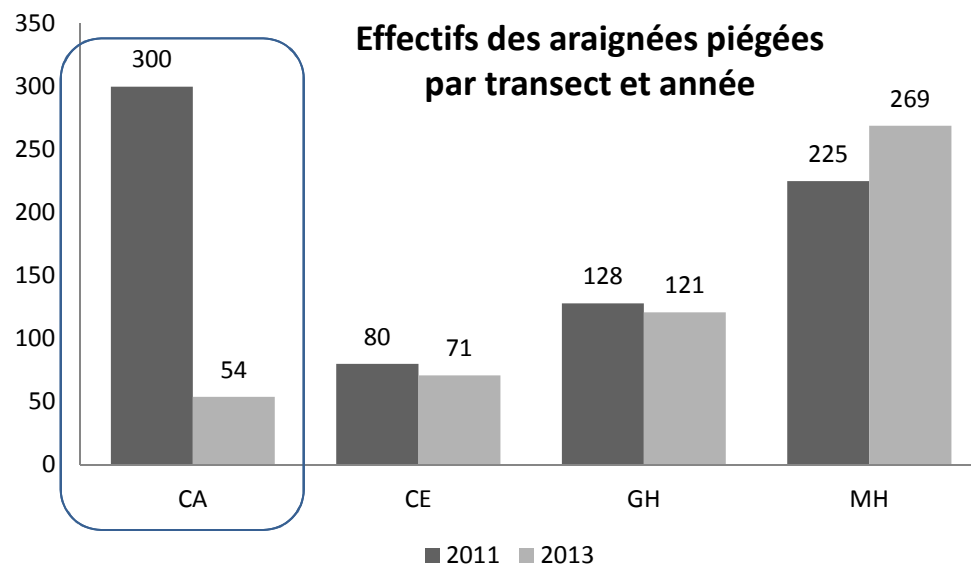


Résultats

Nombre d'individus par Ordre dans les transects à *Rattus rattus*



Résultats



Quelques réflexions...

- Après éradications les zones à *Carpobrotus* montrent une **abondance plus élevée** d'arthropodes.
- Les zones à rats (maquis à arbousiers et bruyères arborescentes) présentent au contraire une **diminution de l'abondance** des arthropodes.
- Un retrait du couvert végétal dans les transects à *Carpobrotus* spp., laissant le sol presque nu avant un éventuel processus de recolonisation végétale, pourrait perturber les espèces prédatrices (Araignées par exemple, qui chutent fortement) en **réduisant l'habitat de leurs proies**.
- On note une **explosion de la densité** des petits animaux saprophages (acariens, pucerons, collemboles).
- La stabilité voire la diminution des arthropodes dans les zones à rats est surprenante, mais peut s'expliquer par le **court laps de temps post-éradication** (temps de résilience mal connu, Watts et al. 2014).
- Néanmoins dans le transect GHe est enregistrée une **explosion de la densité d'iules** entre 2011 et 2013, ces animaux constituent peut être une part importante du régime alimentaire du rat.

CONCLUSIONS, PERSPECTIVES

- Richesse spécifique stable
- Modification de la biodiversité fonctionnelle:
 - Prédateurs
 - Décomposeurs primaires et secondaires
- Difficultés : quel est le rôle des facteurs abiotiques (T°, précipitations...), anthropiques (fréquentation lors des travaux, accumulations de *Carpobrotus* arrachés) ?...
- Temps de résilience court pour la restructuration des communautés d'arthropodes



→ Nécessité de poursuivre :

- les efforts d'analyse (autres transects, autres années)
- les efforts d'interprétation
- les suivis dans le futur



Merci de votre attention

CONTACTS

Braschi Julie, Ponel Philippe – IMBE

E-Mail : jbraschi@live.fr, philippe.ponel@imbe.fr

Tel : 04 42 90 84 41



SUIVI DE L'AVIFAUNE DANS LE CADRE DU PROGRAMME DE RESTAURATION ECOLOGIQUE DE L'ILE DE BAGAUD

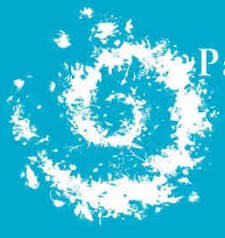
Sophie MERIOTTE¹, Gérald BERGER¹, Jérôme LEGRAND¹, Irene CASTANEDA-GONZALES², Elsa BONNAUD^{1,2}

¹Association DREAM (Développement de la Recherche en Ecologie Appliquée aux zones Méditerranéennes), 1275 A chemin du Seuil, 13760 St Cannat

²Ecologie, Systématique & Evolution, UMR CNRS 8079, Université Paris Sud, Orsay 91405, France.

*Contact : elsa.bonnaud@u-psud.fr

Résumé : Le Parc national de Port-Cros, a initié en février 2010 un programme de restauration écologique de l'île de Bagaud. Celle-ci a eu pour premier objectif d'assurer la conservation de la biodiversité de cet îlot en éradiquant les espèces introduites telles que le Rat noir et les Griffes de sorcière. Le deuxième objectif est de suivre l'évolution des populations natives, ainsi des connaissances sont actuellement acquises sur la résilience des systèmes insulaires après une opération d'éradication plurispécifique. Dans cette étude, nous nous sommes focalisés sur le suivi de l'avifaune terrestre et marine de l'îlot. Les comptages se sont effectués selon trois protocoles complémentaires, des indices ponctuels d'abondances, des comptages visuels le long du trait de côte ainsi que des prospections directes uniquement pour la recherche de terriers de Puffin Yelkouan. Deux comptages sont réalisés chaque année au printemps et ce depuis 2011. L'éradication du Rat noir a été réalisée à l'automne 2011. Les différentes campagnes successives de biosécurité ont attesté la présence d'un individu en 2013 et d'aucun en 2014. Vingt espèces d'oiseaux ont été recensées lors du dernier suivi au printemps 2014, dont douze espèces nicheuses. La richesse spécifique de l'île observée au cours des quatre dernières années a permis de mettre en évidence la présence de quatre nouvelles espèces et une augmentation notable de la Fauvette mélanocéphale. Le suivi des colonies de puffins a permis d'estimer la population de Puffins Yelkouan entre 3 et 15 couples nicheurs pour l'année 2014. Bien qu'une légère baisse ait été observée cette année ces résultats montrent une augmentation par rapport au début du suivi. Trois ans après l'opération d'éradication, ces résultats sur le suivi de l'avifaune de l'île de Bagaud sont encourageants et semblent montrer un début de résilience de l'écosystème. Ces suivis doivent être maintenus afin de confirmer cette première tendance et de montrer clairement l'effet de cette éradication.



Parc national
de Port-Cros

BAGAUD
Réserve intégrale



Suivi de l'avifaune dans le cadre du programme de restauration écologique de l'île de Bagaud

E. Bonnaud^{1,2}, S. Meriotte², J. Legrand², I. Castaneda¹, G. Berger²*

elsa.bonnaud@u-psud.fr

**1-Développement de la Recherche en Ecologie
Appliquée aux zones Méditerranéennes (DREAM)**
1275A chemin du seuil,
Saint-Cannat
France

2-Ecologie Systématique et Evolution (ESE)
UMR CNRS 8079, Paris Sud Université,
Orsay/Paris
France

Restauration des écosystèmes insulaires

- crise de biodiversité
- extinction d'espèces plus fréquentes en systèmes insulaires



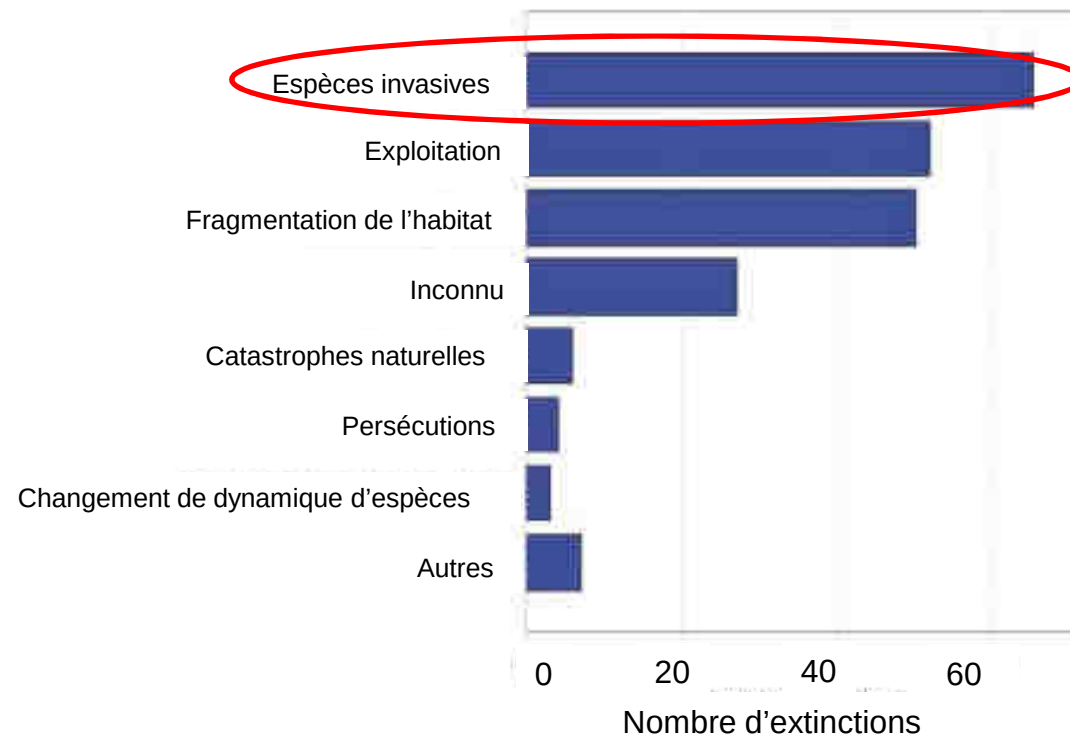
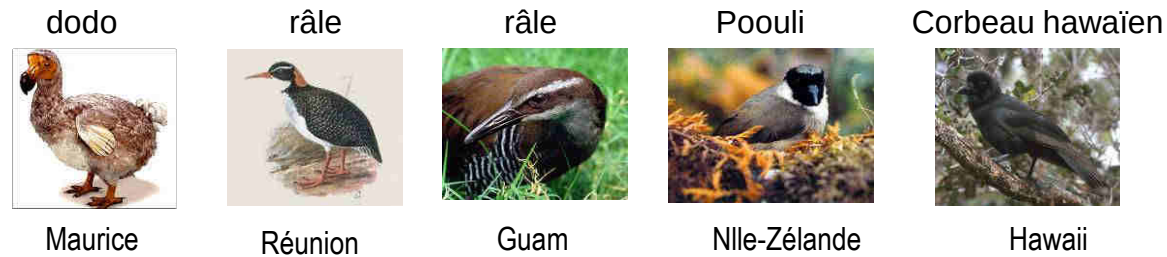
Group	Islands	Continents	Oceans	Total	% Insular
Mammals	51	30	4	85	60
Birds	92	21	0	113	81
Reptiles	20	1	0	21	95
Molluscs	151	40	0	191	79
Insects	51	10	0	61	84
Plants	139	245	0	384	36
Total	504	347	4	855	59

(Whittaker & Fernandez-Palacios, 2007)

Extinction d'espèces dans le monde à partir du 16^{ème} siècle

- Une grande part des extinctions récentes étaient des espèces endémiques des îles

Restauration des écosystèmes insulaires



Causes d'extinctions

Dont 42% du fait des rats et des chats

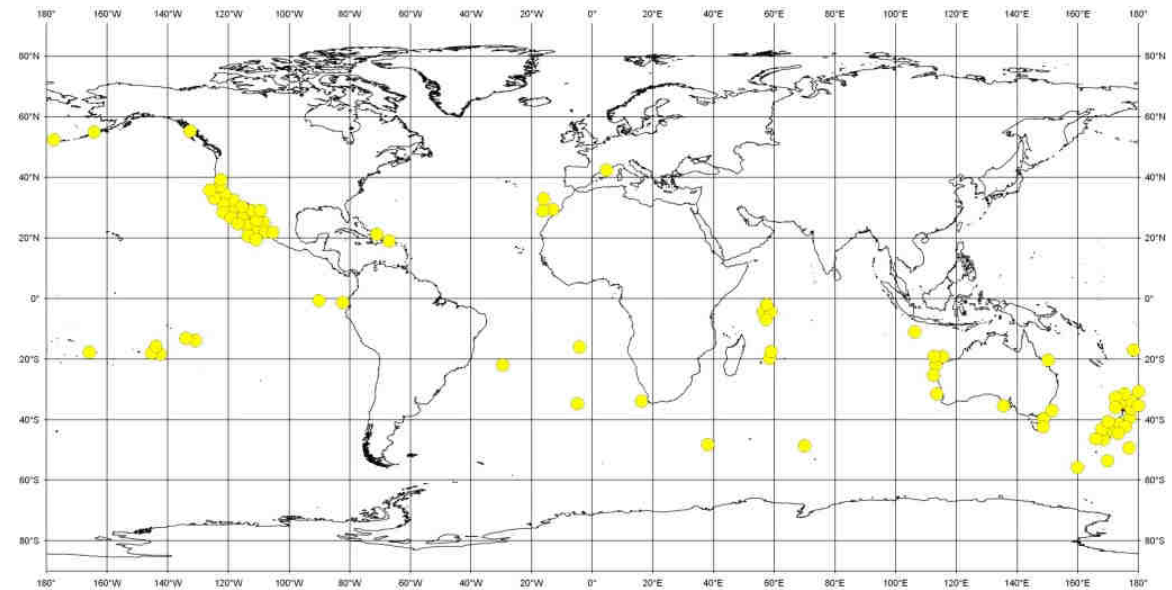


Restauration des écosystèmes insulaires



Synthèse sur l'impact (Medina et al. 2011)

- au moins 175 taxons
 - 25 reptiles,
 - 123 oiseaux
 - 27 mammifères
- sont menacés voire éteints du fait, en partie, de la présence du chat



- Chats éradiqués de 83 îles dans le monde
 - Eradications échouées pour 19 campagnes (22% échec)
 - 7 espèces en danger critique ont été favorisées l'éradication des chats
 - Marion Island (290 km²): île la plus grande où éradication des chats

Restauration des écosystèmes insulaires

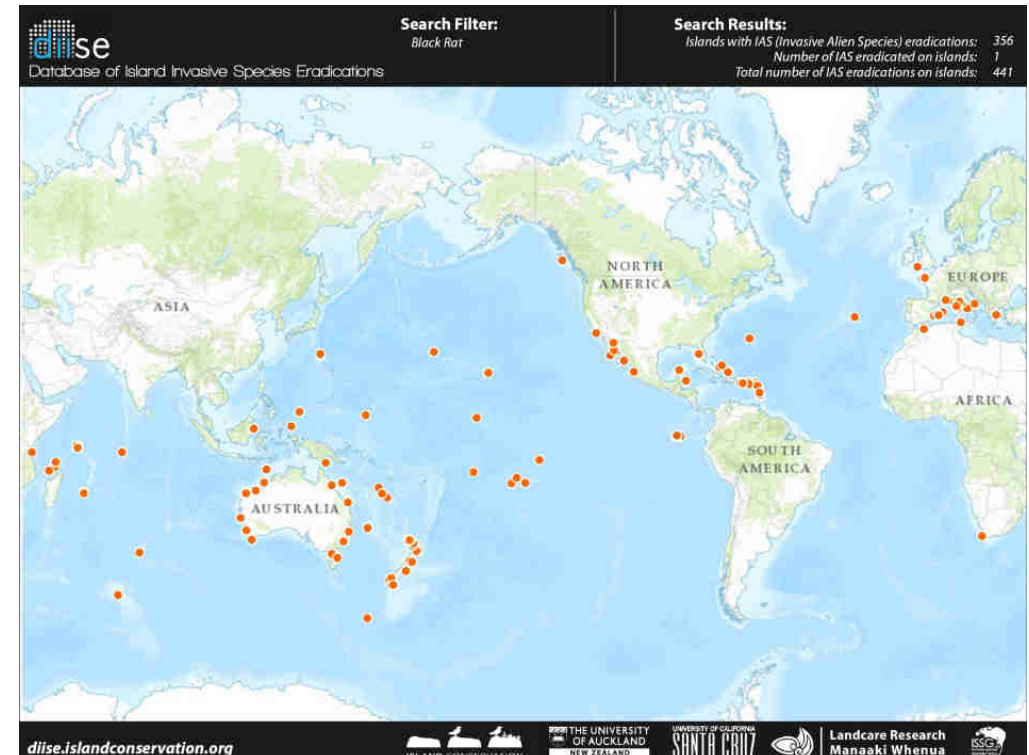


- Plus de 80% des îles où les rats sont présents (Atkinson 1985)
- Espèces parmi les plus néfastes
- Une cause majeure dans les risques d'extinction des oiseaux marins (procellariiformes; Birdlife International)

- Base de données DIISE (island conservation)

Nombres d'îles où le rat noir a été éradiqué: **356**

- succès: 307 éradications
- échec: 81
- en cours : 9
- incomplètes: 2
- prévues : 5



Eradication des rats à Bagaud et conséquences sur l'avifaune

Contexte et Objectif

- Inventaires de l'avifaune terrestre et marine présente sur l'île et aux alentours:
 - Printemps 2011 : soit juste avant l'éradication
 - Printemps 2012, 2013, 2014 : soit 3 ans après l'éradication
- L'éradication a nécessité l'ouverture de nombreux layons dans la végétation (22 kilomètres de layons sur l'île)
- !!! ouverture du milieu et possible changement dans le cortège faunistique



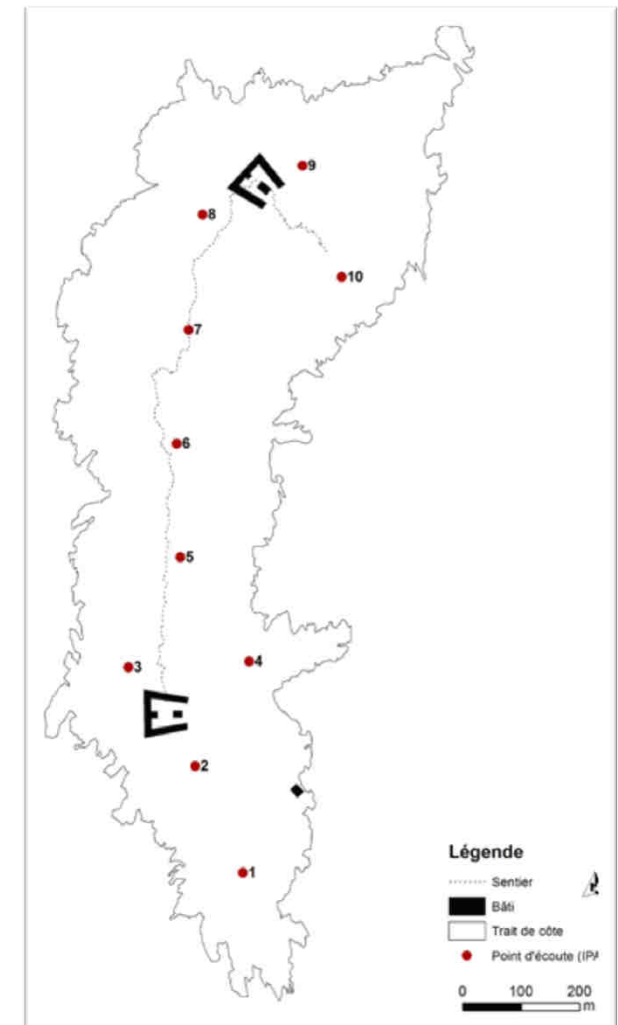
➤ **L'objectif de ce suivi est d'évaluer l'évolution de l'avifaune (terrestre et marine) après l'éradication du Rat noir**

Eradication des rats à Bagaud et conséquences sur l'avifaune

Méthodologie – recensement terrestre

- Indices ponctuels d'abondances (IPA)
 - chaque point 10 min d'écoute (individus vus et entendus)
 - surfaces suivies ne se superposent pas
 - 10 points d'écoute répartis sur l'ensemble de l'île séparés de 200 m (logiciel de cartographie)
 - deux passages sur un même site d'observation

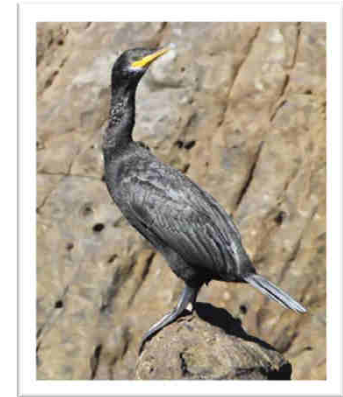
- Dénombrement des couples:
 - oiseaux simplement vus ou entendus criant (½ couple)
 - mâles chantant (1 couple)
 - oiseaux bâtissant (1 couple)
 - groupes familiaux (1 couple)
 - nids occupés (1 couple)



Eradication des rats à Bagaud et conséquences sur l'avifaune

Méthodologie – recensement maritime

- Dénombrement à distance réalisé à partir d'une embarcation, à l'aide de jumelles, en longeant les côtes à faible vitesse
- Recensement notamment des populations de corvidés, de martinets pâles, cormorans et de tadornes de Belon.



Eradication des rats à Bagaud et conséquences sur l'avifaune

Résultats

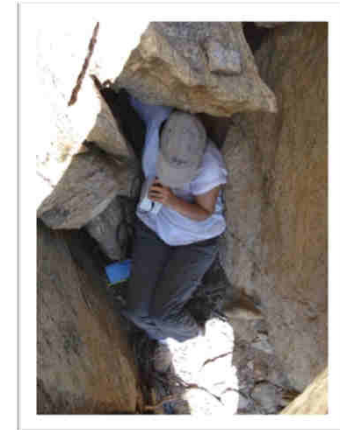
- 30 espèces d'oiseaux ont été observées
- 11 espèces sont nicheuses :
 - la Corneille noire
 - l'Engoulevent d'Europe
 - le Faucon pèlerin
 - la Fauvette à tête noire
 - la Fauvette mélanocéphale
 - le Goéland leucophée
 - le Martinet pâle
 - le Petit-duc scops
 - le Puffin yelkouan
 - le Rossignol philomèle
 - Le Tadorne de Belon.
- Statut de nidification de quatre espèces doit être précisé
 - le Puffin cendré
 - le Merle noir
 - le Monticole bleu
 - le Pinson des arbres



Eradication des rats à Bagaud et conséquences sur l'avifaune

Méthodologie – suivi puffin yelkouan et cendré

- Dénombrement des cavités de nidification occupées de jour
- Recherche d'indices caractéristiques : plumes, fientes, traces de pattes ou présence d'odeur caractéristique
- (1) Observation directe,
(2) repasse du chant
(3) minicaméra : un éclairage infrarouge
- Périodes favorables:
 - Puffin yelkouan : avril - mai (période d'incubation), voire juin et juillet (période de croissance et de pré-envol du poussin)
 - Puffin cendré : juin-juillet (période d'incubation), voire août-début octobre (période de croissance et de pré-envol du poussin)



Eradication des rats à Bagaud et conséquences sur l'avifaune

Résultats – suivi puffin yelkouan et cendré

- 31 terriers suivis sur les quatre sites cartographiés
- Site référencé Ba2a créé artificiellement (programme LIFE) : aucun signe de fréquentation.
- 15 cavités présentaient des indices de fréquentation.



Nombre de couples de puffin (méthode GISOM)

	Puffinus yelkouan			Calonectris diomedea		
	Sar	Sao	Sao ?	Sar	Sao	Sao ?
Ba 1	1	0	2	0	0	0
Ba 2a	0	0	0	0	0	0
Ba 2b	1	0	4	0	0	0
Ba 3	1	0	6	0	0	0
Couples	3 à 15 couples			0 couple		

Sites avec reproduction prouvée : Sar ; Sites apparemment occupé (indices probables) : Sao ; Sites apparemment occupé (indices possibles) : Sao ?

Eradication des rats à Bagaud et conséquences sur l'avifaune

Résultats – suivi puffin yelkouan et cendré

- Puffin yelkouan :
 - Un poussin a été retrouvé mort
 - Le cadavre d'un adulte à proximité du terrier (prédation Faucon pèlerin?)
 - Un oeuf de Puffin yelkouan a été retrouvé cassé à l'extérieur d'un terrier mais Aucune trace de prédation de rat
- Puffin cendré:
 - Aucune preuve certaine de reproduction n'a pu être identifiée

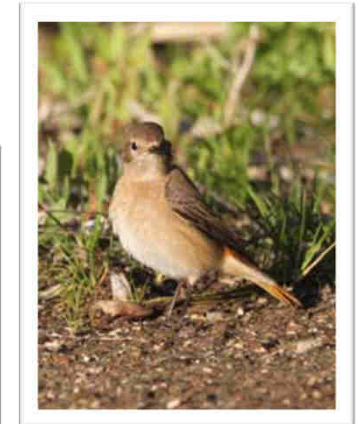


?

Eradication des rats à Bagaud et conséquences sur l'avifaune

Discussion générale

- 2014 : confirmer la présence d'espèces identifiées précédemment (20 espèces dont 11 nicheuses)
- 5 nouvelles espèces nicheuses depuis 2012 :
 - Engoulevent d'Europe
 - Merle noir
 - Pinson des arbres ?
 - Monticole bleu ?
 - Tourterelle des bois ??
- Les effectifs stables ou en augmentation des 4 espèces les plus abondantes
 - Fauvette mélanocéphahe ↗
 - Fauvette à tête noire ~
 - Rossignol philomèle ↗
 - Pinson des arbres (statut nicheur à confirmer) ↗



Eradication des rats à Bagaud et conséquences sur l'avifaune

Discussion générale

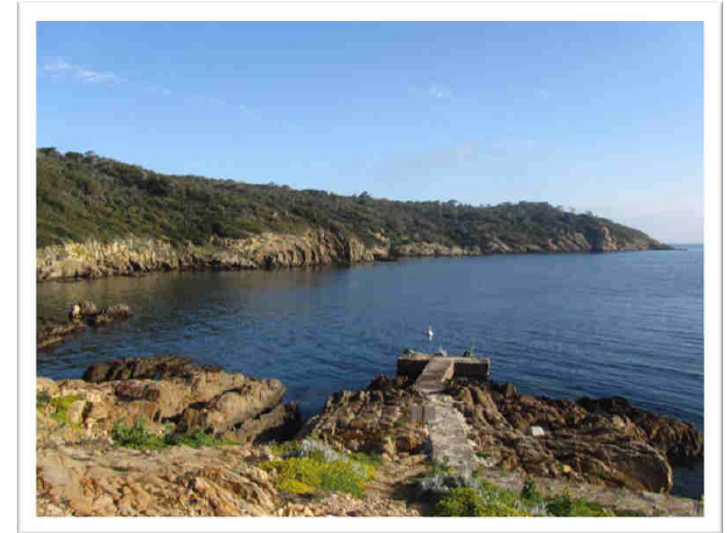
- Puffin yelkouan seule espèce de procellariiformes dont la nidification est certaine
- Faible effectif et variable :
 - hausse en 2013,
 - baisse en 2014 comparable à 2012 :
3 couples certains mais succès de reproduction faible
(au moins 2 échecs au stade œuf et poussin)
- Nombreuses cavités propices à la nidification mais peu de traces d'occupation ou de visites.
- Puffin cendré pas de détection mais nécessité d'avoir un passage plus tardif (septembre-octobre)
- Pas de mise en évidence la présence de rats (prédation sur œuf, traces, crottes etc.)

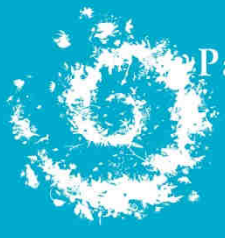


Eradication des rats à Bagaud et conséquences sur l'avifaune

Perspectives

- Installation de systèmes de repasse ?
(puffin, engoulevant)
- Continuité du suivi pour confirmer l'évolution de recolonisation de l'avifaune (diminution de l'effet d'ouverture par les layons)
- Renforcement de la population de puffin ?
Comment? Avec quels individus?
- Limitation/Eradication des rats à port cros
- Autres?





Parc national
de Port-Cros

BAGAUD
Réserve intégrale

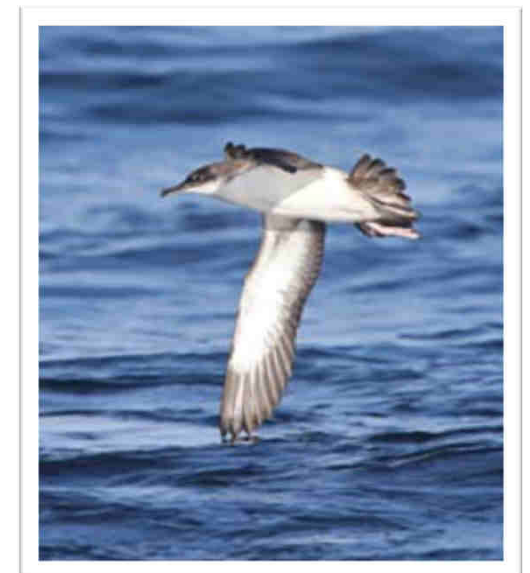


Merci de votre attention

CONTACTS:

Berger Gérald & Elsa Bonnaud

Mail : bergergerald@yahoo.fr / elsa.bonnaud@u-psud.fr



ETUDE DES POPULATIONS DE REPTILES DE L'ILE DE BAGAUD

Gabriel MARTINERIE¹, Joël GAUTHIER¹

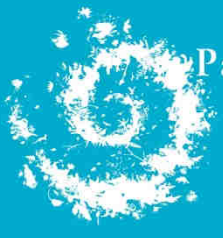
¹Association Reptil'Var, Le Relais des Maures, Piste des Martels, 83790 Pignans.

*Contact : reptilvar@hotmail.fr

Résumé : En réponse à la problématique des espèces invasives en milieu insulaire, un programme de restauration écologique des milieux naturels de l'îlot de Bagaud a été mis en place afin d'éradiquer le Rat noir (*Rattus rattus*) et les Griffes de sorcière (*Carpobrotus edulis* et *C. affine acinaciformis*). Depuis leur implantation, ces deux taxons exogènes ont certainement modifié les conditions écologiques du site, induisant un impact sur les Reptiles. Le rat, prédateur opportuniste et omniprésent sur l'îlot est connu pour impacter gravement l'herpétofaune indigène en consommant les œufs et les juvéniles de toutes les espèces ainsi que les lézards et geckos adultes. En revanche, il apparaît comme proie privilégiée des serpents adultes. Les Griffes de sorcière, colonisant rapidement les rares espaces ouverts du site, réduisent d'autant les habitats favorables aux reptiles. En modifiant la capacité d'accueil du milieu, il est probable que la présence massive de *Carpobrotus* spp. modifie la diversité et l'abondance des proies des reptiles (insectes notamment).

Un protocole de suivi, conduit par l'association Reptil'Var permet de suivre la réponse des populations de Reptiles à cette restauration. Notons que l'herpétofaune se compose du Léopard des murailles (*Podarcis muralis*), du Phyllodactyle d'Europe (*Euleptes europaea*), de la Couleuvre de Montpellier (*Malpolon monspessulanus*). Ce protocole se compose de deux quadrats et trois itinéraires échantillons pour les Reptiles diurnes. Ils sont parcourus par un observateur et tous les individus observés sont notés (âge et sexe). Les Phyllodactyles sont cherchés sur cinq sites témoins, chaque observation précise si l'individu se trouve dans une anfractuosité ou à la surface du substrat.

En 2014, il apparaît notamment que la proportion de Phyllodactyles observés hors des anfractuosités est en constante augmentation, traduisant un changement comportemental face à l'absence des rats. Nous observons également un plus grand nombre de Couleuvre de Montpellier juvéniles, moins prédatées par les rats ou au moins plus facilement observables. La question du régime alimentaire des serpents adultes se pose. Privés de leur ressource principale, il est probable qu'ils se reportent sur d'autres proies comme les oiseaux, les lézards et les jeunes couleuvres. Il serait intéressant d'étudier plus en détail le régime alimentaire des serpents adultes et leur devenir sur l'îlot suite à l'élimination des rats.



Parc national
de Port-Cros

BAGAUD
Réserve intégrale



Etude des populations de reptiles de l'île de Bagaud

Répartition géographique et structures
démographiques

Réponse à la disparition des espèces exogènes

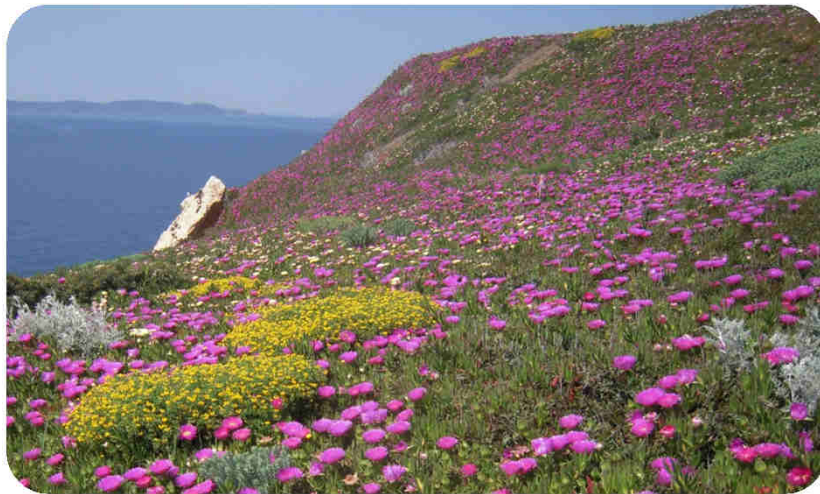
Gabriel Martinerie & Joël Gauthier – Reptil'Var



Herpétofaune et espèces exogènes

Le développement de *Carpobrotus* implique:

- Une diminution de la diversité spécifique et de l'abondance des populations d'insectes, principales proies des Lézards, *Phyllodactyles* et serpents juvéniles.
- La réduction des habitats favorables par recouvrement.



La présence du Rat noir implique :

- Une prédation directe des *Phyllodactyles*, Lézards et jeunes serpents.
- Un changement de comportement connu chez le *Phyllodactyle* qui sort peu des failles.
- Une ressource alimentaire préférentielle pour les serpents adultes.

Présentation du protocole



Protocoles diurnes

2 quadrats : **Q1** et **Q2**

- 1125 m² chacun
- parcouru 10 min

3 itinéraires-échantillon : **IE1**, **IE2**, **IE3**

- 80 mètres chacun

Protocole nocturne

5 micro-sites témoins : Débarcadère, Batterie Sud, Pointe Sud 1, 2, 3

Le Lézard des murailles – *Podarcis muralis*

Espèce de reptile la plus représentée sur les îlots de Provence.

Fréquente une grande diversité de biotopes, préférence pour les milieux ouverts et semi ouverts :

- milieux rocaillieux ensoleillés.
- les talus ensoleillés, les lisières forestières, les bordures de bois.
- murets, murs de pierres et leurs abords.

Largement insectivore + quelques fruits sucrés

Adultes jusqu'à 20 cm

Juvéniles 5 cm



Photo : Joël GAUTHIER



Photo : Gabriel MARTINERIE

Le Lézard des murailles - Résultats

Présent dans tous les milieux ouverts et semi ouverts, en lisière de l'oléo lentisque, dans les sentiers et sur tous les milieux rupestres bien exposés.

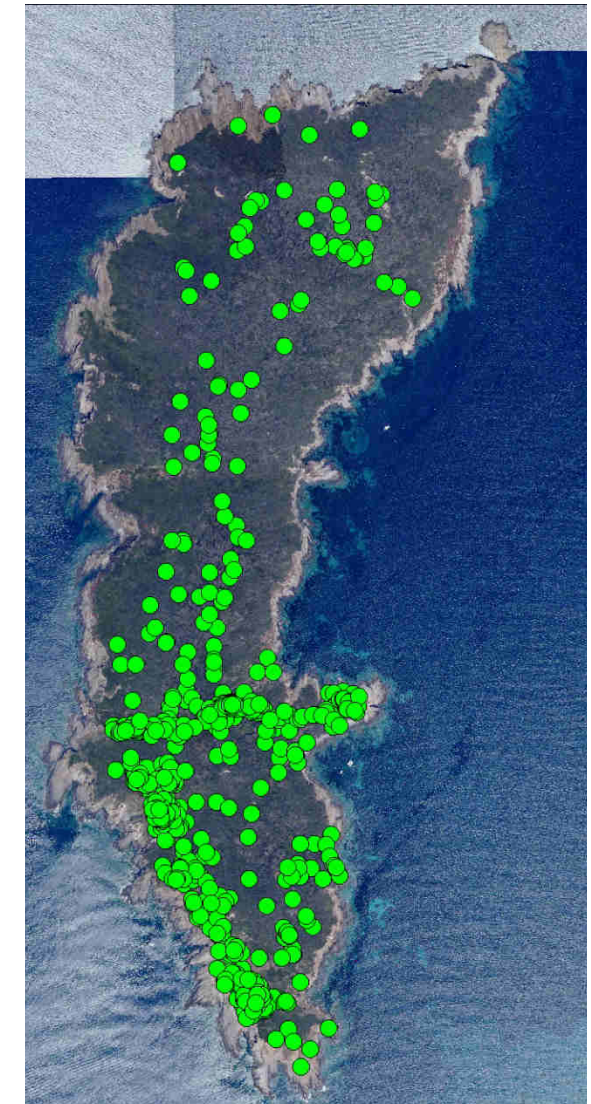
Densité	2010	2011	2013	2014
	9 ind/ha	16 ind/ha	29 ind/ha	16 ind/ha

Fréquence de contact	2010	2011	2013	2014
	9.1 obs/h	14.5 obs/h	19.4 obs/h	12.8 obs/h

Structure démographique (classe des juvéniles)	2010	2011	2013	2014
	5.5%	8.5%	24%	18%



Nette augmentation de la proportion de juvéniles en l'absence des exogènes



Le Phyllodactyle d'Europe – *Euleptes Europaea*

Endémique de l'ouest méditerranéen

Répartition discontinue, souvent insulaire.

Seconde espèce la plus représentée sur les îlots Provençaux.
Capable de se maintenir sur de petits îlots à l'écosystème très simplifié.

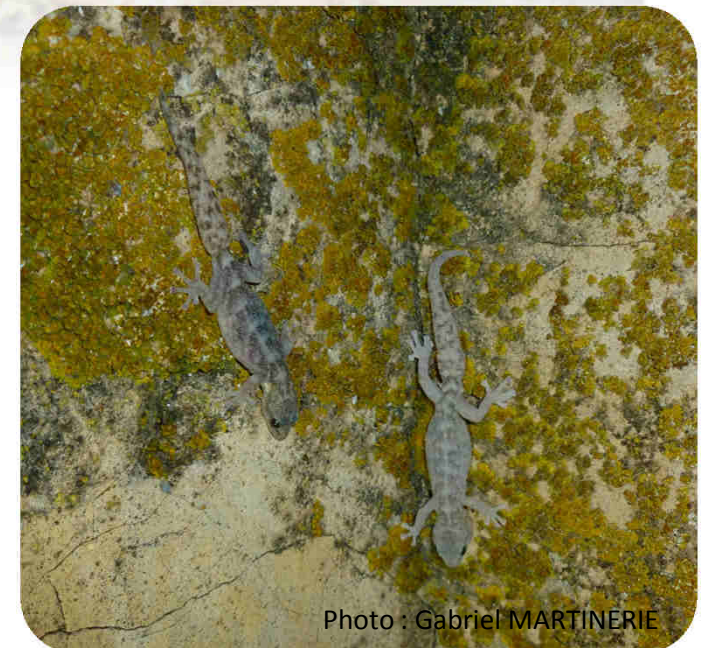
Habitat rupestre :

- milieux littoraux ouverts et rocheux bien ensoleillés.
- ouvrages artificiels peu fréquentés par l'homme et non éclairés artificiellement.
- besoin de nombreuses fissures étroites et profondes.

Nocturne - Insectivore

Adultes 8 cm

Juvéniles 3 cm



Le Phyllodactyle d'Europe - Résultats

Présent sur tous les sites et microsites favorables de l'îlot.

Fréquence de contact	2011	2013	2014
	18.5 ind/h	16.1 ind/h	15 ind/h



Densité élevée

Structure démographique (juvéniles)	2010	2011	2013	2014
	6%	3%	13%	19%

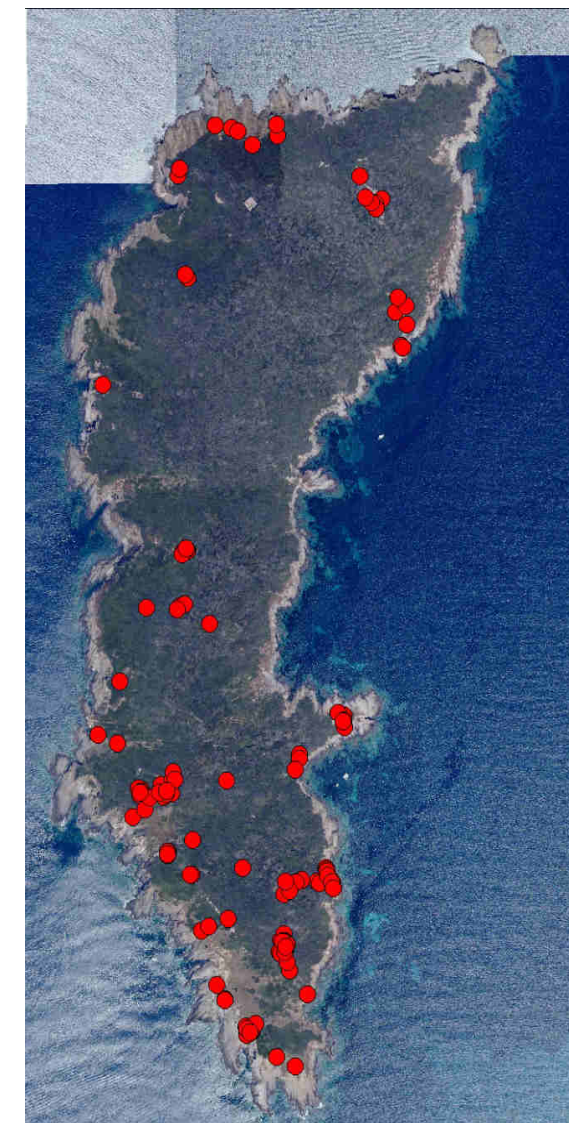


Forte augmentation des juvéniles depuis les éradications

Proportion d'observations hors failles	2010	2011	2013	2014
	24%	7%	43%	66%



Changement de comportement



La Couleuvre de Montpellier – *Malpolon monspessulanus*

Espèce méditerranéenne

Fréquente tous types de milieux

- milieux découverts et secs à végétation basse.
- pentes rocailleuses à végétation buissonnante.
- forêts claires.

Prédateur opportuniste.

Spectre alimentaire large : petits mammifères et petits oiseaux, œufs, reptiles, insectes pour les jeunes.

Le plus grand serpent français.

Peut atteindre une taille supérieure à 2 m pour 3 kg.

Les jeunes mesurent 40 cm environ à la naissance.



Photos : Joël GAUTHIER

La Couleuvre de Montpellier - Résultats

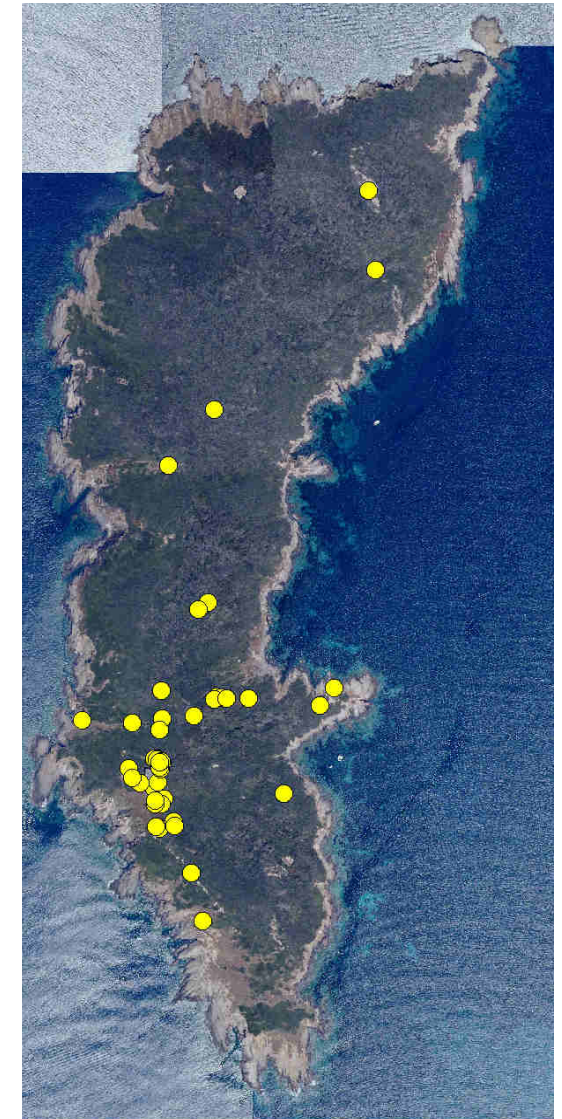
Présente dans les secteurs les plus ouverts de l'île. Evite les goélands de la pointe Sud.
 Presque toujours contactée hors des protocoles de suivi.

Structure démographique

	2010 (10 obs)	2011 (21 obs)	2013 (7 obs)	2014 (13 obs)
Adultes	50%	67%	43%	39%
Subadultes	20%	14%	57%	15%
Juveniles	10%	5%	0%	46%
Individus indéterm.	20%	14%	0%	0%



**Beaucoup de juvéniles observés en 2014.
 Bon renouvellement de la population malgré la
 disparition de la ressource alimentaire principale !**



Discussion

Pour toutes les espèces de Reptiles de Bagaud : **augmentation de la proportion des juvéniles après la disparition des exogènes.**

Peut être expliqué par :

- **un changement de comportement** qui permet de mieux détecter les jeunes qui se cachent moins comme pour le Phyllodactyle.
- **de meilleurs succès de reproduction et taux de survie des jeunes**

Grâce à :

- **la diminution de la prédation et du dérangement,**
- **une ressource alimentaire plus disponible,**
- **des micro habitats ouverts plus nombreux.**

Quel avenir pour les serpents ?

Nous n'observons **pas encore d'effets négatifs sur la population de Couleuvre de Montpellier.**

Comment vont-elles **modifier leur régime alimentaire ?**

Quel est le statut précis de la Couleuvre à échelons ?

Les prospections futures aideront à répondre à ces questions.

Participants aux prospections - Remerciements

2010 : Joël GAUTHIER, Alain ABBA, Bénédicte CULORIER, Franck DUPRAZ, Rémy EUDELIN, Benoît MORAZE et Eric ZARA.

2011 : Joël GAUTHIER, Alain ABBA, Rémy EUDELIN, Mathias ALLEGRE, Joana FIGUIERE, Marc-Antoine MARCHAND, Menad BEDDEK, Margaux WESTERLOPPE.

2013 : Rémy EUDELIN, Alain ABBA, Raphaël COLOMBO, Marina GASTAUD, Jérémy JALABERT, Marc-Antoine MARCHAND, Nicolas VISSYRIAS, Margaux WESTERLOPPE.

2014 : Gabriel MARTINERIE, Alain ABBA, Eve ESQUENET, Daniel MARTINERIE, Sébastien SANT, Sébastien TOJA, Eric SCHLEICH, Joana FIGUIERE.

Nous remercions :

- le personnel du Parc national de Port-Cros dans son ensemble, Hervé BERGERE et son équipe, Pascal GILLET.
- Elise KREBS et Aurélie PASSETI, IMBE.



Merci de votre attention

CONTACT

Gabriel Martinerie & Joël Gauthier – Reptil'Var

Mail : reptilvar@hotmail.fr

AGIR ENSEMBLE CONTRE LES ESPECES EXOTIQUES ENVAHISSANTES.

Loïc PANZANI¹

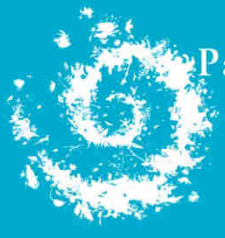
¹Association Le Naturoscope, 166 av. de Hambourg, 13008 Marseille.

*Contact : loic.panzani@naturoscope.fr

Résumé : "Ensemble pour la biodiversité" est un programme de mobilisation citoyenne contre les espèces exotiques envahissantes. Ce projet, porté par l'association Le Naturoscope et soutenu par la Région PACA et la DREAL, vise à limiter les invasions biologiques en suivant deux axes:

- l'implication citoyenne du public dans des opérations d'éradication d'espèces exotiques envahissantes menées par des gestionnaires d'espaces naturels (Parc National des Calanques et Parc national de Port-Cros).
- L'information des amateurs et des professionnels du jardinage sur les solutions alternatives à la plantation d'EVEE.

En offrant aux usagers la possibilité de réaliser des actions concrètes et opérationnelles pour favoriser la biodiversité, ce projet propose une communication positive sur une problématique méconnue du grand public.

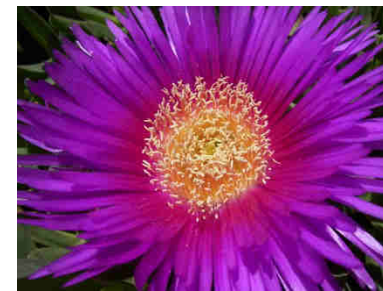
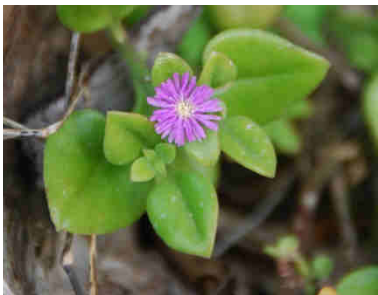


Parc national
de Port-Cros

BAGAUD
Réserve intégrale



Agir ensemble contre les Espèces Exotiques Envahissantes



Belles...mais envahissantes!

Un projet suivant deux axes

1-Mise en place d'opérations citoyennes d'éradication.



2-Sensibilisation du public à la problématique des espèces exotiques envahissantes.



Des objectifs sociaux et citoyens

Favoriser la mise en relation entre gestionnaires d'espaces naturels, bénévoles, scientifiques, grand public...

Permettre au grand public de s'impliquer dans des actions d'utilité sociale et environnementale.

Communiquer positivement avec les usagers sur la problématique de la préservation de la biodiversité.

Inciter les jardiniers et les professionnels à proscrire les EVEC de leurs usages.



Des objectifs environnementaux

Limiter la prolifération d'espèces exotiques envahissantes sur des sites protégés de la région PACA.

Limiter l'érosion de la biodiversité en évitant le remplacement d'espèces végétales endémiques par des espèces exotiques concurrentes.

Inciter les jardiniers professionnels et amateurs à utiliser des espèces locales ou exogènes non envahissantes et à créer des refuges de biodiversité.



Les opérations citoyennes d'éradication



Mettre en relation le public en demande d'action d'utilité publique et les gestionnaires d'espaces naturels en quête de main d'œuvre et de visibilité.

Le public mobilisé

Service Volontaires Européens

Bénévoles associatifs

Services civiques

Lycées agricoles

Sur le territoire du Parc National de Port Cros

Arrachage manuel des *Carpobrotus* sp.



Entretien des layons sur la réserve intégrale de L'îlot de Bagaud



Bilan Quantitatif

2012: contrôle chimique + essai d'activation de quelques ratières
+ ouverture des layons + repasse griffes de sorcière: **22.5 jours** (4.5 jours salariés, 18 jours bénévoles)

2013: Entretien des layons, marquage placette de suivi, contrôle des stations permanentes, pose des ratières, repasse griffes de sorcière: **66.5 jours** (12.5 jours salariés, 54 jours bénévoles)

2014: contrôle de la dératisation, repasse griffes de sorcière: **69.5 jours** (12 jours salariés, 57.5 jours bénévoles)



Sur le territoire du Parc National des Calanques

Le public

volontaires européens,
bénévoles associatifs, stagiaires

Les méthodes utilisées

- Arrachage de *Opuntia* sp. et *Agave americana* avec des pioches, des scies et des gants,
- Déracinement des plantules et récolte des fruits d'*Opuntia* sp. pour limiter la dissémination.



En mer

Depuis plusieurs années Le Naturoscope et ses bénévoles s'associent à la **campagne de suivi et d'arrachage de la Caulerpa Taxifolia** en Baie de la Garonne sur la commune du Pradet.

Le but est de suivre dans cette baie préservée la prolifération de cette algue année après année. Dans la mesure du possible, cette algue est soigneusement prélevée.



Grâce au soutien du Club de Plongée et de la commune du Pradet, cette action se renouvelle chaque année et permet de disposer d'une banque de donnée sur la prolifération de cette algue en baie de la Garonne.

La méthode de travail

La plongée s'effectue le long d'un bout tendu, de façon à balayer la plus large zone possible



A chacun d'ouvrir l'oeil pour trouver *Caulerpa taxifolia*



Une seconde plongée au GPS est effectuée pour un marquage précis



Une troisième plongée est nécessaire pour passer à l'arrachage



La méthode d'élaboration des partenariats

- 1. Préparation des campagnes d'éradication avec les gestionnaires.**
2. Signature d'une convention.
- 3. Mobilisation du public.**
4. Organisation logistique des chantiers.
- 5. Formation des bénévoles.**
6. Encadrement des chantiers.

L'information du public

Lors de stands et de manifestations, en magasin...



La réalisation d'une plaquette d'information

Prévention :

Il n'y a pas de solutions lorsque l'espèce est déjà présente, c'est la **prévention** qui permettra de limiter les invasions

La **prévention** c'est quoi exactement ?
C'est être un **éco-jardinier** :
respecter l'**environnement** et se **renseigner** avant de planter une espèce

Préférez le *Colutea arborescens* au Mimosa d'hiver

Préférez la *Calystegia soldanella* aux griffes de sorcières

Préférez le *Calicotome spinosa* au figuier de barbarie

Préférez le Lilas de Perse à l'arbre aux papillons

Réhabilitation des écosystèmes :

Qu'est ce que je peux faire pour **combattre** les espèces invasives ?

M'inscrire aux campagnes d'arrachages et aux différentes actions prévues renseignements sur le site du Naturoscope

Devenez **bénévole** au naturo Rejoignez nous

Sur le site www.naturoscope.fr
Par mail : contact@naturoscope.fr
Par tel : 04 91 40 20 11

Opération :

Espèces Invasives :

Aidez nous à lutter contre l'une des principales sources d'érosion de la biodiversité dans le monde !

2^{ème} cause de la disparition d'espèces en France
Art 23 de la loi Grenelle du 1 au 3 août 2009

NATUROscope
Centre d'étude et d'initiation à l'environnement

FONDATION DE FRANCE

VILLE DE MARSEILLE



Les limites des projets

Techniques

Comment prioriser les actions?

Comment limiter l'érosion des sols suite à l'arrachage?

Comment évacuer ou composter les déchets végétaux?

Comment limiter les risques pour les bénévoles?

Partenariales

Quels financements pour ce type d'action?

Quel partenariat adopter avec les jardineries et les pépiniéristes?

Les Perspectives

Participation au programme LIFE « habitats littoraux » Parc National des Calanques

Campagne de sensibilisation des privés (jardineries, pépinières...).

Actions de communication ciblées auprès des acteurs locaux et des usagers.

Campagne de sensibilisation du grand public, des scolaires et des collectivités.

Organisation des chantiers citoyens.

Les Partenaires

Partenaires techniques



Partenaires financiers





Merci de votre attention

CONTACT

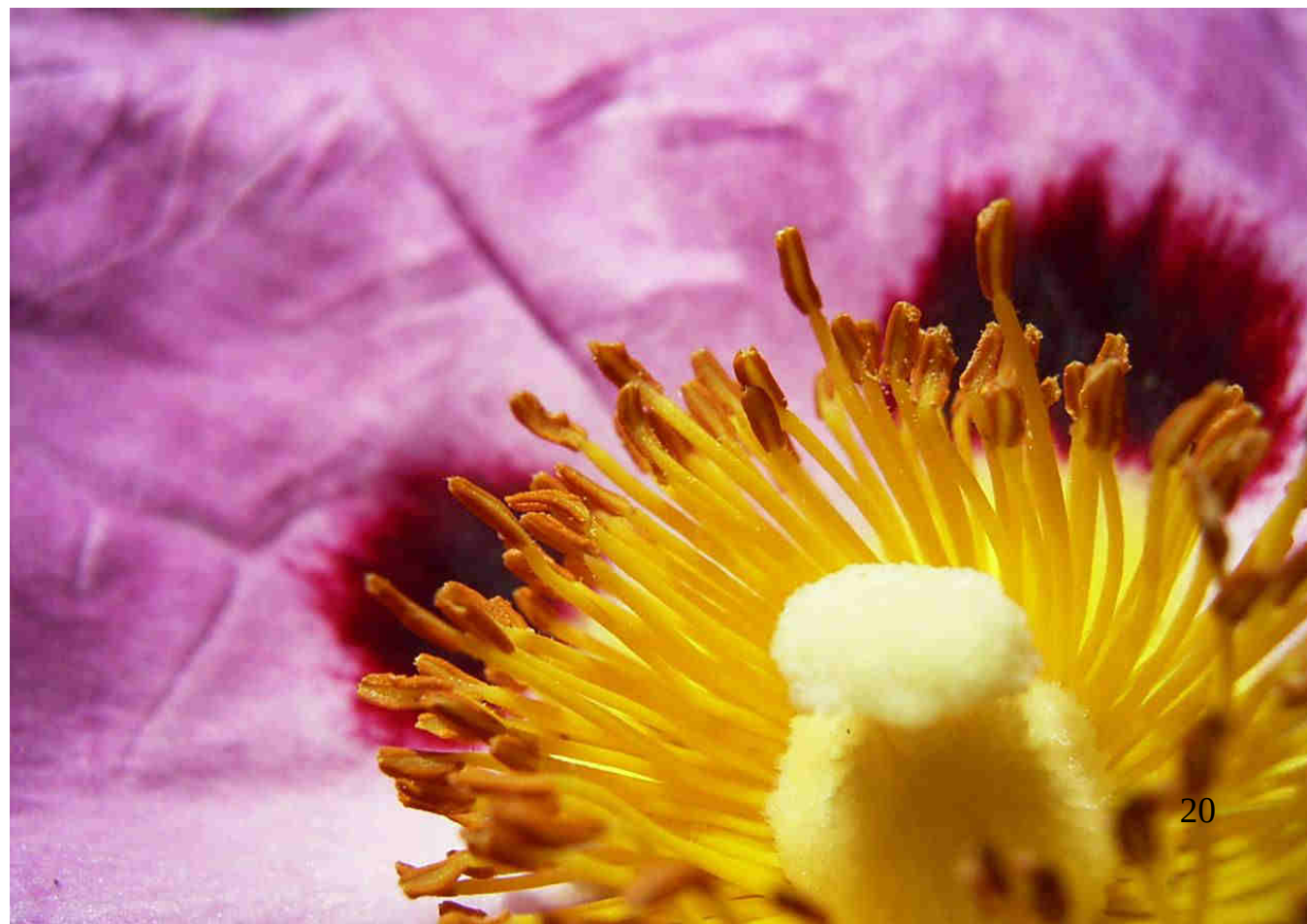
Panzani Loïc-Le Naturoscope
loic.panzani@naturoscope.fr

Tel : 04 91 75 58 43

06 22 45 44 02



www.naturoscope.fr



INITIATIVE POUR LES PETITES ILES DE MEDITERRANEE : ACTEURS DE LA GESTION DES MILIEUX INSULAIRES MEDITERRANEENS

Fabrice BERNARD¹, Céline DAMERY¹, Mathieu THEVENET¹

¹Conservatoire du Littoral – Délégation Europe et international, Bastide Beaumanoir, 3 rue Marcel-Arnaud, 13100 Aix-en-Provence

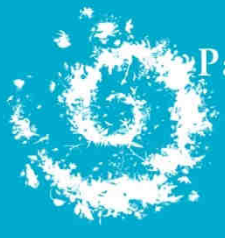
*Contact : m.thevenet@conservatoire-du-littoral.fr

Résumé : La Délégation International du Conservatoire du littoral coordonne depuis 2005 l'Initiative pour les Petites Iles de méditerranée (PIM) un programme dédié à l'amélioration de la gestion des micros espaces insulaires de Méditerranée. Un des axes de ce programme est le renforcement de capacité des gestionnaires et la formation des acteurs de l'environnement aux techniques de gestion de la biodiversité des îles.

Les PIM se sont associés au projet d'éradication du Rat noir de la réserve intégrale de Bagaud en fournissant un appui financier, matériel et sous forme de main d'œuvre à l'IMBE et au Parc national de Port-Cros, afin de faciliter le déroulement des opérations de terrain. Depuis 2012 les PIM permettent à des professionnels de l'environnement actifs sur des sites insulaires des pays voisins méditerranéen de venir prêter main forte aux opérations de terrain sur Bagaud afin qu'ils puissent se former à ces techniques et à terme les appliquer au sein de leur propres sites naturels. Les échanges d'expériences vont toujours dans les deux sens : en 2014 notamment, quatre professionnels tunisiens (gestionnaires, institution et universitaires) ont apporté leur savoir-faire pour la réalisation du contrôle de la dératisation et ont pu confronter leur propre protocole à celui mis en place sur Bagaud. Les discussions ont permis d'enrichir leur vision et de définir plus précisément les contours du projet de dératisation des Kuriat prévu pour 2015, un archipel sableux situé sur la côte Est tunisienne recolonisé depuis peu par le Rat noir.

Entre 2011 et 2014 ce sont au total 16 environnementalistes venant d'Albanie, Algérie, Croatie, Tunisie, et des Pays-Bas qui se sont formés aux techniques de dératisation sur Bagaud.

Les activité des PIM vont au-delà de la formation technique de professionnels puisque l'Initiative participe également à la coordination de différents groupes de travail des gestionnaires insulaires méditerranéens débouchant sur la productions d'outils de gestion, de guides de bonnes pratiques, des protocoles de suivi de la biodiversité, et enfin sur la création de bases de données communes pour une mutualisation et un large partage des données relatives à la biodiversité des îles.



Parc national
de Port-Cros

BAGAUD
Réserve intégrale



Initiative pour les Petites îles de Méditerranée

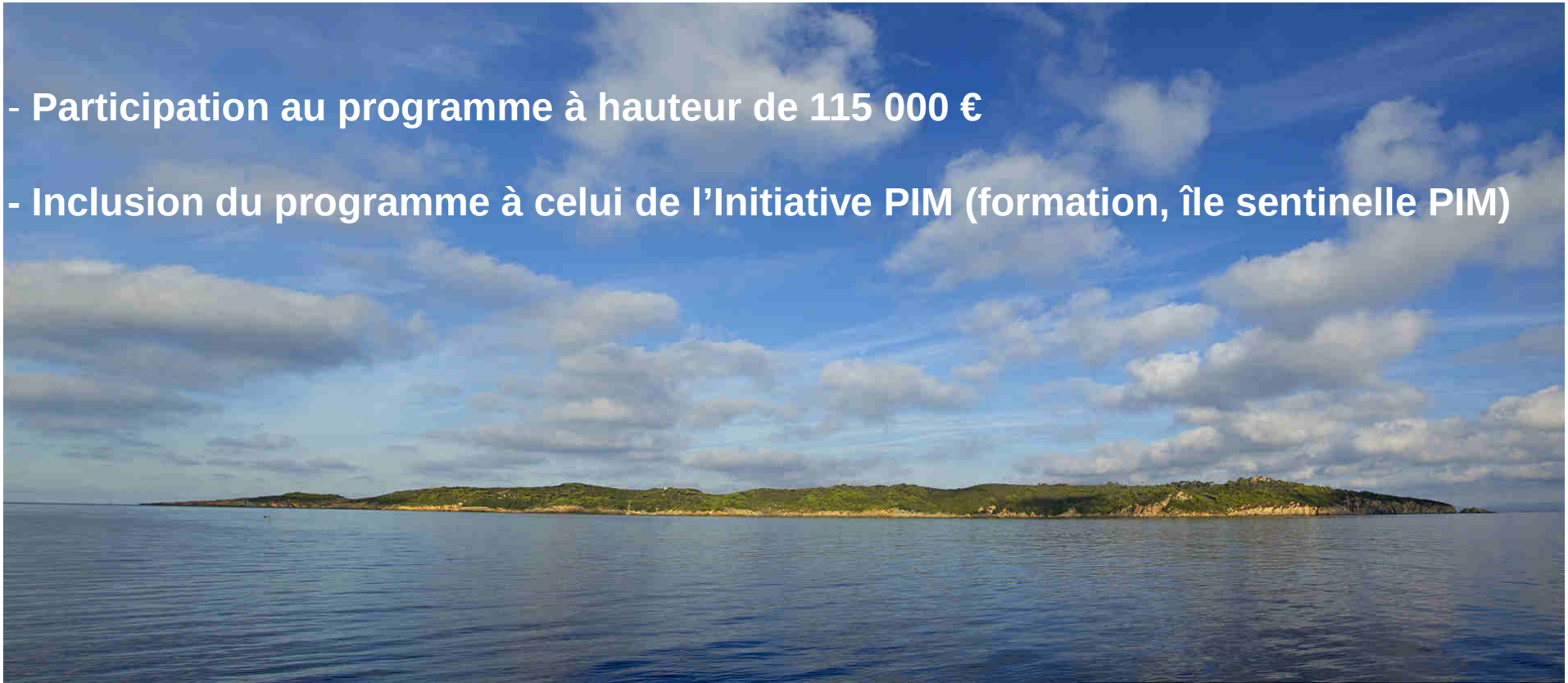
Acteurs de la gestion
des
milieux insulaires méditerranéen



L'appui du Conservatoire et des PIM au programme Bagaud

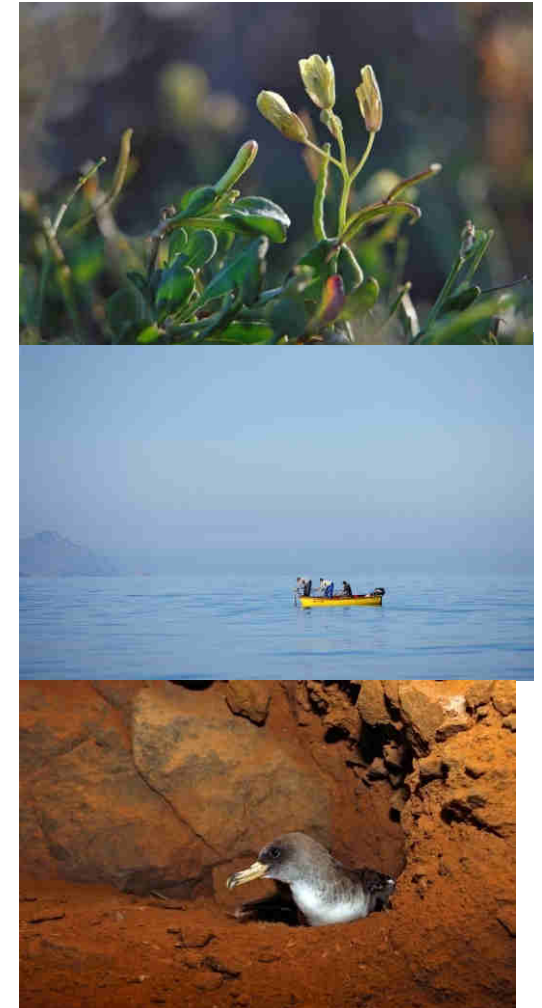
- Conservatoire est propriétaire depuis 2008 (affectation Défense) A ce titre :

- Participation au programme à hauteur de 115 000 €
- Inclusion du programme à celui de l'Initiative PIM (formation, île sentinelle PIM)



Pourquoi les petites îles ?

- Haut niveau de biodiversité
“laboratoires du vivant”
“hotspot²”
- Intérêts supra-nationaux
(oiseaux...)
- Intérêts économique
(pêche, tourisme...)
- Haut patrimoine culturel
et immatériel;

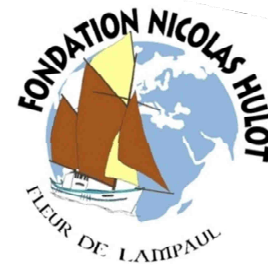


Pourquoi les petites îles ?

Sites pilotes pour des actions concrètes de gestion intégrée des zones côtières

- Systèmes simplifiés;
- Bonne vision des flux;
- Territoires à taille humaine;
- Perception des impacts des interventions;

2005 : naissance de l'Initiative PIM



Pourquoi l'Initiative PIM?

Plusieurs constats :

- Manque d'échange d'expériences
- Patchwork d'îles gérées et à gérer
- Pas de réseau de gestionnaires
- Pas de partage et d'échanges de données
- Pas de coordination régionale de la promotion de la protection de ces territoires



**18.000 km de côtes, soit 39%
du linéaire côtier méditerranéen**



Initiative PIM:

Pour la promotion et l'assistance à la gestion des petites îles de Méditerranée



L'appui du Conservatoire et des PIM au programme Bagaud

- 2012



L'appui du Conservatoire et des PIM au programme Bagaud

• 2013



.L'appui du Conservatoire et des PIM au programme Bagaud

• 2014

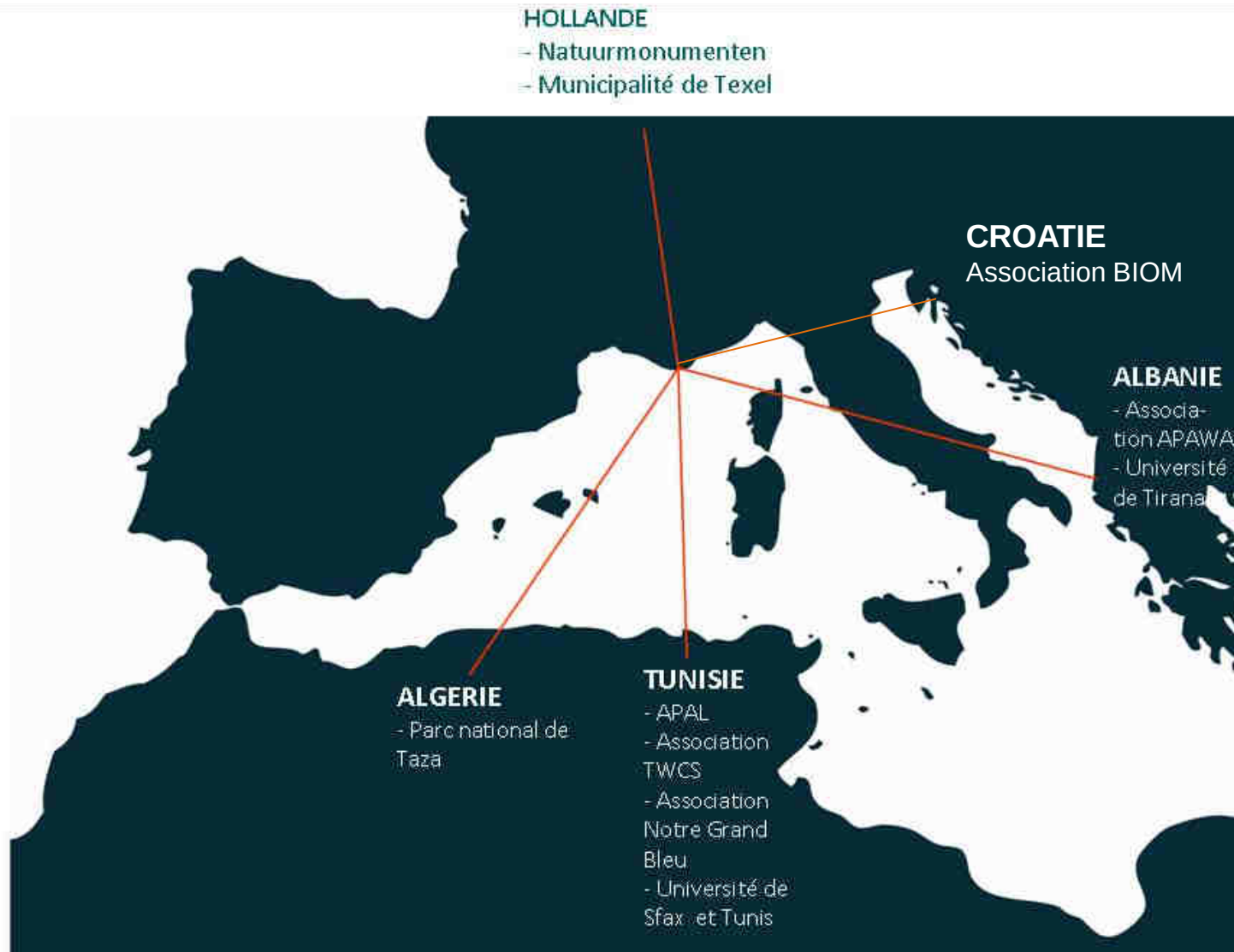


Bilan de l'apport des PIM

- Un appui en terme de main d'œuvre – 15 personnes
90 journées homme
- Stagiaire venant de 5 pays différents
- Des représentants associatifs, universitaires,
institution et gestionnaires de 10 institutions
différentes



Bilan de l'apport des PIM



La dératisation des Kuriats, un projet en cours de formalisation

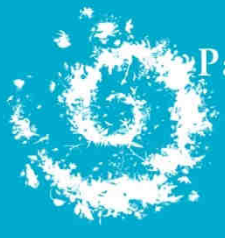
- 2 îles de 70 et 270Ha
- Futur AMP
- Iles Sableuse, reproduction de *Caretta caretta*



La dératisation des Kuriats, un projet en cours de formalisation

- Projet CEPF:
 - Renforcement de capacité NGB
 - Eradication du Rat noir (tube PVC et ratière mécaniques)
 - communication auprès des acteurs du tourisme





Parc national
de Port-Cros

BAGAUD
Réserve intégrale



Merci de votre attention

CONTACT

Nom – Mathieu Thévenet

Mail : m.thevenet

Tel : 06 -16-85-10-37



Conservatoire
du littoral



LA STRATEGIE SCIENTIFIQUE DU PARC NATIONAL DE PORT-CROS

Alain BARCELO¹

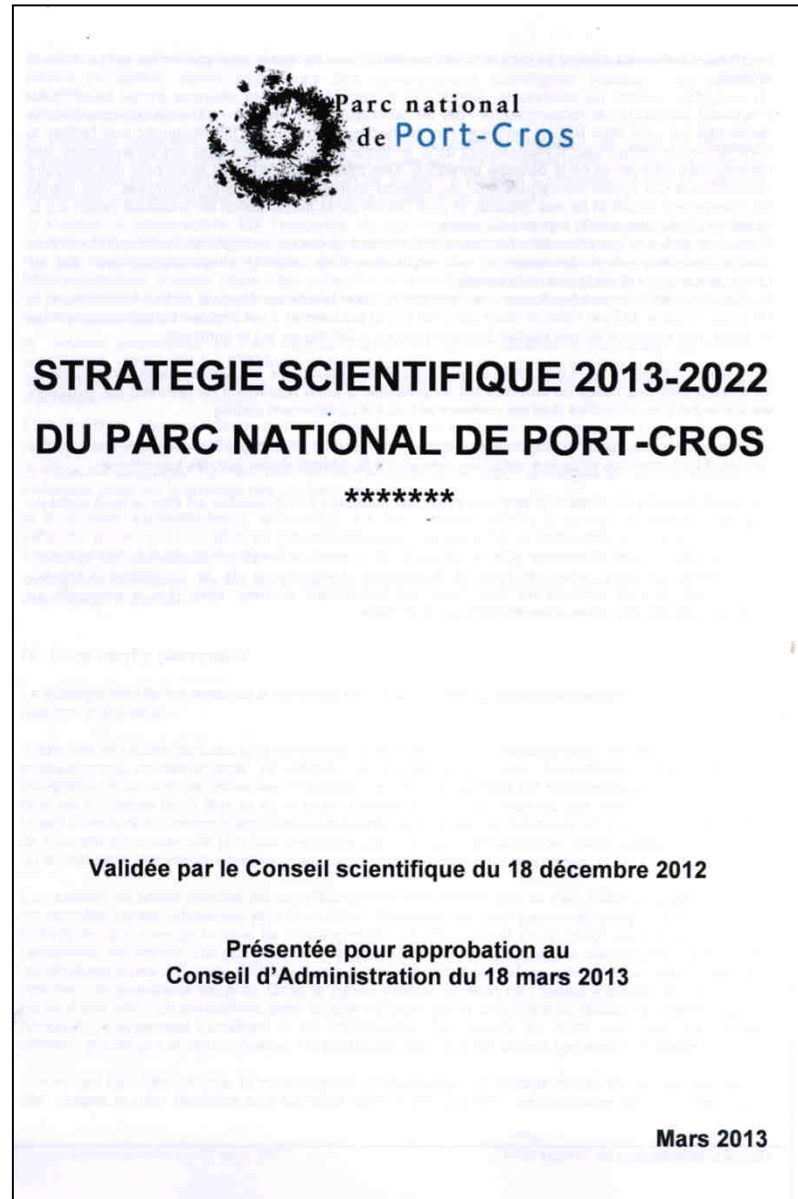
¹*Parc national de Port-Cros, allée du castel Ste-Claire, BP70220, 83406 Hyères cedex.*

Le 18 mars 2013, le Conseil d'Administration du Parc national de Port-Cros validait, 3 mois après son Conseil scientifique, la Stratégie scientifique de l'Établissement pour la période 2013-2022. Ce document cadre de l'activité scientifique permet de disposer d'une définition des besoins dans le domaine scientifique pour l'Établissement, et de retenir les axes prioritaires d'intervention pour la période 2013-2022 au sein d'une vision à long terme. Cette Stratégie intègre l'ensemble de la chaîne de production de la connaissance, depuis sa genèse jusqu'à sa diffusion.

Le document est structuré autour des quatre questions suivantes : 1) Pourquoi une stratégie scientifique ? 2) D'où partons-nous ? 3) Où voulons-nous aller dans 10 ans ? 4) Comment y parvenir ? Il fixe les orientations territoriales : l'ancrage dans le paysage local et une envergure méditerranéenne à atteindre, ou à maintenir pour certains domaines scientifiques. Il décrit par ailleurs les principaux résultats cibles dans des domaines prioritaires : 1) l'inventaire des patrimoines, 2) la démarche "qualité" sur la donnée, la capitalisation et la valorisation scientifique, 3) les réserves intégrales, les sites de référence, 4) la gestion et la conservation, 5) les services écologiques, 6) la connectivité, 7) les espèces introduites, 8) l'innovation, l'expérimentation, l'anticipation et 9) la capacité de charge.

2015 constitue une année charnière pour le Parc national puisque la Charte entrera en vigueur sur le territoire des communes signataires. La Stratégie scientifique sera donc mise à jour en fonction des attentes et des besoins des nouveaux acteurs. Cette révision permettra d'actualiser les orientations initialement retenues pour la Réserve intégrale de Bagaud, créée dans un objectif de recherche scientifique. Le présent séminaire offre donc la possibilité de confirmer, de réorienter, d'amplifier les décisions originelles pour cet espace d'exception, notamment pour asseoir définitivement son statut de site pilote pour l'étude du changement global sur un territoire protégé des impacts anthropiques directs.

La stratégie scientifique du Parc national de Port-Cros



Stratégie scientifique du Parc national

Démarche conduite par le Service scientifique :

- avec l'aide du Conseil scientifique**
- avec l'aide des autres services du Parc**
- sous le pilotage de la Direction du Parc**

Durée de conception : 2 ans

Validation :

**Conseil scientifique
Conseil d'Administration**



Stratégie scientifique du Parc national

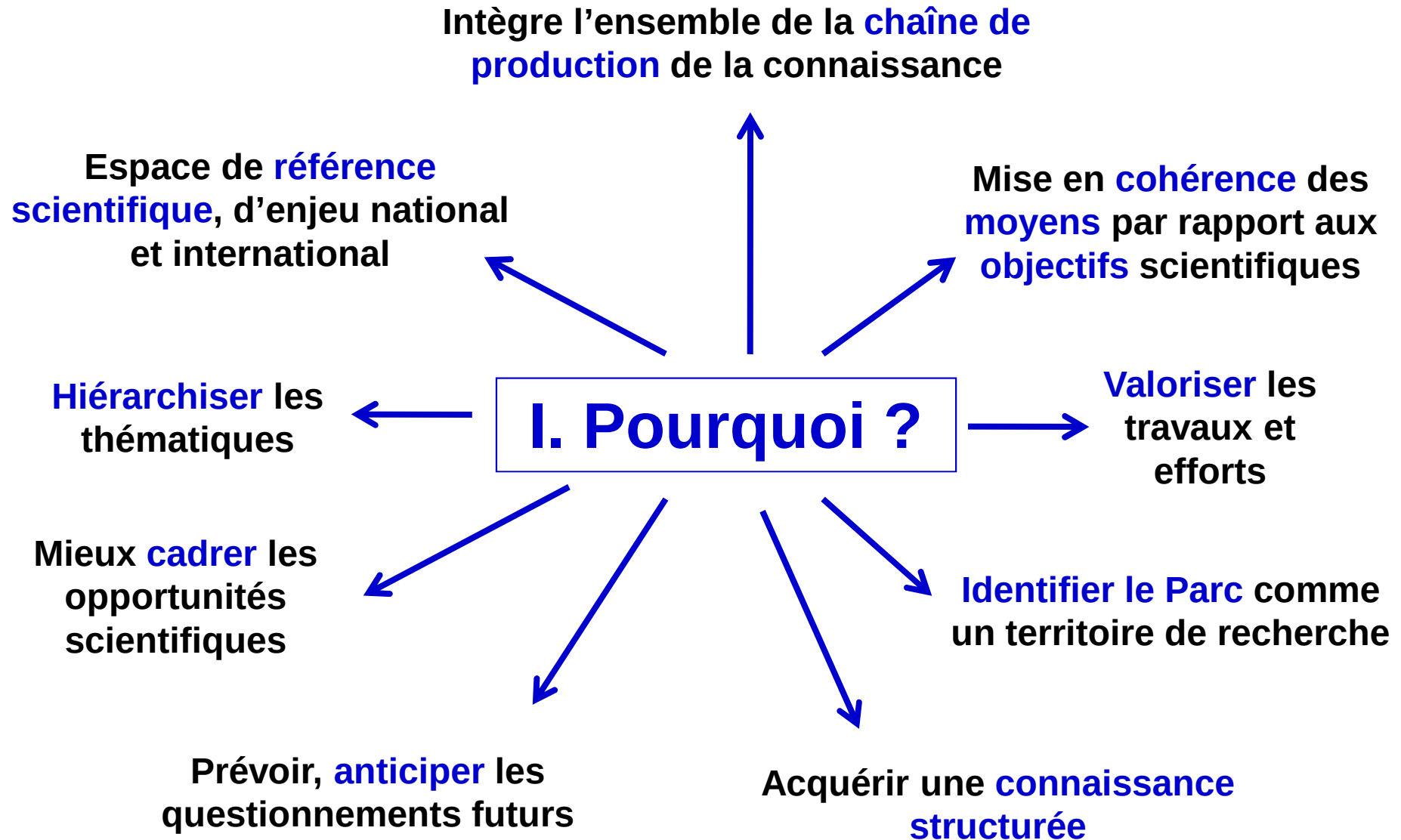
Un document assez concis.
Un état des lieux non exhaustif.
Une bibliographie très réduite.

Un plan « explicite » :

- I. Pourquoi une stratégie scientifique ?
- II. D'où partons-nous ?
- III. Où voulons-nous aller dans 10 ans ?
- IV. Comment y parvenir ?



Stratégie scientifique du Parc national



L'activité scientifique, chaque année :

0 à 2 inventaires

50 à 60 suivis en cours

1 observatoire (Bountîles) arrêté, évolution en cours

1 observatoire marin (Obi_1)

10 à 20 études finalisées

20 à 30 études en cours

8 à 16 recherches (programmes) en cours

1 à 3 thèses soutenues

20 à 40 publications scientifiques

1 édition d'une revue scientifique

II. D'où partons-nous ?

**Au total, près de 1 500
publications**

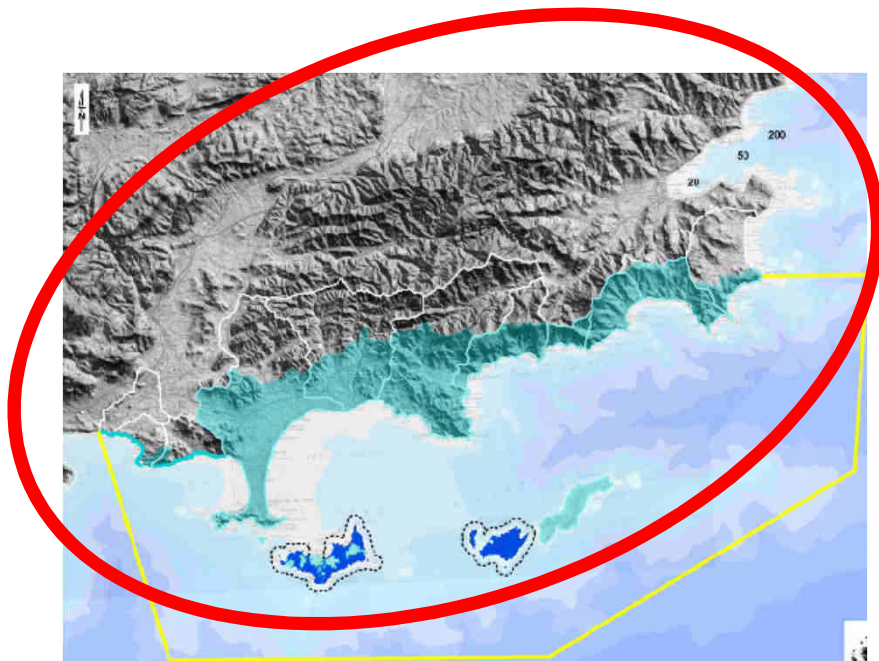


III. Où voulons-nous aller dans 10 ans ?

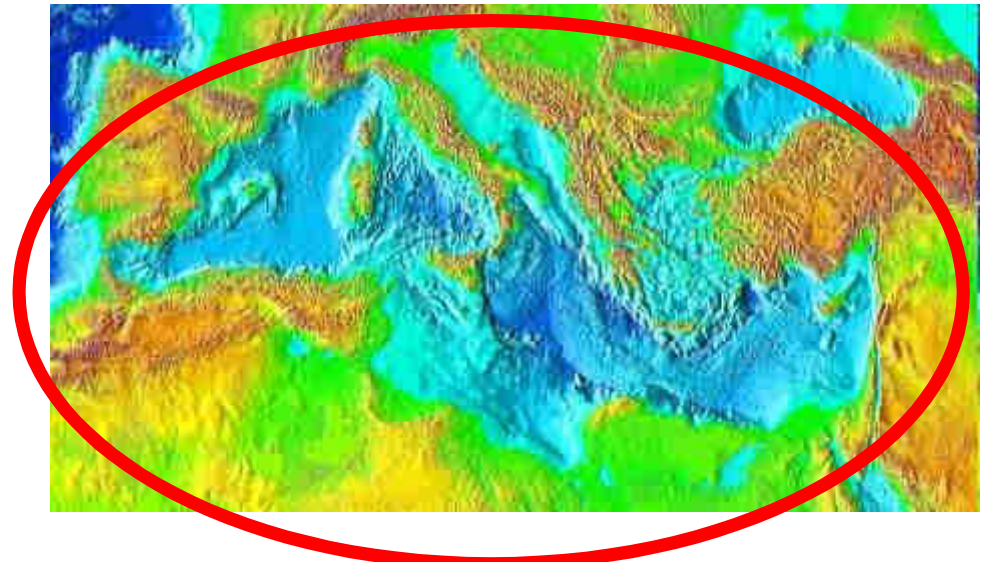
2 ambitions géographiques



Local



Méditerranéen



III. Où voulons-nous aller dans 10 ans ?

9 « résultats principaux »

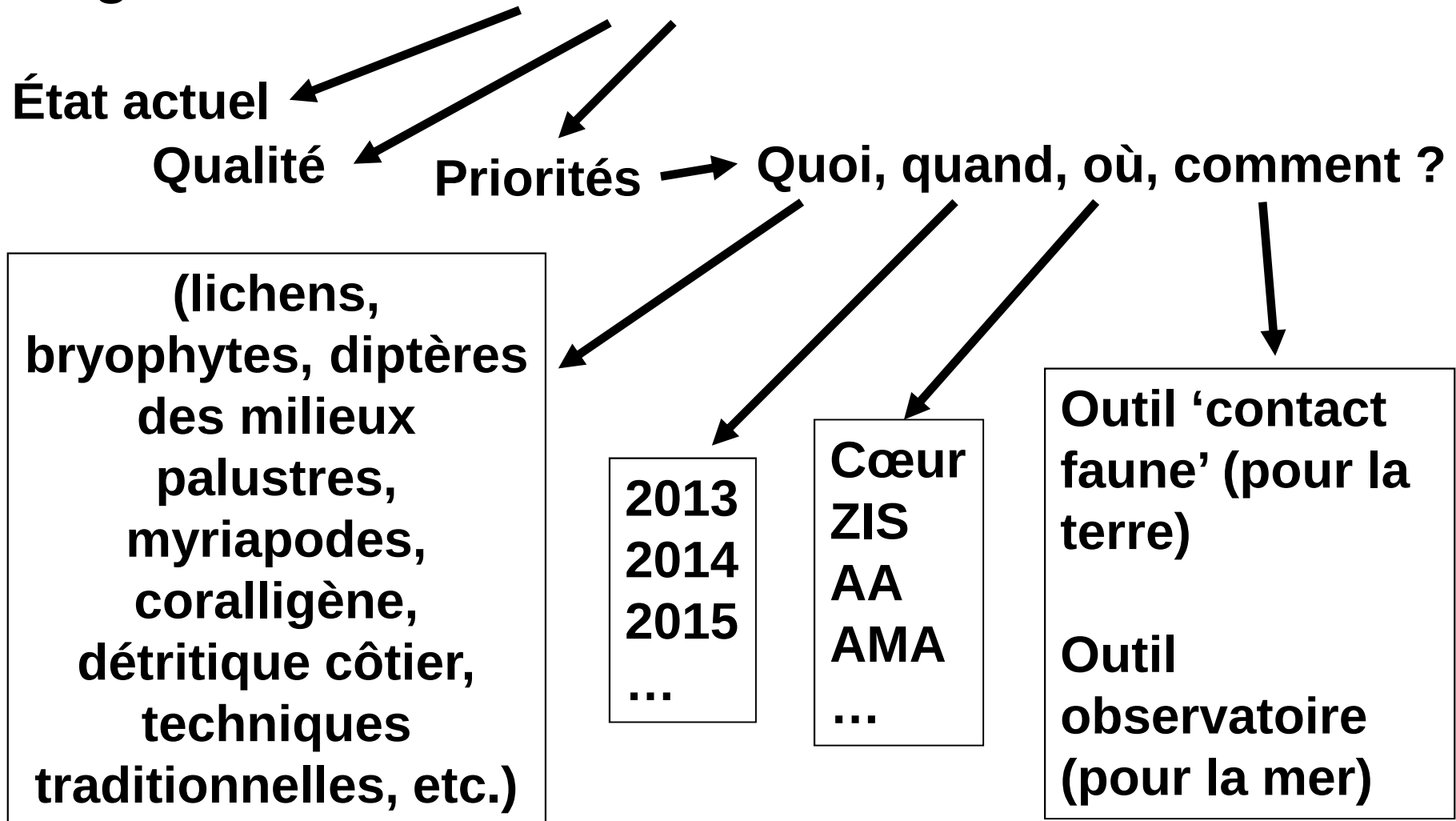
- inventaire des patrimoines ;
- démarche « qualité » sur la donnée, capitalisation et valorisation scientifiques ;
- **réserves intégrales**, sites de références ;
- gestion et conservation ;
- services écologiques ;
- connectivité ;
- espèces introduites ;
- innovation, expérimentation, anticipation ;
- capacité de charge.

IV. Comment y parvenir ? :

- acquisition des connaissances ;
- orientations opérationnelles ;
- restitution des connaissances ;
- mise en œuvre.



Acquisition des connaissances, s'agissant des **inventaires** :



Acquisition des connaissances, s'agissant des **suivis** :

Priorité à
l'acquisition de
séries longues

Priorité aux
espèces (et
habitats)
remarquables

Un outil
informatique pour
les **suivis sous**
protocoles

(laisses de mer, puffins,
discoglosse, phyllodactyle,
mérrou, limite inférieure de
l'herbier de posidonie, pêche
artisanale, etc.)

Les orientations pour
les **observatoires**
sont précisées

Acquisition des connaissances, priorité pour les études et recherches :

Le domaine de la
conservation

Le suivi du
changement global
et de ses impacts

**Rôle de Bagaud
affirmé fortement**

La **capacité
de charge**

Les **cycles
biologiques** pour
les espèces
marines d'intérêt
halieutique

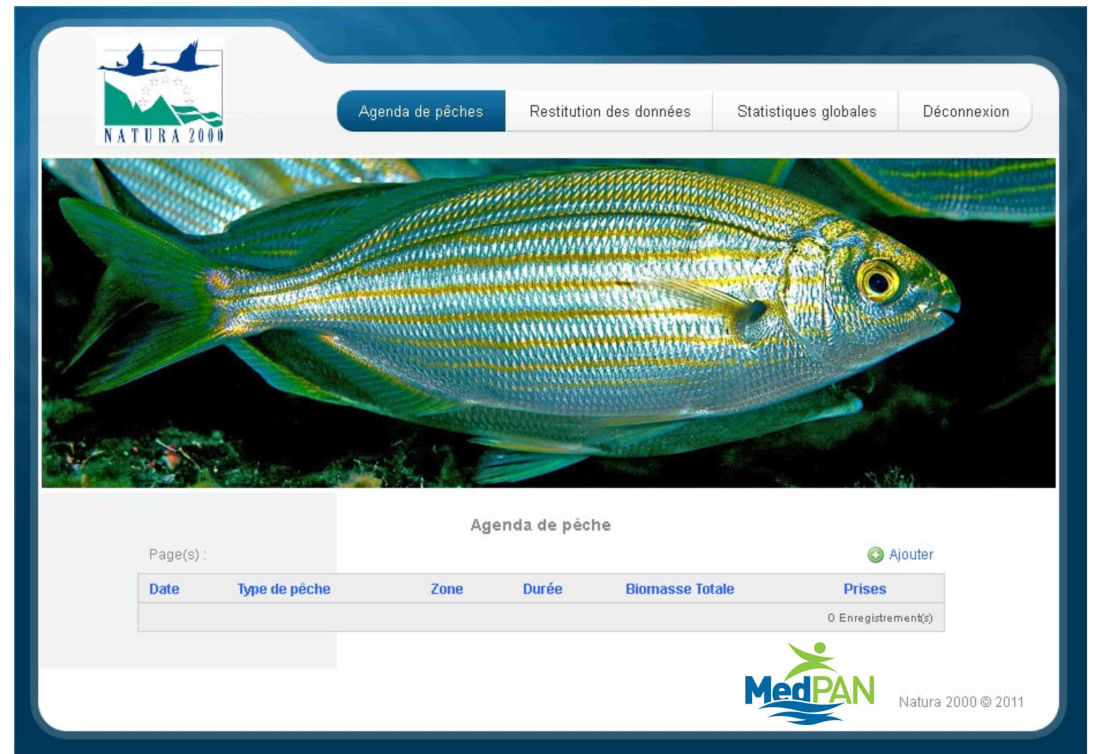


Orientations opérationnelles

La donnée
et sa
qualité

Les bases
de
données

Les données
sous
protocoles



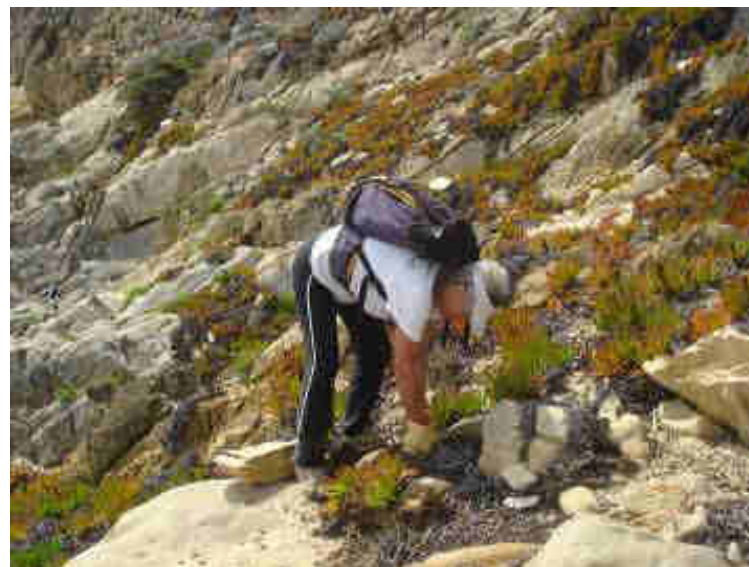
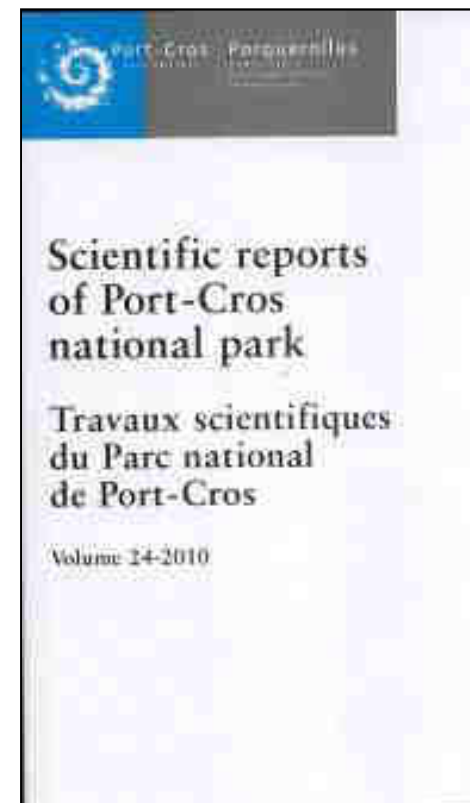
The screenshot displays the MedPAN website interface. At the top, there is a navigation bar with the following links: "Agenda de pêches", "Restitution des données", "Statistiques globales", and "Déconnexion". The main content area features a large image of a striped mullet fish. Below the image, the section is titled "Agenda de pêche". It includes a "Page(s) :" label and an "Ajouter" button. A table is present with the following columns: "Date", "Type de pêche", "Zone", "Durée", "Biomasse Totale", and "Prises". The table currently shows "0 Enregistrement(s)". At the bottom right, the MedPAN logo is visible, along with the text "Natura 2000 © 2011".

Restitutions des connaissances :

- en interne et en externe

Mise en œuvre :

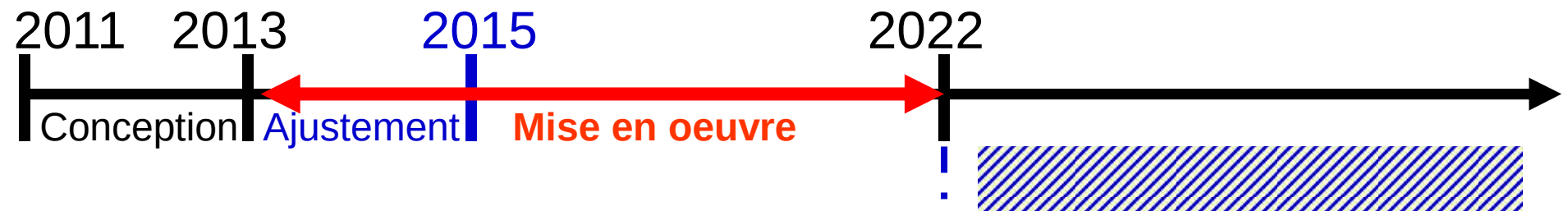
- pilotage, animation et évaluation ;
- calendrier.



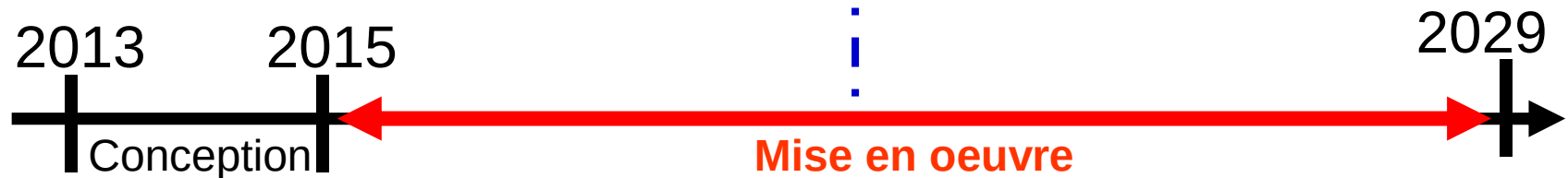
Articulation Stratégie scientifique / charte

Des calendriers différents

Stratégie scientifique



Charte

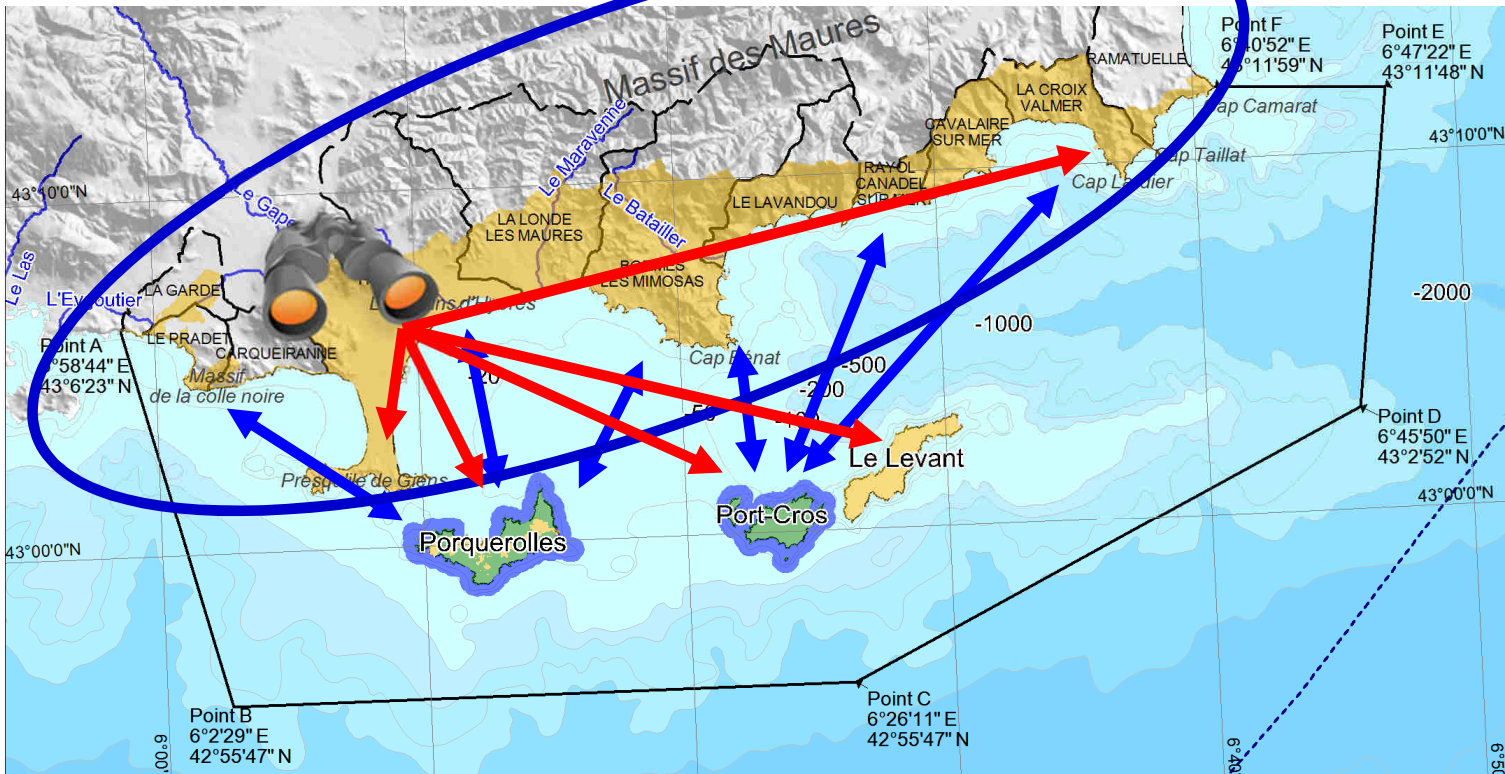


Des différences de perspective

Nouveaux : acteurs du territoire, attentes et thématiques

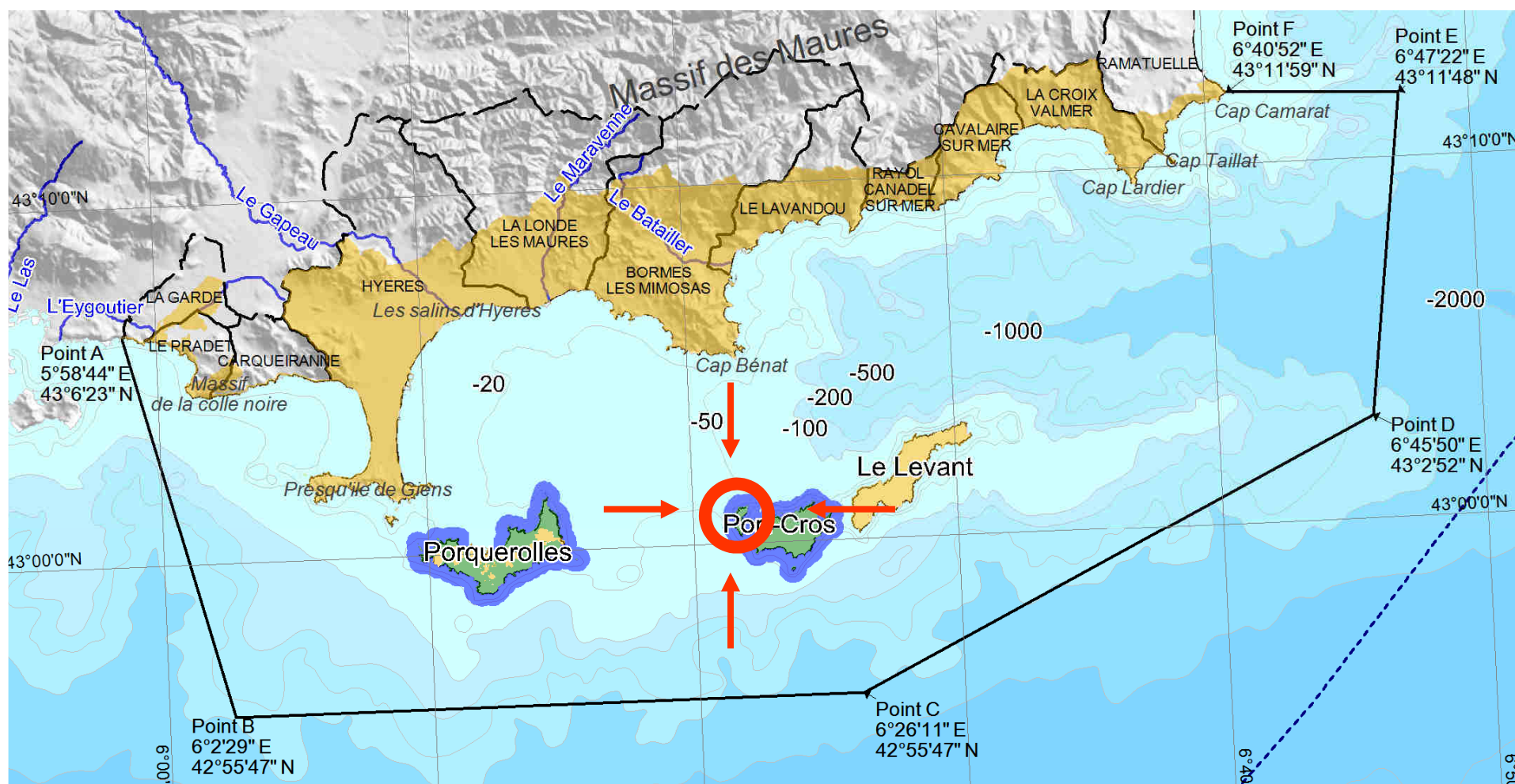
Mais moins de connaissances scientifiques sur ce territoire

Compléter la perspective : développement durable / recherche de solutions



Quel rôle donner à Bagaud dans le futur ?

Les ateliers qui suivent seront, je l'espère, décisifs pour éclairer les futures décisions scientifiques que devra prendre notre Conseil scientifique...



CONCLUSIONS

L'importance de continuer à développer l'approche pilote de Bagaud a été soulignée. Les suivis engagés sur Bagaud doivent être maintenus encore plusieurs années. Il faut cependant noter qu'il sera difficile de faire la part des choses entre le changement global d'un côté et les effets post-éradication qui pourraient s'exprimer durant environ 20 ans de l'autre.

De nombreuses suggestions ont été faites dans le cadre de suivis à long terme sur le changement global, et trois problématiques sont ressorties : définir un réseau de sites, définir les suivis à mettre en place et les données à récolter, identifier un moyen de gérer et conserver les données récoltées. Le cadrage scientifique par l'IMBE doit perdurer.

Mettre en place un réseau

Le problème est de choisir l'échelle de travail et les sites. Ce réseau peut être mis en place à l'échelle du Parc national de Port-Cros avec son aire d'adhésion, il peut également inclure le Parc national des Calanques, la réflexion peut être aussi engagée à l'échelle du bassin méditerranéen. Des sites précis doivent être choisis, et un réseau de placettes doit être mis en place afin de récolter un ensemble de données cohérent.

Le réseau PIM avance sur ce sujet, mais doit affiner les suivis biologiques et définir des protocoles transposables. La réflexion sur un réseau de suivi sur le long terme sur des îles et îlots avec un fort statut de protection doit être engagée. Des îles ont ainsi été citées : île de Monte-Cristo (réserve intégrale), îlot de Cabrera (Parc national, Baléares), île de Molarono (Réserve marine de Tavolara, Sardaigne). Ces thèmes seront discutés au prochain COREGE (Comité de Recherche et de Gestion) en mars 2015. De plus, le réseau PIM peut être coordonné avec le réseau d'alerte et de surveillance du Conservatoire botanique national méditerranéen concernant les espèces exotiques envahissantes (EEE). Les îles sont souvent les premiers témoins des impacts des EEE, il est important d'y maintenir la biosécurité et la veille, notamment en ce qui concerne les EEE émergentes ou celles des listes d'alerte et de prévention.

Il existe un réseau français (Zones-ateliers : <http://www.za-inee.org/>) européen (LTER : <http://www.lter-europe.net/>) et international (ILTER : <http://www.ilternet.edu/>) de sites de recherche, instrumentalisés, sur lesquels sont menés des suivis sur le long terme. Il en existe très peu dans le Sud de la France. Il pourrait être pertinent d'explorer le cahier des charges pour participer à ce type d'observatoire.

Quelles données récolter ?

Plusieurs propositions de suivis ont été évoquées :

- Suivi sur les paysages, les populations et les écosystèmes ;
- Données météorologiques (réseau de micro-capteurs) ;
- Embruns pollués (réseau de capteurs) ;

- Suivis phénologiques (dates de floraisons, de reproduction). Se rapprocher des protocoles nationaux ou internationaux existant (voir si les listes d'espèces sont compatibles) ;
- Composition des sols, communautés des microflore et microfaunes du sol (identifier des spécialistes) ;
- Observatoire photographique des paysages.

Gérer les données récoltées

Il est indispensable de prévoir une gestion des données, afin de regrouper l'ensemble des données récoltées, d'éviter les pertes et de les rendre disponibles aux chercheurs. Les bases de données existantes sont-elles adaptées (bases de données PIM, Silène, INPN, etc.) ?

Autres idées de recherches pouvant être menées

- Etude de la formation des peuplements végétaux sur les îles (génétique, migration, voies de colonisation)
- Etudes phyllogénétiques sur les espèces tyrrhéniennes
- Etude évolutive du phytoplancton



PARTENAIRES



Conservatoire
du littoral



FONDATION
TOTAL



INRA
SCIENCE & IMPACT



Institut Pythéas
Observatoire des Sciences de l'Univers
Aix-Marseille Université