

EXTRAIT DE LA SYNTHÈSE 2010-2019 « PROGRAMME DE RESTAURATION ÉCOLOGIQUE DE LA RÉSERVE INTÉGRALE DE L'ÎLE DE BAGAUD, PARC NATIONAL DE PORT-CROS » (COTTAZ (COORD.), 2020)

Remarque : Ce document vise à apporter une vision synthétique des opérations menées sur le rat noir à Bagaud entre 2011 et 2019. L'ensemble des textes est extrait du [rapport de Cottaz et al. \(2020\)](#). Les lecteurs sont donc invités à consulter directement ce document pour retrouver la bibliographie et tout autre document associé.

Ne pas diffuser sans autorisation.



I. PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

L'île de Bagaud, d'une surface de 58,83 ha est située à une distance moyenne de 1 km à l'ouest de l'île de Port-Cros (Fig. 1) au sein du Parc national de Port-Cros (Var, France).

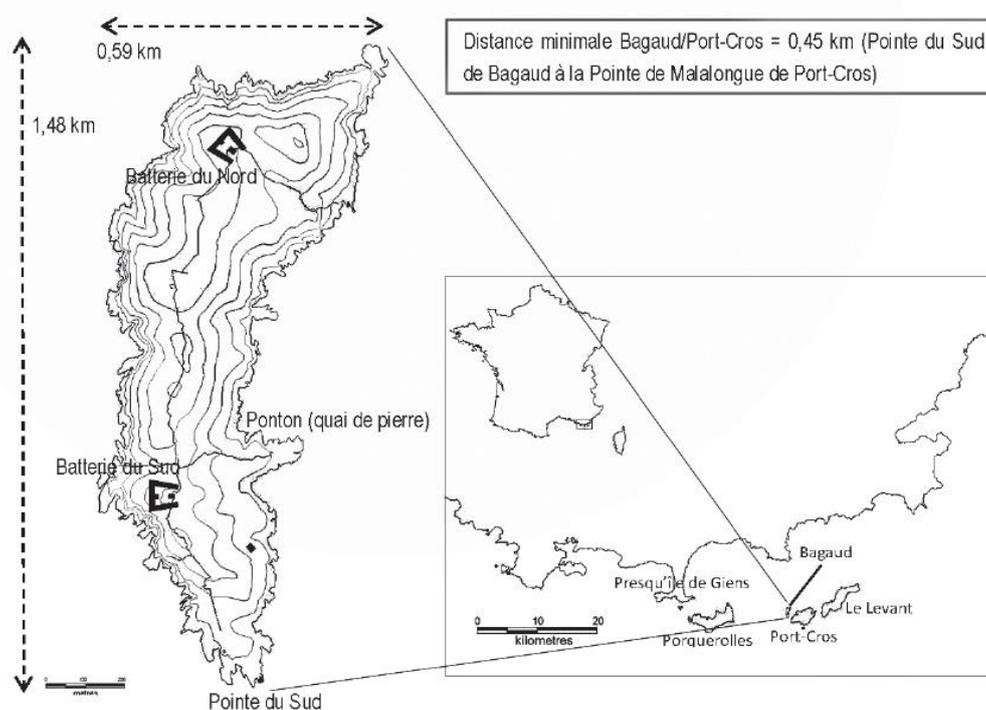


Figure 1 : Situation géographique et topographique de l'île de Bagaud (43°00'42 N ; 6°21'45 E)

L'île présente un relief peu marqué culminant à 57 m, ses falaises maritimes ne dépassent pas 30 m et quelques pointes rocheuses se dressent le long de sa ligne de crête, plus prononcées au nord qu'au sud. Appartenant au domaine militaire depuis 1813 (Riadel & Ponzone, 2012), l'île n'est plus habitée depuis 1985 (Kovoor & Muenoz-Cuevas, 2000). Les plus proches données climatologiques disponibles sont celles de Porquerolles, révélant que les îles d'Hyères sont soumises à un climat méditerranéen subhumide tempéré (Passetti, 2009), cependant Bagaud présente des conditions microclimatiques singulières avec des contrastes thermiques amplifiés (Médail, 1998). La période sèche dure les trois mois d'été et les pluies peuvent être très abondantes au printemps et à l'automne (précipitations annuelles de 776 mm en moyenne). L'insularité et la situation méridionale confèrent à cette zone un hiver tempéré et une forte humidité relative de l'air, même en été. La température moyenne annuelle est d'environ 15°C, la température moyenne des mois les plus froids est supérieure à 9°C (Passetti, 2009). Le maximum quotidien estival dépasse fréquemment les 30°C. Sur l'archipel, le vent d'est et le mistral (nord-ouest) sont les vents qui soufflent le plus fréquemment (Gérardin & Poncin, 2005).

L'île de Bagaud est classée, avec deux autres îlots de Port-Cros (Gabinière et Rascas), en « réserve intégrale » de parc national par le décret du 9 mai 2007 (MEDD, 2007). Ce classement porte sur la partie émergée de ces îlots et a pour objectif de limiter leur fréquentation humaine (PNF, 2020). Suite à cette réglementation, le débarquement, l'amarrage à la côte, la pénétration et la circulation des personnes dans l'île sont ainsi proscrits. **Seules les études scientifiques ou les opérations de gestion dans le cadre d'activités de restauration peuvent être autorisées par le Conseil scientifique du PNPC, ainsi que les opérations de police ou de secours.** Chacune de ces missions préalablement autorisée est consignée au jour le jour sur un registre spécifique et les résultats présentés au Conseil scientifique et au Conseil d'administration chaque année.

II. L'ERADICATION DU RAT NOIR

1. L'opération d'éradication initiale (2011-2012)

Stratégie retenue pour l'éradication du rat noir

Sur l'île de Bagaud, la stratégie d'éradication retenue a été la mise en place d'une opération de lutte intégrée, qui consiste en l'emploi successif de deux techniques de gestion : la lutte mécanique par le piégeage (au moyen de pièges non vulnérants) et la lutte chimique (Pascal & Chapuis, 2000). Cette opération initiale est suivie d'un biocontrôle (impliquant une lutte chimique), complété de campagnes courtes de piégeage mécanique, si nécessaire. Cet aspect du programme a été appuyé au niveau scientifique et sur le terrain par l'INRA de Rennes, l'UMR Ecologie et santé des écosystèmes, l'équipe Ecologie évolutive des perturbations liées aux invasions biologiques et aux xénobiotiques (Fig. 2).

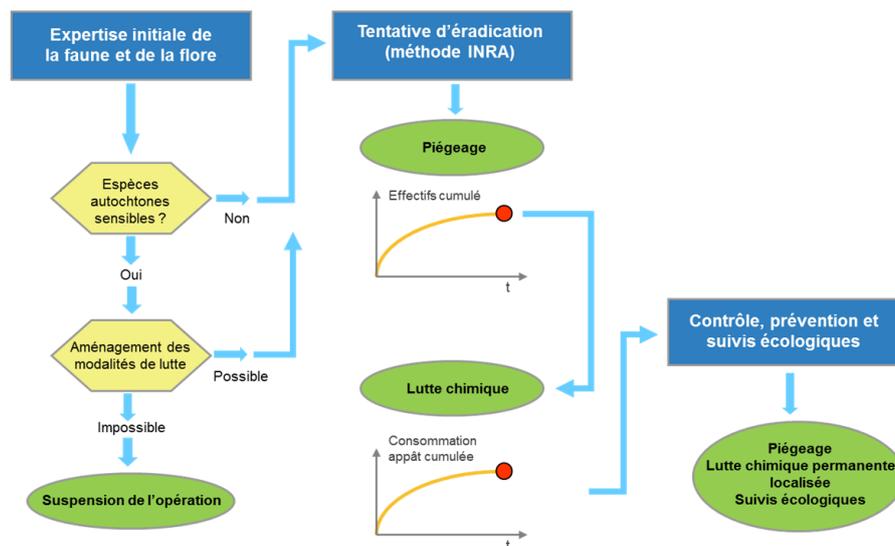


Figure 2 : Logigramme de la stratégie d'éradication du rat noir sur l'île de Bagaud (Lorvelec et al., 2019)

Protocoles mis en place

886 postes de piégeage-appâtage ont été installés sur l'ensemble de l'île en un maillage de 20 × 25 m et 29 postes d'appâtage supplémentaires ont été positionnés sur les falaises végétalisées accessibles par la mer (Fig. 4). L'installation de ce dispositif a nécessité l'ouverture de 21 km de layons pour circuler sur l'ensemble de l'île. La lutte mécanique s'effectue à l'aide de ratières Manufrance de 280 mm × 100 mm × 100 mm non létales et à visée spécifique (Quéré & Le Louarn, 2011). Elles sont appâtées avec un mélange de beurre de cacahuète, de flocons d'avoine et d'huile de sardine, mélange disposé dans un bouchon fixé sur la détente de la ratière. Cette technique nécessite un suivi quotidien des postes (Lorvelec et al., 2004).

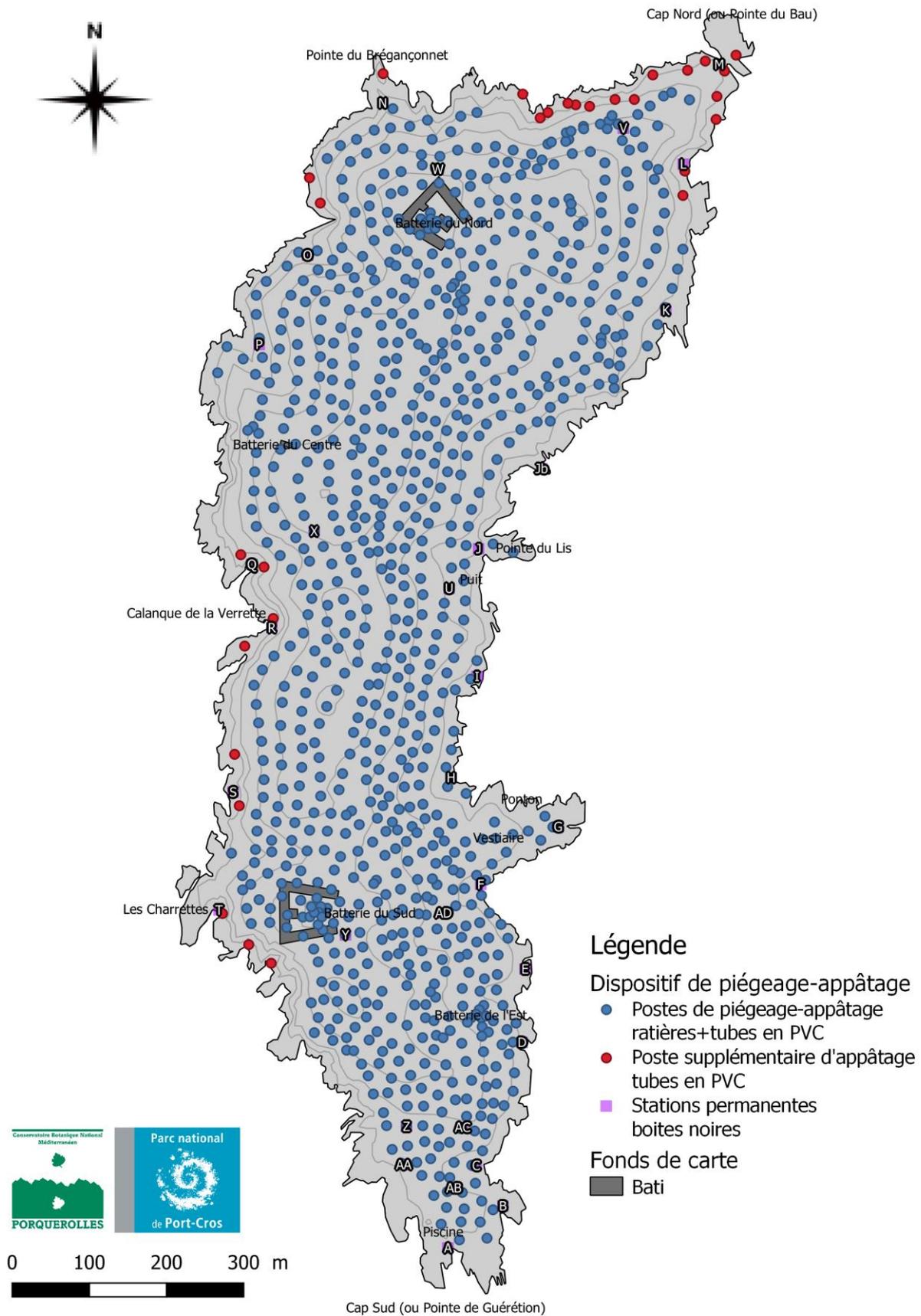


Figure 3 : Dispositif utilisé lors des opérations initiales d'éradication du rat noir (Ruffino et al., 2015)

Tout rat capturé est prélevé du milieu naturel et des nécropsies, mesures biométriques et biopsies sont réalisées ultérieurement pour une série d'objectifs : virologie, parasitologie, analyse génétique servant notamment à l'élaboration d'une base de données sur la description de populations de rats noirs...). Lors de l'opération initiale, la lutte chimique succède à la lutte mécanique quand la courbe des captures parvient à une asymptote (Fig. 5). Cette technique implique un suivi jusqu'au constat d'absence de consommation des appâts toxiques. Ceux-ci sont constitués de céréales additionnées de bromadiolone (rodenticide de formule $C_{30}H_{23}BrO_4$) à la concentration de 50 ppm incluses dans de la paraffine et se présentant sous forme de pavés munis d'un fil métallique. Ces pavés sont fixés à l'intérieur de tubes en PVC de 10 cm de diamètre et 30 cm de longueur afin de les protéger des agents de dégradation (UV, précipitations), de la diffusion dans le milieu naturel et d'en limiter l'accès aux taxons non cibles (Passetti, 2009). En théorie, la substance active contenue dans un pavé peut amener à l'euthanasie de 8 rats adultes par anticoagulation à effet différé (Lambertin, 2018).

Déroulé de l'opération d'éradication initiale du rat noir

L'opération d'éradication initiale (mécanique et chimique) du rat noir a débuté en septembre 2011 et s'est achevée en juin 2012 (Passetti, 2011 ; Ruffino et al., 2015) (Fig. 4).

La lutte mécanique a débuté le 06/09/11 par l'activation des postes de piégeage. Elle a nécessité au total 22 nuits de piégeage pour 886 pièges (soit 19 492 nuits-pièges) (Lorvelec & Le Quilliec, 2014). La lutte mécanique s'achève lorsque plus aucune capture n'est constatée sur l'ensemble du dispositif de piégeage.

Ainsi, le « zéro de capture » a été obtenu le 30/09/11. Au total, la lutte mécanique a permis la capture de 1 925 rats, ce qui correspond à une densité moyenne de population supérieure à 33 individus/ha (Ruffino et al., 2015).

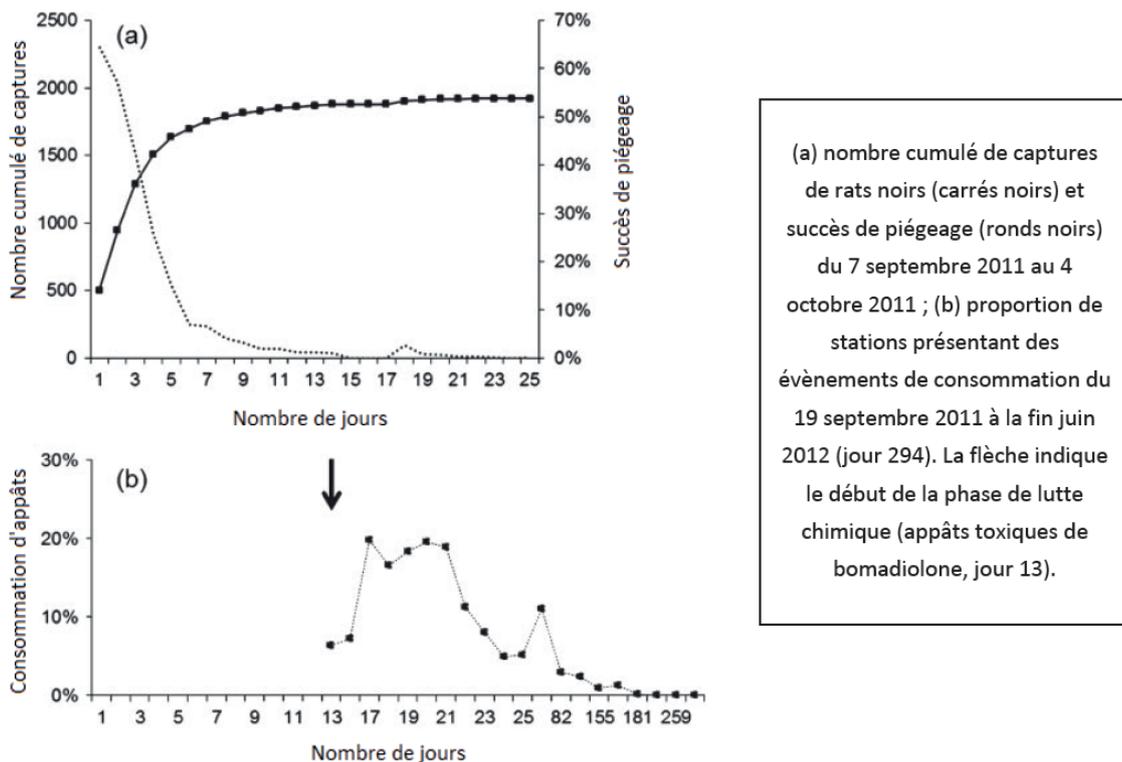
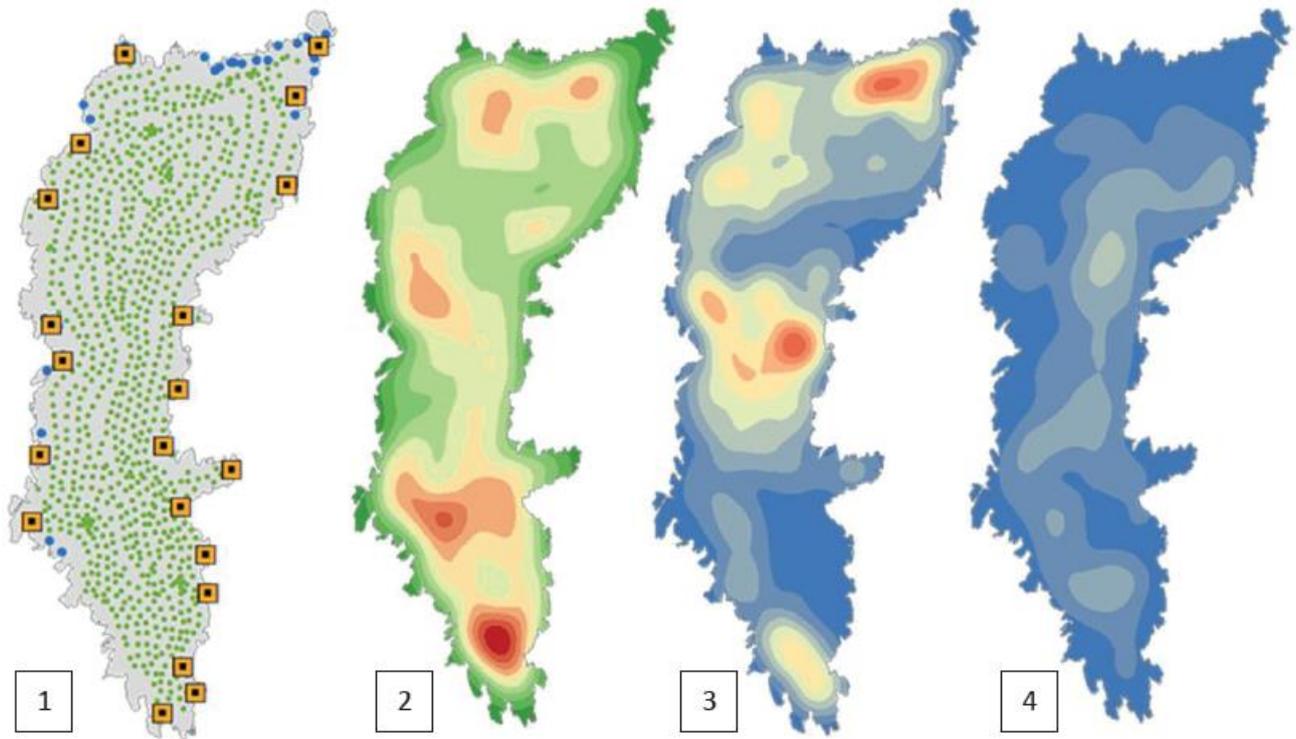


Figure 4 : Évolution journalière des paramètres de l'éradication du rat noir sur l'île de Bagaud (Ruffino et al., 2014)

L'analyse spatiale appliquée sur les données de captures a mis en évidence que les zones côtières (formations végétales ouvertes à semi-ouvertes) présentaient le nombre de captures le plus élevé. A contrario, les zones plus forestières de maquis arbustif élevé ont présenté, quant à elles, le plus faible nombre total de captures. Toutefois, même si celles-ci ont été plus faibles dans ces zones, les captures se sont échelonnées tout au long de la campagne de lutte mécanique, supposant que ces zones de maquis arbustif élevé présenteraient des refuges en hauteur, limitant ainsi les déplacements au sol des individus résidant dans ces types d'habitats et ainsi le nombre de captures potentielles (Fig. 5 ; Fig. 6).



(1) Carte des 886 postes de piégeage-appâtage (en vert) et des 29 postes supplémentaires en falaises (en bleu). En jaune, les 20 postes permanents en périphérie utilisé pour le biocontrôle après 2011. (2) Densités de rats noirs capturés en septembre 2011 (en rouge, densité la plus élevée). (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.

Figure 5 : Cartographies des opérations d'éradication du rat noir (Rattus rattus) et résultats de captures sur l'île de Bagaud en 2011 © Fourcy, 2015 (Ruffino et al., 2015)

La lutte chimique a été activée le 18/09/2011. Elle a pris fin lorsque plus aucune trace n'a été constatée sur l'ensemble des postes d'appâtage. En raison des traces de consommation persistantes, elle s'est poursuivie plus longtemps que prévu, jusqu'en juin 2012. Les contrôles des appâts, d'abord hebdomadaires, ont ensuite été mensuels à partir de décembre 2011 et jusqu'en juin 2012. De nombreux événements de consommation répartis sur les différents secteurs ont été constatés au cours de la mise en œuvre de la lutte, jusqu'à 174 événements de consommation par le rat, justifiant ainsi la nécessité de la mise en œuvre de cette seconde technique pour viser l'éradication du rat noir sur l'île de Bagaud.

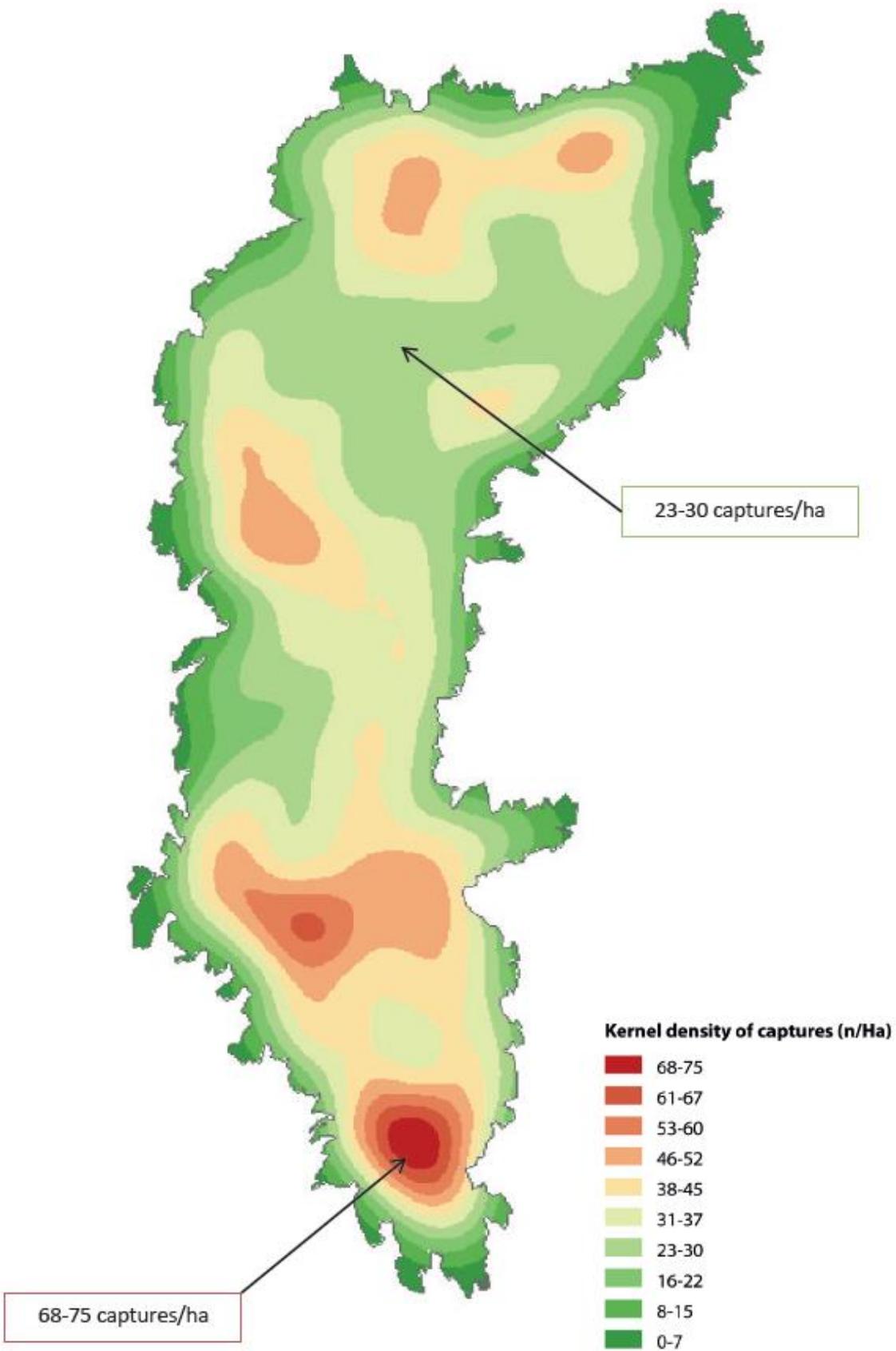


Figure 6 : Densité (Kernel density) de captures de rats noirs du 7 septembre 2011 au 1er octobre 2011 (Ruffino et al., 2015)

2. Poursuite de l'éradication : contrôles renforcés (2013 ; 2014 ; 2018)

Protocole mis en place

La technique de piégeage mécanique utilisée pour la capture des rats noirs nécessite l'utilisation des mêmes ratières que pour les opérations d'éradication initiale.

En parallèle, plusieurs autres systèmes de piégeage ont été testés pour la campagne de mars 2018 : les pièges mécaniques vulnérants Goodnature (avec euthanasie de l'animal par percussion d'un piston alimenté par une cartouche de CO₂ sur la partie cervicale de l'animal, après l'introduction de sa tête dans le dispositif du fait de la présence d'un appât non chimique) ou encore les pièges à petits carnivores, non vulnérants (type nasses ou boîtes à fauves avec contention de l'animal dans le piège). Des appâts « toxin-free » (présentant une substance appétente non toxique étalée sur un support marquant facilement les incisives des rats) ont aussi été testés ; ils permettent de vérifier la présence de l'animal sans recourir à des appâts toxiques.

Campagne de piégeage du 3e trimestre 2013

Suite à l'opération d'éradication initiale (2011-2012), une première campagne de contrôle mécanique a été mise en place sur l'ensemble de l'île en septembre 2013, dans le but de valider le succès de l'opération.

Ce suivi a consisté à installer un réseau de 320 pièges mécaniques Manufrance répartis sur l'ensemble de l'île (par rapport au dispositif initial de dératisation : un piège sur deux au niveau du layon côtier, un piège sur trois sur le reste de l'île) et à les contrôler durant quatre nuits.

Cette opération a conduit à la capture d'un individu pour un effort de 1 280 nuits-pièges (avec 36% du dispositif initial). Cette première campagne de contrôle par piégeage mécanique a été complétée par la mise en place d'une quarantaine d'appâts toxiques temporaires dans des tubes PVC au cours du troisième trimestre de 2013.

Campagne de piégeage du 3e trimestre 2014

Au vu du résultat du contrôle de 2013, une nouvelle campagne (piégeage mécanique et chimique) a été réalisée en septembre 2014.

350 stations de piégeage-appâtage ont été installées (soit une station sur deux sur le layon littoral puis une station sur trois sur le layon suivant, et ainsi en alternance). Les 350 pièges mécaniques ont été actifs durant 6 nuits et les 350 stations d'appâtage chimique ont été installées deux jours après la pose de pièges mécaniques et laissés 7 nuits sur place.

En plus de ce dispositif, 35 pièges INRA à micromammifères ont été équipés durant 3 nuits afin de détecter l'éventuelle présence de mammifères de plus petite taille que le rat dans certaines zones favorables de l'île. Ce second contrôle global, comprenant à la fois un piégeage mécanique et un dispositif chimique, a été réalisé durant un nombre de nuits suffisant (> 4 nuits) pour aboutir, si les résultats étaient négatifs, à la conclusion d'absence du rat sur l'île.

Or, aucun rat n'a été capturé et aucune trace de consommation par un rongeur n'a été détectée sur les appâts chimiques durant toute l'opération de contrôle global.

L'hypothèse la plus probable étant que les rongeurs ayant laissé des traces sur les appâts chimiques entre octobre 2013 et juin 2014 ont été euthanasiés suite à l'ingestion du rodenticide. Ainsi, n'aboutissant à la capture d'aucun individu après 2 049 nuits-pièges (avec 40% du dispositif initial), il a semblé permis d'affirmer que l'opération d'éradication du rat noir sur Bagaud était réussie en 2014 (Krebs et al., 2014 ; Lorvelec & Le Quilliec, 2014).

Campagne de piégeage du 1^{er} trimestre 2018

Depuis le dernier trimestre de 2015, le rat noir a été détecté de nouveau sur Bagaud et la densité de traces repérées a été exponentielle du 3^e trimestre de 2016 (taux de présence estimé à 3%) jusqu'au 4^e trimestre de 2017 (41%). Ainsi, après consultation du Conseil scientifique du PNPC, un troisième contrôle par piégeage mécanique a été planifié pour mars 2018, avec financement partiel par un contrat Natura 2000.

Deux objectifs ont été établis : (1) limiter la population de rat noir présente sur l'île et (2) fournir du matériel biologique à l'INRA de Rennes pour effectuer une analyse génétique permettant de conclure à l'origine des populations insulaires.

Le piégeage effectif, planifié sur une semaine, comprend 6 secteurs de 50 pièges (soit 34% du dispositif initial) où la majorité des traces de rats ont été recensées (Fig. 7).

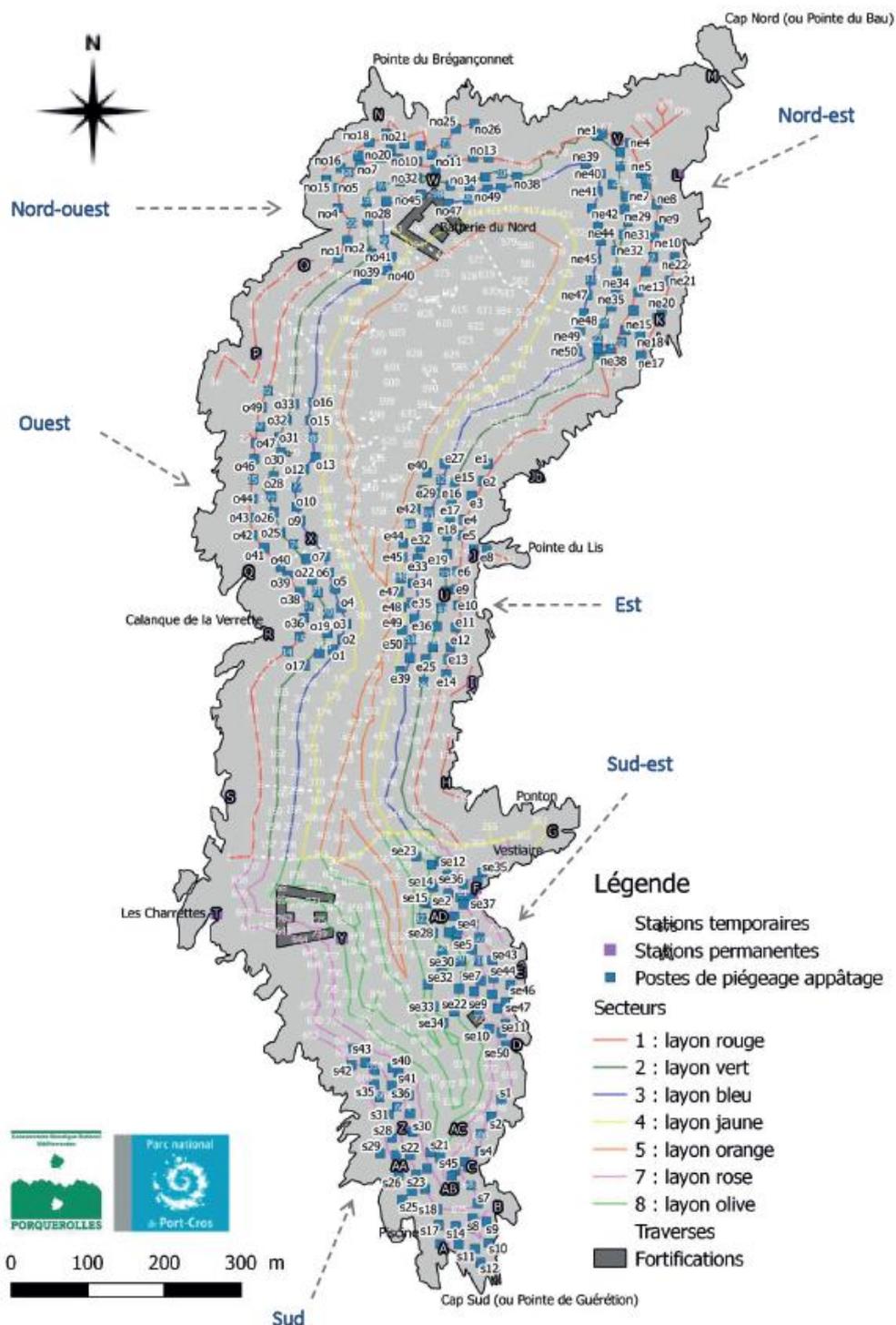


Figure 7 : Cartographie de la pose des pièges Manufrance sur Bagaud lors de la campagne de piégeage de mars 2018.

Des ratières Manufrance (identiques à celles utilisées lors des opérations initiales d'éradication) ont été utilisés pour cette campagne de piégeage ainsi qu'un piège à petits carnivores modifié et appâté six nuits avec du maïs.

Afin de contrôler la présence du rat noir, des appâts « toxin-free » ont été posés à des points stratégiques. Sur Bagaud, les résultats de piégeage ont été infructueux après 1 178 nuits-pièges avec les ratières Manufrance (équivalant à 300 pièges équipés, dont 22 initialement non fonctionnels ou défectueux, posés en quatre nuits) et 6 nuits-pièges avec les pièges à petits carnivores modifiés laissés sur place.

Les trois appâts non toxiques « toxin-free », déposés près de la Batterie du Sud ont aussi été négatifs (aucune trace de rat noir détectée) après avoir passé 313h en moyenne sur site.

3. Biocontrôle : prévention de la ré-invasion du rat noir (2012-2019)

Protocole mis en place

A la différence des campagnes de piégeage, le dispositif de biocontrôle mis en place nécessite un suivi régulier d'une sélection de postes d'appâtage chimique stratégiquement situés, afin de confirmer « l'absence » de rats noirs sur l'île par la vérification de potentielles traces (d'incisives) laissées sur les pavés de bromadiolone. Ce dispositif se compose de stations permanentes et « temporaires » (Fig. 8).

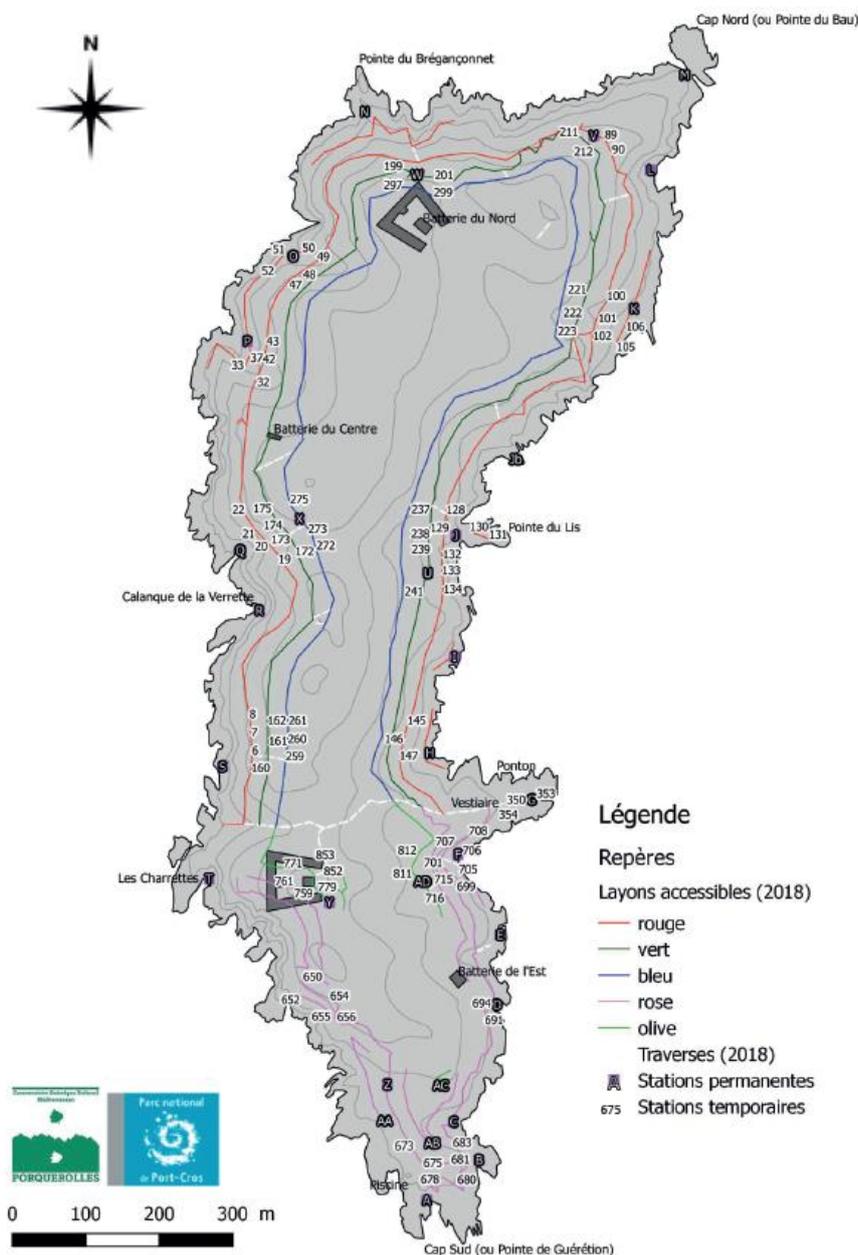


Figure 8 : Cartographie des stations permanentes et temporaires d'appâtage chimique sur l'île de Bagaud en 2019

Les stations permanentes sont installées au sein des sites potentiels de ré-invasion de l'île et couvrent l'ensemble du territoire de Bagaud (Krebs, 2015).

Les stations permanentes, au nombre de 20 (en 2011) puis de 31 (à partir de 2012), se matérialisent par des boîtes noires fermées munies d'un orifice limitant l'accès des appâts chimiques uniquement aux rats.

Le contrôle positif d'une station permanente d'appâtage chimique (avec détection de traces de rats) entraîne l'équipement d'une petite quinzaine de stations « temporaires » autour de celle-ci (Passetti, 2009). Les stations temporaires, originellement installées sur l'ensemble de l'île à intervalle régulier le long de différents layons, se composent de tubes PVC contenant un appât toxique, solidement accroché à l'intérieur. Elles sont mises en fonction selon l'évolution et les besoins de la dératisation. Par rapport à leur implémentation originelle (opération initiale 2011-2012), elles ont par la suite été redéployées pour densifier si besoin la pression dans les secteurs de présence du rat noir.

Les stations sont suivies tous les deux mois et les appâts chimiques sont systématiquement remplacés, sauf quand les conditions météorologiques ne permettent pas le déplacement sur l'île pour vérifier les stations (notamment celles seulement accessibles à l'aide d'une embarcation).

Déroulé du biocontrôle

Les biocontrôles opérés sur l'île ont permis la mise en place de 80 sessions de vérification des stations permanentes de juin 2012 à la fin du programme (soit 1 394 réappâtages de stations permanentes) et 49 sessions de vérification de stations temporaires d'octobre 2015 à la fin du programme (soit 4 119 réappâtages de stations « temporaires »).

Depuis 2012, les sessions de biocontrôle ont impliqué l'utilisation de 6 907 pavés de bromadiolone, ce qui aurait permis théoriquement d'euthanasier une population de 55 256 rats noirs adultes si l'ensemble avait été ingéré. Seulement, les densités de rat noir ont varié sur Bagaud depuis 2012 (Fig. 9).

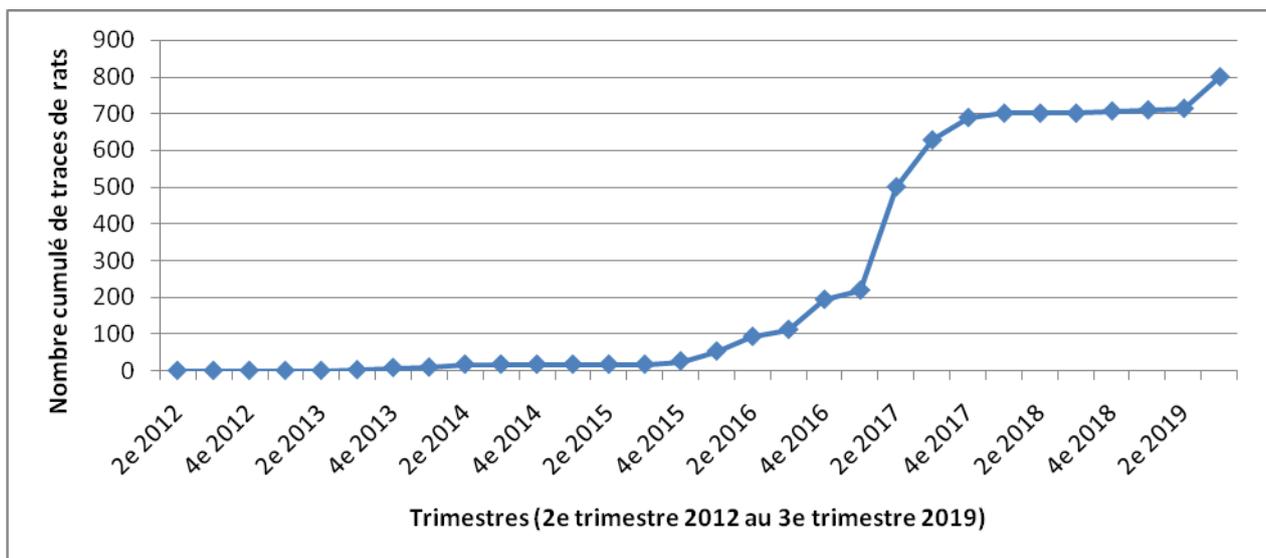


Figure 9 : Cumul des événements de consommation d'appâts toxiques par le rat noir sur Bagaud de 2012 à 2019.

En effet, le dispositif anti-recolonisation en place a permis de détecter à nouveau l'espèce sur la partie nord de l'île en novembre 2015 (Krebs, 2015).

Depuis, de nombreuses traces ont été recensées. Suite à cette détection, les stations d'appâtage toxique « temporaires » ont été équipées à intervalle régulier et contrôlées (Fig. 10). Les résultats montrent que le taux de détection certaine de présence du rat noir explose à partir de septembre 2016 (passant de 3% de présence détectée à 43% en mars-avril 2017).

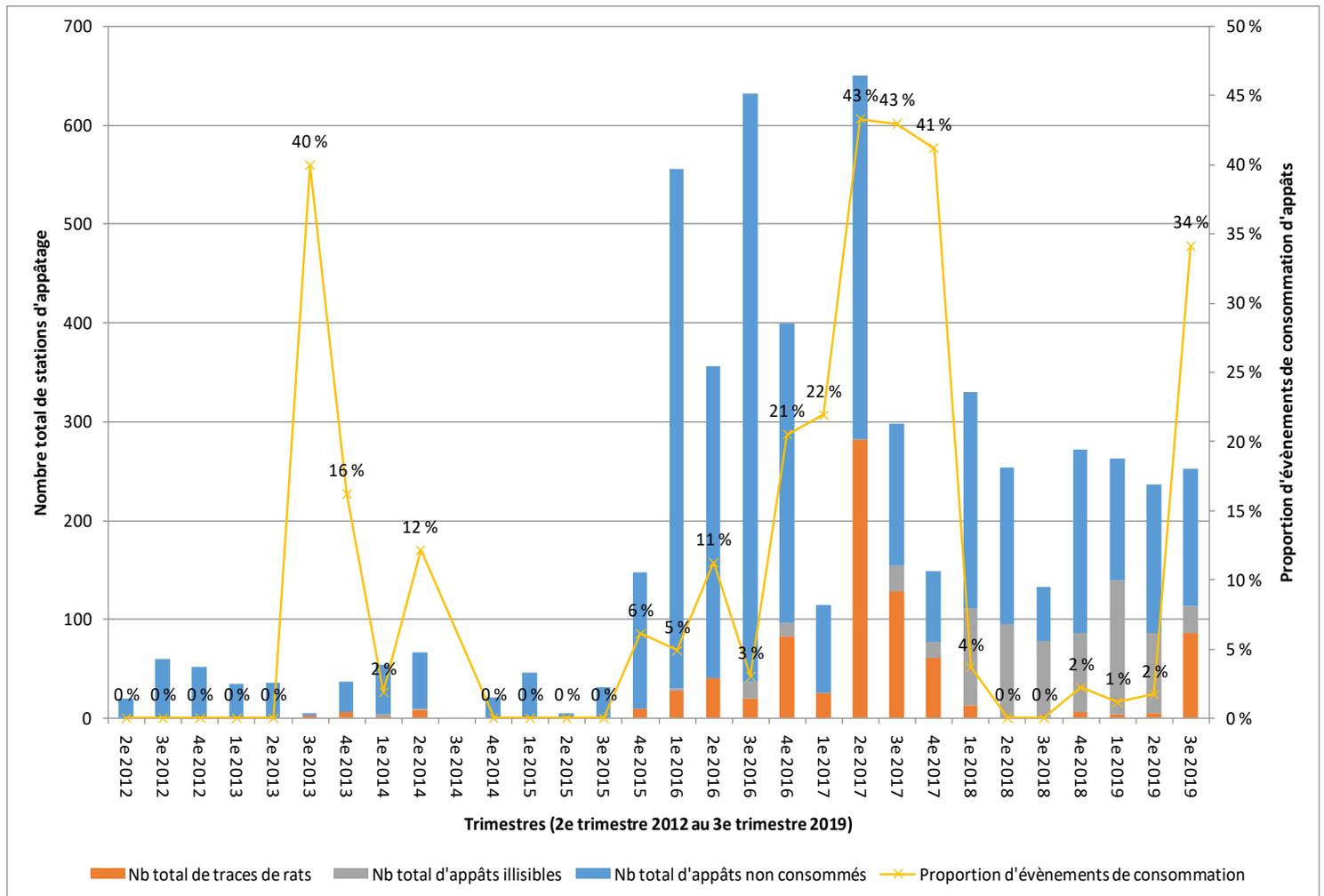


Figure 10 : Proportion d'évènements de consommation d'appâts toxiques par le rat noir de 2012 à 2019.

Étant donné que le taux ne faiblissait pas le semestre suivant (du 2e trimestre 2017 à fin 2017), il a été décidé de mener une nouvelle campagne de piégeage mécanique en mars 2018.

Une diminution drastique des traces d'activité a été constatée dès février 2018, fait qui a été conforté par les sessions infructueuses de capture lors de la campagne de piégeage de mars 2018. Cette baisse, passant de 43% de taux de présence constaté en 2017 à 4% en février 2018 est difficilement interprétable (mauvaise météo lors de la campagne de piégeage, action du rodenticide les mois précédents, biais possibles...) mais cependant corrélée à une possible baisse des effectifs de rats noirs sur Port-Cros à la même période (observations non protocolées des agents du PNPC ; Cerisier & Lefebvre, comm. pers.).

En 2018, les suivis montrent une courbe avec un nombre cumulé de traces de rats noirs détectées sur les appâts qui arrive à une asymptote, suggérant que la population de rongeurs présente sur l'île tend à être moins dynamique. Cependant, dès septembre 2019, de nouvelles traces sont repérées, dont la densité se trouve vite exponentielle : le rat noir est de nouveau présent sur Bagaud. Plusieurs hypothèses sont présentées en bilan.

Méthodologie

En termes de stratégie de gestion, il est nécessaire de savoir si (1) l'actuelle population de rats noirs présente sur l'île de Bagaud s'est créée à partir de survivants de la tentative d'éradication ou (2) à partir d'une population venant de l'extérieur ou (3) éventuellement d'un mélange des deux.

Pour répondre à cette question, une étude génétique menée par l'INRAE de Rennes a débuté fin 2017 sur les rats prélevés lors de l'opération de contrôle de Bagaud en 2011 (96 individus génotypés), qui ont été comparés à 28 prélèvements réalisés sur Bagaud en 2006, mais également à des individus provenant de l'île de Port-Cros et ses îlots satellites (île de Port-Cros : 176 individus génotypés ; Rascas : 15, Gabinière : 43). Des échantillons provenant d'autres îles (Embiez, îlots satellites de Giens et Porquerolles) ont aussi été analysés mais les effectifs étaient plus réduits (Lorvelec et al., 2019). Ainsi, si un flux de gènes est mis en évidence entre les îles de Port-Cros et de Bagaud par exemple, cela signifierait qu'il y ait deux sous-populations et que l'éradication deviendrait complexe à réaliser. Si aucun flux de gènes n'est mis en évidence, il sera alors possible de considérer que les populations de rats des deux îles sont isolées les unes des autres et constituent donc deux populations distinctes. En conséquence, il serait alors possible d'envisager plus facilement une nouvelle tentative d'éradication du rat noir sur l'île de Bagaud.

Principaux résultats et discussion

L'analyse des populations des îles et îlots de Port-Cros, de façon séparée, montre que les populations de rats noirs sont relativement isolées les unes des autres entre îles ou îlots. Des cas exceptionnels d'assignations existent entre ces îles ou îlots, mais l'essentiel des assignations croisées a lieu entre populations d'une même île ou d'un même îlot (Fig. 11).

Les individus des populations indiquées en colonne sont assignés aux populations indiquées en ligne. La taille des points est proportionnelle au nombre d'individus assignés.

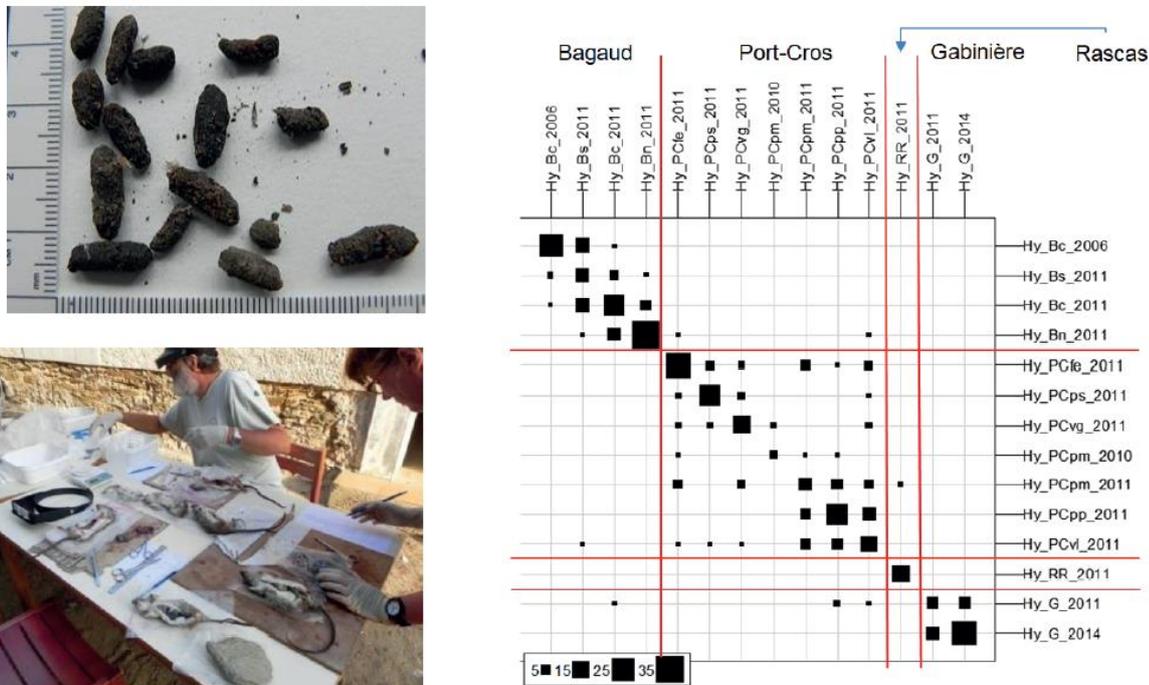


Figure 11 : Photographie des biopsies des rats noirs prélevés lors des nécropsies de 2011 et des échantillons de fèces (gauche) ainsi que des résultats de l'assignation génétique (droite) (Lorvelec et al., 2019).

IV. BILAN DES ACTIONS D'ERADICATION

Tableau de synthèse des opérations (p.37)

	Début relevé	Fin relevé	Nb total pièges	Nb total nuits piégeage	Nb Nuits x pièges	Nb rats piégés	Nb total postes toxiques	Nb sessions appâtage	Nb réappâtage
Opérations d'éradication									
Piégeage mécanique (ratières)	09/2011	10/2011	886	22	19 492	1 925	29		
Lutte chimique (phase 1) (poste d'appâtage PVC)	10/2011 (non continue)	06/2012	-	-	-	-	915 (886+29)		
Lutte chimique (phase 2) (poste d'appâtage PVC)	07/2012 (non continue)	12/2012	-	-	-	-	239 (littoral)		
Dispositif anti-recolonisation (biocontrôle)									
Stations permanentes (poste d'appâtage sécurisé, boîte)	A partir du 06/12	Sans arrêt fin 2019	-	-	-	-	20 (06/2012) 11 de plus (02/2014)	80	1 394
Contrôle n°1									
Piégeage mécanique (ratières)	09/2013	09/2013	320 (36% initial)	4	1 280	1 (échappé)	-	-	-
Lutte chimique (phase 1) (poste d'appâtage PVC)	09/2013 (limitée)	12/2013	13 en plus (zone du rat échappé)	-	-	-	25 (zone du rat échappé)	2	50
Lutte chimique (phase 2) (poste d'appâtage PVC)	09/2013 (mensuel)	06/2014	-	-	-	-	± 40 (entre 26 et 67)		
Contrôle n°2									
Piégeage mécanique (ratières)	09/2014	09/2014	350 (40% initial)	6	2 049	0	-	-	-
Piégeage mécanique (pièges INRA)	09/2014	09/2014	35	3	105	0	-	-	-
Lutte chimique (poste d'appâtage PVC)	05/09/2014 (avec piégeage)	09/2014	-	-	-	-	350	4	1 400
Dispositif anti-recolonisation (biocontrôle)									
Stations « temporaires » (poste d'appâtage PVC)	10/2015	Sans arrêt fin 2019	-	-	-	-	± 90 (entre 11 et 130)	49	4 119
Contrôle n°3									
Piégeage mécanique (ratières)	03/2018	03/2018	300 (34% initial)	4	1 178	0	-	-	-
Piégeage mécanique (petits carnivores)	03/2018	03/2018	1	6	6	0	-	-	-
Vérification par pose d'appâts non toxiques									
Appâts « toxin-free »	03/2018	03/2018	(3 appâts)	(13)	(39)	(Aucune trace)	-	-	-

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Lutte mécanique	Sept.-Oct.								
Lutte chimique	Sept.-Déc.	Fév.-Mars ; Mai-Déc.							
Opération de biocontrôle			Sept.	Sept.				Mars	
Biosécurité (contrôle des stations permanentes)		Juin ; 3e trim.	Fév.- Avril ; Juin ; Oct.- Déc.	Fév.-Juin ; Sept.-Oct. ; Déc.	Fév.-Mars ; Mai ; Juil. ; Sept.-Oct. ; Déc.	Janv.-Juil. ; Sept.- Oct. ; Déc.	Fév. ; Avril-Juil. ; Sept. ; Déc.	Fév.-Mars ; Mai-Juin ; Sept. Nov.-Déc.	Fév.-Avril ; Juin ; Sept.

Objectif d'éradication et de prévention de la ré-invasion de *Rattus rattus* (p.93)

L'éradication du rat noir, malgré un résultat positif sur à peu près 3 ans (2013-2015), se solde par un échec 10 ans après : la présence du rat noir est certifiée depuis 2015 (jusqu'en 2019). En effet, les indices d'activités du rat noir, confirmant sa présence sur site, ont été observés dès 2015 et ceux-ci semblaient montrer que la population tendait à croître exponentiellement fin 2017, ce qui a motivé la mise en place d'une campagne de capture en mars 2018.

Infructueuse, cette campagne a confirmé une baisse drastique des indices d'activité, encore inexpliquée.

Plusieurs hypothèses sont donc envisageables :

- (1) un biais d'échantillonnage, qui n'aurait pas permis de relever l'ensemble des indices d'activité, étant donné que la végétation a tendance à se refermer et que l'ensemble de l'île n'a pas pu être contrôlé ;
- (2) un biais observateur sur les contrôles d'appâts chimiques. Cette hypothèse est peu probable sachant qu'il n'y a eu que très peu de changements d'observateurs tout au long des années (un observateur changé sur quatre « constants » entre 2017 et 2018) ;
- (3) une météo très défavorable à la survie du rat noir sur l'île, faisant chuter les indices d'activité pendant le premier trimestre 2018. Cette hypothèse reste probable sachant qu'il y a eu une météo très mauvaise avec trois chutes de neige entre décembre 2017 et mars 2018. La baisse de la fréquence de traces de rats observées sur l'île de Port-Cros coïncide avec cette hypothèse ;
- (4) une action des appâts toxiques les mois précédents. Cette hypothèse reste une des plus probables étant donné que le nombre de traces de rats sur les appâts est directement corrélé à la masse d'appâts disparus et donc, potentiellement ingérés par les rongeurs ciblés ;
- (5) un ensemble de différents facteurs.

Cependant, dès fin 2018, les indices d'activité du rongeur explosent, confirmant un retour à une forte densité sur l'île. Plusieurs hypothèses sont donc possibles (Lorvelec & Le Quilic, 2013 in Krebs, 2013), non exclusives : (1) les rats proviennent de la population de Bagaud, qui n'aurait pas été complètement éradiquée en 2011 et lors des différents biocontrôles (et dont la descendance serait viable) ; (2) les rats sont arrivés sur l'île par leurs propres moyens (en nageant) directement depuis l'île de Port-Cros située à seulement 450 m de Bagaud (immigration naturelle possible, déjà observée sur des distances plus élevées sur des îles en Angleterre) ; (3) les rats sont arrivés par l'intermédiaire d'un ou plusieurs bateau(x) ayant mouillé à proximité de l'île de Bagaud (des rats clandestins ont été signalés sur des bateaux à Port-Cros) ou (4) une combinaison de ces hypothèses. D'après Ruffino et al. (2009), plus l'île est grande, plus elle aura de probabilités d'être envahie.

Ainsi, même si des traces d'activités du rat noir ont été recensées sur l'île de manière fluctuante à partir de 2015, la densité de l'espèce sur Bagaud a été maintenue au plus bas en fonction des moyens disponibles

par les actions (1) de l'opération d'éradication initiale, (2) des campagnes de contrôles mécanique et chimique ainsi que (3) du biocontrôle chimique bimestriel. L'objectif étant de maintenir un succès à l'éclosion et à l'envol importants pour les puffins nicheurs, dont les populations au sein du Parc national sont en déclin, en évitant toute explosion démographique du rat noir. En effet, selon Bourgeois & Dromzée (2012), au sein du Parc national de Port-Cros la prédation des puffins yelkouan par les rats noirs n'aurait que peu d'effets sur leur reproduction en général, hormis de façon ponctuelle certaines années lors de pics démographiques et/ou de la diminution de la ressource alimentaire (Courbin et al., 2018), résultat confirmé par l'étude de Zarzoso-Lacoste et al. (2011) sur Bagaud.

Cette expérience permet de montrer que l'installation de ce système alternant piégeage mécanique/lutte chimique est pertinente pour éradiquer un rongeur. Cependant, une vigilance accrue doit être mise en place afin de détecter toute nouvelle présence ou arrivée du rongeur sur une île où une opération d'éradication a été menée. Pour cela, il faut que l'effort de biocontrôle, chronophage, soit permanent : les stations doivent être contrôlées régulièrement, tous les mois ou tous les deux mois, mais surtout, il faut être capable de réagir immédiatement à la détection de traces de consommation, suspectes ou avérées. Ces deux conditions réunies permettent de pouvoir détecter et éliminer les éventuels rats présents plus facilement.

Coûts inhérents au programme d'éradication (p.91)

Le programme décennal a nécessité des moyens financiers conséquents estimés à 1 585 000 € sur 10 ans, soit 158 500 €/an et 2 733 €/ha/an, en comptabilisant le temps agent du personnel du PNPC (moyenne horaire estimée à 30 € en fonction des catégories des agents du PNPC) mais aussi les dépenses inhérentes au programme (coordination, prestations, études scientifiques, autres frais...).

L'opération d'éradication initiale du rat noir a coûté 83 555 €.