



Réserve Naturelle
COUSSOULS DE CRAU



Planification des suivis

(espèces, communautés et
conditions écologiques)



COUSSOULS
DE CRAU
Réserve Naturelle

Laurent TATIN

Conservatoire d'Espaces Naturels de Provence Alpes Côte d'Azur – CEN PACA
Réserve Naturelle Nationale des Coussouls de Crau
Maison de la Crau, 2 place Léon Michaud, 13310 Saint Martin de Crau
laurent.tatin@cen-paca.org

Avec la participation de

Aurélien BESNARD (CEFE-CNRS Montpellier, membre du conseil scientifique du CEN PACA)

Thierry DUTOIT (IMBE-CNRS Université Avignon, président du conseil scientifique de la RNN des coussouls de Crau)

Axel WOLFF (CEN PACA-conservateur de la Réserve Naturelle Nationale des Coussouls de Crau)

**Remerciements**

Nicolas Vincent-Martin (CEN PACA) ; Guillaume Paulus (CEN PACA) ; Etienne Becker (CEN PACA) ; Julien Renet (CEN PACA) ; Patrice Morra (CEN PACA) ; Guillaume Coste (CEN PACA) ; Stéphane Bence (CEN PACA) ; Fanny Sauguet (CA13) ; les membres du comité scientifique de la réserve naturelle des coussouls de Crau.

Version Septembre 2015

C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\ plan suivi espèces\docs travail\ monitoring RNN coussouls de Crau.pdf

SOMMAIRE

Chapitre 1 - Introduction	4
1.1 Contexte	4
1.2 Démarche utilisée pour planifier les suivis	9
1.3 La Réserve Naturelle des Coussouls de Crau (RNCC)	9
1.3 Environnement et patrimoine naturel de la RNCC	10
1.3.1 Géologie	10
1.3.2 Climat local	11
1.3.3 Habitats naturels	11
1.3.4 Flore & Faune	13
1.3.5 Le pâturage ovin	15
1.4 Principales menaces et implications de gestion de la RNCC	16
1.4.1 Changements d'utilisation du sol	17
1.4.2 Fragmentation de l'habitat	18
1.4.3 Changements de l'activité pastorale traditionnelle	19
1.4.4 Augmentation du prix du foncier	19
1.4.5 Changements climatiques	19
1.4.6 Espèces invasives	20
1.5 Bilan des études existantes	20
1.5.1 Conditions écologiques et végétation	20
1.5.2 Flore	21
1.5.3 Faune	23
Chapitre 2 - Modèles écologiques	27
2.1 Introduction	27
2.2 Modèle steppe de crau	27
Chapitre 3 – Hiérarchisation des suivis, objectifs visés et paramètres à suivre	0
3.1 Introduction	0
3.2 Sélection des paramètres	0
3.3 Hiérarchisation des suivis	3
3.3.1 Les espèces à valeur patrimoniale	3
3.3.2 Les communautés	5
3.4 Déclinaison des objectifs	7
3.4.1 Conditions écologiques	7
3.4.2 Espèces et communautés	8
Chapitre 4 - Lacunes dans les suivis	10
Chapitre 5 - Stratégie d'échantillonnage	12
4.1 Introduction	12
4.2 Définition de l'aire du suivi	12
4.3 Définitions et concepts	13

Chapitre 6 - Gestion des données	16
6.1 Introduction	16
6.2 Objectifs	16
6.3 Architecture de la gestion des données	16
6.4 Rôles et responsabilités	18
6.6 Plan de maintenance	18
Chapitre 7 - Analyses de données et communications	19
7.1 Analyses de données	19
7.2 Communications	19
7.2.1 Rapports annuels	19
7.2.2 Mise en place d'un réseau « steppes méditerranéennes »	19
7.2.3 Communications scientifiques	19
7.2.4 Communications de vulgarisation	20
Chapitre 8 - Budget	21
10.1 La dotation de la RNN des coussouls de Crau	21
10.2 Autres sources de financements	21
10.3 Bilan	22
Chapitre 9 - Fiches synthétiques des suivis	23
Chapitre 10 – Planification des suivis	42
Chapitre 11 - Références bibliographique	47
ANNEXES	49
Annexe 1 : Variables utilisées dans la définition des objectifs en termes d'effort à allouer aux espèces	50
Annexe 2 : Stratégie de choix des tests statistiques	51
Annexe 3 : Estimation de l'abondance de perdrix rouge au printemps (ONCFS)	52
Annexe 4 : Estimation du succès de la reproduction de la perdrix rouge en été (ONCFS)	59
Annexe 5 : Suivis Temporel des Oiseaux Communs en Crau par échantillonnage ponctuel simple (STOC-EPS Crau)	62
Annexe 6 : Tendances de population de lézards ocellés	65
Annexe 7 : Dynamique de la population de ganga cata	73
Annexe 8 : Communauté de coléoptères coprophages	78
Annexe 9 : Dynamique de la population d'outardes canepetières	83
Annexe 10 : Odonates sur le canal de Vergière	90
Annexe 11 : Pâturage et végétation	91
Annexe 12 : Tendance de population des lièvres d'Europe et ibérique	94
Annexe 13 : Taille de la colonie d'alouettes calandre	96
Annexe 14 : Tendances de population de Bupreste de Crau	100
Annexe 15 : Criquet de Crau	103

Chapitre 1 - Introduction

1.1 Contexte

La grande mission des Réserves Naturelles de France (RNF) est de protéger, gérer et faire découvrir le patrimoine naturel qu'elles abritent. Tandis que la protection fait référence aux aspects juridiques et de police de l'environnement, la gestion renvoie aux études scientifiques et à la conservation de la biodiversité. Afin d'assurer une gestion efficace, les RNF se sont dotées d'un outil faisant le diagnostic du site et fixant les objectifs de gestion sur 5 ans : le Plan de Gestion (PG). Le premier PG s'est déroulé de 2010 à 2014. La connaissance et les suivis scientifiques (mise en place et réalisation) représentaient 39% de l'activité et une des missions principales était la conception et la mise en œuvre d'un plan de suivi des espèces (560 journées.homme sur 5 ans). Le présent document est issu de ce travail mené depuis 2010 et s'inscrit dans le PG actuel qui se décline sur 10 ans.

La Réserve Naturelle Nationale des Coussouls de Crau (RNCC) s'appuie donc sur un PG dont la vision à long terme est :

« La Réserve naturelle nationale des coussouls de Crau préservera le coussoul, pelouse méditerranéenne unique au monde dont seulement 20 % de la surface initiale persiste aujourd'hui de façon fragmentée. Son **bon état de conservation** sera maintenu grâce à une **activité pastorale extensive, durable** et favorable à la préservation de la biodiversité et des espèces patrimoniales. La réserve naturelle s'insèrera dans une **gestion intégrée et concertée à l'échelle de toute la plaine de Crau**, qui assurera la **préservation des pelouses sèches naturelles et semi-naturelles du territoire, voire leur restauration**. Cette approche permettra également la préservation de la mosaïque de milieux naturels et agricoles à forte valeur environnementale en périphérie des coussouls. »

Pour plus de détails, se référer au PG disponible en ligne sur www.reserve-crau.org/

Une des grandes orientations est la connaissance et le suivi des espèces patrimoniales et de leurs habitats. Cette mission se compose de plusieurs objectifs à long terme (OLT) et les objectifs du plan :

OLT	Objectifs du plan	Définitions
C1 Maintenir ou développer les effectifs des populations animales patrimoniales du coussoul	C11 Détecter les changements de taille des populations et, si possible, leurs processus et leurs causes	Les tendances spatio-temporelles des tailles de population des espèces, ou un estimateur équivalent, donnent une indication sur leur état de santé démographique et permet d'anticiper une augmentation des risques d'extinction locaux. Connaître les processus impliqués et leurs causes est un préalable pour pouvoir orienter les actions de conservation à mettre en œuvre.
	C12 Adapter la gestion à partir des résultats des suivis	Il s'agit de mettre en œuvre les mesures de gestion conservatoire qui auront été identifiées dans l'objectif précédent (cf. C11). Cela peut se faire au travers de documents d'objectifs de portée plus large que le plan de gestion ou directement au travers du plan.
R2 Préciser le fonctionnement de l'écosystème	R21 Préciser les liens entre pratiques pastorales, hétérogénéité de la végétation et diversité de la faune sous l'influence des changements globaux	Il s'agit de comprendre comment les composantes de la gestion du pâturage (calendrier, charge, mode de conduite, gestion spatiale...) influencent la composition et la structure de la végétation, leurs variations spatio-temporelles, et leur incidence sur les exigences écologiques des espèces animales. Ce champ d'études peut faire appel à des techniques particulières (télé-détection et balises GPS par exemple) nécessitant de trouver des compétences extérieures à l'équipe gestionnaire.
R1 Approfondir les connaissances sur les groupes peu connus	R11 Accentuer l'effort de recherche sur les espèces patrimoniales mal connues	La connaissance du patrimoine naturel de la réserve reste concentrée sur un nombre limité de groupes d'espèces, avec une focalisation sur la grande faune des coussouls. Cette connaissance doit être étendue dans la mesure du possible à d'autres groupes moins visibles mais potentiellement très riches dont certaines espèces rares font parties.

Il s'agit d'une mission importante pour la RNCC qui correspond à un investissement humain fort : 6950 journées.homme soit 45% des activités sur les 10 ans du PG. Parmi les 19 actions dévouées aux suivis (Tab. 1), une des opérations clés est leur coordination (1100 journées.homme sur 10 ans). Il s'agit d'un monitoring à long terme des espèces de la RNCC permettant d'identifier les tendances spatiales et temporelles de leurs populations. Un monitoring ou « suivi » se définit comme « une collection et une analyse d'observations ou de mesures répétées pour évaluer les changements dans le temps qui font faces à un objectif de gestion » (Elzinga et al. 1998). Cette définition est assez générale mais exclut néanmoins toutes les opérations ponctuelles et non répétées dans le temps telles que les inventaires. Le temps est donc vu comme un paramètre crucial qui peut se définir comme une séquence d'évènements du passé vers le futur et une mesure des intervalles qui les séparent. Contrairement à l'espace, il ne présente qu'une seule dimension. L'écologie peut manipuler l'espace (du moins celui à deux dimensions) à différentes échelles mais uniquement le temps relatif, pas le temps lui-même. Il est donc important de pouvoir collecter des informations sur de longues périodes, sur le long terme.

Ces informations sont nécessaires à l'évaluation de l'état de conservation et à l'orientation des actions de conservation des espèces concernées.

Tableau 1 : Listes des actions dévouées aux suivis dans le plan de gestion 2015-2024 de la réserve naturelle des coussouls de Crau.

Codes	Désignations	Priorité OLT	Effort sur 10 ans (j.h)
C11.1	Coordonner les suivis en place	1	1100
C11.2	Suivre les tendances de la population de lézards ocellés	1	300
C11.8	Etudier l'écologie des espèces patrimoniales	1	Selon besoin
C11.3	Suivre les tendances de la population d'outardes canepetières	1	220
C11.4	Suivre les tendances de la population d'alouettes calandres	1	600
C11.5	Suivre les tendances de la population de gangas catas et si possible estimer les paramètres démographiques	1	800
C11.6	Suivre les tendances des populations d'oiseaux steppiques	1	150
C11.7	Suivre l'évolution des populations de buprestes	1	60
R21.1	Evaluer l'influence du mode de conduite du troupeau sur l'hétérogénéité de la végétation	1	570
R21.2	Etudier des liens entre hétérogénéité du coussoul et diversité de la faune	1	570
R21.3	Développer et mettre en œuvre un plan de suivi de la végétation pastorale et des effectifs du cheptel	1	760
R22.1	Etudier la communauté des bousiers et leur ressource	1	375
R22.2	Evaluer les densités d'orthoptères	1	25
R11.1	Mettre en place le suivi chiroptères	2	10
R11.2	Inventorier la communauté d'amphibiens dans les mares temporaires	2	24
R11.3	Inventaire des reptiles sur les habitats de la réserve naturelle	2	24
R11.4	Organiser un suivi régulier des tonsures du Tillaetum	2	18
R11.5	Suivre la présence de Scolopendre sagittée dans les puits de la réserve	2	44
R11.6	Rechercher, inventorier et suivre les stations d'espèces végétales rares	2	40

Ce document présente uniquement le suivi (monitoring) des espèces patrimoniales de la RNCC identifiées dans le PG, permettant d'identifier les tendances spatiales et/ou temporelles de leurs populations, et les tendances et la variabilité des conditions écologiques et pastorales qui peuvent les influencer. Le premier chapitre est consacré à la présentation de la réserve et un autre est destiné à exposer de façon synthétique un bilan des connaissances acquises depuis les années 80. Quelques chapitres (2 à 8 et 11) sont destinés à présenter dans l'ordre chronologique les éléments suivants :

1. Le modèle écologique de la Crau permettant d'identifier les éléments à suivre,
2. Les objectifs visés et les paramètres à suivre conformément au modèle,
3. Les stratégies d'échantillonnage choisies avec leur définition et la justification de leur choix,
4. La gestion des données,
5. La politique d'analyses des données et de communication des résultats,
6. Le budget,
7. La planification des suivis,

La période 2009-2014 a été consacrée à la recherche de méthodes de suivis pour les espèces ou groupes d'espèces les plus remarquables de la réserve naturelle. Une partie des suivis présentés dans ce document y ont été élaborés.

S'il est question des suivis (comme définis ci-dessus) dans ce document il faut garder à l'esprit que d'autres types d'études sont nécessaires soit 1) pour les mettre en place (étude préliminaire pour calibrer l'effort par exemple), ou 2) pour les compléter dans le cas de questions de conservation particulières et ponctuelles. La source de financement utilisée n'est pas la nécessairement la même. Ces études particulières peuvent être financées par des fonds extérieurs à la dotation de la réserve naturelle (cf. Chapitre 8). Le chapitre 10 propose une entrée par espèce afin de rendre le document facilement visible pour le personnel impliqué dans les suivis de certaines espèces. Des annexes qui détaillent les protocoles mentionnés dans ces fiches espèces lui font suite.

Ce document a donc pour objectifs 1) d'assurer la visibilité à long terme des différents suivis (objectifs, méthodes, gestion des données, etc.), 2) d'être un des outils de l'évaluation du plan de gestion de la réserve naturelle (enjeux, calibration de l'effort nécessaire pour assurer les suivis, etc.), 3) d'être ouvert sur de nouvelles perspectives et améliorations possibles.

Ce document ne présente pas les suivis des communautés végétales et d'arthropodes réalisés dans le cadre des opérations de restauration écologique menées par l'équipe de Thierry Dutoit (IMBE-CNRS, université d'Avignon et des pays du Vaucluse). Ces études sont nombreuses et se déroulent depuis plus de 10 ans en Crau. Une synthèse des travaux réalisés est disponible dans :

Dutoit, T., Buisson, E., Fadda, S., Coiffait-Gombault, C., Jaunatre, R., 2011. Dix années de recherche dans une pseudo-steppe méditerranéenne : impacts des changements d'usage et restauration écologique. *Sècheresse* 75–85.

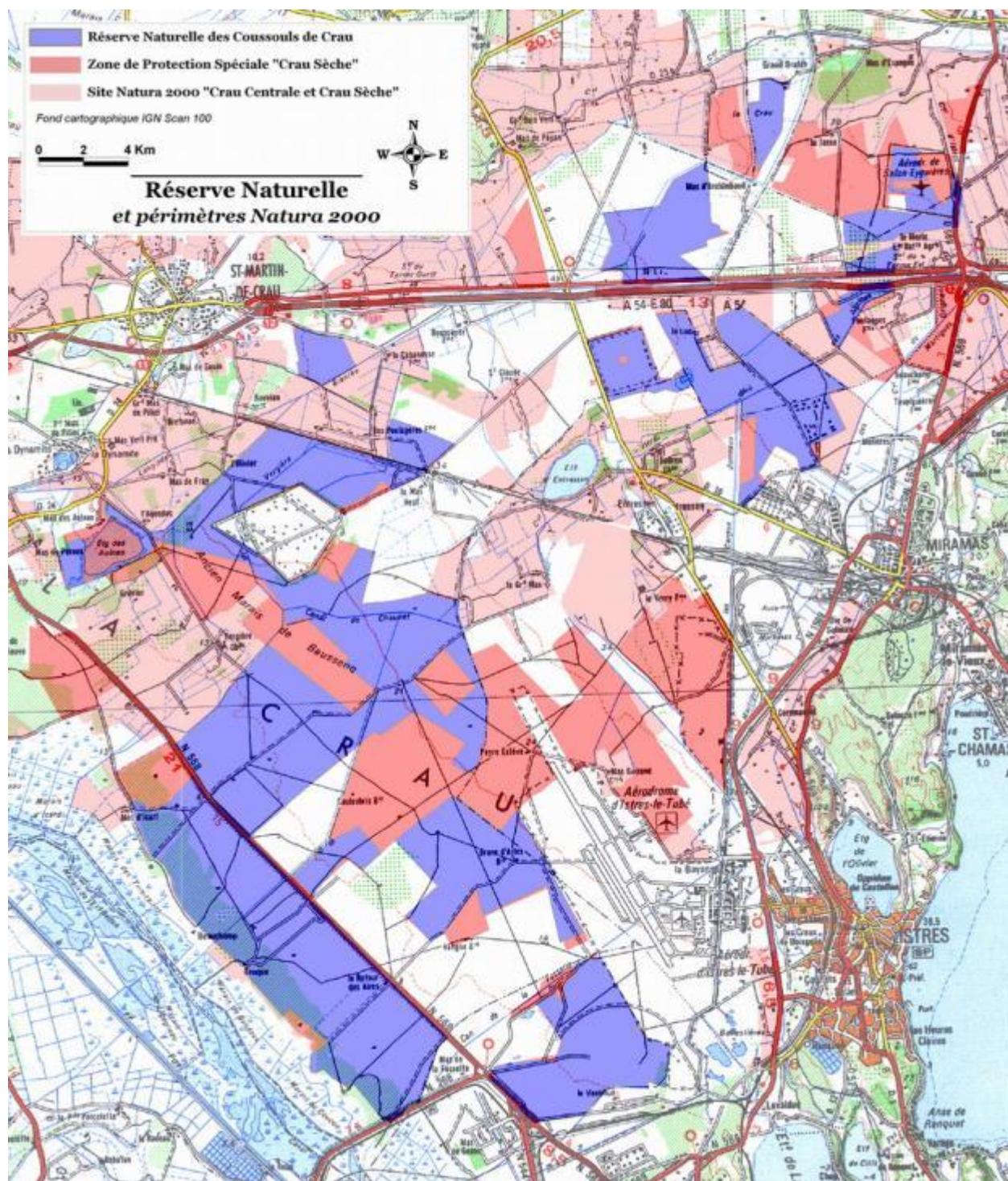
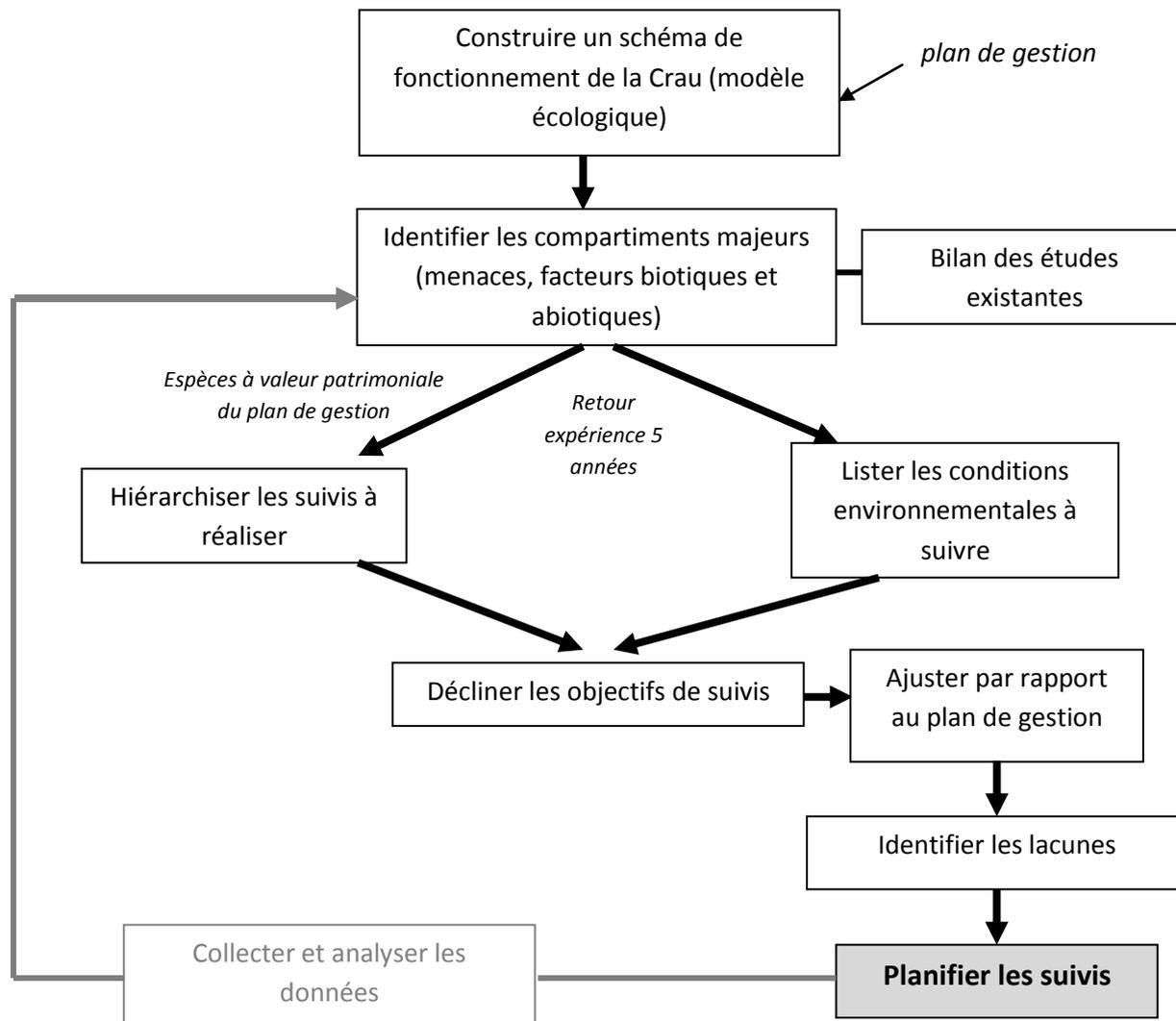


Figure 1 : Le périmètre de la réserve naturelle nationale des coussouls de Crau et sont insertion dans le réseau Natura 2000.

1.2 Démarche utilisée pour planifier les suivis

Elle se base sur le premier plan de gestion et le retour d'expérience de ces 5 années en termes de suivis scientifiques.



1.3 La Réserve Naturelle des Coussouls de Crau (RNCC)

La RNCC a été créée en 2001 (décret n° 2001-943 du 08 octobre 2001) et s'inscrit dans le réseau des Réserves Naturelles Nationales (RNN). Elle protège 7500 ha de la plaine de la Crau (Fig. 1). Sa gestion est assurée par la collaboration du Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur (CEN PACA), qui fait parti du réseau des Conservatoires des Espaces Naturels (FCEN), et de la Chambre d'Agriculture des Bouches-du-Rhône (CA13). Le foncier de la RNCC est à 60% la propriété de l'Etat (1519 ha), du Conseil Général des Bouches-du-Rhône (1860 ha) et du Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres (1052ha). La surface restante est partagée entre les privés (11%), des sociétés (15%) et des associations (6%).

La réserve naturelle est composée de 16 entités géographiques distinctes. Ce morcellement est lié :

- au morcellement des coussouls

- au fait que la plupart des coussouls en propriété privée soient exclus du périmètre, ce qui accentue la fragmentation, en particulier dans la grande parcelle de coussoul du centre de la Crau.

Ainsi, le périmètre de la RN est artificiellement augmenté et mesure 191 km pour une zone dont la plus grande longueur est de 24 km.

Pour une revue plus détaillée de la RNCC, se reporter à :

1/ Tatin, L., Wolff, A., Boutin, J., Colliot, E., Dutoit, T., 2013. *Ecologie et conservation d'une steppe méditerranéenne, La plaine de Crau.*, Quae. ed. Versailles.

2/ Wolff, A., Tatin, L. & Sauguet, F. 2015. *Plan de gestion de la réserve naturelle nationale des coussouls de Crau.* CEN PACA.

1.3 Environnement et patrimoine naturel de la RNCC

Les éléments exposés ci-dessous sont tirés du premier plan de gestion de la RNCC. Pour une lecture approfondie du patrimoine naturel, il faut se référer à ce dernier ou à l'ouvrage mentionné dans l'encadré ci-dessus. La Crau constitue un habitat de type steppique unique en France, qui résulte de la combinaison de trois facteurs :

1. climatique : le climat est de type méditerranéen avec 3 mois arides¹ (juin à août), des précipitations autour de 500mm concentrées en automne, un ensoleillement important et un vent dominant froid et violent pendant 90 à 100 jours.
2. édaphique : une ou deux couches de poudingue² isolent la nappe phréatique du sol de surface et créent ainsi une barrière infranchissable pour les végétaux. Ces dernières n'ont donc accès qu'à l'eau de pluie de façon temporaire et variable en fonction de l'évapotranspiration. L'horizon superficiel du sol est pauvre, il s'agit d'un fersialsol tronqué (cf. ci-après).
3. pastoral : le pâturage ovin existe en Crau depuis la période néolithique (4000 à 6000 ans) et contribue à la structure et à la composition de l'habitat steppique par l'action de prélèvement de la végétation mais aussi de modification de la composition chimique du sol par les déjections.

1.3.1 Géologie

De forme triangulaire, la Crau correspond à l'ancien cône de déjection de la Durance, qui à partir d'Eyguières et Lamanon, a déposé au cours du Quaternaire des alluvions. A une profondeur variable, les galets sont cimentés par les eaux de circulation riches en carbonates issues du lessivage des sols sus-jacents. Il se forme ainsi un niveau de poudingue à encroûtement calcaire. La base de ce triangle s'appuie entre Arles et Fos, sur les formations fluvio-palustres du delta du Rhône. Le côté nord, d'Eyguières à Arles, suit d'abord les Alpilles pour s'appuyer, au centre, sur le massif de l'Anellier, et longer ensuite la dépression du Marais des Baux. Le côté est, de Salon à Fos-sur-mer, correspond au pied des collines de Miramas-Istres qui ceignent l'Étang de Berre.

Le sol est un fersialsol tronqué : sol caractérisé par une coloration rougeâtre, une décalcification en surface, une saturation en bases supérieure à 65 % et une altération des minéraux primaires ayant libéré des quantités importantes d'oxydes et hydroxydes de fer (d'où la couleur rouge). De tels sols sont couramment rencontrés dans les situations géomorphologiques stables ayant permis le développement

¹ Définis comme les mois où la valeur de la température moyenne est deux fois supérieure à la somme des précipitations du mois.

² Ciment calcaire imperméable constitué de galets de différentes tailles

de sols sur de longues durées (plusieurs centaines de millions d'années) en climat méditerranéen contrasté. On parle de sol tronqué car la couche supérieure (normalement riche en limon) est très réduite, voire inexistante, phénomène résultant probablement de l'érosion éolienne concomitante au dépôt.

1.3.2 Climat local

Le climat de la Crau est typiquement méditerranéen, avec des caractéristiques bien marquées (Fig. 2) :

- un été aride à la fois chaud et sec entre juin et août ;
- des précipitations de l'ordre de 400 à 600 mm/an, principalement concentrées sur l'automne (50% du total annuel) ;
- un hiver relativement doux ;
- un ensoleillement important.

Par sa situation géographique au débouché de la vallée du Rhône et la platitude du relief, la Crau présente cependant une singularité : la fréquence et la violence du mistral. Ce vent tend à accentuer la sécheresse, à augmenter l'ensoleillement, et à rafraîchir les températures hivernales.

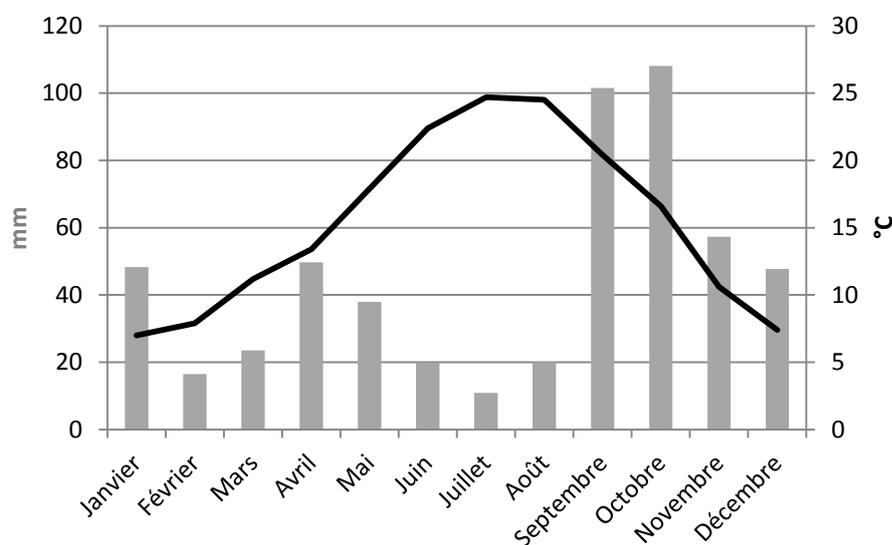


Figure 2 : Données climatiques moyennes mensuelles 1997-2006 de la station météorologique du Grand Carton (au nord du noyau principal de la steppe sur la commune de Saint-Martin de Crau). Données inédites Unité INRA-EMMAH.

1.3.3 Habitats naturels

Les habitats naturels de la Crau sont représentés à 90% par les pelouses calcaires sèches (84%) et la forêt sempervirente non résineuse (6%). Même si en terme de surface, les milieux humides comme les canaux, les mares et les étangs ne sont pas les plus importants, ils abritent une biodiversité importante et constituent un habitat privilégié pour l'installation d'espèces invasives. Ce sont donc ces trois habitats qui sont décrit ci-dessous.

Pelouses calcaires sèches

La steppe de Crau se compose de deux éléments : le coussoul et les friches (céréalières et melonnières). La composition physico-chimique du sol a été transformée par le pâturage uniquement (coussoul) ou par le pâturage puis par une agriculture utilisant des engrais qui ont enrichis les sols en éléments minéraux (friches). Ceci explique la différence de composition de la végétation entre coussoul et friches, et qui est très persistante (>30 ans). Une méthode d'estimation de l'état de conservation des coussouls est en cours (Tab. 2; Wolff, 2009).

Le coussoul se caractérise par une association végétale très riche en espèce, l'*Asphodeletum fistulosi*, et adaptée aux conditions écologiques locales (cf. ci-dessus). Il est composé par le Brachipode rameux (*B. retusum*), le Stipe chevelu (*S. capillata*), le Thym (*T. vulgaris*), l'Asphodèle d'Ayard (*A. ayardii*), etc. Cette formation présente une grande variété de faciès liée en grande partie à la gestion pastorale. C'est un cas de succession végétale particulière car le Brachipode constitue la fin de série d'une succession régressive, ici liée à la composition chimique du sol sous l'effet du pâturage. C'est l'association végétale qui donne un caractère unique au coussoul et non la rareté des espèces qui le composent. Le coussoul, pelouse méditerranéenne mésotherme de la Crau à *Asphodelus fistulosus*, est un habitat prioritaire de la Directive Habitat. La présence du Brachipode rameux indique un très bon état de conservation du coussoul car sa capacité à re-coloniser des sites perturbés est très lente (banque de graines inexistante et grande proportion de graines stériles). Le coussoul est un système à grande résilience par rapport au sous-pâturage (moins au surpâturage si dépôt important de crottes et d'urine) mais très sensible à la dégradation de son sol. Une grille de classification de l'état de conservation des coussouls a été établie sur la base de quatre critères de faciès (Tab. 2).

Tableau 2 : Classification de l'état de conservation des coussouls (Wolff, 2009)

	Coussouls vierges	Coussouls peu dégradé	Milieus steppiques en continuité de coussoul (friches et cultures sèches)
<i>Brachypode rameux</i>	Abondant	En tâche	Absent ou très rare
Présence de lichens sur les galets	Oui	Oui ou non	Non
Gros galets déchaussés	Non	Oui ou non	Oui
Présence espèces compagnes du <i>B. rameux</i>	Oui	Oui	Non

Forêt sempervirente non résineuse

La forêt sclérophylle dominée par le chêne vert est un des milieux les plus typiques de la zone méditerranéenne. En Crau, elle est cependant limitée à une bande occidentale étroite entre coussoul et marais, qui remonte le long de l'étang des Aulnes et de Baussenq jusqu'à Terrusse. La présence du poudingue sur le reste de la plaine pourrait expliquer au moins partiellement l'absence de telles formations arborescentes plutôt inféodées aux sols meubles.

Dans certains sites, la coustière présente une physionomie de type « savane », avec des arbres très espacés, qui confère à ces zones un attrait paysager certain.

Une étude récente a montré que la lente avancée de la lisière ne doit pas être perçue comme une menace sur la richesse en espèces végétales de la steppe tant que le pâturage est maintenu. Cependant, cette dynamique pourrait avoir des répercussions sur l'avifaune et l'entomofaune inféodées à la steppe de Crau (Dutoit *et al.* 2008).

Milieux humides

La Crau est dépourvue de cours d'eau naturels. Les canaux d'irrigation et d'assainissement qui parcourent la réserve sont donc ses seuls cours d'eau. Les canaux d'irrigation sont souvent désherbés et présentent en général un intérêt écologique limité. Par contre, certains canaux d'assainissement ont une valeur écologique notable liée à la bonne qualité des eaux. On y trouve notamment des groupements à Potamot coloré (*Potamogeton coloratus*), caractéristiques des eaux eutrophes, qui abritent des communautés très riches d'invertébrés aquatiques et notamment d'Odonates. Il s'agit en particulier du canal de Vergière et dans une moindre mesure du fossé des Poulagères.

En Crau, les mares sont le plus souvent temporaires en raison des fortes fluctuations du niveau de la nappe, et s'assèchent en hiver. Certains trous très profonds sont en eau toute l'année, il s'agit de fonds d'anciennes carrières. Les mares ne sont pas de simples points d'eau. Malgré leur petite taille, ce sont des écosystèmes très riches. Elles servent notamment de site de reproduction pour les Amphibiens. Certaines mares temporaires abritent également une flore rare et diversifiée avec des espèces protégées telles que *Gratiola officinalis* ou *Ranunculus ophioglossifolius*. En Crau, le régime d'inondation/exondation inversé est cependant peu propice à la flore typique des mares temporaires méditerranéennes.

Plusieurs habitats d'intérêt patrimonial bordent les étangs des Aulnes, du Luquier et du Merle. On y trouve en effet des prairies humides méditerranéennes, des forêts galeries de peupliers blancs, roselières et phragmitaies. Les prairies humides peuvent comprendre, comme c'est le cas à l'étang des Aulnes, des mares temporaires abritant un patrimoine floristique exceptionnel (Menthe des cerfs notamment). Les roselières et phragmitaies hébergent quant à elles une faune paludicole nicheuse remarquable : hérons (Blongios nain, Héron pourpré), passereaux paludicoles (Locustelle lusciniôide, Lusciniolle à moustaches), canards (Nette rousse, Canard chipeau). En migration et en hiver, ces roselières servent de dortoirs à des milliers d'hirondelles, de bergeronnettes et d'étourneaux et en hiver elles abritent des Rémiz penduline et de très nombreux Bruants des roseaux.

1.3.4 Flore & Faune

La valeur patrimoniale des espèces a pour objectif de préciser le niveau de responsabilité de la réserve dans la préservation des espèces qu'elle abrite. Elle repose sur les paramètres suivants :

- **critères de rareté.** La rareté relative de l'espèce est définie sur la base de son effectif relatif (part de l'effectif de la population locale par rapport à l'effectif national et mondial de l'espèce), et de la contribution relative de la réserve à l'aire de distribution de l'espèce (valeur importante pour les espèces endémiques restreintes, moins forte pour les populations très isolées, faible pour les espèces à distribution très large).

- **statut de conservation.** Il s'agit d'évaluer le risque d'extinction des populations présentes sur la réserve. Il s'agit également d'évaluer les conséquences qu'une telle extinction locale aurait pour la survie de l'espèce à une échelle globale. Il faut pour cela examiner le statut de conservation de l'espèce à toutes les échelles possibles, du local à l'international. La conservation d'une population locale est en effet d'autant plus prioritaire que l'espèce est en déclin marqué à l'échelle globale.

- **critères biologiques.** Pour les espèces animales très mobiles, il s'agit de caractériser l'importance des milieux de la réserve dans le cycle biologique de l'espèce : elle est plus grande pour espèce sédentaire ou nicheuse, que pour une espèce simple estivante ou fréquentant la réserve en passage migratoire.

Flore

Sur les quelques 300 espèces présentes sur la réserve naturelle, seulement 9 ont été reconnues d'un intérêt patrimonial (Tab. 3). Parmi elles, deux espèces sont inféodées aux coussouls : le Lichen crustacé (endémique) et la Stipe du Cap.

Tableau 3 : Valeur patrimoniale de la flore de la RNCC (source : plan de gestion RNCC, 2010-2014). En gras = espèces liées au coussoul.

		Degré de menaces		
		Majeur	Fort	Moyen
Rareté relative	Majeure	Scolopendre sagittée Verveine couchée	Lichen crustacé	
	Forte	Menthe des cerfs	Stipe du Cap	
	Moyenne			Herbe de st Roch Linaire grecque Salicaire à trois bractées Renoncule à f. d'ophioglosse
Valeur patrimoniale				
	Majeure	Forte	Assez forte	Moyenne
	1	0.75	0.5	0.25

Pour les espèces végétales cryptogames suivantes la réserve naturelle porte une responsabilité : *Squamarina cravensis* (Lichen crustacé, endémique), *Riccia lamellosa*, *Aschisma carniolicum* et *Acaulon fontiquerianum* (moins de 4 stations connues en France, Saatkamp pers. com.).

Faune

Les oiseaux constituent le patrimoine le plus riche et emblématique de la réserve naturelle, c'est d'ailleurs ce groupe qui a motivé sa création. Les espèces steppiques sont très présentes et pour certaines la Crau représente l'unique ou le plus important bastion en France.

Au cours des inventaires et suivis menés depuis 2009, 33 nouvelles espèces d'insectes ont été identifiées pour la réserve naturelle et le castor a fait son retour en 2014 dans les canaux et plans d'eau bordant la RNCC.

Tableau 4 : Valeur patrimoniale de la faune de la RNCC (source : plan de gestion RNCC, 2010-2014). En gras = espèces liées au coussoul. * = visiteur.

		Degré de menaces		
		Majeur	Fort	Moyen
Rareté relative	Majeure	Ganga cata Alouette calandre Criquet rhodanien	Faucon crécerellette Outarde canepetière Bupreste de Crau Vespère des vignes	Alouette calandrelle Œdicnème criard Noctuelle pluviofile
	Forte	Pipit de Richard*	Aigle de Bonelli* Faucon kobez* Lézard ocellé <i>Cicindèle mélancholique</i>	Pie-grièche méridionale Rollier d'Europe Grande aigrette* Pluvier guignard* Agrion bleuâtre Gomphe similaire Sympétrum à corps déprimé <i>Pleurodirus aquisextanus</i>
	Moyenne	Pie-grièche à poitrine rose Vautour percnoptère*	Lièvre d'Europe Triton palmé Coucou geai	Milan royal Pipit rousseline Chevêche d'Athéna Cordulie à corps fin Agrion de mercure Grand rhinolophe* Petit murin*
Valeur patrimoniale				
Majeure		Forte	Assez forte	Moyenne
1		0.75	0.5	0.25

1.3.5 Le pâturage ovin

Les troupeaux ovins pâturent la Crau Sèche depuis au moins le néolithique. Des marques d'enclos pour l'élevage (murs en arcs de cercle de 30 ou 40 mètres) datant de 3 000 ans avant J.-C. ont en effet été découvertes lors des fouilles archéologiques réalisées ces vingt dernières années. L'immense espace de la Crau gallo-romaine fut une fructueuse zone favorable à l'essor d'un important élevage extensif. Les moutons y étaient élevés pour leur laine, à partir de laquelle étaient vraisemblablement fabriqués des tissus et des draps. La viande, fournie par les brebis de réforme et les mâles non castrés, n'était qu'un sous-produit de l'élevage, contrairement à l'époque actuelle.

Aujourd'hui, il existe près de 70 places de pâturage dont 67% sont situées dans la Réserve Naturelle (Tab. 5).

Tableau 5 : Caractéristiques comparées des élevages de l'ensemble de la Crau avec ceux utilisant des coussouls. Sources : enquête Chambre d'Agriculture et informations D.D.A.F. (2006).

	Plaine de Crau	Crau sèche (coussouls)
Nombre de troupeau	142	33 dont 24 dans la Réserve naturelle
Effectif total de brebis	105 472	52 911
Taille moyenne du troupeau	742	1 604

	Plaine de Crau	Crau sèche (coussouls)
Nombre de places de pâturage	-	70

Au printemps (mars à juin), le troupeau pâture les coussouls (Fig. 3), les campas (parcelles en friche) ou les collines les plus proches. Des cultures fourragères annuelles, les "herbes de printemps" (céréales immatures, vesce-avoine, luzerne...) peuvent compléter ces parcours. En été, la grande transhumance vers le massif alpin (pratiquée de nos jours exclusivement en bétailières) assure une alimentation de qualité aux brebis en gestation. De la descente d'estive à la fin février, les regains des prés de Crau (appelés localement "quatrièmes coupes") procurent une ressource sûre et abondante pour la période d'agnelage puis l'allaitement des agneaux. La complémentarité production de foin / élevage est essentielle en Crau, et explique pour une part le maintien d'un élevage ovin fort dans la plaine, ainsi que la complémentarité entre la plaine de Crau et le massif alpin par le biais de la transhumance estivale.

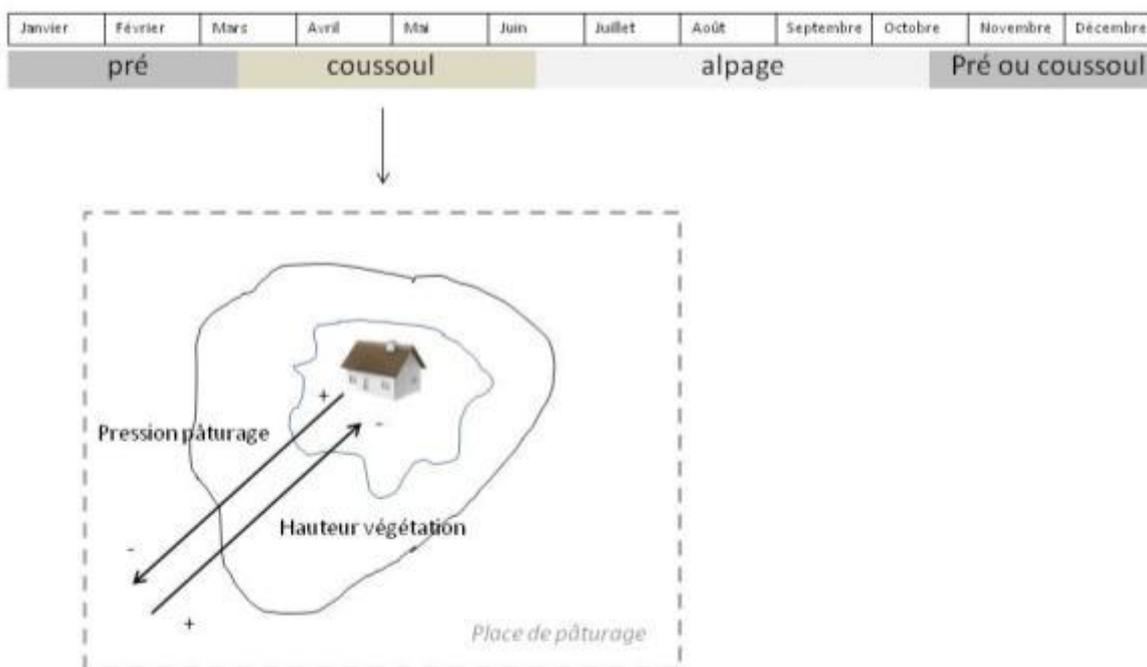


Figure 3 : Cycle annuel du pâturage ovin en Crau et structuration spatiale de la végétation au regard de la pression de pâturage exercée sur la place d'herbage autour de la bergerie.

Les parcours pastoraux de la plaine de Crau encore appelés « coussouls » (du lat. *Cursorium*, l'espace de parcours) apparaissent comme un site atelier pertinent pour étudier l'impact des changements globaux sur la dynamique de la biodiversité à une échelle fine. En effet, la végétation de ces parcours est représentative des 3 millions d'hectares de Dehesas (Espagne) et de Montado (Portugal) et des 60 millions d'hectares des steppes semi-arides d'Afrique du Nord. La végétation steppique de la plaine de Crau est de plus considérée comme un avant-poste en limite de répartition nord de ces formations végétales. Toute modification climatique ou d'usage significative sur ce type de milieux constituera donc une alerte précoce pour l'ensemble de ces formations dans le bassin méditerranéen, la steppe de Crau jouerait ainsi réellement un véritable rôle de sentinelle vis à vis de l'évolution de nombreuses terres de parcours sur le pourtour méditerranéen.

1.4 Principales menaces et implications de gestion de la RNCC

1.4.1 Changements d'utilisation du sol

La conversion en cultures a été la principale cause de la régression du coussoul, qui a perdu 80% de sa superficie. L'industrialisation et l'urbanisation ont également contribué à ce processus, dans de moindres proportions par le passé alors que la tendance inverse s'observe actuellement. Ces surfaces sont définitivement détruites, car même après abandon cultural et remise au pâturage, la végétation caractéristique des coussouls vierge ne se reconstitue pas (Coiffait-Gombault et al., 2012). Outre la réduction des surfaces, la destruction des coussouls a conduit à leur fragmentation (cf. ci-dessous), en particulier dans le nord de la plaine où ne subsistent que des fragments de quelques dizaines à quelques centaines d'hectares séparés par une matrice de cultures plus ou moins intensives. Les réseaux de circulation (routes, voies ferrées, canalisations) ont encore accentué la fragmentation des surfaces résiduelles ; la nationale 568 entre Arles et Fos-sur-mer qui isole les coussouls d'Arles du reste du centre-Crau en est une bonne illustration (Fig. 1). Cette fragmentation est un obstacle à la circulation de certaines espèces. Aujourd'hui, les coussouls en réserve sont largement préservés. Par contre, des pressions continuent à s'exercer sur les surfaces hors réserve naturelle, notamment dans le sud de la plaine soumis aux conséquences de l'extension de la ZIP de Fos-sur-mer.

En 2014 la liste des aménagements soumis à étude d'incidence dans le périmètre de la ZPS de Crau a été diffusée par arrêté préfectoral. Elle n'interdit pas la destruction de coussouls mais impose la prise en compte de sa destruction dans les projets. Dans le contexte actuel propice aux aménagements autour de la ZIP de Fos-sur-mer, cela ne permettra probablement pas d'éviter de nouvelles destructions d'habitat, même si un ralentissement devrait s'observer.

La figure 4 résume la dynamique qui s'opère lors de différents régimes de perturbations d'origine anthropique. Dans tous les cas le retour à l'habitat originel qu'est le coussoul n'est pas observé à l'échelle de 40 ans.

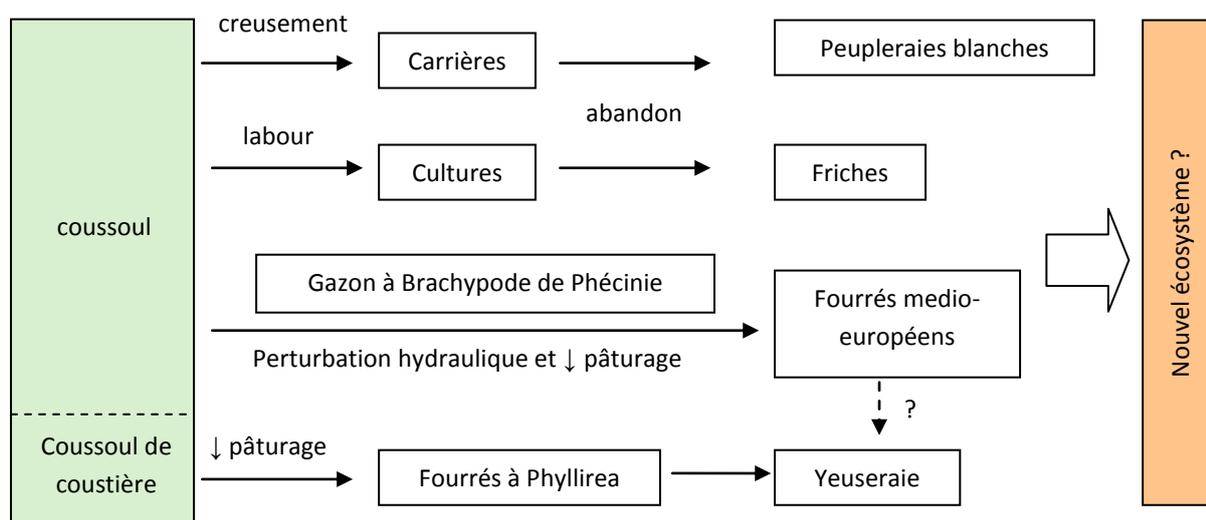


Figure 4 : Dynamiques de la végétation observées en Crau après plusieurs régimes de perturbations d'origine anthropique.

1.4.2 Fragmentation de l'habitat

Dans le cas des coussouls de Crau, la définition de Wilcove et al. (1986)³ semble correspondre au processus : une grande surface d'habitat continue est transformée en un plus petit nombre de patches d'une taille totale plus petite, isolés les uns des autres par un habitat différent de l'originel. Cependant, cette définition associe la fragmentation et la disparition d'habitat alors que les effets sur la biodiversité peuvent être différents. Il est préférable de distinguer ces deux processus et de détailler les effets de la fragmentation (Fig. 5). En effet, la littérature scientifique propose plusieurs variables à mesurer dont l'isolation et la proportion d'habitat artificiel. Cette dernière peut avoir soit un effet négatif sur la viabilité d'une population (via les effets lisière et les modifications de l'habitat originel sur sa périphérie), soit un effet positif (certaines espèces ont besoin d'une mosaïque d'habitat pour accomplir leur cycle de façon optimale et la biodiversité peut être enrichie dans un territoire présentant une mosaïque d'habitats). Les outardes canepetières sont un exemple type d'un effet positif de la mise en culture (prairies de fauche) de l'habitat originel sur la viabilité de la population car leur cycle de vie s'accomplit en utilisant les parcelles agricoles bordant les coussouls (site de reproduction) pour leur alimentation une partie de l'année.

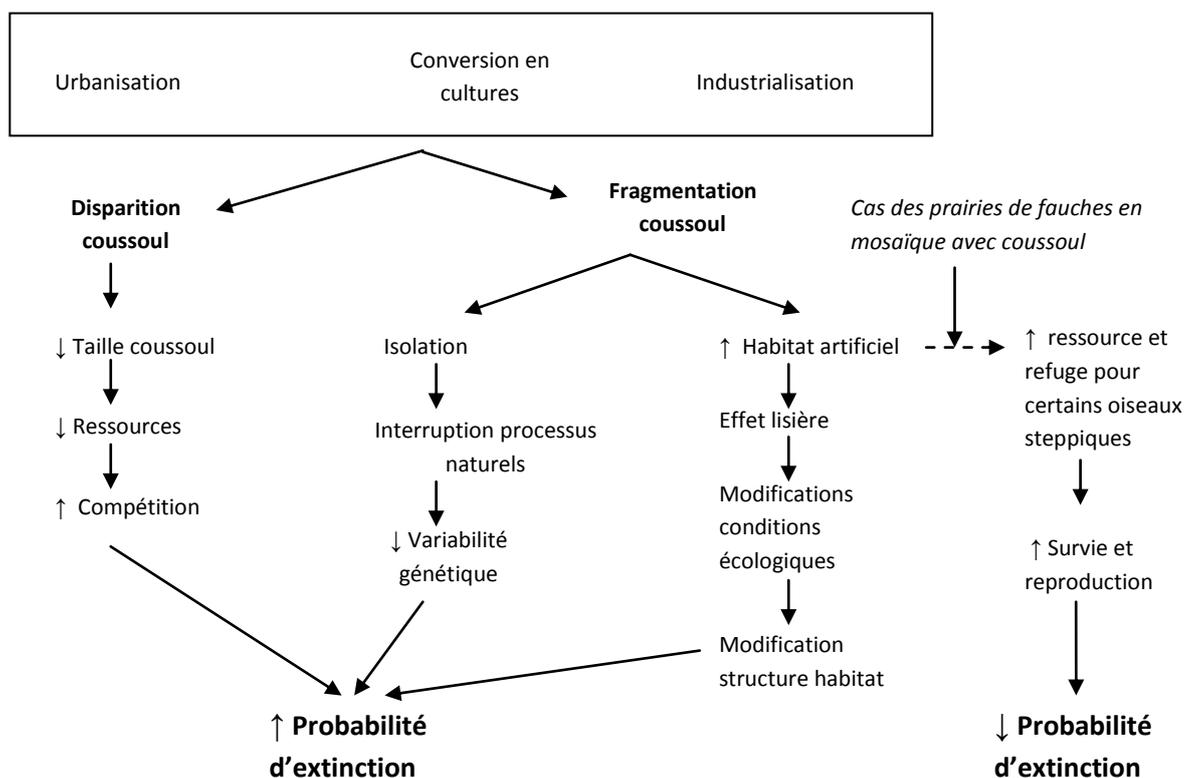


Figure 5 : Mécanisme de la disparition, et de la fragmentation associée, du coussoul sur la faune appliquée à la Crau.

Pour une revue globale des effets de la fragmentation sur la biodiversité voir : Fahrig, L., 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34, 487–515. doi:10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419

³ Wilcove et al. 1986 In Fahrig, L., 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34, 487–515.

1.4.3 Changements de l'activité pastorale traditionnelle

D'une manière générale, le pâturage est un des facteurs qui concourt à la formation du coussouls et son abandon entrainerait la colonisation de certaines espèces ligneuses arbustives (ronces, filaire, etc.). A plus long terme, un changement de composition physico-chimique du sol pourrait s'opérer également. Les relations entre pâturage et biodiversité sont encore mal connues mais il est admis, suite à plusieurs travaux (collectif 1997), que ses caractéristiques observées jusque dans les années 90 sont plutôt favorables à la biodiversité. Récemment, certaines places de pâturage ont été clôturées et le mode de conduite des troupeaux qui y sont présents a changé : les brebis sont d'avantage libres de choisir leur parcours car le berger s'occupe de plusieurs troupeaux et ne peut être présent toute la journée sur une même place de pâturage. Aucune étude n'a été menée pour identifier des changements sur la végétation et la faune associée. Ce sont les conditions économiques de la filière ovine (dont la Politique Agricole Commune) qui ont la plus grande influence sur le maintien de cette activité pastorale transhumante. Tout changement majeur à cette échelle peut avoir des conséquences en matière de biodiversité mais ne sont pas maitrisables par la réserve naturelle.

1.4.4 Augmentation du prix du foncier

Au regard des changements d'utilisation du sol en dehors de la RNCC et des 3000 ha d'habitat steppique non protégé, l'achat de parcelles de steppe (friches et coussouls) est un des enjeux pour la conservation de cet écosystème. L'acquisition peut se faire soit directement par le CEN PACA soit par les pouvoirs publics (Conseil Général ou Conservatoire du Littoral). Dans ce dernier cas, il faut s'assurer que la gestion appliquée est conforme aux enjeux de conservation : le CEN PACA peut être désigné comme gestionnaire ou les instances peuvent mettre en place elles-mêmes un plan de gestion approuvé par les acteurs de la conservation locaux.

Toute augmentation du prix du foncier contraindrait fortement ces acquisitions car les moyens financiers de certaines entreprises privées sont supérieurs aux organismes sus-cités. En 2012, une vente de coussouls a été faite à un taux 40 fois supérieur au prix à l'hectare à une entreprise privée. En 2014, la parcelle de coussouls a été détruite en vue d'aménagements logistiques (activité finale inconnue à ce jour).

1.4.5 Changements climatiques

D'après Olioso et al. (2013), l'augmentation de l'évapotranspiration potentielle pourrait affecter très significativement le bilan hydrique des zones steppiques, avec une nette augmentation du déficit hydrique climatique, probablement en partie compensée par une baisse des drainages à l'échelle annuelle. En l'état actuel de des travaux, il n'est pas possible de se prononcer sur l'impact de ces modifications climatiques sur le devenir de la production de biomasse de cet écosystème. L'augmentation du déficit hydrique pourrait se traduire par des modifications de la composition floristique, les herbacées annuelles étant alors mieux adaptées que les espèces pérennes, mais de telles évolutions n'ont pas été relevées en Crau à ce jour.

Concernant la faune, aucune étude ne s'est focalisée sur la steppe de Crau mais plusieurs travaux ont été publiés sur les reptiles dont une avec le Lézard ocellé comme modèle (Ceia-Hasse et al., 2014). Ce dernier souffre d'une incertitude assez grande mais prédit l'extinction de l'espèce sous certains scenarii d'augmentation globale de température. Une étude prenant en compte à la fois l'augmentation de température et les changements d'utilisation du sol est en cours sous la direction de

Barry Sinervo (Université de Californie, USA) dont un des modèles est le Lézard ocellé, et la réserve naturelle des coussouls de Crau un des sites de références.

1.4.6 Espèces invasives

Les espèces classiquement considérées comme invasives⁴ ont été détectées sur la réserve naturelle mais en faible abondance. Chez les végétaux il s'agit d'Herbe de la pampa (*Cortaderia soleana*, quelques pieds seulement), de Sénéçon des arbres (*Baccaris hamilifolia*, quelques pieds), de Jussie (*Ludvigia peloides*) dans le canal du centre Crau (abondante localement) et depuis peu de Vergière (faible présence). Chez les animaux, récemment l'Écureuil de Pallas (*Callosciurus erythraeus*) a été détecté aux abords de la réserve naturelle. Le Museum National d'Histoire Naturelle est en charge du contrôle de cette espèce.

A l'exception des canaux, les conditions écologiques présentes en Crau semble restreindre l'expansion des espèces envahissantes.

1.5 Bilan des études existantes

Le bilan présenté ici a été réalisé à partir des documents trouvés au fil de 4 années au sein de la RNN. Aucune base de données bibliographique relative à la littérature scientifique et grise (rapport de stage, rapport interne, rapport d'activité, etc.) n'existe à l'heure actuelle. Il est donc possible que ce bilan ne soit pas exhaustif. Le plan de gestion de la RNN a servi de référence en matière de connaissances sur les espèces animales, végétales et les conditions écologiques.

1.5.1 Conditions écologiques et végétation

Les connaissances peuvent être rangées dans trois domaines majeurs : le pâturage, les facteurs abiotiques et la dynamique de la végétation (Tab.6). Ce dernier est riche de relevés dont un aperçût en terme spatial est donné à la figure 6.

Tableau 6 : Synthèse des paramètres environnementaux et de la végétation disponibles

Paramètres	Dates	Types d'étude	Responsables	Structures
Pâturage				
Pression de pâturage	Depuis 2006	Interview éleveurs	Fanny Sauguet	CA13
Dates d'arrivée				
Dates de départ	1994-1996	Interview éleveurs	O. Bonnefon / R. Dureau	CERPAM / CA13
Parcours		Suivis de terrain		
Facteurs abiotiques				
Températures		Station météo Grand Carton	Albert Oliosio	INRA Avignon
Précipitations				
Vent				
Qualité de l'eau (nappe)	Depuis 2011	Observatoire nappe	Charlotte Alcazar	Symcrau
Composition chimique du sol (2)	2012	Master 2	Shohreh SADRI KHANLOU	Université Aix-Marseille

⁴ Désigne une espèce vivante qui tend à s'étendre au détriment des populations des autres espèces constituant une même communauté (RAMADE, 2008)

Paramètres	Dates	Types d'étude	Responsables	Structures
placette en crau (sèche)				
Dynamique végétation				
Dynamique après perturbation	Depuis 2001	Diverses	Thierry Dutoit	IMBE
Effet lisière	2003-2006	Thèse	Thierry Dutoit	IMBE



Figure 6 : Localisation des quadrats de végétation (2x2m, 3 ou 5 répétitions par site) réalisés entre 2001 et 2014 par l'IMBE (T. Dutoit, université Avignon). Pour le site de Cossure (1), le nombre de quadrats est largement supérieur aux autres sites mais ne figure pas sur la carte.

1.5.2 Flore

La flore du coussoul ne bénéficie pas de suivi spécifique mais l'est indirectement au travers des études des communautés végétales après perturbation car les quadrats témoins sont réalisés dans le coussoul (Fig. 6). Ainsi, le tableau 5 ne récapitule que les connaissances sur la flore patrimoniale issues d'inventaire ou de suivis spécifiques (plan de gestion de sites, inventaires CBNmed ou études d'impacts).

La flore des mares temporaires et des zones humides n'est pas suivie à notre connaissance mais pourrait occasionnellement se trouver dans un quadrat réalisé par la Station de recherche Tour du Valat ou un bureau d'étude. Ces informations ponctuelles d'observations d'espèces sont présentes dans la base de données régionale Silene Flore gérée par le CBNmed.

Le manque de compétences en botaniques au sein de la RNN est compensé par la forte implication de l'université d'Avignon (T. Dutoit) au travers des travaux sur les communautés végétales après perturbation. Mais cela explique aussi l'absence de suivi à long terme dédié de la plupart des espèces patrimoniales.

La liste des espèces considérées comme patrimoniale est donnée dans le tableau 6. Les deux seuls suivis qui sont encore en cours sont ceux menés par le CEFE-CNRS de Montpellier sur le Stipe du Cap et par A. Blasco sur la Scolopendre sagittée.

Tableau 7 : Synthèse des connaissances sur la flore patrimoniale de la RNN (définie dans le plan de gestion). Hors quadrat témoins suivis au travers de l'étude des communautés végétales après perturbation (Dutoit, IMBE, Tab. 6).

Espèces	Nom vernaculaire	Types d'étude	Dates	Sources
Coussouls				
<i>Asplenium sagittatum</i>	Scolopendre sagittée	Inventaire	2008,2014	A. Blasco
<i>Kengia serotina</i>	Molinie tardive	Inventaire	2014	Société Linéenne de P. (D. Pavon)
<i>Stipa capensis</i>	Stipe du Cap	Dynamique population	2010-2018	CEFE-CNRS (P. Gauthier)
<i>Asphodelus ayardii</i>	Asphodèle d'Ayard			
<i>Bufonia tenuifolia</i>	Buffonie à feuilles étroites	Inventaire	2010	IMBE (A.Saatkamp)
<i>Hyssopus officinalis ssp. canescens</i>	Hysope	Aucune	-	-
<i>Sideritis endressii</i>	Crapaudine d'Endress	Aucune	-	-
<i>Taeniatherum caput-medusae</i>	Orge chevelue		2010	IMBE (A.Saatkamp)
Coustièrre				
<i>Kickxia commutata</i>	Linaire grecque	Inventaire	2005	Tour du Valat
<i>Orchis laxiflora</i>	Orchis à feuilles lâches	Inventaire	2005	Tour du Valat
<i>Bupleurum semicompositum</i>	Buplèvre glauque	Inventaire	2010	IMBE (A.Saatkamp)
<i>Helianthemum ledifolium</i>	Hélianthème à feuilles de lédum	Aucune	-	-
<i>Anacamptis papilionacea</i>	Orchis papillon			
Mares temporaires				
<i>Gratiola officinalis</i>	Gratiolle officinale	Inventaire	2005	Tour du Valat
<i>Littorella uniflora</i>	Littorelle à une fleur	Aucune	-	-
<i>Pulicaria vulgaris</i>	Pulicaire commune	Aucune	-	-
<i>Ranunculus ophioglossifolius</i>	Renoncule à feuilles d'ophioglosse	Inventaire	2005	Tour du Valat
<i>Myosurus minimus</i>	Myosure	Aucune	-	-
<i>Mentha cervina</i>	Menthe des cerfs	Inventaire	2007	BCEOM/Egis eau
Zones humides				
<i>Leucojum aestivum</i>	Nivéole d'été	Inventaire	2005	Tour du Valat
<i>Lythrum tribracteatum</i>	Lythrum à trois bractées	Inventaire	2005	Tour du Valat
<i>Carex pseudocyperus</i>	Laiche faux souchet	Aucune	-	-
<i>Verbena supina</i>	Verveine étalée		2007	BCEOM/Egis eau
Ripisylves				
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	Ophioglosse	Aucune	-	-

Un inventaire de la flore cryptogame (Briophytes) a été réalisé par EcoMed entre 2007 et 2008⁵, qui se base aussi sur des relevés de 2003-2005 et la bibliographie. Pour les espèces suivantes la réserve naturelle porte une responsabilité (Saatkamp, pser. com.) : *Squamarina cravensis* (endémique), *Riccia lamellosa*, *Aschisma carniolicum* et *Acaulon fontiquerianum*.

1.5.3 Faune

La faune bénéficie d'une plus grande attention que la flore. Les inventaires et études ponctuelles ont été distingués des suivis effectués sur plusieurs années et/ou encore en cours (Tab. 8).

Concernant l'avifaune, elle concentre beaucoup de travaux (inventaires, articles, thèses, etc.) qui ne sont pas tous cités ici. Le plan de gestion de la RNCC (section A) fait état de la bibliographie sur les oiseaux (82 références). Seuls les suivis entrepris avant ou en 2009 sont reportés dans le tableau 9 avec leur renvois bibliographie en bas de page.

Tableau 8 : Inventaires et études ponctuelles de certains groupes d'espèces ou espèces avec leur référence bibliographiques entre 1980 et 2009.

Groupes d'espèces	Dates	Types d'étude	Responsables	Structures
Invertébrés				
Odonates	1986 à 1990	Inventaires	Rehfeldt, Schridde & Suhling ⁶	Zoologisches Institut des Technischen Universität
	1994 et 1998	Etudes diverses	-	CEEP
	1989	Inventaire	H. Stobbe ⁷	?
	1993	Inventaire et synthèse des données	C. Jakob ⁸	CEEP
	1998	Inventaire	M. Papazian ⁹	?
	2001	Inventaires et synthèse des données	J-M. Faton & C. Deliry ¹⁰	Sympetrum
Lépidoptères	Années 2000	Inventaires	Morel & Bachelard	CEEP
Hyménoptères	2002	DES	S. Fadda ¹¹	IMEP-CNRS
	2000-2001	Inventaires	Y. Brau ¹²	Ecomed

⁵ Arne Saatkamp, 2010. *Synthèse des enjeux de conservation des cryptogames dans la Plaine de la Crau (13)*. EcoMed, 27p.

⁶ Rehfeldt G., Schridde P. & Suhling F. 1991. Inventaire et protection des odonates du canal de Vergière (Bouches-du-Rhône). Faune de Provence 12 : 4-9.

⁷ Stobbe H. 1989. Libellenbeobachtungen an Gewässern in der Crau (Südfrankreich). *Naturkundl. Rundbr.* 2:1-5.

⁸ Jakob C. & F. Suhling, 1999. Risky times ? Mortality during emergence in two species of damselflies. *Aquatic insects*, 21(1) : 1-10.

⁹ Papazian M. 1998. Observations odonatologiques sur quelques canaux de la Crau. Document

¹⁰ Faton J.M. & Deliry C. 2001. Les odonates de la Crau, Etat des connaissances sur les espèces patrimoniales. Rapport interne CEEP.

¹¹ Fadda S. 2002. Organisation et distribution des communautés de coléoptères et hyménoptères Formicidae du genre *Messor* dans les interfaces pelouses sèches – friches post-culturelles en Crau (sud de la France). Mémoire DES, université Paul Cézanne, Marseille.

¹² Brau Y. 2001. Etude des peuplements des orthoptères en Crau sèche en vue de la gestion alimentaire des faucons crécerellette. Rapport Life crécerellette.

Groupes d'espèces	Dates	Types d'étude	Responsables	Structures
	2003	DEA	S. Fadda	IMEP-CNRS
Faune aquatique	1980	Inventaire	J-N. Tourenq ¹³	Université Toulouse
Vertébrés				
Oiseaux	1996-1197	Inventaire	M. Lepley ¹⁴	CEEP
	2005	Distribution passereaux	A.Wolff ¹⁵	CEEP
	1983	Inventaire passereaux	G. Oliosio ¹⁶	LPO
Pie-grièche méridionale	1995	Recensement	M. Lepley ¹⁷	CEEP
Œdicnème criard	2001	Distribution et reproduction	E. Hervet ¹⁸	IUP Marseille
Alouette calandre	2007	Succès reproduction	Amouric ¹⁹	IUP Marseille
Reptiles et amphibiens	2000	Inventaire	Lombardini & Olivier ²⁰	CEEP
Chiroptères	2001	BTS	P. Coiffard ²¹	CEEP
Poissons	2003	Inventaires (pêches électriques)	?	Maison Régionale de l'Eau / ASA centre Crau

¹³ Guidicelli *et al.* 1980. Un biotope hydrologique remarquable : les laurons de la Crau (Bouches-du-Rhône, France). La communauté animale et ses relations avec le peuplement des biotopes aquatiques voisins. *Annls. Limnol.* 16(3) : 271-297.

¹⁴ Lepley M. 1997. L'avifaune de l'étang des Aulnes, Intérêt écologique et propositions de gestion. Rapport interne CEEP.

¹⁵ Brotons, L., Wolff, A., Paulus, G., Martin, J.-L., 2005. Effect of adjacent agricultural habitat on the distribution of passerines in natural grasslands. *Biological Conservation* 124, 407–414.

¹⁶ Oliosio et al. 1983. Les passereaux nicheurs de la Crau. *Biologie Ecologie Méditerranéenne* 10 (1-2) :107-118.

¹⁷ Lefranc et Lepley 2001. Recensement de la pie-grièche méridionale *Lanius meridionalis* en Crau sèche. *Faune de Provence* 16 :87-88.

¹⁸ Conséquences de la fragmentation de la steppe naturelle et de l'apparition d'habitats de substitution sur la répartition et la nidification e l'œdicnème criard *Burhinus oedecnemus* en Crau. Mémoire IUP environnement, Marseille.

¹⁹ Amouric J. 2007. Statut de conservation de l'alouette calandre (*Melanocorypha calandra*) en plaine de Crau (13). Mémoire de stage IUT Avignon.

²⁰ Lombardini K. & Olivier A. 2001. Essai sur la distribution des reptiles et amphibiens de la Crau. Rapport interne CEEP.

²¹ Coiffard P. 2001. Evaluation de l'influence de différents types de haies de prairie sur l'activité de chasse des Chiroptères en plaine de Crau. Mémoire BTS, CEEP.

Tableau 9 : Synthèse des suivis effectués sur la réserve naturelle initiés avant ou en 2009. Les suivis sans référence bibliographique n'ont pas fait l'objet de publication particulière. Les détails sont présents dans les rapports d'activités du CEN PACA (noté CEN dans le tableau) ou de la RNCC.

Espèces	Type de suivi	Date début d'étude	Date fin d'étude	Responsables	Structures
Invertébrés					
Criquet rhodanien	Comptage à vue	1995	1996	A. Foucart ²²	CIRAD
	Radio-tracking et diversité génétique	2001	2001	R. Streiff ²³	INRA
	Comptage à vue d'individus ou de restes	2007	2009	E. Becker	RNCC
Coléoptères	Organisations communautés après perturbation	2003	2007	S. Fada ²⁴	IMEP-CNRS
Bupreste	Prospections sur habitat favorable	2007	-	A. Wolff & E. Becker ²⁵	RNCC
Vertébrés					
Lézard ocellé	CMR sur quadrat Peau de Meau	1992-93	2009	A. Penloup ²⁶ puis J. Renet / L. Tatin	EPHE / CEN
	Observations aléatoires	2006	En cours	L. Tatin	RNCC
Ganga cata	Comptage hivernaux tous les 4 ans	1998	En cours	A. Wolff	RNCC
	Estimation de fréquence (43 quadrats)	2005	2005	A. Wolff	CEEP
	Comptage couples sur Peau de Meau – Opéra	1993	1997	A. Wolff	CEEP
	Bioacoustique	2008	2010	G. Paulus	CEEP
Chouette chevêche	Recensement nocturne à la repasse	2002	2003	N. Vincent-Martin ²⁷	CEEP
Outarde	Télémétrie	1998	2001	A. Wolff ²⁸	CEEP/CEFE-

²² Foucart A. 1995. *Prionotropis rhodanica* Uvarov, 1923 [Acridoidae, Pamphagidae, Akicerinae], acridien protégé de la Crau (Bouche-du-Rhône France). Thèse EPHE, Montpellier.

²³ Streiff *et al.* 2002. Microsatellite DNA markers for a grasshopper : *Prionotropis hystrix rhodanica* (Orthoptera, Pamphagidae). *Molecular Ecology Notes* 2 : 265-267.

²⁴ Fadda S. 2007. Organisation des communautés de Coléoptères terricoles en écosystème multi-perturbé : le cas des écosystèmes de pelouse sèches. Thèse de doctorat, université Paul Cézanne Aix-Marseille, Marseille.

²⁵ Payen C. 2007. *Acmaeoderella cyanipennis* perrotu : initiation d'une étude et recherche d'une méthodologie adaptée. Rapport BTS Gestion Protection de la Nature, Aix-en-Provence.

²⁶ Penloup A. 1993. Occupation de l'espace par le lézard ocellé *Lacerta lepida* Daudin 1802 (Sauria, Lacertidae) en Crau. Mémoire DEA, université Montpellier II, Montpellier.

²⁷ Vincent-Martin N. 2004. La chevêche d'Athéna (*Athene noctua* Scopoli) en plaine de Crau : répartition et première estimation de la population, In Collectif 2004, Biologie de la conservation et gestion des espaces naturels en Crau. *Ecologia Mediterranea* 30 (1) : 105-110.

²⁸ Wolff A. 2001. Changements agricoles et conservation de la grande faune de plaine : études des relations espèces-habitats à différentes échelles chez l'outarde canepetière. Thèse de doctorat, université Montpellier II, Montpellier.

Espèces	Type de suivi	Date début d'étude	Date fin d'étude	Responsables	Structures
canepetière					CNRS
	Comptage hivernaux tous les 4 ans	1998	En cours	A.Wolff	RNCC
	Estimation succès de reproduction	1998	2001	A.Wolff	CEEP
	Comptages mâles chanteurs tous les 4 ans	1998	En cours	A.Wolff / L. Tatin	CEEP/ RNCC
	Comptages couples sur Peau de Meau – Opéra	1993	1997	A. Wolff	CEEP
Alouette calandre	Recensement de territoires	2006	En cours	N. Vincent-Martin / L. Tatin	RNCC
Faucon crécerellette	Baguage au nid	1994	En cours	P. Pilard	LPO
Rollier d'Europe	Suivi de nichoirs	2002	2011	N. Vincent-Martin	CEEP
Œdicnème criard	Estimation succès de reproduction	1998	2001	A. Wolff	CEEP
	Comptages couples sur Peau de Meau – Opéra	1993	1997	A. Wolff	CEEP
Pie-grièche méridionale	Recensement de territoires	1994	2009	N. Vincent-Martin & N. Lefranc	CEEP
Lièvres	Comptage nocturne	1997	Repris en 2010	L.Tatin & G. Coste	FDC13 puis CEN
Perdrix rouge	Succès reproduction	1992	2007	F. Ponce-Boutin	ONCFS
	Densité couples	2009	En cours	F. Ponce-Boutin	ONCFS
Groupes d'espèces					
Avifaune	STOC-EPS national	2004	En cours	N. Vincent-Martin / C. Roy	CEEP
Gibier	Tableau de chasse	1997	En cours	G. Coste	GIC/RNCC

Chapitre 2 - Modèles écologiques

2.1 Introduction

Etablir les suivis des espèces et des conditions écologiques d'un espace naturel implique de connaître le territoire concerné et son fonctionnement. Cela permet d'identifier les menaces et de les intégrer comme variables explicatives dans certains suivis. Il donne une vision globale synthétique du territoire utile pour évaluer la cohérence des suivis mis en place.

Le suivi des atteintes aux espèces ou à l'habitat naturel (aménagement, destructions, pollution, pressions foncières) ne se fait pas dans le cadre de ce document mais au travers de la mission de police de l'environnement. Par contre ceux relatifs aux changements climatiques et pastoraux, et aux espèces envahissantes sont inclus dans le présent document.

2.2 Modèle steppe de Crau

Une des spécificités de la RNN de Crau est l'environnement humain qui la borde. Certaines des activités anthropiques constituent des menaces (agriculture industrielle, industries, canalisations souterraines de transport d'énergie, etc.) alors que la présence de prairies de fauche, en mosaïque avec les coussouls, présente un intérêt pour la dynamique des outardes canepetières.

Les figures 7 et 8 schématisent les facteurs biotiques, abiotiques et anthropiques qui interagissent en Crau.

Pour le détail du modèle, il faut consulter la section A du plan de gestion 2015-2024 (page 192-197).

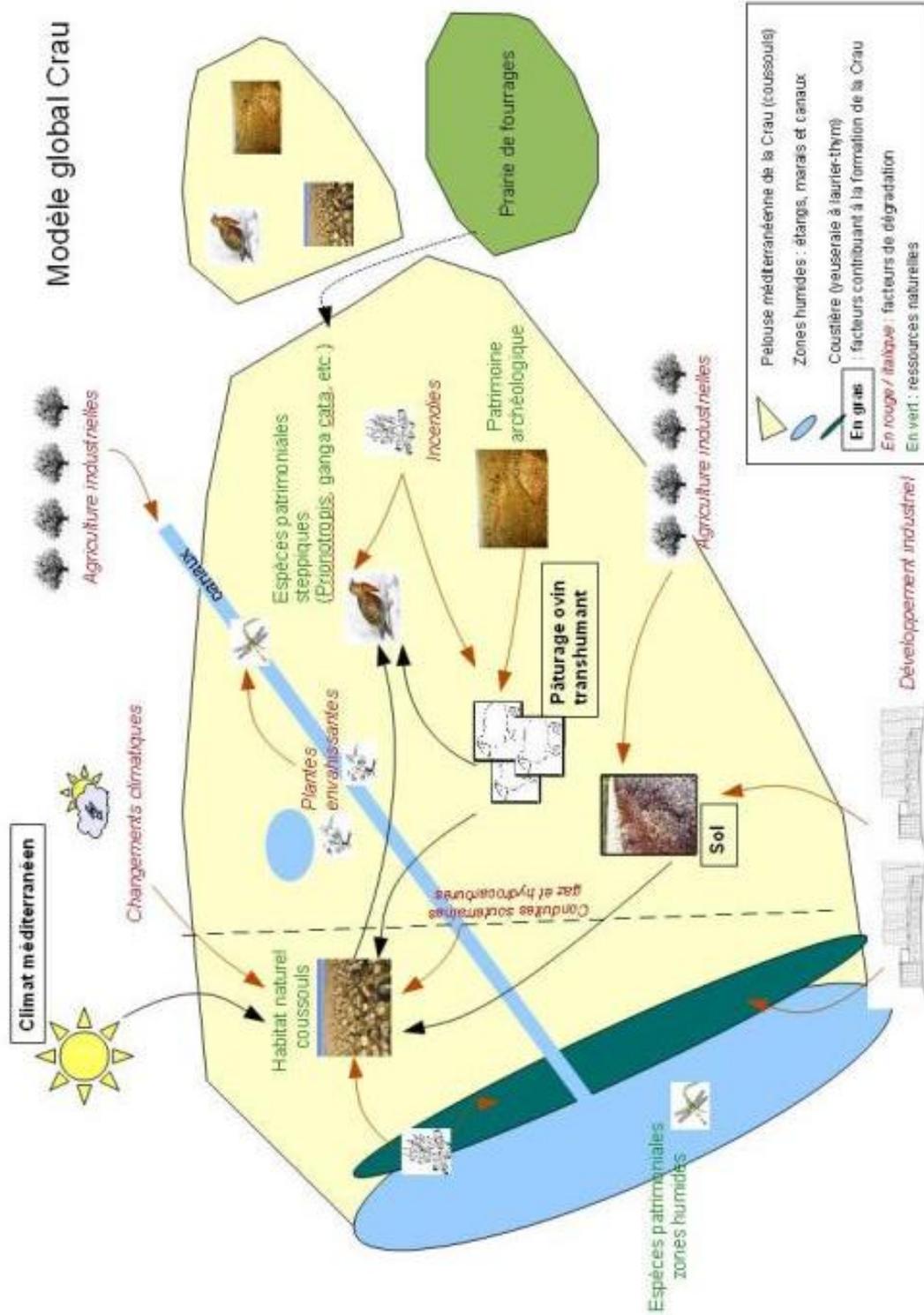
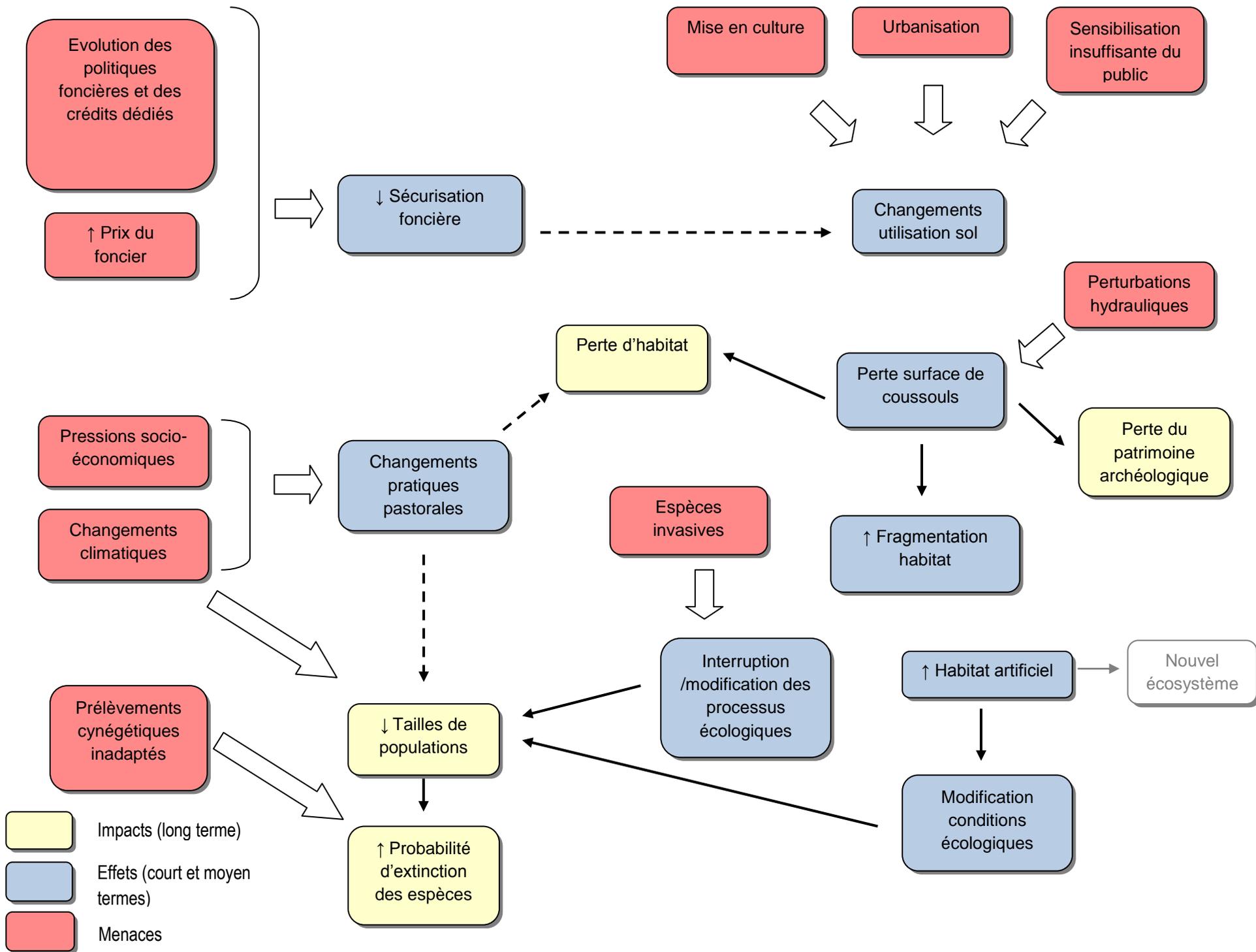


Figure 7 : Schéma de fonctionnement de la Crau.

Figure 8 (ci-après) : Menaces et leurs processus qui s'exercent en Crau.



Chapitre 3 – Hiérarchisation des suivis, objectifs visés et paramètres à suivre

3.1 Introduction

Le plan de gestion indique les missions et orientations que la RNN de Crau s'est fixée au cours d'une démarche de concertation entre tous les acteurs et décideurs concernés. Le monitoring, lui, s'inscrit dans ces orientations mais doit préciser les espèces et paramètres à suivre et définir les objectifs. Ceux-ci doivent être décrits de façon claire et précise afin de pouvoir être évalués régulièrement et apporter les ajustements nécessaires.

Ce chapitre présente la façon dont les objectifs ont été choisis et en fait la déclinaison. Pour cela, la démarche consiste à regrouper les espèces à valeur patrimoniale (défini par le premier plan de gestion) et les communautés (identifiées comme clés dans le premier plan de gestion ou *a posteriori*) en fonction de leur similitude par rapport à des critères biologiques (cf. ci-dessous). Une fois cela réalisé, l'effort prévu dans le premier plan de gestion est mis en regard et un ajustement est réalisé pour chaque espèce/ ou communauté. Cet ajustement est repris dans le plan de gestion 2015-2024.

3.2 Sélection des paramètres

Par définition, dans une réserve naturelle, il faudrait suivre le statut de chacune des espèces présentes, et ainsi collecter les informations nécessaires pour toutes les espèces dont les connaissances montrent des lacunes. Il est bien entendu que cela n'est pas possible et qu'il est crucial de faire un choix des espèces qui feront l'objet de suivis. Cinq questions permettent d'orienter ce choix :

1. Quelle est la valeur patrimoniale des espèces connues de la réserve ?
2. Quelle est la responsabilité de la réserve pour la connaissance et la conservation des espèces patrimoniales ?
3. Existe-t-il des lacunes dans leur connaissance ?
4. Quelles sont les espèces, ou groupes d'espèces, clés de l'écosystème ?
5. Quelles sont les espèces bio-indicatrices de l'écosystème ?
6. Les facteurs biologiques des espèces sont-ils limitant pour mettre en place un suivi ?
7. Quel effort a été alloué dans le premier plan de gestion ?

1. Quelle est la valeur patrimoniale des espèces connues de la réserve ?

La valeur patrimoniale qui a été assignée aux espèces lors de la rédaction du premier plan de gestion repose sur les critères suivants :

- Rareté relative. Elle est définie sur la base de son effectif relatif (part de l'effectif de la population locale par rapport à l'effectif national et mondial de l'espèce), et de la contribution relative de la réserve à l'aire de distribution de l'espèce (valeur importante pour les espèces endémiques restreintes, moins forte pour les populations très isolées, faible pour les espèces à distribution très large).

- Degré de menace. Il s'agit d'évaluer le risque d'extinction des populations présentes sur la réserve. Il s'agit également d'évaluer les conséquences qu'une telle extinction locale aurait pour la survie de l'espèce à une échelle globale. Il faut pour cela examiner le statut de conservation de l'espèce à toutes les échelles possibles, du local à l'international. La conservation d'une population locale est en effet d'autant plus prioritaire que l'espèce est en déclin marqué à l'échelle globale.
- Critères biologiques. Pour les espèces animales très mobiles, il s'agit de caractériser l'importance des milieux de la réserve dans le cycle biologique de l'espèce : elle est plus grande pour une espèce sédentaire ou nicheuse, que pour une espèce simple estivante ou fréquentant la réserve en passage migratoire.

Les tableaux 3 et 4 (page 11 et 12) résument la valeur patrimoniale des espèces.

2. Quelle est la responsabilité de la réserve pour la connaissance et la conservation des espèces patrimoniales ?

Au-delà des valeurs patrimoniales des espèces, il est important d'identifier le niveau de responsabilité de la réserve naturelle face à leur connaissance et à leur conservation. Cette responsabilité peut être différente à l'échelle régionale et nationale. Le critère le plus adéquat pour estimer la responsabilité à ces deux échelles est la proportion de la taille de population. Cela signifie que des données existent aux trois niveaux : réserve, région et nation. Lorsque ce n'est pas le cas, d'autres critères sont considérés : endémisme, richesse spécifique pour les groupes d'espèces, répartition, etc (Tab. 10).

Tableau 10 : Responsabilité de la réserve naturelle nationale des coussouls de Crau pour la faune et la flore à valeur patrimoniale associés au coussoul ou bénéficiant d'un plan national d'action²⁹. La justification de la responsabilité est notée dans les cellules correspondantes. PNA=plan national d'action en faveur des espèces ; statuts = liste rouge nationale ; NE= non évalué.

Espèces à valeur patrimoniale	Statuts	PNA	Responsabilité régionale	Responsabilité nationale
Faune				
Lézard ocellé (<i>Timon lepidus</i>)	VU	x		
Ganga cata (<i>Pterocles alchata</i>)	CR	x	100% population	
Alouette calandre (<i>Melanocorypha calandra</i>)	EN	x	98% population	95% population
Alouette calandrelle (<i>Calandrella brachydactyla</i>)	NT		20 à 100% population ³⁰	30% population ³¹
Pie-grièche méridionale (<i>Lanius meridionalis</i>)	VU	x	17% population	4% population
Faucon crécerellette (<i>Falco naumanni</i>)	EN	x	100% population	52% population
Criquet de Crau (<i>Prionotropis hystrix rhodanica</i>)	CR		Endémique	
Odonates	Divers	x	60% de la richesse nationale	

²⁹ Wolff, a. 2010. Plan de gestion de la réserve naturelle nationale des coussouls de Crau, 2010-2014.

³⁰ Flitti A., Kabouche B., Kayser Y. & Olioso G. 2009. *Atlas des oiseaux nicheurs de Provence Alpes Côte d'Azur*. Delachaux et Nestlé

³¹ Source MNHN, cahier habitat (<http://inpn.mnhn.fr/docs/cahab/fiches/Alouette-calandrelle.pdf>)

Espèces à valeur patrimoniale			Statuts	PNA	Responsabilité régionale	Responsabilité nationale
Cistude d'Europe (<i>Emys orbicularis</i>)			NT	x	<5%	<1%
Outarde canepetière (<i>Tetrax tetrax</i>)			VU	x	88% population ³²	45% population ³³
Œdicnème criard (<i>Burhinus oedicanus</i>)			NT		?	?
Bupreste de Crau (<i>Acmaeoderella perrotii</i>)			NT		Endémique	
Flore						
Lichen crustacé (<i>Squamarina cravensis</i>)			NE		Endémique	
Scolopendre sagittée (<i>Asplenium sagittatum</i>)			NE		Très localisée	
Stipe du Cap (<i>Stipa capensis</i>) ^a			NE		Très localisée	
Responsabilité						
Majeure		Forte		Assez forte		Moyenne
1		0.75		0.5		0.25

^a espèce annuelle contrairement aux autres stipes qui sont pérennes.

3. Existe-t-il des lacunes dans leur connaissance ?

Une recherche bibliographique des espèces à valeur patrimoniale permet de faire l'état des lieux des connaissances et d'identifier les lacunes. Cette variable est définie par 3 catégories : 3=lacunes importantes ; 2=lacunes existantes ; 1=lacunes faibles.

3. Quelles sont les espèces, ou groupes d'espèces, clés de l'écosystème ?

Certaines espèces ou groupes d'espèces n'ont pas une valeur patrimoniale élevée mais peuvent être une pierre maîtresse de l'écosystème au travers de leur abondance, leur biomasse, leur capacité à modifier la diversité ou l'abondance d'autres espèces (prédateurs par exemple). Cette variable est définie par 2 catégories : 1=espèce clé ; 0=espèce non clé.

4. Quelles sont les espèces bi-indicatrices de l'écosystème ?

Certaines espèces, exigeantes en terme de qualité de leur environnement, constituent des indicateurs de l'état de santé de l'écosystème. Il est quelquefois plus facile d'estimer l'abondance de ces espèces que de mesurer les variables environnementales elles-mêmes. Cette variable est définie par 2 catégories : 1=espèce bio-indicatrice ; 0=espèce non indicatrice.

5. Les facteurs biologiques des espèces sont-ils limitant pour mettre en place un suivi ?

- Abondance : collecter un échantillon de données représentatives est plus ou moins couteux en temps selon l'abondance des espèces : certaines espèces exhibent des densités élevées et sont plus faciles à observer que d'autres, plus rares. L'effort nécessaire pour suivre les espèces est

³² Compte-rendu du dénombrement des outardes et gangas hivernants en Crau et en PACA – 22 janvier 2012

³³ Jolivet & Attie 2011. Deuxième plan national d'action en faveur de l'Outarde canepetière *Tetrax tetrax* (L., 1758).

donc dépendant de l'abondance. Mais les données ne sont pas toujours disponibles pour estimer l'abondance réelle. Cette variable est donc définie de façon relative par 3 catégories : 3=abondance faible ; 2=abondance moyenne ; 1=abondance forte.

- Détection : il est très rare d'observer tous les individus d'une population (recensement) et la plupart du temps l'observateur n'en détecte qu'une partie (individus cachés, manque de temps, etc.). On dit que la probabilité de détection est inférieure à 1. Si l'objectif visé est la taille de la population concernée, alors il est impératif d'estimer cette probabilité de détection. Si ce sont les tendances de la population dans le temps qui sont recherchées, la détection peut paraître moins importante puisque à chaque pas de temps on obtient une idée de la proportion d'individus présents (indice). Cependant, ceci n'est vrai que si la probabilité de détection est constante dans le temps, ce qui est rarement vérifié. Prendre en compte cette probabilité de détection implique d'allouer un effort plus important au protocole car il sera spécifique (Archaux et al., 2012; Besnard, 2013, 2010). Cette variable varie de 0 à 1 et la valeur pour chaque espèce est attribuée selon une estimation réalisée au travers d'une étude (CMR, Distance sampling, occupancy) ou sur l'expérience de terrain : détection facile = 1, moyenne = 2 et faible = 3.
- Disponibilité des techniques d'échantillonnage non biaisées : quelques fois, selon le contexte et l'espèce, il est difficile de trouver une technique d'échantillonnage adaptée (non biaisée). Une investigation particulière doit être menée, augmentant l'effort nécessaire à la rédaction du suivi. La technique adaptée peut être coûteuse. Cette variable n'est pas considérée dans l'analyse mais *a posteriori*.

6. Quel effort a été alloué dans le premier plan de gestion ?

Le nombre de journées.homme indiqué dans le plan de gestion pour les actions correspondant aux espèces concernées est utilisé. Cette variable n'est pas considérée dans l'analyse mais *a posteriori* afin de mettre en regard le niveau de priorité du suivi et l'effort planifié dans le plan de gestion, et effectuer les ajustements nécessaires s'ils sont possibles.

3.3 Hiérarchisation des suivis

3.3.1 Les espèces à valeur patrimoniale

La liste des valeurs des paramètres utilisées pour les espèces considérées dans l'analyse est donnée dans l'Annexe 1. Les visiteurs exceptionnels de la réserve naturelle n'ont pas été considérés (Pipit de Richard, Faucon Kobez, etc.) Le Milan Royal n'est présent qu'en périphérie de la réserve et en petit groupe uniquement en hiver, il n'a donc pas été considéré. La cicindèle mélancolique, l'Herbe de St Roch et la Linaire grecque sont des espèces mal connues pour lesquelles il était trop difficile d'assigner les valeurs des paramètres sélectionnés.

Une classification ascendante hiérarchique a été utilisée pour regrouper les espèces les plus semblables par rapport aux paramètres définis ci-dessus. Ces groupes ainsi formés permettent de guider l'allocation de l'intensité des suivis. Cette méthode considère que les espèces peuvent être placées dans un espace Euclidien définis par ces paramètres, et qu'il est possible de mesurer les distances entre chaque espèce dans cet espace. Les espèces qui sont peu éloignées sont donc « semblables » du point de vue de l'ensemble des paramètres considérés. L'analyse consiste à mesurer l'éloignement (la

« dissimilarité ») entre chaque espèce en diminuant de façon itérative le nombre d'espèces (regroupement de 2 espèces puis de cette nouvelle classe avec les autres espèces, etc.) jusqu'à ce que toutes les espèces soient regroupées en classe.

Sur les 31 espèces à valeur patrimoniale considérées (Tab. 3 et 4), tous les paramètres n'ont pu être estimés. Ainsi seules 21 espèces ont été regroupées (Fig. 8). Trois grands groupes ressortent chacun d'eux divisés en 2 sous-groupes (Tab. 11).

Tableau 11 : Regroupement des espèces selon l'importance des suivis (en ordre croissant) en comparaison de l'effort alloué dans le plan de gestion de la réserve naturelle 2010-2014.

Groupes	Sous-groupes	Espèces	Importance relative des suivis	Effort 1 ^{er} PG
1	1.1	Ganga cata	1	200
		Criquet de Crau	1	300
	1.2	Pie-grièche méridionale	2	0
		Stipe du Cap	2	30
		Alouette calandre	2	200
2	2.1	Scolopendre sagittée	2	30
		Bupreste de Crau	3	0
		Outarde canepetière	3	110
		Lézard ocellé	3	200
	2.2	Ædicnème criard	3	0
		Alouette calandrelle	4	0
		Crapaud calamite	4	0
		Lièvres	4	0
		Pipit rousseline	4	0
		Triton palmé	4	0
3	3.1	Faucon crécerellette	5	50
		Chevêche d'Athéna	5	0
	3.2	Rollier d'Europe	6	0
		Agrion bleuâtre	6	0
		Agrion de mercure	6	0
		Gomphe similaire	6	0

Cette hiérarchisation classe aux deux extrêmes d'un côté le Ganga cata et le Criquet de Crau et de l'autre, le Rollier d'Europe, les Agrions et le Gomphe similaire. Le premier sous-groupe est celui pour lequel la réserve naturelle porte une plus grande responsabilité et les suivis associés sont donc considérés comme plus importants. Les autres sous-groupes se déclinent par conséquent selon un gradient progressif entre ces deux extrêmes (Tab. 11).

Dans les deux sous-groupes pour lesquels les suivis sont prioritaires, une espèce a été oubliée (Pie-grièche méridionale) et deux semblent être sous-estimées dans le plan de gestion (Stipe du Cap et Scolopendre sagittée). Pour toutes les autres espèces des autres sous-groupes, seules trois ont été prises en considération dans le plan de gestion. Certaines appartiennent à des communautés qui sont évaluées ci-après et pourraient y être intégrées (Agrions et Gomphe similaire, et Pipit rousseline, Alouette calandrelle et Ædicnème criard).

La Perdrix rouge (*Alectoris rufa*) est une espèce gibier qui ne fait pas partie des espèces à valeur patrimoniale identifiée dans le plan de gestion. Cependant, le volet cynégétique de ce dernier prévoit le suivi des espèces chassables. Les espèces les plus chassées en Crau, sont les perdrix rouge, les lièvres, les lapins et les alouettes de champ. Les lièvres sont pris en compte dans l'analyse et les alouettes des champs peuvent l'être au travers du groupe fonctionnel « oiseaux steppiques ». Ainsi, les perdrix rouges et les lapins doivent être ajoutés comme espèce à suivre.

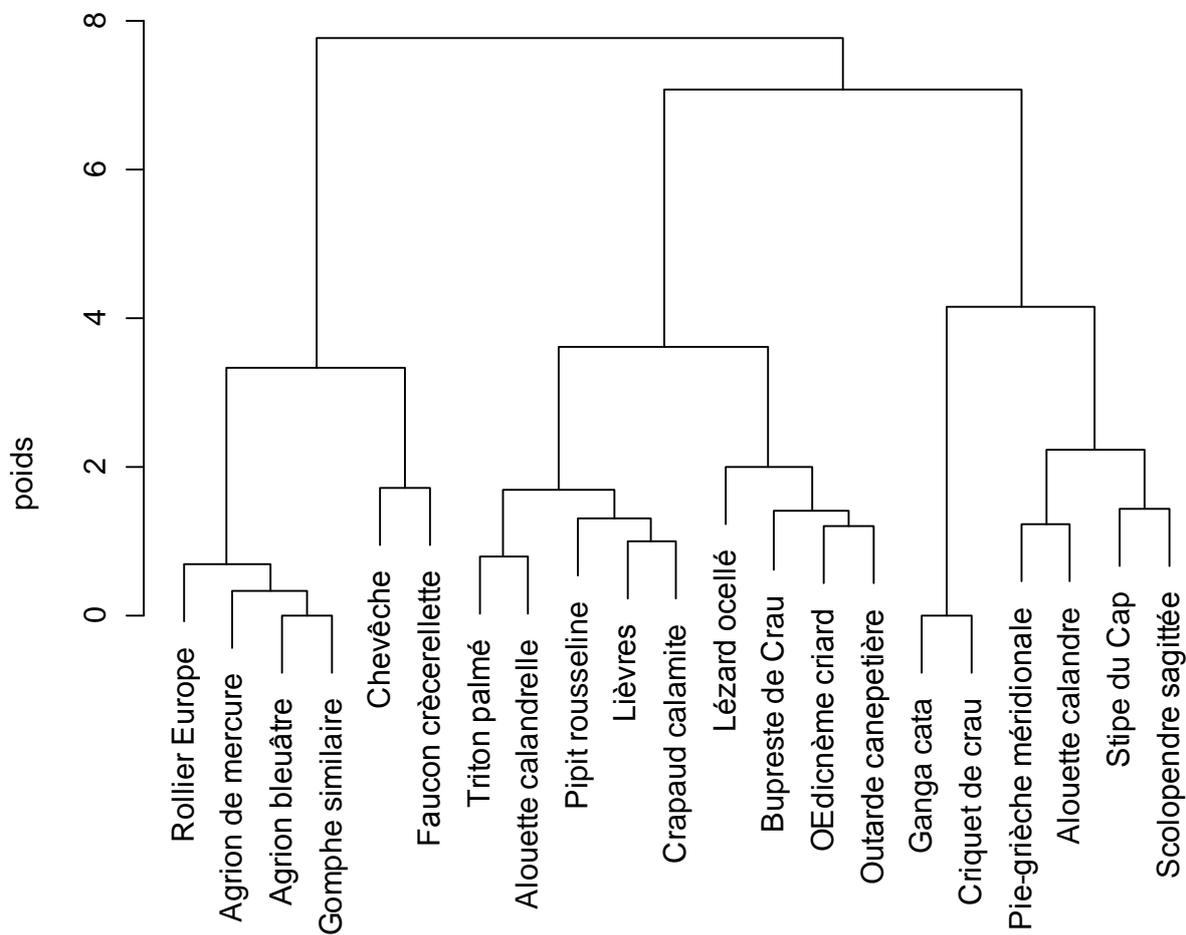


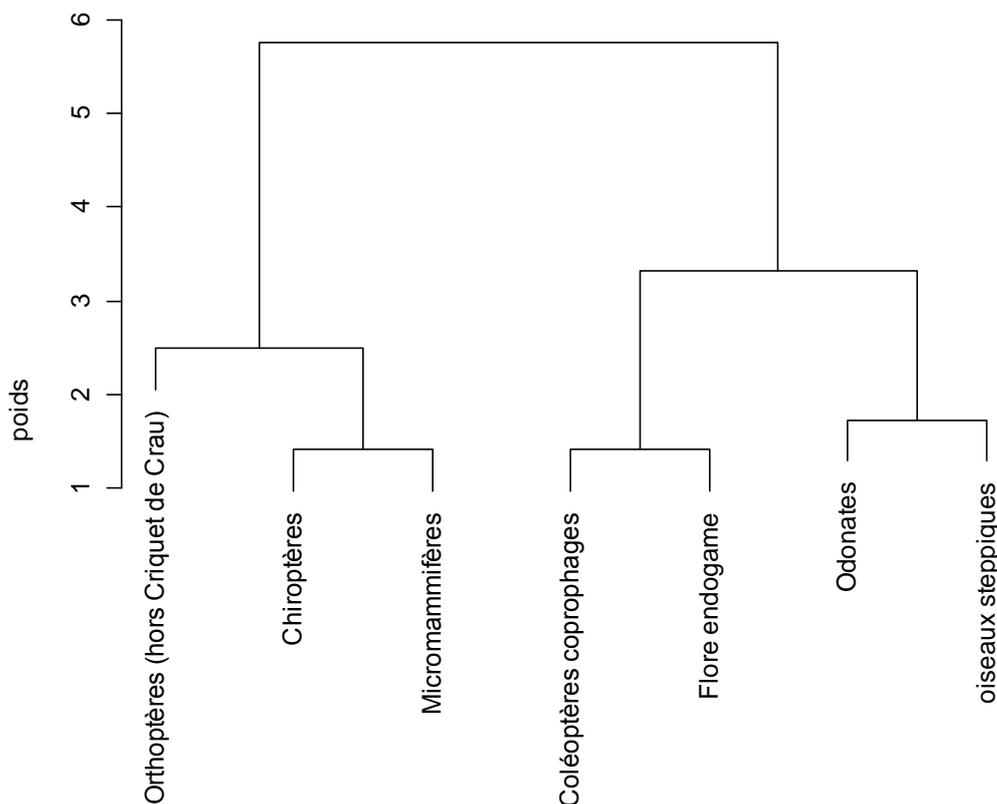
Figure 8 : Classification hiérarchique ascendante réalisée sur les 31 espèces considérées comme ayant une valeur patrimoniale auxquelles les paramètres définis dans 3.2 (Sélection des paramètres). Méthode de regroupement de Ward, distance Euclidienne.

3.3.2 Les communautés

Le plan de gestion de la réserve naturelle avait identifié les Chiroptères, la flore cryptogame des tonsures et la faune coprophage comme groupes important à suivre. Les Orthoptères représentent une proie importante en termes de biomasse et ont une action sur la végétation : c'est donc un groupe à suivre attentivement. Les Odonates du canal de Vergière sont à la fois d'une grande richesse biologique mais aussi un bio-indicateur de la santé du canal. Le cortège des oiseaux steppiques n'est pas spécifié en tant que tel dans le plan de gestion mais constitue un groupe clé de la réserve naturelle puisqu'elle a été créée sur le critère de la richesse exceptionnelle de ce groupe. Enfin, les Micromammifères sont peu connus en Crau mais pourraient être un groupe significatif en tant que proies. Ces six groupes ont été considérés pour une analyse similaire à celle réalisée pour les espèces (Tab. 12).

Tableau 12 : Variables utilisées pour les communautés considérées comme importantes pour la réserve naturelle.

Communautés	valeur patrimoniale	responsabilité	lacune	espèce clé	Bio-indicateur	abondance
Orthoptères (hors Criquet de Crau)	2	1	2	1	0	3
Odonates	3	3	1	0	1	2
Coléoptères coprophages	2	3	3	1	1	1
Chiroptères	1	1	3	1	1	2
Oiseaux steppiques	3	3	2	1	1	3
Flore endogame	3	3	3	0	1	1
Micromammifères	1	1	3	1	0	1

**Figure 9** : Classification hiérarchique ascendante réalisée sur les 6 communautés considérées comme importantes pour la réserve naturelle. Méthode de regroupement de Ward, distance Euclidienne.

Au regard de la classification réalisée (Fig. 9) deux grands groupes se dégagent : d'un côté les Odonates, les coléoptères coprophages, les oiseaux steppiques et la flore endogame, et de l'autre les Orthoptères, les Chiroptères et les Micromammifères. La réserve naturelle porte une plus grande responsabilité pour le premier groupe : une intensité de suivi supérieure lui est donc attribuée. Le plan de gestion de la réserve naturelle allouait 200 journées.homme à l'étude de la faune coprophage sous l'influence des pratiques vétérinaires, 40 journées.homme au suivi de la flore cryptogame des tonsures du *Tillaetum*, et 30 journées.homme pour le suivi des Chiroptères. Un ajustement doit donc être réalisé

afin de ne pas oublier les Odonates et les oiseaux steppiques et d'allouer un effort équivalent aux Chiroptères pour les Orthoptères et les Micromammifères.

3.4 Déclinaison des objectifs

3.4.1 Conditions écologiques

Facteurs abiotiques

Il s'agit de collecter les variables environnementales explicatives des tendances des populations des espèces suivies sur la réserve naturelle. Les variables principales sont celles liées aux conditions météorologiques : température, précipitation, ensoleillement et vent. Elles peuvent être obtenues via la station météorologique de Grand Carton (centre Crau) ou la station d'Istres (www.meteociel.fr/temps-reel/).

Les conditions locales au moment des suivis peuvent influencer le comportement des animaux et avoir une influence sur la probabilité de détection. Ainsi il faut pouvoir collecter la température et le vent au moment de la réalisation des protocoles de suivis.

Enfin, sur un long terme, la collecte de données de température et d'humidité selon un gradient nord-sud en Crau pourrait permettre une analyse fine, locale des changements qui interviennent. Cela peut se faire à l'aide d'enregistreurs basse consommation d'énergie (ibutton) placé sur le terrain et relevés à fréquence régulière.

Un dernier paramètre intéressant est l'évapotranspiration. Son estimation est beaucoup plus technique que les autres paramètres et demande certainement un partenariat spécifique (à chercher).

Pâturage

Deux objectifs majeurs sont identifiés :

1. Evaluation de l'influence du mode de conduite du troupeau sur l'hétérogénéité de la végétation,
2. Etude des liens entre hétérogénéité du coussoul et diversité de la faune.

L'évolution de la composition et de la structure de la végétation des parcours steppiques en Crau est une problématique déterminante pour la gestion de cet espace, aussi bien en terme pastoral (modes de conduite des troupeaux, adaptation des pratiques aux changements), qu'en termes de diversité biologique. Au niveau pastoral, cet équilibre entre la conduite des troupeaux et la ressource disponible sur ces parcours hautement imprévisibles, a des répercussions sur l'ensemble des espaces pastoraux régionaux, puisque les troupeaux transhumants qui l'exploitent pâturent également les regains automnaux des prairies de foin de Crau, mais aussi des collines provençales et des alpages. Au niveau biodiversité, les modalités actuelles de conduite du troupeau génèrent à plusieurs échelles une hétérogénéité spatiale de la végétation, favorable à l'expression d'une importante diversité biologique dans la mesure où les espèces patrimoniales des coussouls sélectionnent pour se reproduire différents types de faciès résultant de différentes modalités de pâturage.

Il est ainsi envisageable d'articuler et de coordonner les différents types de suivis déjà en cours afin de mettre en place une série de protocoles permettant d'analyser de manière croisée ces différents compartiments. Un outil de modélisation spatiale et temporelle pourrait être mis en place afin d'intégrer des paramètres relevés annuellement pour suivre l'évolution de la végétation steppique et des paramètres qui la déterminent. Cet « observatoire » pourra notamment servir de système de veille et d'alerte sur l'état et l'évolution de la végétation steppique, aussi bien dans un souci de gestion

pastorale que de gestion de la diversité biologique de cet espace protégé. L'utilisation de l'outil télédétection est envisagée.

3.4.2 Espèces et communautés

Les objectifs pour les espèces ou communautés sont déclinés dans le tableau 13 ci-dessous.

Tableau 13 : Objectifs des suivis d'espèces et des groupes fonctionnels sur la réserve naturelle. Pour le détail de l'effort fournis en terme d'échantillonnage, voir le Chapitre 9 – Fiches synthétiques des suivis. Les priorités indiquées sont celles issues de l'analyse du paragraphe 3.3 ci-avant.

	Priorité	Objectifs	Paramètres à suivre
Espèces			
Ganga cata ³⁴	1	Suivre annuellement avec le plus de précision possible l'évolution temporelle de la taille de la population, sa démographie et sa génétique	Taille de population, survie, fécondité, diversité génétique, isolement, population effective
Criquet de Crau ³⁵	1	Voir Stratégie de Conservation	
Pie-grièche méridionale	2	Suivre annuellement les tendances spatio-temporelles de la population	Nombre d'oiseaux nicheurs
Stipe du Cap	2	Suivre annuellement la dynamique de population sous l'effet de différents régimes de perturbation, sur 8 ans au minimum.	Densités et surfaces occupées
Alouette calandre ³⁵	2	Suivre annuellement les tendances spatio-temporelles de la population	Taille de la colonie et nombre de territoires
Scolopendre sagittée	2	Suivre, tous les 2 ans, la distribution spatiale de l'espèce dans les puits de la steppe de Crau (y compris Cossure)	Présence/absence
Bupreste de Crau	3	Suivre les tendances temporelles de la population.	Présence/absence par station de plante hôte
Outarde canepetière ³⁶	3	Suivre, tous les 4 ans, l'évolution de taille de la population nicheuse et hivernantes.	Taille de population
Lézard ocellé ³⁷	3	Suivre tous les 2 ans les tendances temporelles de la population	Densité d'adultes
Œdicnème criard	3	<i>Suivi réalisé via la communauté des oiseaux steppiques</i>	
Alouette calandrelle	4	<i>Suivi réalisé via la communauté des oiseaux steppiques</i>	
Crapaud calamite	4	Suivre tous les 3 ans les tendances de population.	Abondance

³⁴ Voir Plan National d'Actions Ganga cata et Alouette calandre : www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/PNA_ganga.pdf

³⁵ Hochkirch A., Tatin L. and Stanley Price M. 2014. *Criquet de Crau, Une stratégie pour sa conservation 2015-2020*. IUCN-SSC & CEN PACA, Saint-Martin-de-Crau, France. 50pp

³⁶ Voir Plan National d'Actions Outarde canepetière : www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/PNA_Outarde_web_251111.pdf

³⁷ Voir Plan National d'Actions Lézard ocellé : www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN_PNA_Lezard_ocelle.pdf

	Priorité	Objectifs	Paramètres à suivre
Lièvres (et lapins)	4	Suivre annuellement les tendances de population.	Densité
Perdrix rouge ³⁸	4	Suivre annuellement les densités de couples nicheurs et le succès de la reproduction.	Nombre de couples et nombre de jeunes par adulte
Alouette des champs	4	<i>Suivi réalisé via la communauté des oiseaux steppiques</i>	
Pipit rousseline	4	<i>Suivi réalisé via la communauté des oiseaux steppiques</i>	
Triton palmé	4	Suivre tous les 3 ans les tendances de population.	Abondance
Faucon crécerellette ³⁹	5	<i>A définir après la fin du Plan National d'Actions</i>	
Chevêche d'Athéna	5	Suivre tous les 3 ans les tendances de population.	Indice d'abondance
Rollier d'Europe	6	<i>Suivi réalisé via la communauté des oiseaux steppiques</i>	
Agrion bleuâtre	6	<i>Suivi réalisé via la communauté des Odonates</i>	
Agrion de mercure	6		
Gomphe similaire	6		
Communautés			
Odonates (dont Agrions et Gomphe similaire) ⁴⁰	1	Suivre annuellement la communauté du canal de Vergière	Richesse et abondance
Coléoptères coprophages	1	Suivre tous les 3 ans la communauté sur les coussouls sans avermectines	Richesse, abondance et disponibilité en fèces
Oiseaux steppiques	1	Suivre annuellement l'évolution temporelle de 10 espèces d'oiseaux caractéristiques des milieux steppiques (dont Œdicnème criard, Alouette calandrelle, Pipit rousseline et Rollier d'Europe)	Nombre de contact par point d'écoute
Flore endogame (dont lichen crustacé)	1	<i>A définir avec experts</i>	
Orthoptères (hors Criquet de Crau)	2	Estimer tous les 2 ans les densités moyennes annuelles en coussouls et en friches	Abondance moyenne
Chiroptères	2	<i>A définir avec experts</i>	
Micromammifères	2	Suivre tous les 4 ans la distribution spatiale en présence-absence des espèces	Présence-absence

³⁸ Voir le réseau « Perdrix rouge » de l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage : www.oncfs.gouv.fr/Reseau-Perdrix-rouge-ru555

³⁹ Voir le Plan National d'Actions Faucon crécerellette : www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/PNA_Faucon_crecerellette_2010-2014.pdf

⁴⁰ Voir Plan National d'Actions Odonates : www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/PNA_odonates.pdf

Chapitre 4 - Lacunes dans les suivis

Espèces invasives

L'action prévue dans le premier plan de gestion n'a pas été réalisée. En plus des espèces déjà connues (Jussie, Sénéçon des arbres, Herbe de la Pampa), deux nouvelles espèces sont arrivées sur la réserve ou aux alentours : le Baccharis et l'Écureuil de Pallas. Une cartographie et des actions deviennent nécessaires ainsi que le suivi des actions mises en place.

Effet fragmentation

Une mise à jour régulière des surfaces en coussoul, en friche et dont l'utilisation du sol a changé devrait être planifiée de façon régulière. Une périodicité tous les 3 ans semble pertinente. C'est un travail laborieux qui pourrait être réalisé par des étudiants co-encadrés par le CEN PACA et la mairie de Saint-Martin-de-Crau (animateur Natura 2000).

Orthoptères, Scolopendre et Lycoses

Les trois sont abondants dans la réserve naturelle et constituent la base du régime alimentaire de nombreuses espèces insectivores ou généralistes (Lézard ocellé, Chevêche d'Athéna, Faucon crécerellette, etc.). Un suivi des densités permettrait de construire une covariable importante pour expliquer les tendances de leurs populations.

Interaction pâturage/végétation/faune

Ce volet faisait partie du premier plan de gestion mais n'a pas été abordé avec l'ampleur nécessaire. Il faut donc palier à ce retard dans le prochain plan.

Flore endogame

Cette flore particulière comporte une espèce endémique de la Crau (lichen crustacé) et mérite au moins à ce titre une attention spécifique. Les objectifs restent à définir et le partenaire compétent pour établir et réaliser le suivi pourrait être l'IMBE (Arne Saatkamp).

Scolopendre sagittée

Le suivi de la présence dans les puits initié depuis plusieurs années par André Blasco peut être repris tous les 2 ans sur la base des stations identifiées.

Suivis population de Lépidoptères rhopalocères (Louvet, Ermite et Hespérie de la ballote) + Oedipode occitan et de la Mante terrestre (Dyctioptères)

Elles peuvent être recherchées (ou suivies) au travers d'un « parcours échantillon », qui peut s'apparenter à un linéaire ou une surface couverte, en fonction des potentialités offertes par les territoires prospectés. Au vu des milieux et de l'habitat dominant (coussoul), la recherche à vue et à l'ouïe sont utilisées. La détection à l'ouïe concerne assez peu Oedipoda charpentier (l'Oedipode occitan), qui ne stridule pas (il se contente de quelques frémissements, à l'instar des autres oedipodes), mais c'est utile pour deux autres espèces patrimoniales qui appartiennent au même cortège : Stenobothrus festivus (Sténobothre occitan) et Omocestus petraeus. D'éventuelles zones humides ou friche sèches avec une strate herbacée plus dense et haute nécessite aussi d'utiliser la technique du filet fauchoir.

Tableau 14 : Lacunes identifiées et proposition d'objectifs et de partenaires pour les combler

Espèces/communautés/variables	Objectifs	Partenaires	Planification
Espèces invasives	Cartographie et suivi des actions	MNHN	A partir de 2015
Micromammifères et mustélidés	Présence-absence	A chercher	A partir de 2016
Orthoptères, Scolopendres et Lycoses	Indices abondances	S. Bence (CEN PACA)	A partir de 2016
Flore endogame (surtout lichen crustacé)	A définir	A chercher	A partir de 2016
Menthe des cerfs	A définir	H. Vanderpert (CEN PACA)	A partir de 2016
Scolopendre sagittée	Présence/absence dans les puits	André Blasco	A partir de 2015
Lepidoptères rhopalocères (Louveteau, Ermite et Hespérie de la ballote)	Indice abondance	S. Bence (CEN PACA)	A définir
Oedipode occitan et Mante terrestre	Indice abondance	S. Bence (CEN PACA)	A partir de 2016
Psammodrome d'Erwards	Présence/absence	J. Renet (CEN PACA)	A définir
Crapaud calamite	Abondance	J. Renet (CEN PACA)	A définir
Chiroptères	A définir	A rechercher	A partir de 2016
Chouette chevêche	A définir	-	A définir
Criquet de Crau	Stratégie d'échantillonnage + suivi populations actuelles	Université Trier, Université Christchurch et CEFE-CNRS	A partir de 2015
Gestion des sites RNN	Historique des travaux	-	A partir de 2015
Pâturage	Construction base de données + suivis des changements de pratiques	CA13 CEFE-CNRS	A partir de 2016
Milieux aquatiques	Qualité de l'eau des canaux	-	A partir de 2016

Chapitre 5 - Stratégie d'échantillonnage

4.1 Introduction

L'objectif principal du suivi à long terme de la RNCC est la détection des tendances des conditions écologiques et des populations des espèces choisies. L'estimation de certains paramètres, comme la taille d'une population, ne peut généralement pas être réalisée par un dénombrement total de l'effectif. Ainsi, il faut choisir une proportion *représentative* de la population concernée sur laquelle les mesures vont être faites et dont les conclusions seront extrapolées à la population entière. Le processus de sélection de cette proportion (appelé échantillon) est l'échantillonnage. La *représentativité* de cet échantillon vis à vis de la population est l'objectif visé. La sélection des unités qui composent l'échantillon et l'effort alloué à leur visite au cours du temps sont deux spécifications indispensables pour atteindre cet objectif.

Deux méthodes d'échantillonnage existent :

1. l'approche prédictive (model-based sampling) considère les unités d'échantillons comme représentant un certain nombre d'unités non-échantillonnées. Un plan d'échantillonnage est obligatoire. Il existe donc une probabilité de sélectionner telle unité dans l'échantillon. Plus le plan est complexe moins les estimateurs sont exacts. Cette approche est plutôt utilisée lorsqu'une cartographie des variables est souhaitée et qu'un échantillon de grande taille peut être collecté.
2. l'approche probabiliste (design-based sampling) considère les unités d'échantillons comme des variables aléatoires. Il faut donc faire une estimation statistique des unités non-échantillonnées afin d'avoir une estimation pour l'ensemble de la population. Le plan d'échantillonnage n'est pas nécessaire mais il faut des échantillons équilibrés afin de se protéger de modèles inexacts. Cette approche est largement utilisée pour décrire la distribution de paramètres comme la moyenne sur une aire déterminée (échantillonnée) et pour des tailles d'échantillons plutôt petites (minimum de 10 unités).

4.2 Définition de l'aire du suivi

Les espèces obéissent à des processus écologiques et non administratif. Ainsi, il n'est pas possible de cantonner les suivis au seul périmètre de la RNCC. La majorité des espèces présentes utilisent l'habitat steppique dans son ensemble et le découpage en puzzle de la RNCC n'a pas de signification biologique (Fig. 8). Pourtant l'effort prévisionnel du premier PG pour les suivis a été calibré sur la base de la surface de la RNCC. Ainsi, une première contrainte existe dans la mise en place du monitoring de la réserve quant à l'allocation de l'effort.

Comme expliqué dans la description de la RNCC (p.8), les propriétaires sont d'origine diverses et l'accès aux parcelles y est directement lié. Les propriétaires privés et l'Armée peuvent contraindre l'accès pour des raisons de sécurité nationale ou d'ordre privé qui ne vont pas à l'encontre des statuts de création de la RNCC. Cela doit être pris en compte autant que faire se peut dans la stratégie d'échantillonnage car d'une année sur l'autre des sites peuvent devenir inaccessibles et biaiser un tirage aléatoire d'échantillons.

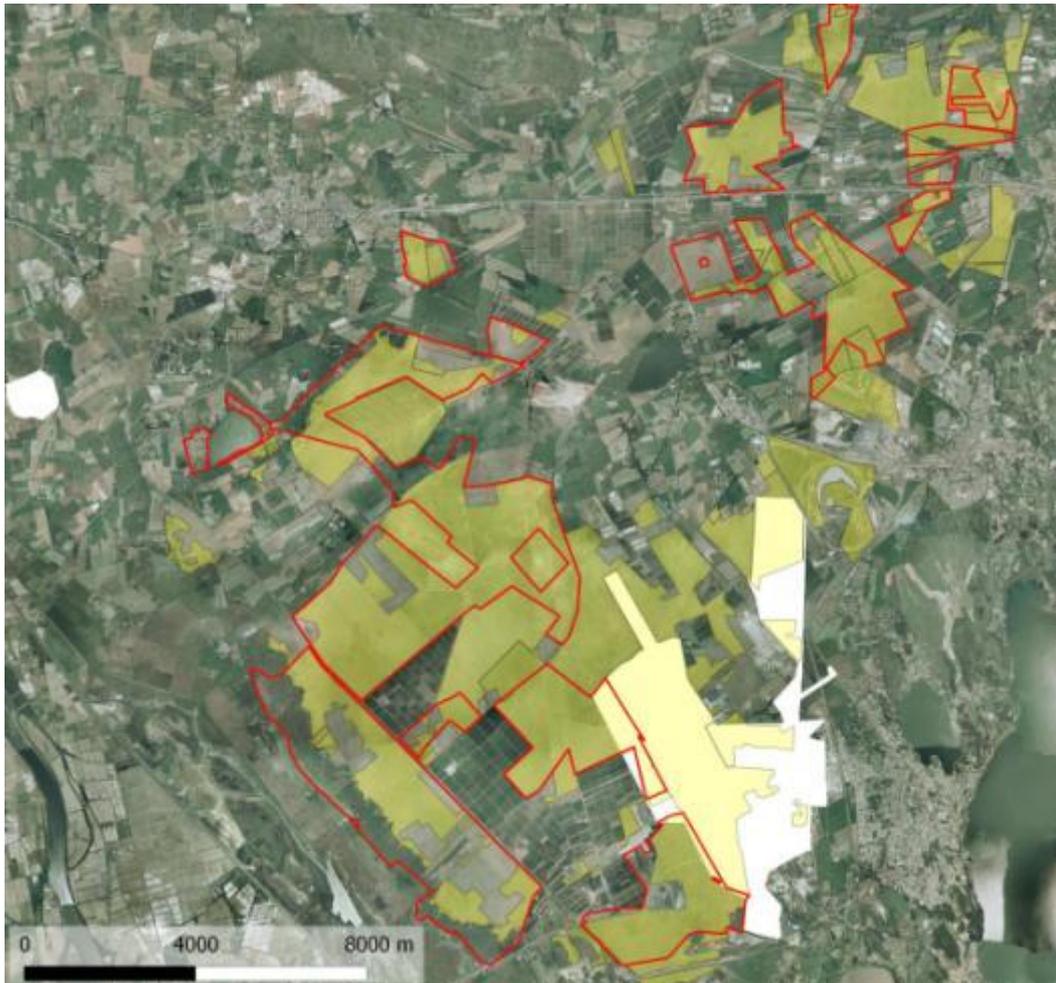


Figure 10 : Les limites de la réserve naturelle n'épousent pas celles de l'habitat naturel : les suivis ne se cantonnent pas aux limites administratives de la réserve naturelle. En rouge = périmètre de la réserve naturelle des coussouls de Crau ; en jaune = coussouls.

4.3 Définitions et concepts

Populations cibles

Une population d'organismes, nommée couramment et ci-après « population », représente l'ensemble des individus capables de se reproduire entre eux. C'est la traduction fonctionnelle du concept d'espèce. Les individus qui constituent une population animale ou végétale interagissent entre eux (notamment au travers de la reproduction), sont influencés par leur environnement et évoluent dans le temps et l'espace.

Les variations temporelles (démographie et génétique) et spatiales d'une population sont deux phénomènes importants à mesurer pour la gestion de populations, qui sont souvent regroupés sous les termes de « dynamique de population » et « génétique de population ».

Unités d'échantillon

L'échantillon est l'unité de base à partir de laquelle des conclusions concernant la population entière vont être établies. Il doit donc être représentatif de la population cible. Il existe deux approches pour obtenir des échantillons d'une population : échantillonnage probabiliste et échantillonnage non probabiliste. L'échantillonnage probabiliste sélectionne chaque unité de façon aléatoire (randomisation) et permet de calculer la probabilité d'inclusion de chaque unité dans

l'échantillon. De cette façon des extrapolations peuvent être faites à la population cible de façon fiable.

C'est ce type d'échantillonnage qui a été choisi pour le suivi de la RNCC.

Stratification

Elle consiste à diviser la population cible en sous-unités, ou strates, et à sélectionner les échantillons dans chacune de ces strates de façon indépendante. Les méthodes de sélection des échantillons peuvent être différentes entre les strates. Il s'avère souvent pertinent de stratifier la population afin d'ajuster la taille de l'échantillon.

Puissance de détection des tendances

De la même façon que dans le test d'hypothèses scientifiques, un programme de suivi à long terme doit mesurer le coût et le bénéfice de son ajustement par rapport aux erreurs de détection de tendance des paramètres suivis. Il existe deux grands types d'erreurs :

1. détecter une tendance ou une différence alors qu'il n'en existe pas (type I), risque ajusté par le niveau de signification α (zone de rejet de l'hypothèse)
2. ne pas détecter de tendance ou de différence alors qu'il en existe (type II), risque ajusté par la puissance du test ($1-\alpha$)

Ces deux erreurs sont antagonistes et lorsqu'on diminue α (réduction risque d'erreur type I) il en résulte une augmentation du risque d'erreur de type II. Classiquement les disciplines scientifiques recherchent à minimiser l'erreur de type I donc à utiliser des niveaux de signification faible. Pour un monitoring, qui a un objectif de conservation, il est préférable d'adopter une philosophie plus précautionneuse, et préférer la détection d'une tendance alors qu'elle n'existe pas, plutôt que de courir le risque de ne pas la détecter alors qu'elle existe. Ainsi, il est plus opportun d'augmenter la puissance du test et d'ajuster l'échantillonnage (stratégie et nombre d'échantillons) en conséquence.

Il est donc envisagé dans les suivis des espèces de la RNCC de trouver le meilleur équilibre entre la taille de l'échantillon et l'effort disponible dans le plan de gestion afin de répondre aux objectifs visés ou de les redéfinir en fonction de la puissance statistique correspondante.

Sélection des échantillons

Les méthodes de sélection des échantillons probabilistes peuvent se résumer à trois grands groupes :

1. *échantillonnage aléatoire simple* : chaque unité d'échantillonnage a une chance égale d'être incluse dans l'échantillon puisque choisi au hasard. L'inconvénient de cette méthode est qu'elle laisse des lacunes dans l'aire de répartition de la population cible.
2. *échantillonnage systématique* : la première unité est choisie au hasard puis les unités suivantes sont déterminées selon un intervalle systématique. La méthode est facile à mettre en œuvre mais s'avère inappropriée s'il existe un mode de distribution particulier de la population (cycle, regroupement en noyaux, etc.).
3. *échantillonnage équilibré* : la plupart des populations présentent des distributions spatiales non uniformes, composées d'unités ayant des « poids » (ex : densité) différents les unes par rapport aux autres. La probabilité d'inclusion d'une unité dans l'échantillon est donc ajustée par ces informations auxiliaires. L'échantillon est ainsi plus représentatif de la population cible. La technique mathématique de *tessellation* est une méthode particulière d'ordination des unités

composant l'échantillon, en fonction de leur poids. Elle est utilisée dans la stratégie de sélection GRTS (Generalised Random-tessellation Stratified design).

4. *Echantillonnage groupé (cluster sampling)* : il s'agit d'une procédure dans laquelle les éléments de la population sont sélectionnés au hasard à l'intérieur d'une zone d'occurrence naturelle de ces éléments (des groupes). Très souvent les groupes sont basés sur des critères spatiaux d'occurrence (cas des insectes inféodés à des plantes particulières).

Des stratégies complexes de sélection des échantillons sont basées sur le GRTS en y appliquant, par exemple, une stratification (GRTS appliqué à chaque strate) ou un échantillonnage inégal (GRTS dont le poids des unités est ajusté en fonction d'informations auxiliaires). Le tableau 15 résume les stratégies d'échantillonnages utilisées dans les suivis de la réserve naturelle (Chapitre 8).

Tableau 15 : Stratégies d'échantillonnages utilisées dans les suivis de la réserve naturelle (cf. Chapitre 8). CMR=capture-marquage-recapture ; N-mixture=un des modèles d'analyse des méthodes d'occupancy.

Espèces/groupes	Mode d'échantillonnage	Sélection échantillons	Stratification	Fréquence visite	Méthodes d'analyses
Criquet de Crau	Cercles ¹	Systématique	Coussouls	1 an	Cartographie
Lézard ocellé	Line transects	Aléatoire	Clapas	2 ans	Distance sampling
Ganga cata	Collecte plumes de mue	Critères quantité ADN		1 an	CMR
Outarde canepetière	Points sampling	Systématique		4 ans	Distance sampling
Alouette calandre	Points sampling	Systématique		2 ans	N-mixture
Odonates	Line transects	Systématique		1 an	Abondance/richesse
Bupreste de Crau	Quadrat	Groupé		3 ans	Présence/absence
Oiseaux steppiques	Points sampling	Systématique	Steppe	1 an	STOC EPS ²
Perdrix rouge	Points sampling	Aléatoire		1 an	N-mixture
Lièvres Europe et ibérique	Line transects	Aléatoire		1 an	Distance sampling
Coléoptères coprophages	Line traps	Aléatoire	Places pâturage	3 ans	Abondance/richesse
Orthoptères	Line transects	Equilibré	Coussouls	2 ans	Abondance
Faucon crécerellette	Total	Systématique		1 an	CMR

¹ prospection de cercles de 0.8 ha à pied. Protocole spécial (cf. fiche correspondante du Chapitre 8).

² voir fiche « oiseaux steppiques » du Chapitre 8, et annexe 4.

Chapitre 6 - Gestion des données

6.1 Introduction

La façon dont les données récoltées sont gérées est l'étape qui fait le lien entre les observations de terrain et les résultats d'analyses statistiques qui produiront les conclusions et recommandations en termes de conservation. Elle transcrit une réalité physique en listes de variables utilisables par le statisticien. La gestion des données doit mettre en relation les différents paramètres mesurés afin d'être représentative de la réalité de terrain.

Ainsi, une attention particulière doit être portée à son élaboration et à sa maintenance. C'est le but de ce chapitre qui décrit les objectifs visés, l'architecture de la gestion des données, les rôles et responsabilités de chacun et la maintenance.

6.2 Objectifs

La gestion des données est un processus crucial dans un suivi à long terme. Elle assure la validité des informations récoltées, leur organisation, leur longévité et le lien avec les analyses statistiques réalisées. Les exigences fixées pour pouvoir atteindre cet objectif sont les suivants :

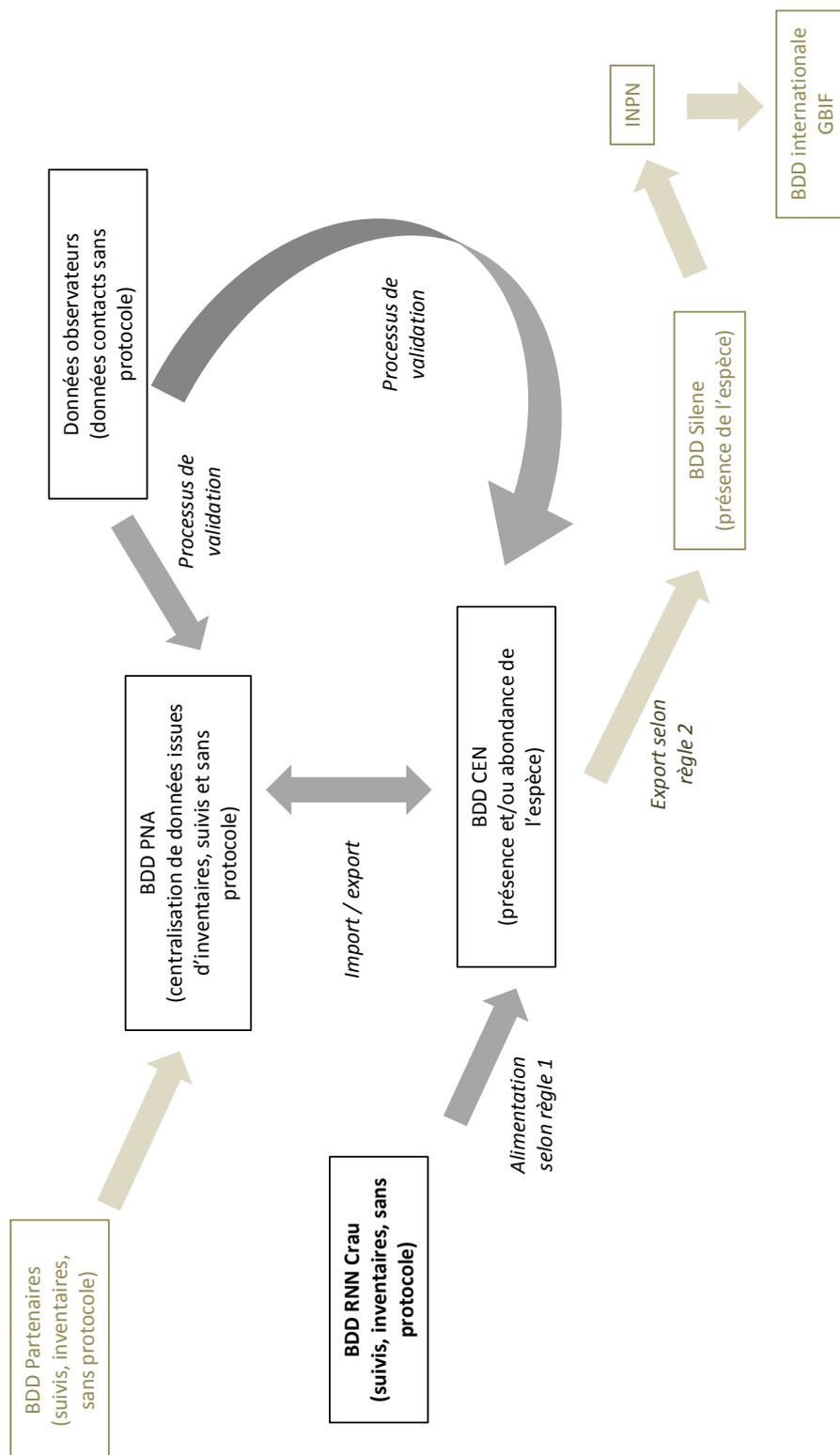
- validité des données : un processus de validation des informations saisies est nécessaire pour attester de la conformité entre le terrain et les analyses. Seules les données issues hors du CEN PACA et collecté par des non professionnels sont soumises à validation. Les autres données sont considérées comme valides. Afin de limiter à la fois le temps et les erreurs de saisie, il a été décidé d'utiliser l'interface CyberTracker pour construire des applications propres à chaque protocole et saisir les données directement sur le terrain via un Smartphone fonctionnant sous Android. Lorsque ce n'est pas le cas, des fiches de relevés sont rédigées pour orienter le plus possibles la collecte et la saisie des données.
- sécurité des données : deux supports de sauvegarde existent : le serveur maison de la Crau et celui du CEN PACA. La fréquence des sauvegardes sur le serveur maison de la Crau est d'une fois par semaine de façon automatisée. Elle reste à définir sur le serveur du CEN PACA.
- longévité des informations : documentation complète de l'architecture et de l'utilisation
- facilité d'utilisation des bases de données : les interfaces utilisateurs doivent permettre une saisie et une recherche d'information aisée.

6.3 Architecture de la gestion des données

Le schéma de la figure 11 illustre cette architecture. A partir de bases de données MS Access construites au sein de la RNN, il existe tout un cheminement des données vers les différentes bases régionales (Silène Faune et Silène Flore) et nationale (INPN).

Silène Faune est administrée par le CEN PACA,

La base de données de l'INPN est administrée par Muséum National d'Histoire Naturelle. GBIF est un consortium international fondé à l'initiative de l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Économiques) qui vise à mettre à disposition des chercheurs une grande quantité de données issues de toute la surface du globe.



Règle 1. Alimenter la BDD CEN une fois par an pour les données issues de suivis et deux fois par an pour les données inventaires et sans protocole, avec au minimum les informations suivantes :

1. Un numéro d'identifiant unique par enregistrement (ligne)
2. Utiliser le référentiel observateur fournis par la BDD CEN
3. Date d'observation et nom de l'espèce
4. Format coordonnées WGS84 en degrés décimaux, méridien de Greenwich
5. Pour les données brutes issues de suivis, ne pas répéter les répliquas (exemple : données télémétriques)
6. Pour les données travaillées issues de suivis, donner l'estimation + son intervalle de confiance + la méthode utilisée

Règle 2. Seules les données issues d'observateurs ayant données leur accord ou étant sous convention sont mise à disposition via Silene. Dans Silene, la donnée est rapprochée à l'échelle de la commune et ne permet pas d'accéder à la localisation GPS sans demande spéciale effectuée dans le cadre d'une convention.

Figure 11 : Architecture de la gestion des données depuis la réserve naturelle vers des bases de données globales. INPN = Inventaire National du Patrimoine Naturel (base de données du MNHN) ; GBIF = Global Biodiversity Information Facility (mise à disposition de données mondiale pour des chercheurs, principalement dans le cadre des effets des changements climatiques) ; BDD = base de données.

6.4 Rôles et responsabilités

La gestion des données implique tout un ensemble de personnes de la collecte des données à l'administration des bases de données du CEN et de la base de données publique régionale « Silène Faune ». Il est important de spécifier qui est responsable de quoi même si les personnes sont amenées à changer car cela assure une continuité dans la gestion des données (Tab. 16).

Tableau 16 : Personnel impliqué dans la chaîne de collecte et de gestion des données issues des suivis

Personnels	Effectifs	En 2014	Rôles et responsabilités
Agents techniques	3	G. Paulus G. Coste E. Becker	Récolte des données selon le respect du protocole établie
Autres personnels CEN PACA	flottant	G. Dusfour S. Bence	Saisie des données selon le planning établie Retour d'expérience sur les problèmes rencontrés
Etudiants	flottant		Récolte des données selon le respect du protocole établie Saisie des données selon le planning établie
Chargé de mission scientifique RNN	1	L. Tatin	Mise en place des protocoles, récolte et saisie des données Vérification des données Sauvegardes Mise à jour de la documentation Analyses des données
Gestionnaire base de données du CEN	2	P. Honoré / J. Delauge	Sauvegardes Liens avec les bases de données CEN et Silène

6.6 Plan de maintenance

Les données issues des suivis scientifiques de la réserve naturelle ne sont pas soumises à un processus de validation. Il est admis qu'elles ont été collectées par du personnel compétents ou des étudiants sous l'encadrement de ce même personnel.

La fréquence des sauvegardes des diverses bases de données des suivis est régulière puisqu'une fois par semaine une procédure automatique de copie des disques durs du personnel de la réserve est effectuée sur un serveur dédié. Ce serveur est la propriété de la mairie de Saint-Martin-de-Crau qui octroie un espace spécifique et protégé à la réserve naturelle. Il est envisagé dans les mois à venir de stocker également les bases de données sur un serveur propriété du CEN PACA et géré par Paul Honoré (CEN PACA, pôle biodiversité).

Toute autre opération de maintenance (saisie, extraction, mise à jour, requête, etc.) est réalisée par le responsable scientifique de la réserve naturelle (L. Tatin depuis 2009).

Chapitre 7 - Analyses de données et communications

7.1 Analyses de données

La décision d'établir des stratégies d'échantillonnage lorsque cela s'avère pertinent pour un suivi (la plupart des cas en réalité) et de viser des méthodes probabilistes d'analyses de données, conduit à se rapprocher des laboratoires de recherches. Le partenariat gestion/recherche est crucial à plusieurs titres (Tatin et al. 2013) et à bénéfices réciproques.

Ces partenaires scientifiques sont actifs à la fois au travers du travail régulier concernant les suivis (protocoles, analyses de données, communications) mais aussi via le conseil scientifique de la réserve naturelle et/ou du CEN PACA.

7.2 Communications

7.2.1 Rapports annuels

Pour chaque espèce emblématique un rapport du suivi en cours est réalisé à la même fréquence que celle du suivi (annuel, bisannuel, quinquennal, etc.). Un maximum de détails sur les protocoles et les analyses est donné.

L'information principale est reprise dans le rapport d'activité annuel de la réserve naturelle qui est ensuite soumis au comité consultatif une fois par an.

7.2.2 Mise en place d'un réseau « steppes méditerranéennes »

Une des lacunes en matière de partage des connaissances est l'existence d'un réseau international méditerranéen sur les écosystèmes steppiques. Ils représentent une part importante des habitats terrestre (41% à l'échelle mondiale) mais à l'inverse des zones humides avec Wetland International, aucune structure ne permet aux différents acteurs de la conservation de ces habitats ouverts de fonctionner en réseau. En gardant comme objectif la pertinence des échanges et la simplicité (humaine et financière) des rencontres, il serait peut être envisageable de construire un réseau « Dryland » à l'échelle de la méditerranée.

C'est un sujet qui sort du cadre de ce document mais qui mériterait une attention particulière dans l'avenir.

7.2.3 Communications scientifiques

La publication scientifique n'est pas le cœur de métier d'une réserve naturelle et n'entre pas dans le champ des missions du CEN PACA. Cependant, il est primordial de soumettre certains des résultats à la communauté scientifique internationale afin de valider, via les comités de lecture des revues, les résultats et de les diffuser largement dans la sphère de la biologie de la conservation. Le choix de soumettre un article dans une revue indexée et côté (dite à « impact factor ») se fait sur la base de l'intérêt identifier par le responsable scientifique de la RNCC et des partenaires scientifiques concernés. La qualité des résultats et leur originalité sont les deux critères principaux. L'ouvrage de (Volland-Nail, 2013) sert aussi de lignes directrices.

Les travaux menés dans la réserve naturelle sont régulièrement soumis à la revue éditée par le CEN PACA : « Nature de Provence ». Les articles sont rédigés en français et plutôt destinés à un public de naturalistes et de gestionnaires, voire de scientifiques, locaux. Elle comporte un comité de lecture. Les articles sont regroupés une fois par an dans un numéro papier et diffusés au fil de l'année sur le site web du CEN PACA (www.cen-paca.org/index.php?rub=5&pag=5_01_1faune0).

Un dernier moyen de communication utilisé est le réseau social scientifique international « ResearchGate ». Il permet via une page personnelle de mettre à disposition des autres scientifiques ses articles, ouvrages et jeu de données. Le responsable scientifique de la réserve naturelle possède une page personnelle sur ce site.

7.2.4 Communications de vulgarisation

Une attention particulière est donnée à la participation à des colloques de gestionnaires. Les retours d'expériences doivent être partagés avec la communauté des gestionnaires et les décideurs.

La diffusion des résultats est faite également au travers de publications de vulgarisation à la fois auprès des adhérents du CEN PACA (bulletin de liaison « Garrigues »), en interne au sein du CEN PACA (newsletters « Réseau Nat' » et « Espaces Nat' ») et dans des revues plus large mais de façon plus occasionnelle.

Chapitre 8 - Budget

10.1 La dotation de la RNN des coussouls de Crau

L'acquisition de connaissance et les suivis comptent pour 39% de l'effort (en journée.homme) alloué au plan de gestion de la réserve naturelle. La dotation de l'état pour la gestion de la RNCC (321 000€) correspond à 64% du budget de fonctionnement (487 920€). Ainsi le budget issu de la dotation annuelle disponible pour les suivis peut être estimé à 125 190€ par an. Comme indiqué dans le plan de gestion :

L'estimation du budget annuel est basée sur le budget 2009 en prenant en compte :

- le coût moyen de la journée travaillée pour les deux organismes gestionnaires
- la répartition des tâches entre les deux co-gestionnaires
- le temps de travail affecté à chaque type de poste.

Sur la base de ces calculs, le coût moyen de la journée.homme pour les co-gestionnaires, tous frais compris et net de taxes, s'élève à 321 euros en 2010.

A noter que cette estimation ne tient pas compte de ni de l'inflation, ni de l'évolution de la rémunération des personnels. Il est donc à prévoir que le budget annuel affiché augmentera d'environ 2% par an minimum. A titre indicatif, on peut noter que le budget représente un coût de gestion de 65.8 euros/ha/an. Ce dernier prend en compte le fait qu'une partie des actions dépasse le cadre strict du périmètre de la réserve, qu'il s'agisse de concertation ou représentation à l'échelle de la Crau dans son ensemble, ou d'actions concernant les coussouls hors réserve (suivis d'espèces, surveillance du territoire, etc.). Par ailleurs, les coûts de gestion du site de Cossure (357 ha) sont également intégrés au budget, bien que ce dernier ne soit pas intégré à la réserve naturelle.

10.2 Autres sources de financements

Le montant issus des herbages n'est pas spécifiquement attribué à une action, il est donc impossible de dire si il est en partie alloué aux suivis. Par contre l'auto-financement de la CA13 est en partie alloué aux suivis du pâturage. La ligne « biodiversité » du CG13 a alloué 18 250€ en 2013 et 9 500€ en 2014 pour les suivis sur le Ganga cata et le Criquet de Crau. Certaines années, il est possible de bénéficier de financements exceptionnels de la Dreal PACA : 4 000€ en 2011 ont été attribués pour étude sur le lézard ocellé et 10 000€ en 2013 pour le PNA Ganga cata et Alouette calandre. Les Plans Nationaux d'Actions en faveur du Ganga cata et de l'Alouette calandre (Dreal PACA) sont en régression de 16 à 48% par an depuis 2010 mais une rallonge de 10 000€ a été attribuée en 2013.

Les financements issus des mesures compensatoires (d'accompagnement) est variable entre année. Mais sur les quatre années dont il est question ici, la proportion de financements utilisés pour l'acquisition de connaissance et dont l'origine est la destruction de la nature via des mesures compensatoires s'élève à 24% des sources de financements autres que la dotation de la réserve naturelle (Tab. 17). Ce phénomène est lié à la baisse concomitante des budgets alloués aux plans nationaux d'actions. C'est une question éthique qui demande une prise de position du CEN PACA au regard des critères d'acceptation des mesures compensatoires déclinés dans le Plan d'Actions Quinquennal approuvé par arrêté préfectoral le 6 juin 2014.

Tableau 17 : Origines des sources de financements allouées à l'acquisition de connaissances en dehors de la dotation de la réserve naturelle entre 2010 et 2013 (en €).

	PNA ganga /calandre	CG13	Dreal hors RNN	mesures d'accompagnement (ma)	total	% ma
2010	46 000		4 000	10 000	60 000	17
2011	38 692			10 000	48 692	21
2012	20 000			15 000	35 000	43
2013	20 000	18 250	10 000	15 000	63 250	24
total	124 692	18 250	14 000	50 000	206 942	24

10.3 Bilan

Si l'on se réfère à l'estimation du coût annuel à l'hectare (65.8€) pour les 7500 ha de la réserve naturelle, le total nécessaire à la gestion des 11 000 ha d'habitat steppique s'élève à 720 000€. Si la dotation de l'état subvenait à hauteur de 64%, le montant disponible devrait être de 463 200€. En ce qui concerne les suivis, puisqu'ils représentent 39% de l'activité, le budget adéquat pour travailler sur les 11 000 ha est de 280 000€/an. Si l'on rajoute au 125 190€ octroyés via la dotation, les 51 700€ issus des autres sources de financements (Tab. 4), le montant annuel moyen disponible est de 176 890€, soit 103 000€ de moins que les besoins identifiés pour suivre les 11 000 ha de steppes. Ce calcul se base sur le coût d'une journée.homme en 2010, laquelle a probablement augmentée depuis.

Chapitre 9 - Fiches synthétiques des suivis

Ces fiches synthétisent les principales informations sur le suivi mis en place ou testé. Elles se composent des rubriques suivantes :

- Objectifs visés pour l'espèce concernée
- Méthodes : collecte et analyses des données
- Description du protocole de terrain : informations nécessaires à la réalisation de la collecte des données
- Fréquence du suivi
- Gestion des données : format de stockage des données et son emplacement
- Partenaires scientifiques : scientifiques référents pour le suivi concerné
- Actions de conservation en cours

A côté du nom de l'espèce figure le statut de conservation (catégorie Liste Rouge accompagnée de ses critères de sélection, UICN France 2011). Les définitions des catégories utilisées sont les suivantes (celles des critères sont données en Annexe) :

- **EN DANGER CRITIQUE D'EXTINCTION (CR)**

Un taxon est dit *En danger critique d'extinction* lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu'il remplit l'un des critères A à E (voir Annexe) et, en conséquence, qu'il est confronté à un risque extrêmement élevé d'extinction à l'état sauvage.

- **EN DANGER (EN)**

Un taxon est dit *En danger* lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu'il remplit l'un des critères A à E correspondant à la catégorie *En danger* (voir Annexe) et, en conséquence, qu'il est confronté à un risque très élevé d'extinction à l'état sauvage.

- **VULNÉRABLE (VU)**

Un taxon est dit *Vulnérable* lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu'il remplit l'un des critères A à E (voir Annexe) et, en conséquence, qu'il est confronté à un risque élevé d'extinction à l'état sauvage.

- **QUASI MENACÉ (NT)**

Un taxon est dit *Quasi menacé* lorsqu'il a été évalué d'après les critères et ne remplit pas, pour l'instant, les critères des catégories *En danger critique d'extinction*, *En danger* ou *Vulnérable* mais qu'il est près de remplir les critères correspondant aux catégories du groupe *Menacé* (les trois catégories ci-dessus) ou qu'il les remplira probablement dans un proche avenir.

- **PRÉOCCUPATION MINEURE (LC)**

Un taxon est dit de *Préoccupation mineure* lorsqu'il a été évalué d'après les critères et ne remplit pas les critères des catégories *En danger critique d'extinction*, *En danger*, *Vulnérable* ou *Quasi menacé*. Dans cette catégorie sont inclus les taxons largement répandus et abondants.

- **DONNÉES INSUFFISANTES (DD)**

Un taxon entre dans la catégorie *Données insuffisantes* lorsqu'on ne dispose pas d'assez de données pour évaluer directement ou indirectement le risque d'extinction en fonction de sa distribution et/ou de l'état de sa population. Un taxon inscrit dans cette catégorie peut avoir fait l'objet d'études approfondies et sa biologie peut être bien connue, sans que l'on dispose pour autant de données pertinentes sur l'abondance et/ou la distribution. Il ne s'agit donc pas d'une catégorie *Menacé*. L'inscription d'un taxon dans cette catégorie indique qu'il est nécessaire de rassembler davantage de données et n'exclut pas la possibilité de démontrer, grâce à de futures recherches, que le taxon aurait

pu être classé dans une catégorie *Menacé*. Il est impératif d'utiliser pleinement toutes les données disponibles. Dans de nombreux cas, le choix entre *Données insuffisantes* et une catégorie *Menacé* doit faire l'objet d'un examen très attentif. Si l'on soupçonne que l'aire de répartition d'un taxon est relativement circonscrite, s'il s'est écoulé un laps de temps considérable depuis la dernière observation du taxon, le choix d'une catégorie *Menacé* peut parfaitement se justifier.

- **NON ÉVALUÉ (NE)**

Un taxon est dit *Non évalué* lorsqu'il n'a pas encore été confronté aux critères.

Lézard ocellé (*Timon lepidus*)

VU-A4ac

Objectifs

- Détecter les tendances de population
- Estimation des paramètres démographiques (survie et recrutement)



Méthodes

Echantillonnage

- 27 Line transect de 600m de long distribués au hasard sur les coussouls avec tas de galets (2558 ha)
- Photo-identification par capture dans 52 gîtes artificiels (plaques et agglomérés) répartis sur le centre Crau

Analyses des données

- Logiciel Distance6.0
- En 2011, estimation de G(0) à partir de données issues de radio-tracking (Tatin et al. 2014). Ce G(0) est donc corrigé dans Distance 6.0 avant analyse.
- Photo-identification par logiciel I3S

Protocole de terrain (Annexe 7)

Concentrer l'effort dès que les conditions météorologiques sont favorables.

Tendances de population

- Détection des lézards en insolation sur les clapas
- conditions météo (°C, vent, couverture nuageuse) à chaque transect
- Mesure des distances perpendiculaires observateur / animal le long de chaque transect

Photo-identification

- prise de vue macro sur un support prévu à cet effet
- 2 observateurs : 1 pour maintenir l'animal, 1 pour prise de vue
- photographies profil gauche et droit de chaque individu capturé

Fréquence du suivi

Tous les deux ans

Gestion des données

Base de données Access : Timlep.mdb

Chemin d'accès : C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\BDD suivis\Timlep.mdb

Partenaires scientifiques

Aurélien Besnard, CEFE-CNRS / EPHE, Montpellier

Olivier Lourdais, CEBC-CNRS, Chizé

Actions de conservation en cours

Plan National d'Actions

Oiseaux steppiques

Objectifs

- Détecter les tendances de population sur l'ensemble de la Crau, des 10 espèces suivantes :
Alouette calandrelle, Pie-grièche méridionale, Pie-grièche écorcheur, Alouette des champs, Chevêche d'Athéna, Pipit rousseline, Cochevis huppé, Alouette calandre, Outarde canepetière, Œdicnème criard
- Détecter de nouvelles colonies d'alouettes calandres



Méthodes

<i>Echantillonnage</i>	<i>Analyses des données</i>
<ul style="list-style-type: none"> - 130 points d'écoute répartis selon un échantillonnage systématique sur toutes les parcelles de coussouls de la Crau - 1 point tous les km - 2 passages / année - 3 observateurs différents 	<ul style="list-style-type: none"> - protocole STOC EPS

Protocole de terrain (Annexe 5)

Idem STOC EPS (voir Annexe 4)

Fréquence du suivi

Une fois par an

Gestion des données

Base de données :

Chemin d'accès : C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\STOC Crau

Partenaires scientifiques

Actions de conservation en cours

Veille foncière sur les parcelles de coussouls et anciennes friches.

Outardes canepetières (*Tetrax tetrax*)

VU-a

Objectifs

Détecter les tendances des populations hivernales et reproductrices sur l'ensemble de la Crau.



Méthodes

<i>Echantillonnage</i>	<i>Analyses des données</i>
<ul style="list-style-type: none"> - <u>population reproductrice</u> : 284 points d'écoute répartis sur l'habitat favorable, 1 point tous les 500 à 700 m, en général proche d'une piste. - <u>population hivernante</u> : comptage total en janvier sur 32 secteurs prédéfinis de la Crau abritant l'habitat potentiel des outardes canepetières (friches, coussouls, certains prés de fauche et cultures de céréales) en une matinée avec 100 à 120 observateurs bénévoles. 	<ul style="list-style-type: none"> - Logiciel Distance6.0 - 6 classes de distances (0-80m, 80-160m, 160-240m, 240-320m, 320-400m et >400m), - Données tronquées pour les observations au-delà de 400m, - Moteur simple d'analyse, sans co-variables (Conventional Distance Sampling), - Estimation de la taille des groupes est faite à partir de la moyenne observée

Protocole de terrain (Annexe 9)

- 1- population reproductrice
 - 1 seul passage par point entre le 1^{er} mai et le 15 juin
 - Ecoute 3h après le lever du soleil ET le soir dans les 3h avant le coucher du soleil
 - Mesure des distances oiseaux / observateurs

- 2- population hivernante
 - dénombrement total
 - fiche de terrain fourni aux participants
 - prospection systématique à pied de chaque secteur
 - nombre d'observateurs par secteur selon la surface de ce dernier

Fréquence du suivi

Une fois tous les quatre ans

Gestion des données

Base de données :

Chemin d'accès : C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\outardes

Partenaires scientifiques

Aurélien Besnard, CEFE-CNRS / EPHE, Montpellier

Actions de conservation en cours

Veille foncière sur les parcelles de coussouls et anciennes friches.

Plan National d'Action

Ganga cata (*Pterocles alchata*)

CR-b

Objectifs

- Détecter les tendances de population
- Estimer la taille de population
- Estimer les paramètres démographiques et génétiques
- Distribution des oiseaux en automne



Méthodes

<i>Echantillonnage</i>	<i>Analyses des données</i>
<ul style="list-style-type: none"> - observations aux points d'eau (sex-ratio, taille des groupes, etc.) - prospection à pied pour la distribution automnale - collecte de plumes de mue pour identifier les individus grâce à leur ADN, puis estimation des paramètres génétiques, démographiques et la taille de population 	<ul style="list-style-type: none"> - divers indices - CMR (A. Millon)

Protocole de terrain (Annexe 7)

La première année de suivi (2012) a permis de voir que les gangas étaient très ponctuels pour leur visite au point d'eau. Ainsi, il est indispensable d'être en place pour les observations à 8h00 jusqu'au 15/08 puis à 8h30 jusqu'au 15/09.

Les informations suivantes sont collectées : Heure d'arrivée des oiseaux ; N_{total} oiseaux sur le point d'eau ; $N_{\text{mâles}}$ qui collectent de l'eau pour nourrir des poussins ; description du comportement ; $N_{\text{mâles}}$; N_{femelles} ; $N_{\text{d'individus non sexés}}$.

S'il n'est pas possible de collecter ces informations directement par observations aux jumelles parce que le nombre d'oiseaux est trop important, il faut le faire sur photo. Ainsi, pour chaque session d'observation il est nécessaire d'avoir un appareil photo numérique. Peu importe le modèle d'appareil mais il doit permettre de prendre des photos nettes et lumineuses à 40m.

Après la période d'observation de 2h, une recherche de plumes de mue est effectuée. Chaque plume trouvée est collectée (sans toucher le bout du rachis avec les doigts) et mise dans une enveloppe ou n'importe quel papier comportant la date, le site et le nombre de plumes. Les plumes une fois sèche sont conservées dans une enveloppe au congélateur.

Le marais du Retour est suivi au moins 2 fois par semaine du 02/07 au 15/09. Les autres points d'eau feront l'objet d'observation si le contexte s'y prête (nombre d'oiseaux, configuration du terrain, etc.). Dans le cas contraire, seule des recherches de plumes seront effectuées.

Fréquence du suivi

Une fois par an

Gestion des données

Base de données :

Chemin d'accès : C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\ganga cata

Partenaires scientifiques

Alexandre Million, IMBE, Marseille

Jesus Garcia, IREC Ciudad Real, Espagne

Actions de conservation en cours

Veille foncière sur les parcelles de coussouls et anciennes friches.

Plan National d'Action

Criquet de Crau (*Prionotropis hystrix rhodanica*)

CR-b

Objectifs

- Cartographier la population en présence/absence
- Estimer les tailles des 4 populations existantes
- Identifier les causes de disparition



Méthodes

Echantillonnage

- Voir la stratégie de conservation

Analyses des données

- Voir la stratégie de conservation

Protocole de terrain (Annexe 15)

- Voir la stratégie de conservation :

C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\Prionotropis\strategy planing IUCN for Prionotropis\Atelier Crau\final\stratégie de conservation_Criquet de Crau.pdf

Fréquence du suivi

A déterminer

Gestion des données

Base de données : Priono.mdb

Chemin d'accès : C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\Prionotropis

Partenaires scientifiques

Aurélien Bes Aurélien Besnard, CEFE-CNRS / EPHE, Montpellier

Réjane Streiff & Antoine Foucart, CBGP-INRA, Montpellier

Axel Hochkirch, Université de Trier, Allemagne

Actions de conservation en cours

Stratégie de conservation IUCN

Lièvre d'Europe (*Lepus europaeus*) et Lièvre ibérique (*Lepus granatensis*) + lapin de garenne

non listé, gibier

Objectifs

- Détecter les tendances de population sur la Crau centrale
- Mesurer les prélèvements par la chasse
- Ajuster les prélèvements à la dynamique de population

Les tendances de population de lapins de garenne sont aussi suivies à cette occasion.



Méthodes

Echantillonnage

- 9 line transects nocturnes au phare, ciblés sur certaines zones de la Crau (chassé et non chassé)
- longueur des parcours variables (2.5 à 13 km)

Analyses des données

- Logiciel Distance 6.0
- pas de correction de g(0)
- Données tronquées pour les observations au-delà de 200m,
- Moteur simple d'analyse, sans co-variables (Conventional Distance Sampling),

Protocole de terrain (Annexe 12)

- Parcours réalisés en voiture, en utilisant les pistes
- 2 ou 3 observateurs
- Mesure des distances perpendiculaires observateur / animal le long de chaque parcours
- Recherche des lièvres des deux côtés du parcours au phare
- Saisie des données sur CyberTracker (application dans C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\CyberTracker\ transects nocturnes crau.MDB)

Fréquence du suivi

Une fois par an

Gestion des données

Base de données :

Chemin d'accès : C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Chasse\lièvres

Partenaires scientifiques

Jerôme Lety, ONCFS, Montpellier

Actions de conservation en cours

Plan de gestion cynégétique de la RN de Crau

Alouette calandre (*Melanochoripha calandra*)

EN-c

Objectifs

- Détecter les tendances de population sur la Crau centrale
- Détecter la colonisation/extinction de colonies en Crau



Méthodes

Echantillonnage

- 130 points d'écoute répartis selon un échantillonnage systématique sur toutes les parcelles de coussouls de la Crau
- 1 point tous les km, -2 passages / année (STOC EPS Crau)
- 3 zones de la colonie sont échantillonnées en 3 bandes de points d'écoute (68 points d'écoute de 125m de rayon)
- points visités à 2 reprises

Analyses des données

- N contacts et cartographie
- Modèle N-mixture (occupancy)

Protocole de terrain (Annexe 13)

STOC EPS Crau

Cf. Annexe 4

Taille colonie

- périmètre de la colonie estimée par visites sur le terrain le matin entre 7 et 10h
- 3 observateurs se placent sur les 3 lignes de points d'une bande
- 10 minutes d'écoute par point
- dénombrement des oiseaux par point et statuts reproducteur
- 2 visites de chaque point

Fréquence du suivi

Une fois tous les deux ans pour la taille de la colonie ; tous les ans pour le STOC EPS Crau

Gestion des données

Base de données :

Chemin d'accès : C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\Calandre

Partenaires scientifiques

Alexandre Million, IMBE, Marseille

Actions de conservation en cours

Plan National d'Action

Œdicnème criard (*Burhinus oedicnemus*)

NT

Objectifs

- Détecter les tendances de population sur la Crau centrale



Méthodes

Echantillonnage

- STOC EPS Crau
- points d'écoutes de l'enquête outardes

Analyses des données

- protocole STOC EPS

Protocole de terrain (Annexe 10 et 5)

Idem STOC EPS (voir Annexe 4)

Fréquence du suivi

Une fois par an pour le STOC EPS Crau ; tous les 4 ans pour l'enquête outardes

Gestion des données

Base de données :

Chemin d'accès : C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\STOC Crau

Partenaires scientifiques

Alexandre Million, IMBE, Marseille

Actions de conservation en cours

Veille foncière sur les parcelles de coussouls et anciennes friches.

Bupreste de Crau (*Acmaeoderella perrotii*)

NT

Objectifs

- Détecter les tendances de population sur la Crau



Méthodes

Echantillonnage

- tirage aléatoire de 30 populations d'Onopordon sur les 141 populations distribuées sur toute la Crau.
- Pour chaque population recherche du Bupreste sur 50 pieds Onopordon

Analyses des données

- densité de buprestes/pied

Protocole de terrain (Annexe 14)

Concentrer l'effort dès que les conditions météorologiques sont favorables.

- Prospections à réaliser uniquement lorsqu'un maximum de fleurs d'Onopordon sont ouvertes (15 au 30 juin) et au cours de journées optimales : fort ensoleillement, vent nul ou <2m.s et températures élevées (25 à 30°C).
- Recherche sur chaque fleur afin de déterminer la présence du Bupreste sur les cinquante pieds d'Onopordon.

Fréquence du suivi

Tous les 3 ans

Gestion des données

Base de données :

Chemin d'accès : C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\Bupreste de Crau

Partenaires scientifiques

Aucun

Actions de conservation en cours

Aucune

Faucon crécerellette (*Falco naumanii*)

EN-

Objectifs

- Détecter les tendances de population sur la Crau centrale



Méthodes

Echantillonnage

- Bagage des poussins sur un maximum de colonies
- Lectures de bagues à la colonie
- Statut de reproduction des individus bagués

Analyses des données

Cf. LPO mission rapaces (PNA faucon crécerellette)

Protocole de terrain

Cf. LPO mission rapaces (PNA faucon crécerellette)

Fréquence du suivi

Une fois par an

Gestion des données

Données de base = LPO mission rapaces (Philippe Pilard) ; tableau synthétique = RNCC dans C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\Faucon crécerellette

Suivi scientifique délégué à

Philippe Pilard (LPO mission rapaces)

Actions de conservation en cours

Plan National d'Action jusqu'en 2015

Biodiversité de la réserve naturelle

Objectifs

Tenir à jour la liste des espèces animales présentes dans la réserve naturelle



Méthodes

- Collecter les listes d'espèces observées dans la RNCC chaque année
- Indiquer la date de la première détection
- Mettre à jour la base de données avec les nouvelles espèces détectées
- Tout taxon

Analyses des données

- Indice de Shannon tous les deux ans

Détails

Pour chaque espèce, le type de protocole qui a permis sa détection est spécifié (inventaire, observation aléatoire ou suivi spécifique).

La source de l'observation est mentionné (équipe RNCC, CEN PACA ou extérieur).

Faire un bilan tous les deux ans des nouvelles espèces détectées.

Fréquence du suivi

Tous les 2 ans

Gestion des données

Base de données :

Chemin d'accès : C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\BDD suivis\

Partenaires scientifiques

aucun

Actions de conservation en cours

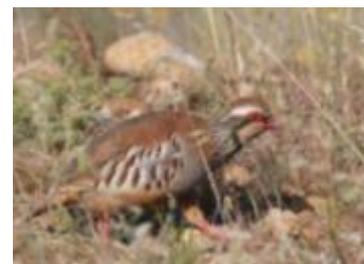
Aucune

Perdrix rouge (*Alectoris rufa*)

non listé, gibier

Objectifs

- Détecter les tendances de population sur la Crau centrale
- Estimer le succès de la reproduction
- Mesurer les prélèvements par la chasse
- Ajuster les prélèvements à la dynamique de population



Méthodes

<i>Echantillonnage</i>	<i>Analyses des données</i>
<p><u>Densité couples</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 5 sites échantillonnés en Crau : coucou/cabane rouge, généraux, cossure, peau de meau et piste du vallon/calissane - 8 points d'écoute par site à réaliser 3 fois entre 20 mars et 20 avril <p><u>Succès reproduction</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 parcours : centre crau (12 km) ; nord Crau (10 km) - 5 répétitions réalisées entre fin juillet et début août 	<ul style="list-style-type: none"> - n-mixture (A. Besnard & C. Jakob) - IKA (n jeunes/adulte)

Protocole de terrain (Annexe 3 et 4)

Le dénombrement de mâles chanteurs est réalisé sur des points d'écoute espacés d'au moins 500 mètres et au plus 700 mètres. Le travail préparatoire consiste à dessiner sur une carte géoréférencée (type IGN) les limites du territoire et, si il y en a, des secteurs. Sur chaque unité, positionner de 8 à 10 points d'écoute (6 au minimum sauf si le site fait moins de 200 ha) disposés selon un quadrillage de manière à ce qu'ils soient éloignés d'au moins 500 mètres les uns des autres et qu'ils soient accessibles en voiture (choisir de préférence des points facilement repérables sur le terrain). Tracer un circuit qui relie tous les points d'un même secteur. Les numéroter en ordre de déplacement avec un nombre croissant sur un même site.

Allumer le MP3 et le haut-parleur et diriger ce dernier vers l'avant de la voiture. A la fin de la première strophe, tourner le haut-parleur d'un quart de tour vers la droite (par exemple) et faire de même pour les deux suivantes de manière à émettre le chant consécutivement vers les 4 directions. Lorsque vous revenez dans la direction vers l'avant du véhicule, vous entamez un deuxième tour. Et ainsi de suite jusqu'à la fin de la 3^{ème} session (fin de l'enregistrement). Lorsque vous entendez une perdrix, tracez sur la carte un cercle, là où vous pensez que se situe l'oiseau d'où provient le chant, et reliez-le au point d'écoute par une ligne.

Fréquence du suivi

Une fois par an

Gestion des données

Base de données :

Chemin d'accès : C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Chasse\perdrix rouge

Partenaires scientifiques

Françoise Ponce-Boutin, ONCFS, Tour du valat

Actions de conservation en cours

Plan de gestion cynégétique de la RN de Crau

Coléoptères coprophages

Objectifs

- Déterminer l'importance dans le fonctionnement de l'écosystème de Crau
- Suivre leurs tendances de population



Méthodes

<i>Echantillonnage</i>	<i>Analyses des données</i>
<ul style="list-style-type: none"> - stratification selon les pratiques vétérinaires sur le cheptel ovin sur 5 places de pâturage - capture par 4 pièges Barber par places de pâturage - 2 campagnes de capture : printemps et automne 	<ul style="list-style-type: none"> - richesse - abondance - densité en crottes

Protocole de terrain (Annexe 8)

A réaliser dès que les conditions météorologiques sont favorables (printemps et automne).

- Estimation de la disponibilité en matière fécale pour les coléoptères : surface de 50m² équivalente à celle comprenant les pièges, et située à la même distance de la bergerie est nettoyée des crottes présentes à j₁ puis les crottes sont collectées, et celles qui sont agglomérées sont dénombrées, à j₃, j₆ et j₉.

- Inventaire de la richesse en coléoptères coprophages : 4 pièges Barber par places de pâturage avec appâts et relevés à j₃, j₆ et j₉.

- Vérification de l'homogénéité de la pression de pâturage autour des pièges : transects de 5m de long sur 1m de large, réalisés sur un gradient partant de la bergerie et jusqu'à 50m au delà des pièges Barber.

Fréquence du suivi

Tous les trois ans

Gestion des données

Base de données :

Chemin d'accès : C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\Coléoptères

Partenaires scientifiques

Pierre Jay-Robert, CEFÉ-CNRS, Montpellier

Actions de conservation en cours

Aucune

Odonates

Objectifs

- Détecter des changements dans la richesse et l'abondance des odonates du canal de Vergière suite à des travaux impactant le débit du cours d'eau



Méthodes

Echantillonnage

- 10 transects de 10 mètres linéaire chacun ont été disposés sur 700 mètres le long du canal
- tronçon du canal situé entre la ferme de la Vergière et celle de Peau de Meau

Analyses des données

- richesse
- abondance

Protocole de terrain (Annexe 10)

Chaque transect est parcouru à marche lente (10 minutes par transect) de façon à comptabiliser tous les individus imagos d'odonates évoluant ou survolant la surface traitée. Le déplacement est principalement effectué sur la berge en essayant de limiter au maximum les incursions dans le canal pour ne pas détériorer le milieu. Les individus sont identifiés majoritairement à vue, en tâchant à limiter la capture au filet pour identification en main.

Le choix des transects a été orienté de façon à disposer de l'ensemble des faciès représenté sur ce secteur (avec ou sans végétation ligneuse ; au niveau d'une prise d'eau ou non, courant plus ou moins rapide). Leur emplacement a aussi été conditionné par l'existence de repères visuels sur le terrain : poteau, peuplier, panneau de la réserve...

Fréquence du suivi

Tous les ans

Gestion des données

Base de données : Excel

Chemin d'accès : C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\Odonates

Partenaires scientifiques

Stéphane Bence, CEN PACA, pôle biodiversité

Actions de conservation en cours

Plan National d'Action et sa déclinaison régionale (PRAO)

Pâturage

Objectifs

- Suivre l'évolution de la composition et de la structure de la végétation à long terme
- Mesurer la pression de pâturage annuelle



Méthodes

<i>Echantillonnage</i>	<i>Analyses des données</i>
<ul style="list-style-type: none"> - 11 quadrats, 20 x 20m, 100 points/quadrat, localisées sur les coussouls de Généraux (3), Grosse du Levant (3), Grosse du Centre (2), Calissane (3) - les 100 points sont répartis le long d'un parcours en zig-zag de 200m dans le quadrat (1 point/m) - 2 exclos de 1m² par quadrat sur les mêmes coussouls - Interview des éleveurs une fois par an avant le départ en estive 	<ul style="list-style-type: none"> - cumul des 100 points par quadrat - indicateur phytovolume Brachypode = recouvrement x hauteur

Protocole de terrain (Annexe 11)

Quadrat (structure et composition)

- Pour chaque quadrat, on note les 100 points contacts avec Brachypode, graminées, thym, autre consommable (plante en rosette), autre non consommable, sol nu et galets.
- Collecte du format et de la hauteur de chaque pied de Brachypode touché avec l'aiguille à chaque point.

Exclos (pousse annuelle de Brachypode rameux)

- Mesure réalisée de mi-mai à fin-mai (si possible après les déclarations PAC du 15 mai) préservé du pâturage par une mise en défens temporaire, au moyen des exclos.
- Les exclos sont réinstallés en début de printemps afin de prendre en compte la pousse de l'année. Les variables collectées : hauteur de tiges vertes et format de tous les pieds présent dans les exclos
- Les plantes annuelles ne sont pas suivies, considérant que leur pousse dépend principalement des précipitations.

Interview des éleveurs

Guidé par questions relatives aux pratiques pastorales et vétérinaires

Fréquence du suivi

Tous les ans

Gestion des données

Base de données : à construire

Chemin d'accès : C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Pâturage

Partenaires scientifiques

CA13 (Fanny Sauguet)

Actions de conservation en cours

Mesures Agro-environnementales

Vautour percnoptère (*Neophron percnopterus*)

VU-

Objectifs

- Identification des individus
- Estimation de la fréquentation relative des placettes d'alimentation
- Origine géographique des oiseaux bagués des oiseaux



Méthodes

Echantillonnage

- 7 placettes d'alimentation disposées dans la réserve naturelle et hors réserve
- 1 pièges photos par placette

Analyses des données

Au dépouillage, décompte de toutes les espèces nécrophages (sauf petit corvidés partout et grand corbeau Alpilles)
Temps de présence calculé = nb d'ind. sur une photo X latence de la photo (5 min.)

Protocole de terrain

Pièges photo du 15 mars à 15 septembre environ
une photo toutes les 5 min. (période diurne)
Un passage tous les 10 jours pour récupérer les cartes SD et changer les batteries.

Fréquence du suivi

Tous les ans

Gestion des données

Base de données : Excel
Chemin d'accès : C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Pâturage

Partenaires scientifiques

Aucun

Actions de conservation en cours

Plan National d'Action

Conditions météorologiques

Objectifs

Collecter les variables environnementales explicatives des tendances des populations des espèces suivis sur la réserve naturelle



Méthodes

Echantillonnage

Station météorologique de Grand Carton

- °C, mm, Vent (m.s) journalier
- depuis 1998

Suivis espèces

- °C, couverture nuageuse et vent (m.s) au moment du relevé de terrain

Analyses des données

Protocole de terrain

Il est envisagé de placer sur le terrain à long terme des enregistreurs automatiques de température et humidité à faible consommation d'énergie (ibutton) selon un gradient nord-sud.

Fréquence du suivi

Journalier

Gestion des données

Base de données : CNES et données dispersées dans les bases de données des suivis d'espèces
Chemin d'accès : sur demande au CNES et base de données espèces sur serveur RNCC

Partenaires scientifiques

INRA Avignon (Albert Olioso)
Consortium Astuce&Tic (Fabienne Trollard)

Actions de conservation en cours

Aucune

Chapitre 10 – Planification des suivis

Sur la période 2010-2013, le total de l'effort réalisé pour la mise en place et la conduite des suivis s'élève à 2300 journées.homme (Tab. 18). Il s'étale sur 4 années et n'est pas distribué sur toutes les actions prévues (cf. Tab. 1). Il a été utilisé pour estimer l'effort dans le tableau de la planification ci-après.

Tableau 18 : Effort réalisé (journée.homme) au cours des 4 premières années du plan de gestion de la réserve naturelle des coussouls de Crau. L'effort indiqué prend en compte le temps du personnel de la réserve ainsi que celui des étudiants (14% du total).

Désignation	Actions	Effort réalisé (j.h)	Effort moyen/an
Mettre en œuvre le PNA du Ganga / calandre	C11.1	510	127
Criquet de Crau : Prévenir toute évolution majeure du milieu	C13.1	68	17
Criquet de Crau : Sauvegarder la station de Calissane	C13.2	131	33
Etude couplée pratiques vétérinaires/faune coprophage	C14.2	17	4
Gérer placettes d'alimentation / Développer si besoin le réseau	C18.1	103	26
Lézard ocellé : suivi, conservation et plan de restauration	C19.1	342	86
Plan de suivi des espèces : Concevoir et mettre en œuvre	C21.1	682	171
Mettre en œuvre programme suivi populations oiseaux par baguage/capture	C21.2	1	0
Organiser un suivi régulier de "tonsures" témoins	C45.3	0	0
Suivis oiseaux et lézard ocellés sur Cossure	C61.1	19	5
Cartographier et mettre à jour les stations d'espèces envahissantes	C72.1	2	0
Etudes sur la biologie et l'écologie du Criquet rhodanien	R11.1	370	92
Suivis des populations de gibier (perdrix rouge et lièvres)	P11.1	17	4
Evaluation influence du mode de conduite troupeau sur hétérogénéité végétation	R21.1	4	1
Etude des liens entre hétérogénéité du coussoul et diversité de la faune	R22.1	0	0
Mettre en œuvre un protocole de prospection pour Parmacella	R31.1	0	0
Mettre en place un protocole de suivi des chiroptères	R32.1	1	0
Amphibiens : Inventorier et prospector les sites favorables	R33.1	22	6
Rechercher, inventorier et suivre les stations d'espèces végétales rares	R34.1	2	0
Etudier la richesse faunistique et floristique des secteurs mal connus	R35.1	0	0
Développer et mettre en œuvre un plan de suivi de la végétation pastorale	R41.1	3	0
<i>Total</i>		<i>2295</i>	<i>574</i>

Planning des suivis. Périodicité, structures en charge, méthodes et effort minimum (journées.homme du personnel RNN) nécessaire à la réalisation des suivis.

		jan	fev	mar	avr	mai	jui	jui	aou	sep	oct	nov	dec	Effort annuel (j.h)
Suivis existants	Annexes													
Lézard ocellé	6				2 ans/CEN/line transects/Distance sampling									60
Ganga cata	7	4 ans/CEN + bénévoles/prospections						1 an/CEN/collecte plumes + observations mares/CMR				1 an/CEN/prospections		80
Outade canepetière	9	4 ans/CEN + bénévoles/prospections				4 ans/CEN/points écoutes/Distance sampling								73
Alouette calandre	12				2 ans/CEN/points écoutes/occupancy									60
Bupreste	13						3 ans/CEN+stagiaires/prospections							20
Odonates	10					1 an/CEN/line transect								10
Perdrix rouge	3 et 4			1 an/CEN/points écoutes/N mixture				1 an/CEN/line transects						10
Lièvres (europe+ibérique)	12		1 an/CEN/line transects/distacne sampling											12
Oiseaux steppiques	5				1 an/CEN/STOC EPS									15
Vautour percnoptère	aucune				1 an/CEN/pièges photos									27

		jan	fev	mar	avr	mai	jui	jui	aou	sep	oct	nov	dec	Effort annuel (j.h)
Criquet de Crau	14					1 an/CEN+étudiants/divers								100
Bousiers	8				3 ans/CEN+étudiants/pièges + transects						3 ans/CEN+étudiants/pièges + transects			20
Œdicnème criard	5 et 9					4 ans/CEN/points écoutes/Distance sampling								0
Faucon crécerellette	aucune			1 an/LPO/baguage/CMR										0
Castor d'Europe	14				1 an/CEN/indices+pièges photos				1 an/CEN/indices+pièges photos					6
Biodiversité	aucune											1 an/CEN/bilan nouvelles espèces		2
Pâturage (interview+placettes)	11				1 an/CA13/quadrats + cages		1 an/CA13/interview						80	
Gestion des suivis et des bases de données	aucune	1 an/ CEN/coordination, gestion des bases de données Access et rapports annuels												40
Conditions abiotiques	aucune	1 an/INRA/Station météo											1	
													Total minimum	498

					r								
Pâturage (végétation/pâ turage/faune)	2015				A développer								?
Milieus aquatiques	2016	1 an/CEN+partenaire/à développer										?	

Chapitre 11 - Références bibliographique

- Archaux, F., Henry, P.-Y., Gimenez, O., 2012. When can we ignore the problem of imperfect detection in comparative studies? *Methods Ecol. Evol.* 3, 188–194. doi:10.1111/j.2041-210X.2011.00142.x
- Besnard, A., 2010. Suivi scientifique d'espèces animales. Aspects méthodologiques essentiels pour l'élaboration de protocoles de suivis. Dreal PACA
- Besnard, A., 2013. D'une nécessaire interface entre biostatistiques et conservation de la nature. Mémoire HDR, EPHE 472 CEFE-CNRS, Montpellier.
- Ceia-Hasse, A., Sinervo, B., Vicente, L., Pereira, H.M., 2014. Integrating ecophysiological models into species distribution projections of European reptile range shifts in response to climate change. *Ecography* 37, 679–688. doi:10.1111/j.1600-0587.2013.00600.x
- Coiffait-Gombault, C., Buisson, E., Dutoit, T., 2012. Are old Mediterranean grasslands resilient to human disturbances? *Acta Oecologica* 43, 86–94. doi:10.1016/j.actao.2012.04.011
- Collectif 1997. Patrimoine naturel et pratiques pastorales en Crau, Pour une gestion globale de la plaine. Actes Life ACE, Saint-Martin-de-Crau.
- Dutoit T., Henry F. & Saatkamp A. 2008. Distribution de la végétation dans une interface forêt - terre de parcours : rôle du pâturage ovin. *Rev. For. Fr.* LX, 5.
- Elzinga, Caryl L., D. W. Salzer, and J. W. Willoughby. 1998. Measuring and monitoring plant populations. BLM Tech. Reference 1730-1. BLM/RS/ST-98/005+1730. Available from Bureau of Land Management, National Business Center BC-650B, PO Box 25047, Denver, CO 80225-0047.
- Oliosio et al 2013. Bilan hydrique des agrosystèmes de Crau face aux changements globaux, In *Ecologie et conservation d'une steppe méditerranéenne, La plaine de Crau.*, Quae. ed. Versailles.
- RAMADE, F., n.d. encyclopédique_des_sciences_de_la_nature.pdf.
- RNCC 2009. Plan de gestion 2010-2014 de la Réserve Naturelle des Coussouls de Crau. CEEP
- Tatin, L., Wolff, A., Boutin, J., Colliot, E., Dutoit, T., 2013. Ecologie et conservation d'une steppe méditerranéenne, La plaine de Crau., Quae. ed. Versailles.
- Tatin L., Chabanier O., Renet J. & Besnard A. 2014. Availability and detection probability strongly bias population size estimates in reptiles: a distance sampling survey of the ocellated lizard *Timon lepidus*. *Herpetological Journal* [soumis].
- Volland-Nail, P., 2013. Stratégies de publication scientifique. Quae.

UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS (2011). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France.

Vincent-Martin N. & Amouric J. (2008). Quelques données chiffrées sur la reproduction de l'Alouette calandre *Melanocorypha calandra* en plaine de Crau. *Alauda* 76 : 77-78.

Wolff A. 2009. Biodiversité des milieux et espèces steppiques en Crau - Cartographie des enjeux.

Wolff, A., 2010. Plan de gestion de la réserve naturelle nationale des coussouls de Crau.

ANNEXES

Annexe 1 : Variables utilisées dans la définition des objectifs en termes d'effort à allouer aux espèces

Annexe 2 : Stratégie de choix des tests statistiques

Annexe 3 : Estimation de l'abondance de perdrix rouge au printemps

Annexe 4 : Estimation du succès de la reproduction de la perdrix rouge en été

Annexe 5 : Suivis Temporel des Oiseaux Communs en Crau (STOC Crau)

Annexe 6 : Tendances de population de lézards ocellés

Annexe 7 : Suivis de la population de gangas catas

Annexe 8 : Suivis de la communauté de coléoptères coprophages

Annexe 9 : Suivi de la population d'outardes canepetières

Annexe 10 : Suivis des Odonates sur le canal de Vergière

Annexe 11 : Suivis du pâturage

Annexe 12 : Tendances de population des lièvres d'Europe et ibérique

Annexe 13 : Taille de la colonie d'alouettes calandre

Annexe 14 : Tendances de population de Bupreste de Crau

Annexe 1 : Variables utilisées dans la définition des objectifs en termes d'effort à allouer aux espèces

espèces	valeur_pat	respons	lacune	sp_clé	Bio-indic	abond	défect
Salicaire à trois bractées	0,25						
Renoncule ophioglosse	0,25		1				
Sympétrum à corps déprimé	0,5	0,75			1		3
Verveine couchée	1		1			3	1
Vespère des vignes	1		1			3	1
Cordulie à corps fin	0,25	0,75			1	2	
Lichen crustacé	1	1	1	0	1		
Noctuelle pluviofile	0,75		3	0	0		2
Coucou geai	0,5		1		0	2	3
Ganga cata	1	1	1	0	1	3	1
Criquet de Crau	1	1	1	0	1	3	1
Lièvres	0,5	0,25	1	0	0	1	2
Menthe des cerfs	0,75	0,5	3			3	
Pipit rousseline	0,25	0,25	1	0	0	1	3
Bupreste de Crau	1	1	2	0	0	1	1
Crapaud calamite	0,5	0,25	1	0	1	1	2
Stipe du Cap	0,75	1	2	0	1	3	2
Chevêche	0,25	0,25	2	1	0	2	3
Triton palmé	0,5	0,25	1	0	1	1	3
OEdicnème criard	0,75	0,25	2	0	0	1	2
Lézard ocellé	0,75	0,63	1	1	0	1	1
Pie-grièche méridionale	0,5	0,5	3	0	1	2	2
Alouette calandrelle	0,75	1	1	0	1	1	3
Scolopendre sagittée	1	1	2	0	1	2	3
Alouette calandre	1	1	3	0	1	2	1
Outarde canepetière	1	0,87	2	0	1	1	2
Rollier Europe	0,5	0,25	3	0	1	1	3
Faucon crècerellette	1	0,87	3	1	0	1	3
Agrion de mercure	0,25	0,75	3	0	1	1	3
Agrion bleuâtre	0,5	0,75	3	0	1	1	3
Gomphe similaire	0,5	0,75	3	0	1	1	3

Annexe 2 : Stratégie de choix des tests statistiques

Tests de comparaisons des variances de plus de deux échantillons indépendants : recommandations préconisées par Daniel Brocard (http://biol09.biol.umontreal.ca/BIO2042/Homo_var.pdf).

1. Données normales?

- oui → THV de **Bartlett** ou de Box; éviter Cochran (sensible seulement à une variance plus élevée que les autres), loganova (puissance faible lorsque le nombre d'objets par groupe est inférieur à 145) et Brown-Forsythe (puissance faible)→ 2

- non → normaliser les données.....→ 4

2. Résultat du THV

- variances homogènes → Faire une anova paramétrique ou permutationnelle

- variances hétérogènes →Homogénéiser les variances.....→ 3

3. Résultat de l'homogénéisation des variances

- succès →.....faire une anova paramétrique ou permutationnelle

- échec → choisir une méthode de rechange, par exemple un test de Kruskal-Wallis

4. Résultat de la transformation normalisatrice des données

- succès..... → 1

- échec → 5

5. Distribution des données

- réelles, continues, positivement asymétriques → 6

- abondances d'espèces: nulles ou positives, discrètes, positivement asymétriques..... → 7

- autres distributions: non simulées ici.

6. Nombre d'objets par groupe

- $n_j < 145$ → aucun THV n'est vraiment bon. Erreur de type I correcte pour Brown-Forsythe, mais puissance faible,

augmentant avec n_j (Erreur de type I correcte aussi pour le log-anova, mais puissance quasi nulle)

- $n_j > 145$ → les tests de Bartlett ou Brown-Forsythe peuvent être appliqués, mais la puissance reste assez faible → 2

Dans ces deux cas, il vaut mieux tenter de rendre les données symétriques, même si la normalité n'est pas atteinte. La puissance des deux tests sera améliorée.

7. Nombre d'objets par groupe

- $n_j < 145$: erreur de type I faible pour Brown-Forsythe, et puissance faible à très faible → 8

- $n_j > 145$ → tests de Bartlett ou Box applicables..... → 2

8. Transformer les données par $y' = \ln(y+1)$, puis

- $n_j < 10$ → utiliser le test de Bartlett permutationnel (erreur de type I correcte mais puissance légèrement inférieure au paramétrique).

- $10 < n_j < 145$ → utiliser le test de Bartlett permutationnel (erreur de type I correcte mais puissance légèrement inférieure aux paramétriques), ou le test de Brown-Forsythe (erreur de type I correcte, puissance plus faible que Bartlett)..... → 2

Remarque: si on calcule une anova sur des données asymétriques sans test d'homogénéité préalable, un résultat significatif risque de n'être obtenu que si une des moyennes diffère considérablement des autres. Autrement, utiliser l'anova non paramétrique si disponible.

Annexe 3 : Estimation de l'abondance de perdrix rouge au printemps (ONCFS)



Protocole 2013 d'estimation de l'abondance de la perdrix rouge au printemps par rappel au magnétophone



A. EN PREAMBULE

1. Intérêts particuliers de la méthode

Cette méthode de recensement de populations de perdrix rouges au printemps s'appuie sur plusieurs années de relevés réalisés sur un grand nombre de territoires très diversifiés pour ce qui est de l'habitat et de l'abondance en perdrix. Il a été démontré (JAKOB *et al.* 2010, Ponce-Boutin *in prep.*) que le rappel par émission du chant de la perdrix à l'aide d'un magnétophone augmente significativement le taux de détection des mâles chanteurs et la fiabilité de l'estimation. Elle est utilisable dans tout type d'habitat et quelle que soit l'abondance en perdrix rouge. Très économe en matériel et moyens humains nécessaires, elle présente en outre l'avantage de fournir des estimations assorties d'un intervalle de confiance et reliables à d'autres techniques telles que les Indices Kilométriques d'Abondance en Voiture (IKAV) ou les plans quadrillés.

2. Définition du site

Un site d'étude est caractérisé par une unité de gestion cynégétique. Cela peut-être une commune, gérée par une société de chasse, une forêt domaniale, un territoire privé ou public. Il doit être découpé en secteurs homogènes si :

- la gestion du territoire est différente dans l'espace (zone chassée / réserve ou zone aménagée avec des cultures / zone non aménagée par exemple) ;
- l'habitat n'est pas uniforme : une partie viticole et une zone de garrigue aménagée
- la surface est supérieure à 500 ha et vous supposez une répartition non uniforme des oiseaux.



ATTENTION !

Cette phase est très importante. Vous ne pourrez extrapoler les résultats d'abondance obtenus sur une partie d'un secteur (ou d'un site) à l'ensemble du secteur (ou site) que si cette uniformité est réelle.

B. PREPARATION

1. Equipement nécessaire

- ✓ Un véhicule
- ✓ Une personne
- ✓ Un magnétophone, walkman ou MP3, équipé d'un haut-parleur (de type RadioShack). Le matériel conseillé (disponible par internet à 25-30 euros pièce), est accessible par le lien suivant : <http://www.birdsounds.nl/index.php?pg=productsitem&gr=0&id=798>

L'important est que la puissance sonore du chant émis à l'aide du haut-parleur corresponde à celle d'un mâle chanteur (soit environ 71 décibel) car c'est avec cette puissance (ni plus, ni moins) que le modèle mathématique permettant de déduire le nombre d'oiseaux présents à partir du nombre d'oiseaux entendus a été conçu.

- ✓ Des piles chargées de rechange pour le haut-parleur et/ou le MP3
- ✓ Une copie sur CD, cassette ou sur le MP3 du fichier de chant donné par l'ONCFS. Le fichier qui vous a été donné comporte 3 sessions d'écoute de 2 minutes 40" espacées d'un court moment de silence. Chaque session comprend 4 strophes de chant d'une perdrix rouge séparées d'un court silence. Le total de l'enregistrement dure donc 8 minutes.
- ✓ Une carte pour chacune des 3 répétitions fixées sur une planchette avec le tableau de relevé (voir ci-après)

- ✓ Un crayon à papier

Ainsi que, si possible :

- ✓ Une lampe pour noter les informations quand il fait nuit sans allumer l'intérieur du véhicule

2. Préparation

Préparation des cartes : Le dénombrement de mâles chanteurs est réalisé sur des points d'écoute espacés d'au moins 500 mètres et au plus 700 mètres. Le travail préparatoire consiste à dessiner sur une carte géoréférencée (type IGN) les limites du territoire et, si il y en a, des secteurs. Sur chaque unité, positionner de 8 à 10 points d'écoute (6 au minimum sauf si le site fait moins de 200 ha) disposés selon un quadrillage de manière à ce qu'ils soient éloignés d'au moins 500 mètres les uns des autres et qu'il soient accessibles en voiture (choisir de préférence des points facilement repérables sur le terrain). Tracer un circuit qui relie tous les points d'un même secteur. Les numéroter en ordre de déplacement avec un nombre croissant sur un même site : si il y a plusieurs secteurs, ne pas recommencer la numérotation des points à 1 mais la poursuivre.



NOUVEAU !

En cas d'incertitude, vous pouvez soit demander conseil à votre Contact Réseau, soit envoyer une carte à jean-bernard.puchala@oncfs.gouv.fr avec la délimitation de la zone chassée et les pistes ou chemins accessibles en voiture.

Une carte avec des points d'écoute vous sera proposée avec les tableaux de relevés insérés.

Valider ces tracés par une visite sur le terrain (présence de clôtures, pentes, etc ..) puis rectifier si besoin. Enfin reproduire la (ou les) carte(s) définitive(s) (une par secteur) avec les circuits et les points en 3 exemplaires. Sur la première, insérer le tableau A, situé en annexe 1 ; sur la seconde, le tableau B et, sur la dernière, le tableau C.

La veille : Recharger le MP3 (il existe des adaptateurs pour recharger sur secteur les mp3 munis d'une prise USB) et les piles du haut-parleur (ou se munir d'un jeu de piles de réserve).



IMPORTANT !

Penser à se munir d'un tournevis adapté, indispensable pour ouvrir le haut-parleur Radio-Shack pour le remplacement des piles.

Vérifier que du vent fort (> 20 km/h) n'est pas prévu le lendemain matin sur le site où vous comptez vous rendre. Par exemple, sélectionner une ville proche sur le site <http://freemeteo.com/> puis, dans la feuille « le temps maintenant », sélectionner « 7 jours de météogramme » : le 4^{ème} graphique vous donne la force du vent prévue par plages horaires.

Vérifier sur le tableau horaire joint en annexe 2 l'heure de lever du soleil. Prévoir d'être sur le terrain au premier point d'écoute au moins 5 minutes avant cette heure.

C. DEROULEMENT SUR LE TERRAIN

1. Conditions à respecter absolument

Conditions météorologiques : pas de pluie abondante ni de vent (vitesse du vent < 20 km/h)

Observateurs : un (si il y a plusieurs observateurs, ne prendre en compte que les oiseaux entendus par un seul d'entre eux, déterminé anant d'arriver sur le point ; il peut changer d'un point à l'autre)

Dates : entre le 1^{er} mars et le 20 avril

Heures : de 1 heure avant le lever du soleil (il fait nuit noire) à 1 heure après (soit 2 heures au total).

Nombre de répétitions : 3

REMARQUE : changement d'heure le dernier dimanche de mars.

2. Mode opératoire

Arriver à l'heure prévue au premier point d'écoute et rester silencieux tout au long du circuit. Remplir les renseignements demandés sur le tableau (date, heure et, en majuscule, OBSERVATEUR) ainsi que le numéro du point d'écoute où vous vous trouvez. Noter également l'indice de fermeture du milieu (IFM) pour le point où vous vous trouvez. Voici comment l'estimer :

- ✓ **Il est égal à 1** si, lorsque vous êtes sur le point d'écoute, votre champ de vision est limité à moins de 120°, c'est-à-dire que la visibilité est nulle sur plus des 2/3 du paysage autour de vous du fait de la présence de hautes friches, arbres, buissons, haies, vignes touffues, etc....
- ✓ **Il est égal à 2** si, lorsque vous êtes sur le point d'écoute, votre champ de vision se situe entre 120° et 240°, c'est-à-dire que la visibilité est nulle sur au moins 1/3 du paysage autour de vous.
- ✓ **Il est égal à 3** si, lorsque vous êtes sur le point d'écoute, votre champ de vision n'est limité que tout au plus sur 120°, c'est-à-dire que la visibilité est nulle sur moins de 1/3 du paysage autour de vous...

Penser à noter sur le tableau collé sur la carte l'heure d'arrivée sur chaque point d'écoute dans la colonne prévue à cet effet.

Sortir doucement du véhicule muni du mp3 et du haut-parleur. Repérer un axe par rapport au véhicule (par exemple vers l'avant du véhicule). Allumer le MP3 et le haut-parleur et diriger ce dernier vers l'avant de la voiture. A la fin de la première strophe, tourner le haut-parleur d'un quart de tour vers la droite (par exemple) et faire de même pour les deux suivantes de manière à émettre le chant consécutivement vers les 4 directions. Lorsque vous revenez dans la direction vers l'avant du véhicule, vous entamez un deuxième tour. Et ainsi de suite jusqu'à la fin de la 3^{ème} session (fin de l'enregistrement).

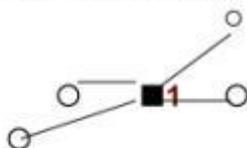
Durant ces émissions de chant, il est important d'être très attentif pour écouter tout chant de perdrix. Lorsque vous entendez une perdrix, tracez sur la carte un cercle, là où vous pensez que se situe l'oiseau d'où provient le chant, et reliez-le au point d'écoute par une ligne. Faites de même pour chaque oiseau JUGE DIFFERENT entendu de ce point d'écoute. Il est possible de baisser le son un court instant (sans l'arrêter) pour confirmer ses observations auditives.



IMPORTANT !

Dans le cas où plusieurs observateurs sont présents, ne comptabiliser **que** les perdrix entendues par **un seul observateur**, déterminé au départ, c'est-à-dire ne pas noter les perdrix entendues par les autres personnes présentes si elles ne l'ont pas été par cet observateur.

Vous devez obtenir sur la carte pour, par exemple, le point d'écoute n°1 (carré) :



Explication :

4 perdrix jugées différentes ont été entendues pendant les 8 minutes d'écoute au point 1.

Lorsque le chant s'arrête, vous avez fait 3 fois le tour de l'horizon au même point et revenez à votre position de départ. Arrêter alors MP3 et haut-parleur et notez le nombre total d'oiseaux entendus (= nombre de cercles) dans la case en face du numéro du point. Faire abstraction des points précédents, c'est-à-dire que, si vous entendez un oiseau déjà entendu du point précédent, notez le à nouveau.

REMARQUE : Les oiseaux vus, mais n'ayant pas chanté, ne sont pas notés.

Dirigez-vous en voiture vers le point d'écoute suivant selon le circuit pré-établi ou vous répétez les mêmes opérations :

- noter sur le tableau collé sur la carte l'heure d'arrivée sur le point d'écoute dans la colonne prévue à cet effet ;
- noter le numéro du point d'écoute ;
- noter l'indice de fermeture du milieu, de 1 (le plus fermé) à 3 (le plus ouvert) (une seule fois) ;

- passez le chant de la perdrix et noter tous les oiseaux différents entendus au cours des 3 tours d'horizon réalisés ;
- noter le nombre total d'oiseaux entendus.

**ATTENTION !**

Faire abstraction des points précédents, c'est-à-dire que, si vous entendez un oiseau que vous pensez avoir déjà entendu du point précédent, notez le à nouveau.

REMARQUE : A la deuxième répétition, commencer par le dernier point et parcourir le circuit en sens inverse car il est bien d'alterner le sens de réalisation des points (1 à 9 ou 9 à 1).

Une fois le circuit terminé et tous les points parcourus, pensez à noter l'heure.

D. RESULTATS

Agrafer ensemble les 3 cartes correspondant aux 3 répétitions pour un même secteur. Rassembler l'ensemble des jeux de 3 cartes (un jeu par secteur) dans une chemise portant mention du territoire, de l'année et de l'opération (MAGNETO).

Garder précieusement une copie des cartes de suivi ou les scanner (de préférence). Envoyer les copies ou scans des cartes, **dès que possible et au plus tard fin avril**, à la personne chargée de la saisie, le plus souvent votre Contact Réseau RSPR, ou, à défaut, à l'adresse suivante :

PONCE-BOUTIN Françoise, ONCFS, TOUR DU VALAT, LE SAMBUC, 13200 ARLES (FRANCE)
ou (de préférence) francoise.ponce-boutin@oncfs.gouv.fr

**ATTENTION !**

Le nombre d'oiseaux entendus n'est pas lié linéairement à l'abondance car la détectabilité des mâles chanteurs dépend de plusieurs facteurs comme la date, l'heure ou la fermeture des milieux. Seuls les résultats sortant du modèle, prenant en compte la détectabilité variable de l'espèce, sont représentatifs de la population présente.

Les données seront saisies et incluses dans le fichier global puis dans le modèle cumulant plus de 15.000 données. Pour chaque secteur, il en sortira une estimation de l'abondance de la perdrix rouge, ainsi que sa précision. Ces données vous seront retournées avant le début de l'été.

**NOUVEAU !**

Un programme pour la saisie des données en ligne et la restitution des premières estimations et résultats (calcul du plan de chasse) sera bientôt à disposition sur un site internet. Vous y trouverez également tous les documents nécessaires : protocole, fichier mp3 du chant de perdrix à utiliser, références du matériel, bilans annuels. Il sera accessible par le site de l'ONCFS <http://www.oncfs.gouv.fr> (l'adresse vous sera communiquée via le réseau).

Un bilan des comptages réalisés sur l'ensemble du réseau fera l'objet d'une lettre annuelle.

E. CONTACTS

Pour toute question concernant ce protocole ou le réseau, vous pouvez contacter :

Région Languedoc-Roussillon :

Luc FRUITET (ONCFS 34-Juvignac ; luc.fruitet@oncfs.gouv.fr)
ou votre Fédération Départementale des Chasseurs

Région Provence-Alpes-Côte d'Azur :

Jean-Bernard PUCHALA (ONCFS 83-Hyères ; jean-bernard.puchala@oncfs.gouv.fr) ou
Nicolas MATHEVET (ONCFS 34-Juvignac ; nicolas.mathevet@oncfs.gouv.fr)
ou votre Fédération Départementale des Chasseurs

Région sud-ouest :

Francis BERGER (ONCFS) : francis.berger@oncfs.gouv.fr

Coordination et autres régions :

Françoise PONCE-BOUTIN (ONCFS 13-Arles ; françoise.ponce-boutin@oncfs.gouv.fr)

F. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Jakob C., Ponce-Boutin F., Besnard A. & C. Eraud 2010: On the efficiency of using song playback during call count surveys of Red-legged partridges (*Alectoris rufa*). *European Journal of Wildlife Research*, 56(6): 907-913.

ANNEXE :

Tableaux horaires

Emplacement des données

C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Chasse\perdrix rouge

ANNEXE 1 : TABLEAUX HORAIRES 2013 (IDEM 2012)



Classes de DATE (CLD)	DATES	HEURES	Classes d' HEURE (CLH)	FRANCE NORD										
				BRETAGNE	BASSE-NORMANDIE / PAYS DE LOIRE	HAUTE-NORMANDIE / CENTRE	NORD PAS DE CALAIS / PICARDIE / ILE DE FRANCE	CHAMPAGNE-ARDENNE / BOURGOGNE	LORRAINE / FRANCHE COMTE	ALSACE				
1	9-16 mars	HLS-1 HLS HLS+1	2 - 3	6:27	6:17	6:10	6:07	5:56	5:51	5:51	5:51	5:51	5:51	5:51
				7:27	7:17	7:10	7:07	6:56	6:51	6:51	6:51	6:51	6:51	6:51
2	17-24 mars	HLS-1 HLS HLS+1	3 - 3	6:10	6:01	5:54	5:50	5:40	5:35	5:35	5:35	5:35	5:35	
				7:10	7:01	6:54	6:50	6:40	6:35	6:35	6:35	6:35	6:35	6:35
3	25-31 mars(*)	HLS-1 HLS HLS+1	2 - 3	6:54	6:43	6:38	6:33	6:24	6:19	6:19	6:19	6:19	6:19	
				7:54	7:43	7:38	7:33	7:24	7:19	7:19	7:19	7:19	7:19	7:19
4	1-8 avril	HLS-1 HLS HLS+1	2 - 3	6:39	6:29	6:24	6:18	6:11	6:05	6:05	6:05	6:05	6:05	
				7:39	7:29	7:24	7:18	7:11	7:05	7:05	7:05	7:05	7:05	7:05
5	9-16 avril	HLS-1 HLS HLS+1	2 - 3	6:23	6:12	6:09	6:02	5:55	5:50	5:50	5:50	5:50		
				7:23	7:12	7:09	7:02	6:55	6:50	6:50	6:50	6:50	6:50	6:50
6	17-24 avril	HLS-1 HLS HLS+1	2 - 3	6:08	5:57	5:54	5:47	5:41	5:35	5:35	5:35	5:35		
				7:08	6:57	6:54	6:47	6:41	6:35	6:35	6:35	6:35	6:35	6:35
7	25-31 avril	HLS-1 HLS HLS+1	2 - 3	5:54	5:42	5:40	5:32	5:27	5:22	5:22	5:22	5:22		
				6:54	6:42	6:40	6:32	6:27	6:22	6:22	6:22	6:22	6:22	6:22
8	1-8 mai	HLS-1 HLS HLS+1	2 - 3	5:44	5:32	5:26	5:22	5:18	5:12	5:12	5:12	5:12		
				6:44	6:32	6:26	6:22	6:18	6:12	6:12	6:12	6:12	6:12	6:12
9	9-16 mai	HLS-1 HLS HLS+1	2 - 3	5:32	5:20	5:19	5:10	5:07	5:01	5:01	5:01	5:01		
				6:32	6:20	6:19	6:10	6:07	6:01	6:01	6:01	6:01	6:01	6:01
10	17-24 mai	HLS-1 HLS HLS+1	2 - 3	5:22	5:10	5:10	5:00	4:56	4:52	4:52	4:52	4:52		
				6:22	6:10	6:10	6:00	5:56	5:52	5:52	5:52	5:52	5:52	5:52
11	25-31 mai	HLS-1 HLS HLS+1	2 - 3	5:15	5:02	5:03	4:53	4:51	4:45	4:45	4:45	4:45		
				6:15	6:02	6:03	5:53	5:51	5:45	5:45	5:45	5:45	5:45	5:45

(*) : décaler d'une heure en moins avant le changement d'heure (nuit du samedi au dimanche)

cf après : <http://www.lesthorairesducoq.com/>

2012

Classes de DATE (CLD)	DATES	HEURES	Classes d'HEURE (CLH)	POITOU / CHARENTES / AQUITAINE	LIMOUSIN / MIDI PYRENEES	AUVERGNE / LANGUEDOC ROUSSILLON	JURANE / ALPES / PROVENCE ALPES COTE D'AZUR	CORSE
1	25-29 février	HLS-1	2	6:42	6:35	6:30	6:23	6:02
		HLS	-	7:42	7:35	7:30	7:23	7:02
2	1-8 mars	HLS-1	2	6:29	6:23	6:18	6:11	5:51
		HLS	-	7:29	7:23	7:18	7:11	6:51
3	9-16 mars	HLS-1	2	6:14	6:08	6:03	5:56	5:38
		HLS	-	7:14	7:08	7:03	6:56	6:38
4	17-24 mars	HLS-1	2	5:58	5:53	5:47	5:40	5:24
		HLS	-	6:58	6:53	6:47	6:40	6:24
5	25-31 mars(*)	HLS-1	2	6:43	6:38	6:32	6:25	6:10
		HLS	-	7:43	7:38	7:32	7:25	7:10
6	1-8 avril	HLS-1	2	6:29	6:24	6:19	6:12	5:58
		HLS	-	7:29	7:24	7:19	7:12	6:58
7	9-16 avril	HLS-1	2	6:14	6:10	6:04	5:57	5:44
		HLS	-	7:14	7:10	7:04	6:57	6:44
8	17-24 avril	HLS-1	2	5:59	5:56	5:50	5:43	5:32
		HLS	-	6:59	6:56	6:50	6:43	6:32
9	25-31 avril	HLS-1	2	5:46	5:43	5:37	5:30	5:20
		HLS	-	6:46	6:43	6:37	6:30	6:20
10	1-8 mai	HLS-1	2	5:37	5:35	5:28	5:21	5:12
		HLS	-	6:37	6:35	6:28	6:21	6:12
11	9-16 mai	HLS-1	2	5:26	5:24	5:17	5:10	5:03
		HLS	-	6:26	6:24	6:17	6:10	6:03

(*) : décaler d'une heure en moins avant le changement d'heure (nuit du samedi au dimanche)

d'après : <http://www.leshorairesducoel.com/>

Annexe 4 : Estimation du succès de la reproduction de la perdrix rouge en été (ONCFS)

Échantillonnage des compagnies de perdrix rouges en été

1 - protocole



OBJECTIF

Estimer le succès de la reproduction chez la Perdrix rouge par évaluation de l'âge-ratio (rapport du nombre de jeunes sur le nombre d'adultes observés, en été).

METHODE

TRAVAIL À EFFECTUER

Préparation

Tracer des circuits représentatifs de la zone à raison de 2-3 km/100 ha de manière à toujours avoir la meilleure visibilité.

Pour chaque circuit à réaliser, agraffer ou photocopier en recto verso une fiche et une carte où a été reporté le tracé.

Sur le terrain

Deux observateurs (à la rigueur un seul) en voiture parcourent, à 15-20 km/h, le circuit préétabli dans les 3 heures qui suivent le lever du soleil ou les 3 heures qui précèdent le coucher du soleil.

Si le circuit n'a pu être réalisé correctement, mentionner sur la carte jointe à la fiche les modifications apportées au tracé.

Remplir les renseignements demandés sur chaque fiche.

Chaque observation de perdrix est notée sur la fiche au numéro d'ordre suivant avec les précisions demandées (nombre d'oiseaux et leur classe d'âge selon le graphique de la page 3) et positionnée sur la carte correspondante avec ce même numéro.

IMPORTANT : Dès qu'au moins un oiseau est repéré, s'arrêter et observer un petit moment tout autour de lui. Il est courant que d'autres oiseaux, un moment figés ou cachés par la végétation, soient visibles peu à peu lorsqu'ils reprennent leur déplacement.

Synthèse

Vérifier la lisibilité des renseignements portés sur fiches et cartes. Entre autres, mettre le nom des participants lisiblement en majuscules (éviter les abréviations) et le prénom en minuscules.

Rassembler l'ensemble des 6 fiches et cartes dans une chemise avec mention du territoire, de l'opération et de l'année (ex.: Preignes, ECV PR, 2003).

DATES

Du 15 juillet au 15 août. Préférer de commencer dès mi-juillet car les jeunes, plus petits, sont plus faciles à distinguer des adultes; en fin de saison, il n'est pas rare qu'ils fassent la même taille que les adultes.

RÉPÉTITIONS

Le circuit doit être répété 6 fois au total, matins et/ou soirs.

BESOINS

Une à deux personnes avec une voiture, munies des 6 cartes et 6 fiches nécessaires.

ANNEXES

Fiche d'échantillonnage des compagnies (page 2)

Document pour la détermination de l'âge des jeunes en nature (page 3)



Échantillonnage des compagnies de perdrix rouges en été

2 - fiche



FICHE N° TERRITOIRE :

DATE : HEURE DE DEBUT : HEURE DE FIN :

KM DE DEBUT : KM DE FIN :

OBSERVATEUR(S) :

- Température :** froid (1) - frais (2) - doux (3) - chaud (4)
- Les nuages couvrent :** 0-1/4 (1) - 1/2 (2) - 3/4(3) - plus des 3/4 (4) du ciel
- Précipitations :** temps sec (0) - pluie fine (1) - pluie forte (2) - neige (3) - grêle (4)
- Vent :** vent nul (0) - faible (1) - fort (2) - très fort (3)
- Visibilité :** brume (1) - brouillard (2) - sans les précédents (0)
- Autres :** rosée (1) - neige au sol (2) - gelée (3) - givre (4) - sans les précédents (0)

N° obs	HEURE	NOMBRE DE			CLASSE D'ÂGE DES JEUNES	TYPE DE MILIEU	OBSERVATIONS
		ADULTES	JEUNES	TOTAL			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
TOTAL							

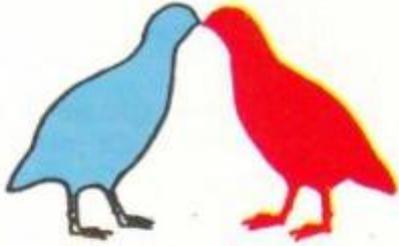
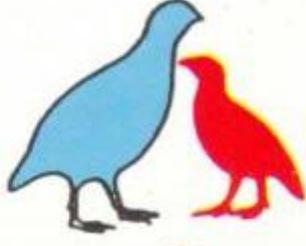
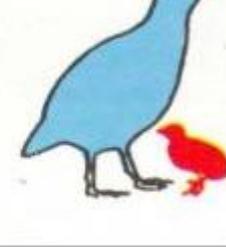


Échantillonnage des compagnies de perdrix rouges en été

3 - annexe



DÉTERMINATION DE L'ÂGE DES JEUNES EN NATURE

	TAILLE	AGE
<u>Classe A</u>		= ad. environ 14 semaines
<u>Classe B</u>		= 3/4 ad. environ 8 semaines
<u>Classe C</u>		= 1/2 ad. environ 6 semaines
<u>Classe D</u>		= 1/4 ad. environ 3 semaines



Emplacement des données

\\Diskstation\homes\GC\Data\CARNETS DE PRELEVEMENTS

\\Diskstation\homes\GC\Data\ETUDESetSUIVIS

Annexe 5 : Suivis Temporel des Oiseaux Communs en Crau par échantillonnage ponctuel simple (STOC-EPS Crau)

Le but du suivi par échantillonnages ponctuels simples (EPS) est d'obtenir une évaluation des tendances d'évolution des effectifs de différentes espèces communes nicheuses de France. Le nombre de contacts avec une espèce en un point donné est une mesure de l'abondance de l'espèce dans le milieu. Si l'on totalise les contacts avec cette espèce dans tous les milieux du même type ou dans une région, et si l'on compare les valeurs obtenues au cours du temps, on peut apprécier la tendance d'évolution de l'espèce dans ce type de milieu ou à un niveau régional.

Les espèces visées par ce suivi temporel sont celles qui sont typiques des milieux steppiques et/ou qui ne bénéficient pas d'un suivi spécifique dans la RNCC : TETTET, CORCOR, ALAARV, ALERUF, ANTCAM, BUBIBI, BUROED, CALBRA, COLPAL, CORMON, FALNAU, GALCRI, LANMER, LARMIC, LULARB, MELCAL, MILMIG, PTEALC, UPUEPO.

Echantillonnage

Les points étant issus d'un tirage aléatoire systématique, il n'y a pas de contrainte sur la pérennité du milieu. Il ne faut pas abandonner un point si le milieu est modifié d'une année à l'autre, car le tirage au sort assure d'observer les modifications 'moyennes' du milieu concerné.

Un total de 130 points placés tous les kilomètres sur la ZPS « Crau sèche » est échantillonné deux fois en période de nidification (Fig. 2). Le premier passage a lieu en début de saison de reproduction (du 1^{er} avril au 8 mai) pour recenser les nicheurs précoces, le second a lieu entre le 9 mai et le 15 juin pour les nicheurs tardifs (notamment les migrateurs transsahariens).

Chaque point est réitéré chaque année exactement au même endroit, par le même observateur. On veillera à ce que les conditions d'observation soient aussi semblables que possible d'une année sur l'autre. La date, l'heure et l'ordre des points doivent être également similaires dans la mesure du possible pour un même carré.

Collecte des données

Il est recommandé d'effectuer les deux passages à 4 à 6 semaines d'intervalle. Sous la contrainte de conditions météorologiques favorables, les deux passages seront effectués aux mêmes dates (à quelques jours près) et avec le même intervalle d'une année à l'autre. Pour un carré donné, les points seront tous effectués le même jour (lors d'un passage) et dans le même ordre (lors des différents passages). Chaque relevé sera effectué entre 1 et 4 heures après le lever du soleil (on évite ainsi le choris matinal). Idéalement, le relevé commence vers 6 ou 7 heures du matin, et est terminé avant 10 heures.

La catégorie de distance des contacts à l'observateur est notée selon 5 classes : 0-80, 80-160, 160-240, 240-320, 320-400. Il s'agit alors de noter les distances pour tous les contacts d'un même point. Ceci reste à réaliser de manière optionnelle, car il peut s'avérer difficile de noter à la fois les contacts et leur distance lors d'un point d'écoute de 5 minutes. On privilégiera alors la détection des contacts des 10 espèces visées. Toutefois, le modèle de fiche de terrain fourni avec le protocole aide grandement à la prise de telles données sur le terrain, et il est conseillé de l'utiliser et de relever les oiseaux selon les classes de distance proposées. Des carnets de terrain sont fournis au format adéquat de saisie (Fig. 1). Il faut respecter les consignes suivantes :

1. A l'approche du point, il faut être attentif et détecter si des oiseaux fuient devant soit.

2. Toujours commencer par les oiseaux les plus proches car pour obtenir des estimations de densités précises il faut beaucoup de données près du point, donc allouer plus de temps à chercher les oiseaux proche du point.
3. Ne pas mesurer la distance si le contexte est incertain : identification incertaine, oiseau caché, difficulté de prendre la mesure avec le télémètre (brume de chaleur ou oiseaux trop éloigné par exemple), etc.
4. Distinguer les oiseaux détectés un par un et ceux détectés en groupe. L'analyse finale n'est pas la même, il faut donc préciser à chaque détection le nombre d'individus et la distance.
5. Dans le cas des groupes d'oiseaux : 1) si le groupe est bien défini (=un paquet), il faut mesurer la distance au centre du paquet, 2) si le groupe est lâche il faut mesurer les distances de tous les individus.
6. Trois cas de figures particuliers :
 - Un oiseau qui décolle et sort du champ de vision doit être noté et sa distance mesurée à partir du point d'où il s'est envolé.
 - Dans le cas d'un oiseau qui arrive en vol et se pose, il faut mesurer la distance par rapport à l'endroit où il est posé.
 - Un oiseau en vol est noté mais sa distance non mesurée.
7. L'heure de la première détection de pie-grièche méridionale doit être notée

Pour la catégorie des oiseaux en vol direct : on comptabilisera par exemple un groupe d'étourneaux traversant la zone prospectée, mais les alouettes chantant en vol seront comptabilisées dans la catégorie de distance à l'observateur correspondante, pas comme oiseau en vol (car pas en vol direct). Les martinets et hirondelles volants sont par contre comptabilisés dans la catégorie 'en vol'. Les rapaces en vol de chasse sont notés dans la catégorie de distance correspondant au moment de leur détection par l'observateur.

Si l'on ne note pas les trois catégories de distance, on note tout de même à part les oiseaux observés en vol direct, dont l'effectif est repris dans le total (voir l'exemple).

- Couche contenant les coordonnées des points STOC Crau: C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\STOC Crau\STOC Crau 2011\STOC-Crau2011-modif1.tab
- Couche contenant les coordonnées des points Cossure: C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\planning suivis\planning points écoutes 2012\STOC-Cossure_points.tab
- Coordonnées des points dans fichier « points STOC Crau.txt » et « points cossure.txt » (ci-joint)

Point N° 12 Date :19/04/12 Observateur :NVM Heure début : 07 :14 Télémètre oui non
 °C =19 H% =10 vent =0,5 végétation : cheville-genou

Espèces	Distances (m)					PGM	Détection	Angles de fuite
	0-80	80-160	160-240	240-320	320-400			
MELCAL		1					 	

LANMER		1				2'			
...									
									
									

Figure 1 : Exemple de relevé multi-espèces

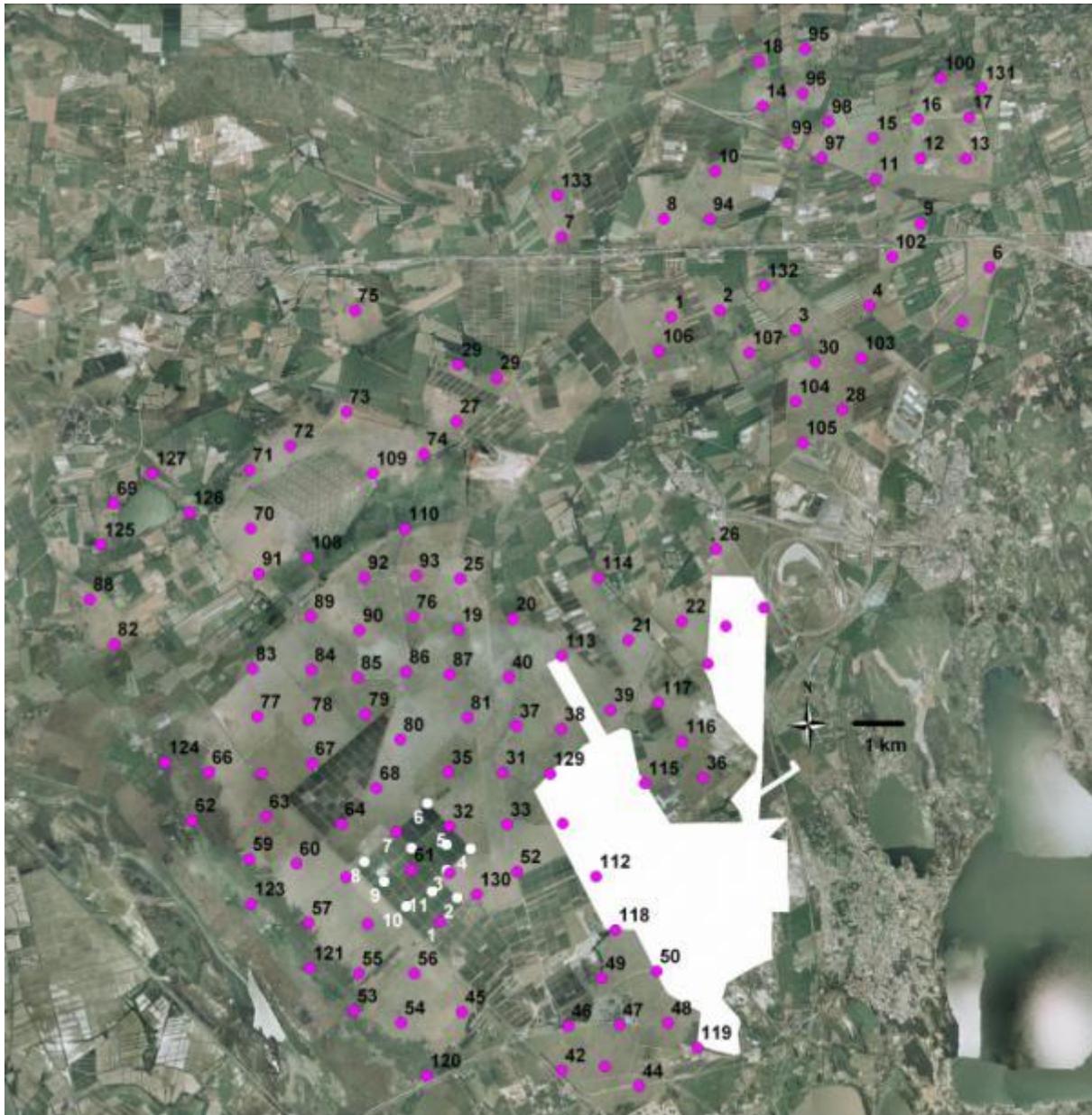


Figure 2 : Localisation des points d'écoute du STOC Crau (rose) et des points d'écoutes de Cossure (blanc)

Annexe 6 : Tendances de population de lézards ocellés

Ce suivi a fait l'objet d'une publication scientifique, toutes les explications y sont reportées :

Laurent Tatin, Oriane Chabanier, Julien Renet & Aurélien Besnard, 2014. Availability and detection probability strongly bias population size estimates in reptiles: a distance sampling survey of the ocellated lizard *Timon lepidus*. *Herpetological Journal* [accepté].

Transects

Il est important de distinguer deux notions :

- la disponibilité : probabilité que l'individu soit détectable (visible, émission d'un son ou tout autre indice de présence), de façon générale, sur l'ensemble des transects. Cette probabilité est nommée $G(0)$, elle est aussi appelée P_s par d'autres auteurs. Elle est principalement liée au comportement des animaux.
- la détectabilité : probabilité de détecter un individu détectable/disponible par l'observateur sur la ligne du transect. Cette probabilité est nommée $g(0)$, et elle est aussi appelée P_{ds} par d'autres auteurs. L'individu peut être disponible pour l'observation mais n'est pas forcément détecté par l'observateur.

Les lézards ocellés, dans la plaine de Crau, sont détectables lorsqu'ils sont en insolation sur des tas de galets, $G(0)$ est donc liée à l'activité des individus. Ainsi, il est nécessaire de collecter des informations sur le comportement des individus, et plus particulièrement sur le rythme d'activité, afin de corriger le biais de détection de 100% des individus sur les transects, à distance nulle. Le logiciel DISTANCE considère que $g(0)=1$, c'est-à-dire que l'observateur détecte 100% des individus présents sur la ligne, même si ce n'est pas souvent le cas. Une étude en radio-télémetrie en 2011 nous a permis de déterminer un modèle d'estimation de $g(0)$ en fonction des conditions météo au moment des transects (Tatin et al. 2014). Cette correction est appliquée dans les analyses des données issues des line transects (fig. 1).

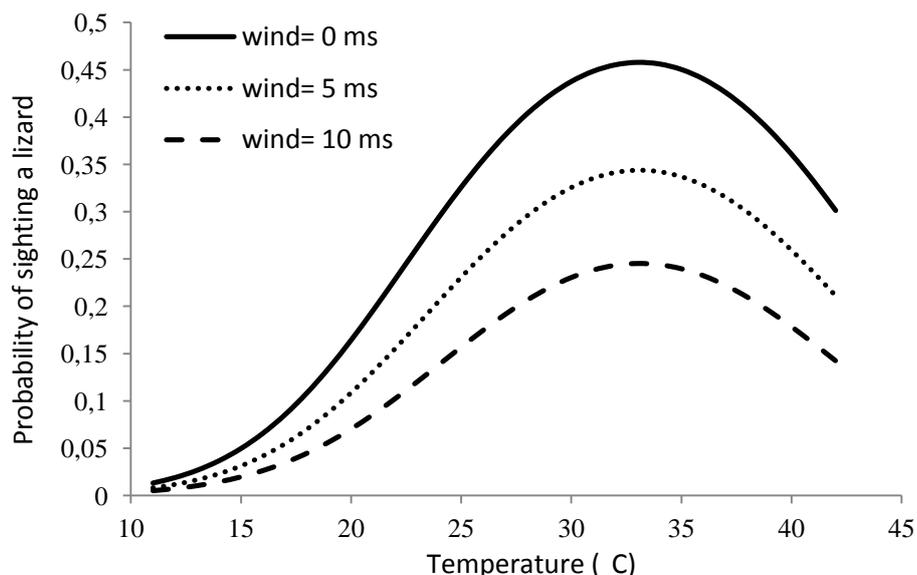


Figure 1 : Probabilité de détecter un lézard ocellé présent en avril-mai en fonction du vent et de la température

La puissance statistique est faible puisqu'il faut 40 ans pour détecter de façon significative une chute de la population de 1% par an ou 15 ans pour détecter de façon significative une chute de la population de 5% par an.

Prospections

Les transects sont choisis aléatoirement dans la zone d'étude (Figure 2 et Tableau 1) à l'aide du logiciel Distance 6.0 (systematic segmented trackline, effort 100%, n=27 samplers). Deux périodes de prospections différentes sont préconisées, dans la limite du supportable, afin de modéliser l'évolution des déplacements des individus observés en fonction des périodes.

Les 20 jours de prospections prévus pour les 40 transects sont donc à séparer en deux périodes (avril et mai), ce qui donne finalement 2*20 transects différents.

Les prospections se focalisent sur les individus en insolation sur les tas de galets. En effet, c'est à ce moment que les lézards sont les plus détectables pour l'observateur dans la plaine de crau.

Le temps de prospection varie de une à deux heures par transect, selon le nombre d'individus observés. La plage horaire de 10h à 15h en avril et mai semble être la meilleure pour une activité maximale des lézards, permettant d'observer plus facilement les individus sur des tas de galets. Il peut arriver que pour certaines journées chaudes en mai les périodes 8h30-11h et 17h-19h soient plus propices.

Les transects ne sont pas réalisés si les conditions météorologiques sont les suivantes (Tatin et al. 2014) :

- vent > 5m.s
- température < 25°C
- pluie

Les transects sont parcourus à pied, en marquant 6 points d'arrêts tous les 100m, afin de rechercher les lézards. Un télescope est utilisé pour détecter les individus. La recherche des lézards se fait devant et derrière soi, sauf pour le premier point (devant uniquement) et le dernier point (derrière uniquement) afin de respecter la longueur de 600m. Ces points d'arrêts sont suffisants pour avoir une observation de tout le pourtour des tas de galets. La recherche des lézards est aussi effectuée de chaque côté du transect.

La recherche se concentre toujours d'abord sur les tas de galets les plus proches puis s'éloigne au fur et à mesure.

Le sens des transects doit être lié à la position du soleil : il est préférable de choisir de prospecter avec le soleil dans le dos, afin qu'il éclaire les tas de galets devant soi.

Trois observateurs différents réaliseront les 40 transects dans le laps de temps le plus court.

Mesures

Une fois que l'individu est repéré, une mesure de distance est effectuée en prenant comme repère le tas de galet sur lequel le lézard a été détecté. L'azymuth et les coordonnées géographiques du point d'observation sont relevés. Ces trois mesures permettent ainsi de localiser précisément l'individu et de calculer la distance perpendiculaire entre l'observateur et les individus détectés. Les distances sont mesurées avec précision : un télémètre Leica 10 x 42 (et ponctuellement un télémètre Bushnell) sont utilisés.

Il faut toujours essayer de noter la position de l'individu avant tout déplacement en réponse à la présence de l'observateur, et bien faire attention de ne pas compter deux fois le même individu. Il est par ailleurs possible de constituer des classes de distance a posteriori afin de minimiser les biais liés à la fuite des individus. Cette démarche aura nécessairement un coût en termes de précision des estimations.

Analyses des données

Les données sont analysées sur Distance 6.0. Les recommandations de Buckland (2001) suivantes ont été prises en compte dans les analyses :

- Lorsque les détections concernent régulièrement des animaux groupés, utiliser la taille des groupes (cluster size) pour l'analyse et non le nombre d'individus,
- S'il n'y a aucune raison de penser que l'estimation de la taille des groupes par l'observateur est biaisée par la probabilité de détection, il est préférable d'utiliser la taille moyenne des groupes,
- Dans le cas des analyses avec les tailles de groupes, la troncature des observations les plus éloignées est recommandée.

Ainsi, la stratégie d'analyse est définie de la façon suivante :

- classes de distances,
- Données tronquées pour les observations au-delà de 200m,
- Moteur simple d'analyse, sans co-variables (Conventional Distance Sampling),
- Estimation de $G(0)$ à partir de l'étude télémétrique de 2011.

Transects	X	Y		Transects	X	Y
2	43.53130520	4.88258682		25	43.56120997	4.85972215
2	43.53113035	4.88999451		25	43.56103668	4.86713378
3	43.53599209	4.89164295		26	43.56087906	4.87385609
3	43.53616706	4.88423463		26	43.56070480	4.88126764
4	43.53632532	4.87751525		30	43.56632329	4.85021418
4	43.53649932	4.87010685		30	43.56615065	4.85762650
6	43.54166017	4.85860346		31	43.56599363	4.86434944
6	43.54148696	4.86601257		31	43.56582002	4.87176169
8	43.54099678	4.88686278		35	43.57059551	4.87671653
8	43.54082163	4.89427171		35	43.56946478	4.92438374
10	43.54712953	4.83373306		37	43.57125626	4.84844246
10	43.54730053	4.82632313		37	43.57142827	4.84102945
11	43.54564627	4.89710591		39	43.57609380	4.85077636

Transects	X	Y		Transects	X	Y
11	43.54582162	4.88969636		39	43.57592112	4.85818995
12	43.54598024	4.88297463				
12	43.54615462	4.87556499				
13	43.54631234	4.86884442				
13	43.54648575	4.86143470				
16	43.55137973	4.86133808				
16	43.55120633	4.86874843				
17	43.55104862	4.87546958				
17	43.55087424	4.88287985				
18	43.55071565	4.88960093				
18	43.55054031	4.89701111				
20	43.55550127	4.89447113				
20	43.55567644	4.88706030				
22	43.55616663	4.86620597				
22	43.55633985	4.85879496				
23	43.55649656	4.85207191				
23	43.55666882	4.84466082				
24	43.56153903	4.84558804				
24	43.56136671	4.85299975				

Tableau 1 : Coordonnées géographiques des points de début et de fin de chaque transect

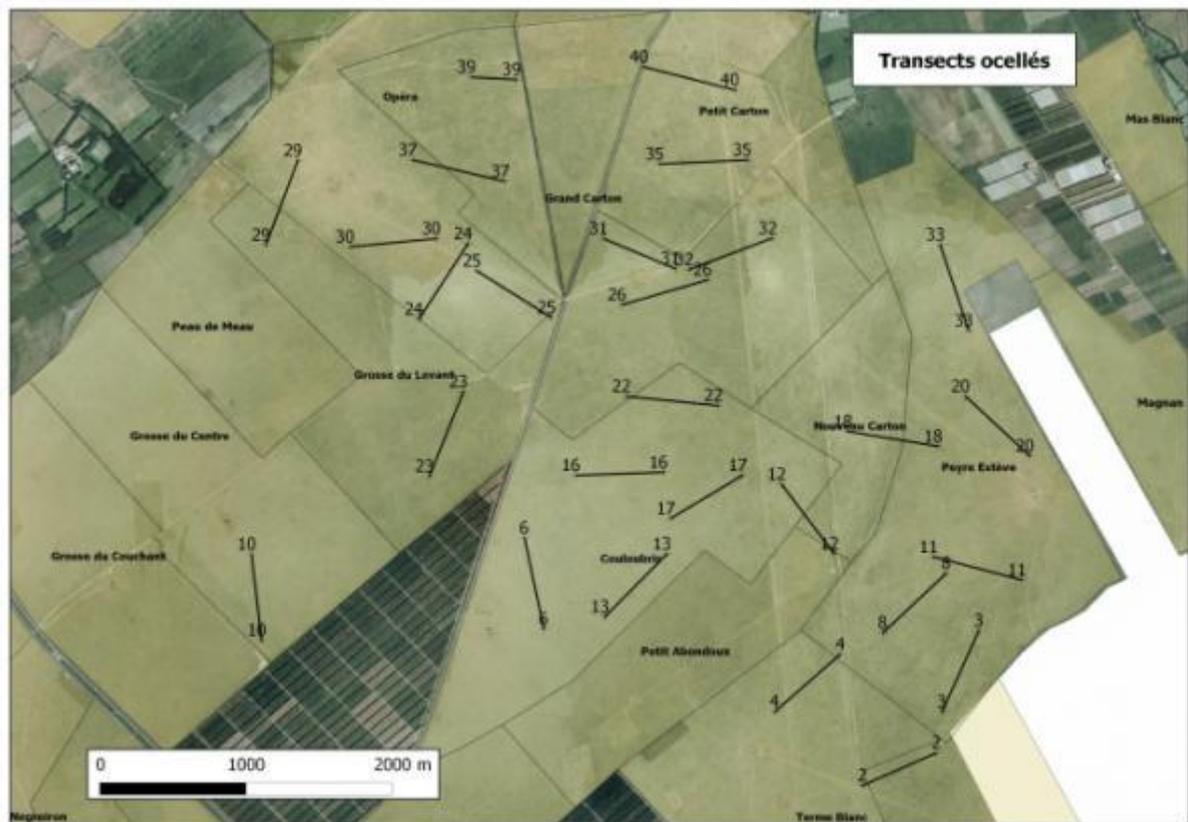


Figure 2 : Localisations des 27 line transect

Emplacement des données

C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\Lézards ocellés\Distance sampling

Photo-identification

Logiciel

I³S (Interactive Individual Identification System, Jurgen den Hartog & Renate Reijns 2008, <http://www.reijns.com/i3s/>) est un logiciel qui utilise la silhouette des taches ou points sur le corps de animaux pour leur identification. Il a été développé pour la raie manta et les requins. La version utilisée est I³S Manta développée pour les taches plutôt que pour les points. Pour être capable de travailler avec différentes prises de vue (angles et échelles) il est nécessaire de référencer chaque image à partir de trois points de référence sur le corps de l'animal. Ces points doivent satisfaire les conditions suivantes :

1. Leur localisation exacte est clairement et systématiquement identifiable
2. Ils doivent être visibles sur toutes les images
3. Le triangle formé par les 3 points de référence doit contenir la plupart des taches de l'animal. Idéalement le triangle doit avoir des angles qui se rapprochent le plus possible de 60 degré pour assurer des résultats optima.

Les points de référence permettent de construire un espace de référence commun à toutes les images (Fig. 1) et délimite un triangle dans lequel les taches seront choisies prioritairement pour la comparaison. Dans une première étape, les images sont comparées deux à deux en mesurant la distance entre les taches de l'individu 1 et de l'individu 2 (comparaison de paires de taches). La sélection des paires de taches pour la comparaison se fait en comparant la distance entre deux taches d'une paire considérée, et la distance entre deux taches d'une paire alternative (formée par la deuxième tache de l'individu 2 la plus proche par rapport à celle considérée sur l'individu 1). Si la distance entre deux taches de la paire alternative est au moins deux fois la distance de la paire considérée, la paire considérée est retenue pour la comparaison (Fig. 2). Dans une seconde étape, un espace de référence alternatif est recherché. Parmi les paires retenues, toutes les combinaisons de 3 paires sont testées comme espace de référence selon la même procédure que dans la première étape. Si un meilleur résultat est obtenu c'est ce nouvel espace qui est retenu pour l'analyse finale.

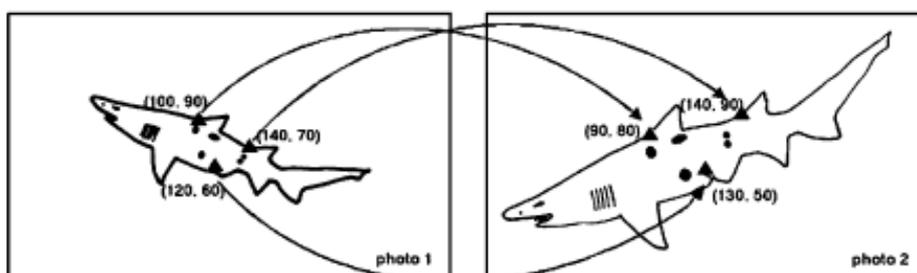


Fig. 1. Transformation of reference points (shown as black triangles) from one shark image onto another.

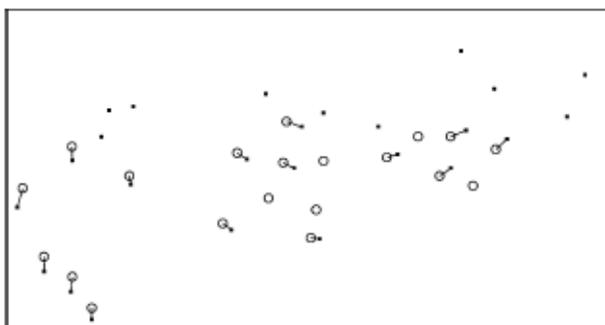


Fig. 2. Comparison of the spot marks in two different images of the same shark. The closed squares denote the spot marks from one shark image while the open circles represent those of the second shark image. The lines indicate matching spot pairs.

Pour la recherche dans la librairie d'image, l'algorithme développé se base sur les critères d'information (IC) pour classer de façon parcimonieuse les ensembles de paires de taches qui sont les mieux assortis. Ainsi, le modèle avec le plus faible IC est retenu.

Les résultats d'évaluation du logiciel montrent qu'il reconnaît correctement les individus à 95,4% lorsque 3 images d'un même individu sont présentes dans la librairie d'images.

Limites du logiciel

- La transformation d'une image 3D en une image en 2D pose des problèmes de déformation du principalement à l'angle de prise de vue. Il faut donc, dans la mesure du possible faire des images perpendiculaire à la partie de l'animal contenant les taches.

- Le corps de l'animal est flexible et occasionne des déformations différentes entre les photos. Il est donc préférable d'obtenir des images d'animaux en position rectiligne ou au moins exclure les taches présentes dans les zones à fortes déformations.

Protocole pour le lézard ocellé

Prise de vues

Les prises de vues sont réalisées à l'aide de deux trépieds : un pour l'appareil photo, un autre pour le support sur lequel les lézards sont placés. Ce dernier consiste en une planche de bois équipée d'un fond sur lequel sont tracées des lignes espacées de 1cm (Fig. 3). Ce fond servira de repère pour les points de référence (cf. ci-dessous). L'appareil photo et le support sont placés en vis à vis, à la même hauteur (de façon à faire des clichés à 90° du corps de l'animal), et espacés de 1m. La prise de vue se fait en mode macro.

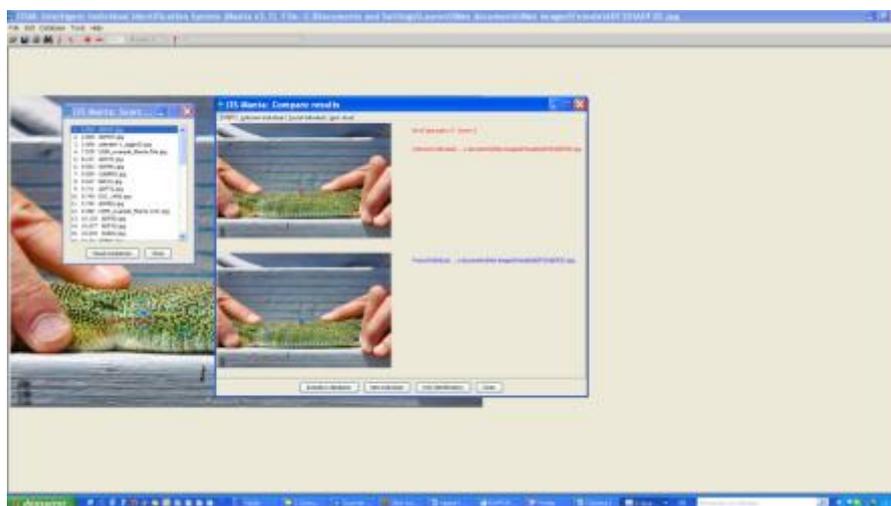


Figure 3 : Capture d'écran du logiciel I³S permettant la reconnaissance des individus capturés

L'animal capturé est placé sur le support de façon à ce que son corps ne soit pas vrillé et que les membres laissent apparaître leur insertion sur le corps. Il est donc nécessaire d'étirer un peu l'animal, de dégager ses membres du corps et de le maintenir fermement sur le support. Les deux côtés de l'animal sont photographiés.

Points de référence

Les points de référence sont (Fig. 4):

1. l'écaille de la ligne ventrale la plus proche de l'insertion du membre antérieur
2. l'écaille de la ligne ventrale la plus proche de l'insertion du membre postérieur
3. le sommet du dos de l'animal. Il est déterminé à l'aide des lignes du fond du support.

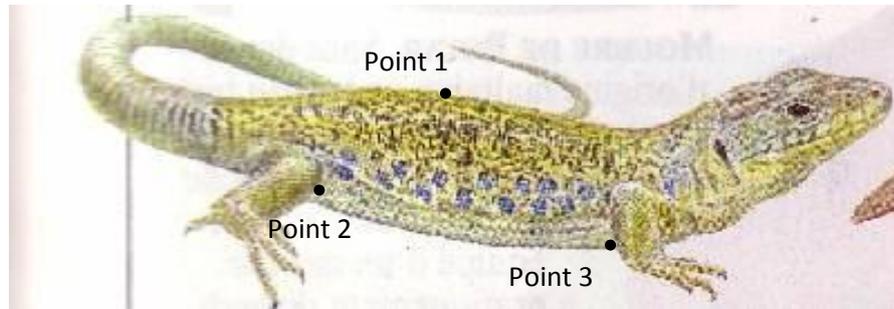


Figure 4 : Points de référence permettant de caler les images collectées

Emplacement des données

C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\Lézards ocellés\ photo ID ocellé

Annexe 7 : Dynamique de la population de ganga cata

Observation au point d'eau

Une mare utilisée par les gangas cata a été découverte en 2011 par la RN des coussouls de Crau sur les marais du Retour (G. Paulus). Un affut de chasse a été utilisé comme point d'observation. Les informations suivantes ont été collectées :

- N_{total} oiseaux sur le point d'eau,
- $N_{\text{mâles}}$ qui collectent de l'eau pour abreuver des poussins : l'oiseau s'accroupie dans l'eau jusqu'à immerger les plumes du ventre et une partie des flancs, relève légèrement les ailes et la queue et peu quelquefois remuer en saccades, le tout durant entre 20 et 60 secondes (Fig. 1),
- N mâles,
- N femelles,
- N jeunes,
- N d'individus non sexés.



Figure 1 : Male collectant de l'eau pour abreuver un (des) poussin(s). © L. Tatin.

Le sexage des individus a été fait soit directement sur le terrain, soit à partir de photos. Elles ont été prises avec un Nikon D90 sur lequel un objectif sigma 120-400mm f.4-5.6 ou un 28-105mm f. 3.5-5.6 a été monté (matériel personnel d'agents de la RNN). D'autres appareils bridges ont été utilisés en appoint lorsque les oiseaux arrivaient en grand nombre.

Les observations ne sont pas indépendantes car il n'est pas possible de distinguer si les individus sont les mêmes d'une session d'observation à une autre.

Pour la description de la mue et des plumages, trois types d'information ont été utilisés. Le premier est la bibliographie disponible sur l'espèce et particulièrement les articles de von Frisch (1969), Stresemann & Stresemann (1966) et Johnsgard (1991). Le second type d'informations est issu d'un élevage en captivité mené par l'université d'Agadir (Maroc). Enfin, des photos d'oiseaux en main ou en nature prises dans la Réserve Naturelle Nationale des coussouls de Crau et au centre d'élevage d'Agadir ont été utilisées. Concernant les photos prises dans la RNN des coussouls de Crau, elles sont issues d'un suivi des oiseaux aux points d'eau entre fin juin et mi-septembre en 2011, 2012 et 2013 et de la capture de 10 oiseaux en novembre 2010. Un total de 586 photos en Crau et des photos à Agadir constitue la photothèque qui a été utilisée pour identifier les différents plumages et les confronter aux 3 articles sus-cités.

Génétique

Les oiseaux lors de leurs activités journalières laissent des traces derrière eux, comme les plumes de mue. C'est ce que font les gangas cata lorsqu'ils viennent s'abreuver aux points d'eau ou lors des phases de repos en coussoul (Fig. 2). Le calamus de ces plumes contient du sang (Fig. 3) à partir duquel il est possible d'extraire l'ADN et de mesurer certains paramètres individuels et populationnels. Cette méthode, *non-invasive sampling*, connaît toutefois des restrictions techniques principalement du fait que la source d'ADN est faible (qualité et quantité) mais peut s'avérer être la seule solution dans le cas d'espèces rares, difficiles à détecter, de petites populations à risque, ou d'études qui visent à étudier un comportement (éviter effet de l'équipement ; Taberlet, Waits & Luikart, 1999). Plusieurs types de paramètres peuvent être étudiés : taille de population, paramètres démographiques (survie, fécondité, recrutement et sex-ratio), utilisation de l'habitat, système d'appariement, et échantillonnage à la fois des reproducteurs et des non reproducteurs (souvent sous-estimés). Comme le conseille de nombreux auteurs (Taberlet & Luikart, 1999; Taberlet *et al.*, 1999; Segelbacher, 2002; Hogan *et al.*, 2008; Rudnick, Katzner & DeWoody, 2009), une étude préliminaire est préférable pour mesurer la pertinence de la méthode (estimation de la qualité et quantité d'ADN présent dans les plumes de mues, probabilité d'identité, *allelic dropout*, etc.). Il est aussi fortement conseillé de collecter plusieurs plumes par individus (*deep sampling* ; TABERLET & LUIKART, 1999; Waits, Luikart & Taberlet, 2001; Rudnick *et al.*, 2007). Le type de plumes n'influence pas le succès d'extraction de l'ADN, par contre la dégradation entraîne une chute de ce succès. Il est conseillé de collecter régulièrement les plumes (Hogan *et al.*, 2008).



Figure 2 : Les oiseaux qui viennent s'abreuver aux points d'eau ou se reposer en coussoul laissent des plumes de mues sur le sol qui contient de l'ADN. ©L. Tatin

La première année (2012) a été consacrée à un premier test d'extraction et d'analyses centrées sur l'ADN mitochondrial en vue d'étudier la différenciation des populations ibériques et française. Un premier essai sur l'ADN nucléaire (microsatellite) a été réalisé. L'année 2013 a pour objectif d'étudier la possibilité de construire un échantillonnage non biaisé de plumes de mues (présenté ci-après) et de tester l'identification individuelle à partir de l'ADN nucléaire (en attente).

Collecte de plumes

Si en 2012 la collecte a été effectuée sur un seul point d'eau et un seul reposoir, en 2013 un effort a été fait pour rechercher de nouveaux points d'eau. Une recherche à partir des zones humides connues de la Crau a été effectuée avec l'aide de plusieurs observateurs.

Afin de respecter les préconisations des études antérieures (*deep sampling* et collecte de plumes peu ou pas dégradées), plusieurs visites ont été réalisées pour chaque site, permettant ainsi d'obtenir un échantillon spatial et temporel, mais aussi d'augmenter la probabilité de collecter plusieurs plumes d'un même individu. Pour chaque visite, les plumes ont été prélevées sans toucher la base du rachis avec les doigts, placées dans une enveloppe papier (différente pour chaque date et site) puis mise à sécher. Une fois les plumes sèches, elles ont été mises sous enveloppe libellée au congélateur.

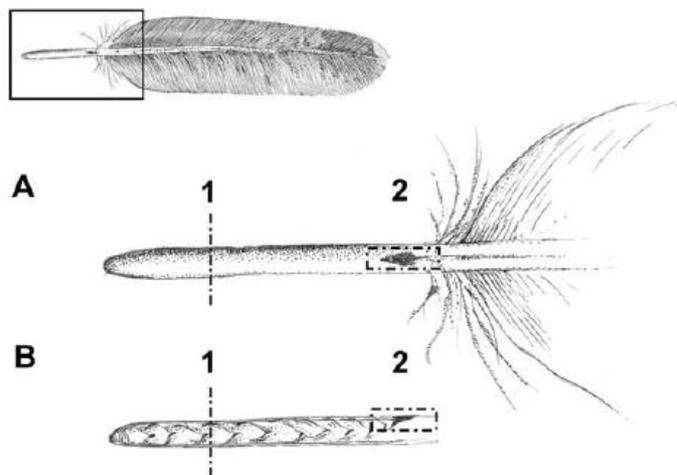


Figure 3 : Vue générale d'une plume de vol. (A) détail postérieur de la base du rachis. (B) coupe longitudinale du calamus. Les deux zones de prélèvement de l'ADN sont montrées : 1) base du calamus ; 2) caillot sanguin de la partie supérieure de l'ombilic.

Analyses génétiques

Le travail d'extraction, de typage et d'analyse des données ADN a été réalisé par le CSIC (Jesus T. Garcia et al. 2013) dans le cadre d'une étude plus large sur les populations ibériques (Bardenas Reales, Ciudad Real, Lleida, Albitas et Madrid) et la population française de gangas catas.

La viabilité d'une population dépend entre autre de sa variabilité génétique. Cette diversité génétique fait référence à la fois à la variabilité entre populations d'une même espèce et à celle existante entre individus d'une même population. Elle est estimée à partir de la mesure des allèles des marqueurs utilisés. Ici, deux types de marqueurs ont été choisis :

- *Microsatellites* : séquences de nucléotides hautement polymorphes qui sont conservées au cours de l'évolution. Bien qu'il n'existe pas de marqueurs spécifiques au ganga cata, une analyse bibliographique a permis de sélectionner 37 microsatellites aviaires dont 17 sont généraux et 17 autres spécifiques aux colombiformes, connus pour être phylogénétiquement proche des gangas. Les 3 derniers marqueurs ont été utilisés par Primmer et al. (1995) sur des oiseaux non passeriformes. Les 10 marqueurs les plus polymorphes ont été utilisés dans les analyses.
- *ADN mitochondrial* : molécule plus grosse, présente dans les mitochondries et qui est composée de plusieurs gènes, transmis uniquement par la mère. Ce sont les fragments NADH déshydrogénase (ND2; 510 paires de bases) et de l'enzyme cytochrome oxydase (COI; 699 paires de bases) selon le protocole modifié de Sorenson et al. (1999) et de Herbert et al. (2004), qui ont été utilisés.

La variabilité (nombre d'haplotypes) et la diversité génétique à partir des mitochondries a été calculée avec le programme Arlequin 3.5 (Excoffier et Lischer, 2010). Les fréquences alléliques des microsatellites

ont été calculées avec GenAEx 6.5 (Peakall et Smouse, 2012). Le test à l'équilibre de Hardy-Weinberg a été réalisé avec GENEPOP v.3.1 (Raymond et Rousset, 1995).

La différenciation génétique des populations deux à deux est calculée à partir du F_{ST} et de la distance de Nei (Nei, 1973) aussi bien à partir des microsatellites (GenAEx 6.5) que des mitochondries (Arlequin 3.5). Les tests statistiques utilisés sont des tests de permutations (10 000 répliques). La structure génétique a été testée avec une analyse de variance moléculaire (AMOVA) qui utilise la distance de Tamura y Nei (Tamura et Nei, 1993). La sélection du meilleur modèle évolutif des populations de gangas catas est réalisée avec Modeltest 3.7 (Posada et Crandall, 1998).

L'identification d'un goulot d'étranglement de la population a été réalisée suivant la méthode de Luikart et al. (1998) qui consiste à tracer un histogramme des fréquences alléliques selon 10 catégories (de 0.001-0.100 ; 0.101-0.200,... 0.901-1.000.). Si la première catégorie (fréquences basses) est inférieure à une ou plusieurs catégories de fréquences intermédiaires (jusqu'à 0.900) alors un goulot d'étranglement récent existe.

L'arbre phylogénétique est construit à partir de la variation des séquences d'ADN mitochondrial (PAUP 4.0 ; Swofford, 2002).

Distribution automnale des oiseaux

Durant une semaine à l'automne, 4 équipes de deux observateurs visitent les 22 secteurs de la Crau à la recherche des oiseaux (Fig. 4). Chaque matin et chaque soirée, un observateur supplémentaire compte le nombre d'oiseaux présents sur le site de Calissane, utilisé depuis 2009-8-2009 par une majorité des oiseaux observés (données CEN PACA). Durant les visites, les observateurs parcourent à pied les secteurs qui leur ont été attribués en laissant une distance de 200m entre eux. Cette distance permet de ne pas laisser d'espace non-prospecté d'après les distances de fuites mesurées en Espagne (Suarez et al. 2005).



Figure 4 : Localisation des secteurs visités par les quatre équipes d'observateurs en octobre-novembre.

Emplacement des données

C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\Ganga cata

Annexe 8 : Communauté de coléoptères coprophages

Etat des lieux de la faune coprophage

L'état zéro est défini comme une place de pâturage n'utilisant pas ou peu d'ivermectine, ou en dehors des périodes critiques pour les coléoptères coprophages.

La sélection de cet échantillon est réalisée à partir des données de L. Eon (GDS). Sur les 5 places de pâturage définies comme état zéro (Tab. 1), seules les quatre places suivantes ont été sélectionnées car localisées dans un rayon qui peut être couvert en une journée par une personne (Fig. 2) :

1. Lemerrier : Opéra
2. Lemerrier : Nouveau carton
3. Roux : Petit carton
4. Groulet : Peau de meau

Nom	Date traitement vermifuge	Produit utilisé
Gaec le mérinos	décembre, février	plus de 10 ans sans ivermectine
M. Lemerrier	février	plus 5ans sans ivermectine
M. Roux	début janvier fin avril	jamais ivermectine
J-L. Tavan	décembre janvier février	Ivermectine en décembre 2011
R. Tavan	décembre janvier février	Ivermectine en décembre 2011
M. Groulet	printemps	jamais ivermectine
C. Trouillard	novembre/ mai	l'année dernière sur certains troupeaux: cydectine

Tableau 1 : Places de pâturage définies comme « soft » du point de vue des avermectines (données L. Eon, com. pers.)

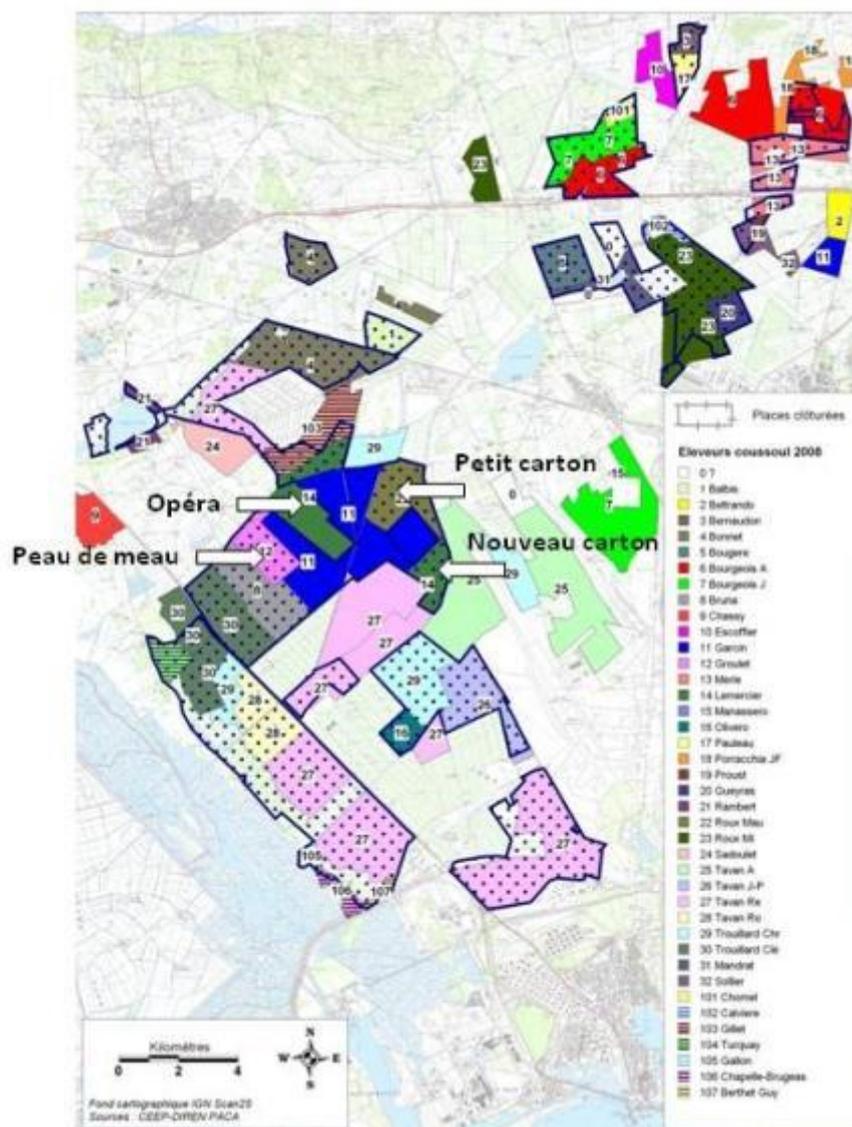


Figure 2 : Localisation des 4 places de pâturage sélectionnées

Pour chaque place, 3 protocoles sont réalisés (Fig. 3) :

(1) *Estimation de la disponibilité en matière fécale pour les coléoptères.* Une surface de 50m² équivalente à celle comprenant les pièges, et située à la même distance de la bergerie est nettoyée des crottes présentes à j_1 puis les crottes sont collectées, et celles qui sont agglomérées sont dénombrées, à j_3 , j_6 et j_9 (selon disponibilité en personnel) dès que les brebis sont présentes sur la place de pâturage. Les crottes agglomérées et les « pétoules » sont collectées dans des sacs séparés. Les sacs utilisés sont des sacs congélation afin de s'assurer que les crottes ne se déshydratent pas avant passage à l'étuve. La dessiccation des crottes est réalisée à l'étuve à 60°C pendant 48h.

(2) *Inventaire de la richesse en coléoptères coprophages.* Quatre pièges à coléoptères coprophages sont installés. Les emplacements (sites) sont choisis de façon à correspondre à une pression de pâturage moyenne. Puisqu'il existe un gradient de pâturage entre la bergerie et l'extrémité de la place de pâturage (Dureau 1997, Fig. 1), les pièges sont positionnés sur une auréole entre ces deux extrêmes à distance similaire des bergeries (200 à 300m).

(3) *Vérification de l'homogénéité de la pression de pâturage autour des pièges* sur les quatre places de pâturage. Estimation de la densité de crottes sur des transects de 5m de long sur 1m de large, réalisés sur un gradient partant de la bergerie et jusqu'à 50m au delà des pièges. Les transects sont réalisés fin

juin, après le départ des brebis en alpage. Seules les crottes agglomérées sont dénombrées, la proportion entre crottes agglomérées et « pétoules » sera donnée par (1).

Les pièges visent à attirer les insectes afin de les capturer et de les identifier ultérieurement en laboratoire. Ils sont constitués d'une bassine remplie d'eau salée (avec quelques gouttes de produit vaisselle pour empêcher les insectes de flotter) enfoncée dans le sol de façon à ce que le bord se retrouve au même niveau que le sol (Fig. 4). Par sécurité, comme le sol de la plaine de Crau est très caillouteux et compact, et que la délimitation du trou de la bassine peut être approximative, une bâche plastique est positionnée sous la bassine et remonte jusque sur les bords du piège (Fig. 4). Un tamis est placé au-dessus de la bassine, sur lequel un agglomérat de crottes de brebis est placé pour attirer les coprophages. Les insectes visitant ainsi l'appât tombent dans la bassine d'eau salée.

Chaque piège est relevé trois jours (72h) après la pose de l'appât à deux ou trois reprises. Les insectes piégés dans la bassine et ceux pris dans la bâche sont rassemblés dans un tube rempli d'alcool à 70 modifié. Chaque tube est numéroté et la date, le numéro du piège et la place de pâturage sont inscrits sur papier, plongé dans l'alcool. Après décantation (48 à 72h), le contenu de chaque tube est transvasé dans de l'alcool propre afin d'éviter le pourrissement des animaux.

Deux campagnes de piégeage sont réalisées : printemps et automne afin de cibler toute la richesse potentielle de la Crau en coléoptères coprophages.

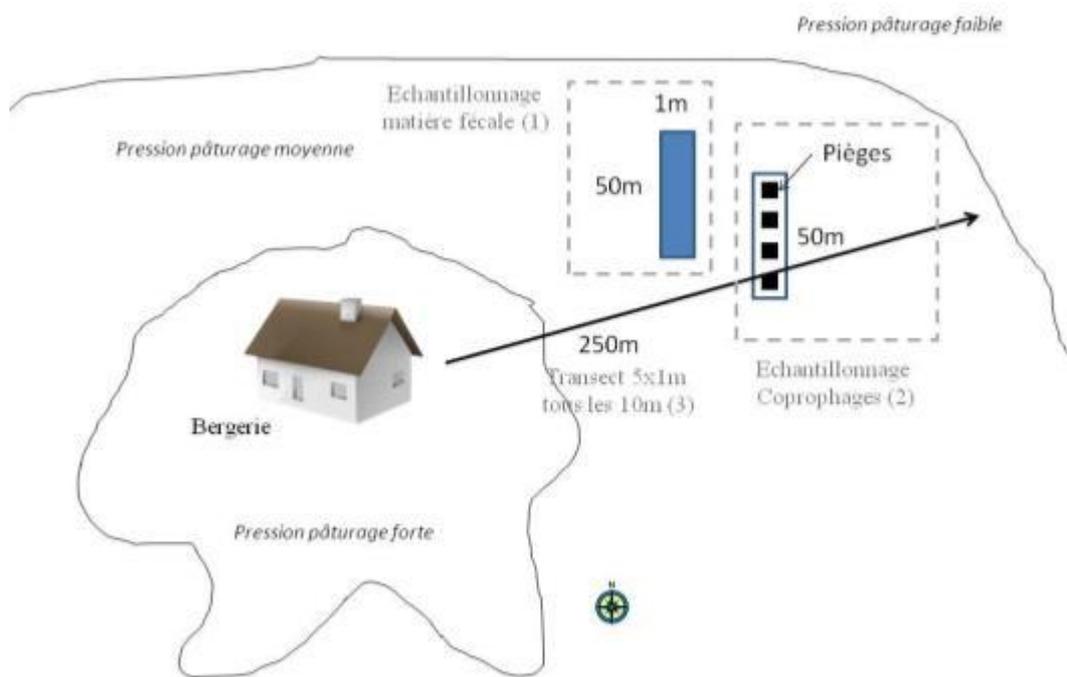


Figure 3 : Schéma de principe du protocole d'étude des coléoptères coprophages en Crau.

(1) : Estimation de la disponibilité en matière fécale pour les coléoptères. La surface de 50m² est nettoyée des crottes présentes à j_1 puis les crottes sont collectées et dénombrées à j_3 , j_6 et j_9 (selon disponibilité en personnel) dès que les brebis sont présentes sur la place de pâturage. Les crottes agglomérées et les « pétoules » sont collectées dans des sacs séparés. (2) : Les 4 pièges sont visités trois fois à trois jours d'intervalle (j_3 , j_6 et j_9) dans une période de conditions météorologiques propices à l'activité des coléoptères coprophages. (3) : Estimation de la densité de crottes afin de vérifier que les pièges ont bien été placés dans une zone de pression de pâturage identique entre les 4 places de pâturage. Les transects sont réalisés fin juin, après le départ des brebis en alpage. Seules les crottes agglomérées sont dénombrées, la proportion entre crottes agglomérées et « pétoules » sera donnée par (1).

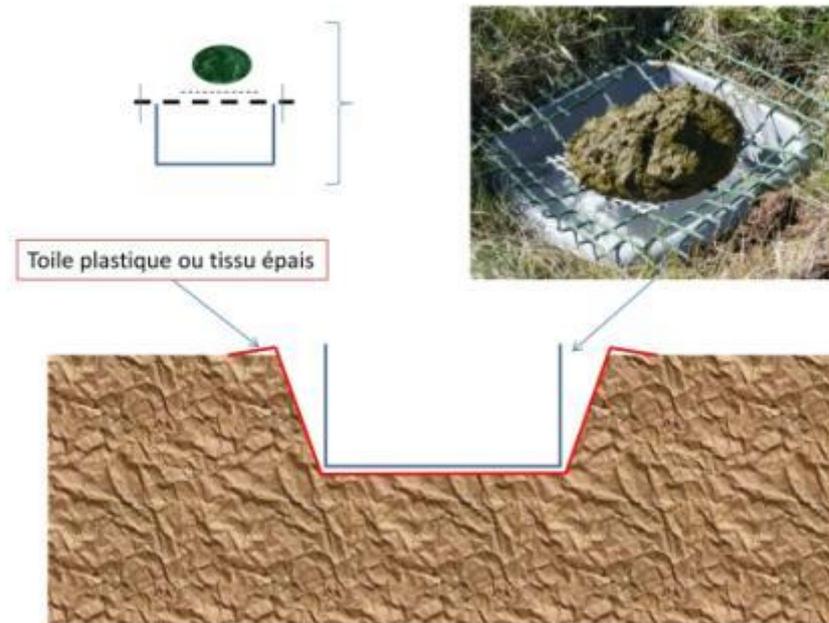


Figure 4 : Piège à coléoptères coprophages

Pratiques vétérinaires

Questionnaires à rediscuter mais premiers éléments ici :

- Utilisation ivermectine : quand, comment, à quelle fréquence, sur combien d'animaux, quels sont les parasites ciblés
- Pratique des bains : quel produit, quand, sur coussoul ou hors coussoul, devenir des eaux résiduelles
- 2012 : quels produits utilisés, quand, sur combien d'animaux

Emplacement des données

C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\Coleoptères

Bibliographie

BEYNON S.A. 2012. Potential environmental consequences of administration of ectoparasiticides to sheep. *Veterinary Parasitology*, in press.

BIGOT L., CHEMSEDDINE M. & DEYLE G. 1983. Contribution à la connaissance de la structure et de la dynamique de la communauté des arthropods terrestres de la plaine désertifiées (ou coussoul) de la Crau (B. du Rhône). *Biologie-Ecologie méditerranéenne*, Tome X – numéro 1-2 – p. 119

DUREAU R. 1997. *Impact de la conduite du troupeau sur la structure de la végétation*, pp. 90 In Patrimoine naturel et pratiques pastorales en Crau, CEEP, Saint Martin de Crau.

EON L., BURONFOSSE T., WOLFF A., 2006. – Enquête sur les pratiques sanitaires appliquées au cheptel – Site n°5 « Crau et Marais ». Rapport Life Nature : Restauration du Vautour percnoptère dans le sud-est de la France N°LIFE03NAT/F/000/03. 25p

FADDA S. 2007. *Organisation des communautés de Coléoptères terricoles en écosystème multi-perturbé : le cas des écosystèmes de pelouses sèches*. Thèse de Doctorat, Université Paul Cézanne, Marseille, France.

Annexe 9 : Dynamique de la population d'outardes canepetières

1/ Estimation de la population hivernante

La méthode consiste à visiter 32 secteurs prédéfinis de la Crau abritant l'habitat potentiel des outardes canepetières (friches, coussouls, certains prés de fauche et cultures de céréales) en une matinée. Les secteurs ont une surface variable entre 140 et 1650 ha. Pour cela des équipes de 2 à 4 observateurs selon la taille du secteur prospectent en simultané. Le 22 janvier a été choisi comme date des prospections pour lesquelles 142 observateurs bénévoles ont été mobilisés. Chaque équipe note pour chaque individus ou groupes d'individus observés les informations suivantes sur une carte de leur secteur (Fig. 1) : heure de détection, effectif, direction d'arrivée, heure et direction de départ.

Les cartes sont ensuite analysées de façon à éliminer les doubles comptages certains pour les secteurs voisins.

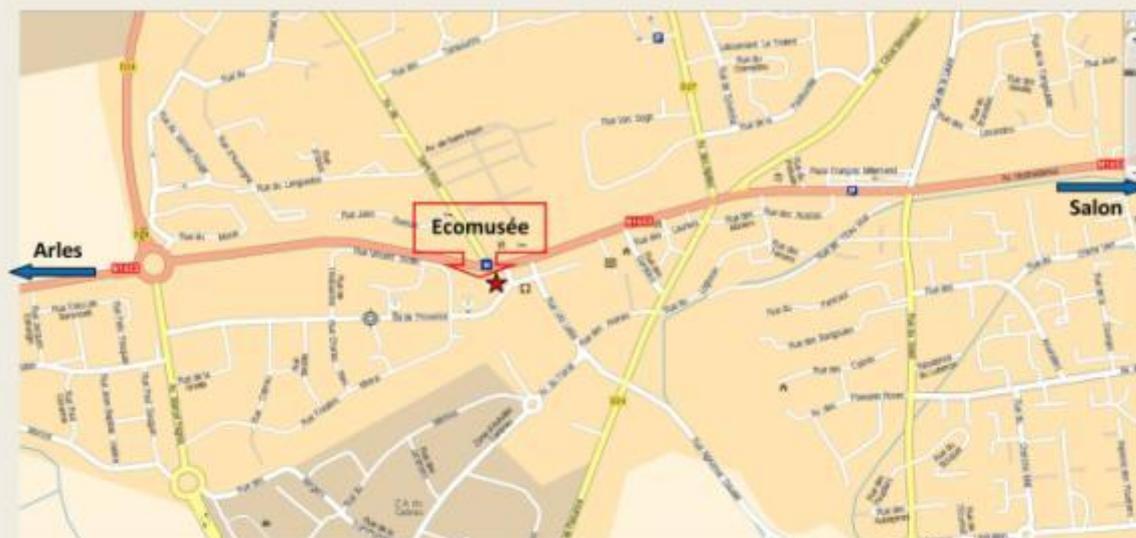
Tableau 1 : Secteurs prospectés en hiver pour le dénombrement des outardes canepetières

Secteurs	ha	Secteurs	ha
Jasse	699	Petit Carton	842
Merle	209	Opera	637
Carougnade	364	Baussenq	701
Tapie	451	Gamadou	195
Beauchamp	351	Grosse	862
Calissane	598	Grand Carton	632
Vallon	356	Brune d'Arles	515
Poulagères	343	Terme Blanc	415
Chambonnet	97	Negreiron	549
Piste de Rus	613	Cabane rouge	364
Leuze	391	Coucou	340
Tartonne	1 010	Ventillon	539
Autodrome	387	BA Istres	1 181
Cabane Neuve	468	BA Salon	306
Guillaume Orcel	658	La Fare	97
		total	15 171

Comptage des populations hivernantes d'Outardes canepetière et de Gangas cata

Lieu de rendez-vous : sur le parking de l'Ecomusée de la crau à Saint Martin de crau

(Adresse pour calcul d'itinéraire Mappy/viamichelin : boulevard de Provence, Saint Martin de Crau)



Localisation de l'écomusée de Saint Martin de crau

Heure de rendez-vous : à partir de 7h30 jusqu'à 8h

Durée : La matinée, prévoir 3 h de terrain

Infos pratiques

- **Contact :** Bénédicte Meffre, benedicte.meffre@ceep.asso.fr, 06 33 92 62 73
- **Matériels optiques :** jumelles si possible, le comptage s'effectuant en déplacement la longue vue de sera pas appropriée
- **Equipements :** chaussures de marche et vêtements chauds, prévoir de quoi écrire (crayon papier, stylo...)

Le comptage

- Au fur à mesure de l'arrivée des bénévoles : constitution des groupes avec indications sur le site à prospecter (carte de localisation de la zone à prospecter avec indications pour se rendre sur le site et fiche de terrain). **Axel WOLFF** coordonnera le comptage et se chargera de la constitution des groupes (S'adresser à lui à votre arrivée)
- **Protocole :** (Celui-ci vous sera expliqué dans le détail au moment de la constitution des groupes), quelques explications rapides : Une fois sur le site à prospecter :
 - o Quadriller le terrain en laissant un espace d'environ 100 à 150 m entre observateurs selon la taille du terrain.
 - o Cartographier l'endroit d'où les oiseaux se sont envolés, là où ils se posent, et leur direction de vol le cas échéant (à noter sur la fiche et le plan qui vous seront donnés au moment de la constitution des groupes).
- Une fois le site prospecté, retour à l'écomusée où un petit apéritif de remerciement vous attendra... **Rendez-vous vers midi à l'écomusée**

Protocoles de terrain

Couche contenant les coordonnées des zones à enjeux outardes : C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\planning suivis\planning points écoutes 2012\ Enjeu avifaune 2009.tab

Collecte des données :

- Durée : 1 min de mise en place à l'arrivée sur le point + 5min d'écoute
- Seules les outardes et œdicnèmes doivent être notés.
- A faire le matin dans les 3h après le lever du soleil ET le soir dans les 3h avant le coucher du soleil,
- Les conditions météo doivent être notées : vent, °C et H% (couverture nuageuse)
- La hauteur de la végétation est estimée aux environs immédiat du point d'écoute (rayon de 50m) : < cheville ; cheville – genou ; > genou. Cela peut permettre d'améliorer le modèle d'estimation des densités.
- Les heures de début du point doivent être notées.
- Noter la distance entre l'observateur et le mâle chanteur observé. Ne pas noter si les conditions ne permettent pas une mesure fiable de la distance (oiseaux en vol, non visible, pas de télémètre à disposition etc.).
- Occupation du sol : indiquer sur les impressions carto des parcellaires de la zone concernée les changements que vous observez. A l'échelle de la parcelle entière. Collectez ces informations uniquement à partir du point d'écoute (soit environ un rayon de 500m autour de vous), ne pas se déplacer entre les points pour couvrir plus de surface.

A l'approche du point, il faut être attentif et détecter si des oiseaux fuient devant soit. Si c'est le cas, il faut noter la direction de fuite en divisant l'espace en 4 angles et estimer la distance par rapport au point (Fig. 3):

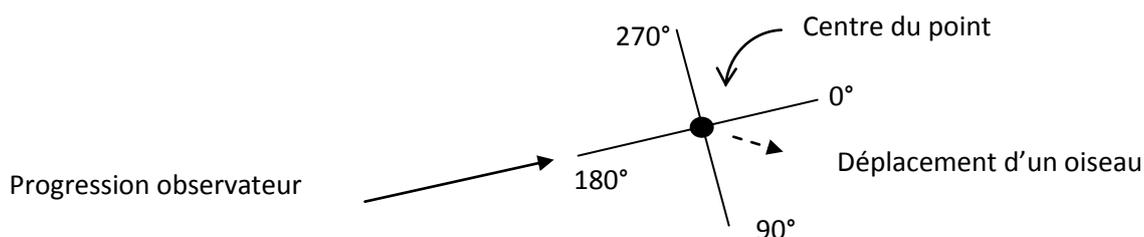


Figure 3 : Direction de fuite des oiseaux à l'approche du point

Toujours commencer par les oiseaux les plus proches car pour obtenir des estimations de densités précises il faut beaucoup de données près du point, donc allouer plus de temps à chercher les oiseaux proche du point.

Les spécifications suivantes doivent être respectées :

1. Distances : 6 classes de distance pour les outardes et œdicnèmes (0-80, 80-160, 160-240, 240-320, 320-400 et >400m) Des carnets de terrain sont fournis au format adéquat de saisie.
2. Ne pas mesurer la distance si le contexte est incertain : identification incertaine, oiseau caché, difficulté de prendre la mesure avec le télémètre (brume de chaleur ou oiseaux trop éloigné par exemple), etc.
3. Distinguer les oiseaux détectés un par un et ceux détectés en groupe. L'analyse finale n'est pas la même, il faut donc préciser à chaque détection le nombre d'individus et la distance.

4. Dans le cas des groupes d'oiseaux : 1) si le groupe est bien défini (=un paquet), il faut mesurer la distance au centre du paquet, 2) si le groupe est lâche il faut mesurer les distances de tous les individus.
5. Trois cas de figures particuliers :
 - Un oiseau qui décolle et sort du champ de vision doit être noté et sa distance mesurée à partir du point d'où il s'est envolé.
 - Dans le cas d'un oiseau qui arrive en vol et se pose, il faut mesurer la distance par rapport à l'endroit où il est posé.
 - Un oiseau en vol est noté mais sa distance non mesurée.
6. Le télémètre sert à certifier de la classe de distance dans laquelle se trouve les oiseaux. Il faut viser l'oiseau lorsque sa taille constitue une cible assez grosse ou viser un repère dans le même plan que l'oiseau.

Point N° 142 Date : 19/04/12 Observateur :CDD Heure début : 06 :45 Télémètre: Oui Non
 °C =21 H% =40 vent =1,3 végétation : <cheville

Espèces T=TETTET B=BUROED	Distances (m)						Sexe M/F	Détection	Angles de fuite
	0-80	80-160	160-240	240-320	320-400	>400			
T	1						M		
T			1				M		
B				2					

Figure 4 : Exemple de relevé outardes / œdicnèmes

Stratégie d'analyse

Les recommandations de Buckland (2001) suivantes ont été prises en compte dans les analyses :

- Lorsque les détections concernent régulièrement des animaux groupés, utiliser la taille des groupes (cluster size) pour l'analyse et non le nombre d'individus,
- S'il n'y a aucune raison de penser que l'estimation de la taille des groupes par l'observateur est biaisée par la probabilité de détection, il est préférable d'utiliser la taille moyenne des groupes,
- Dans le cas des analyses avec les tailles de groupes, la troncature des observations les plus éloignées est recommandée.

Ainsi, la stratégie d'analyse est définie de la façon suivante :

- 6 classes de distances (0-80m, 80-160m, 160-240m, 240-320m, 320-400m et >400m),
- Données tronquées pour les observations au-delà de 400m,
- Moteur simple d'analyse, sans co-variables (Conventional Distance Sampling),
- Estimation de la taille des groupes est faite à partir de la moyenne observée

Emplacement des données

C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\Outardes canepetieres

Bibliographie

Burnham, K.P. & Anderson, D.R. 1998. *Model Selection and Inference: A Practical Information-Theoretic Approach*. Springer-Verlag, New York, NY.

- Jiguet, F., Arroyo, B. & Bretagnolle, V. 2000. Lek mating system: a case study in the little bustard *Tetrax tetrax*. *Behavioural Processes*, 51, 63–82.
- Lebreton, J.D., Burnham, K.P., Clobert, J. & Anderson, D.R. 1992. Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecological Monographs*, 62, 67–118.
- Leitao, P., Moreira, F., Osbourne, P., 2010, Breeding habitat selection by steppe birds in Castro Verde: a remote sensing and advanced statistics approach, *Ardeola* 57(Especial), 93-116
- MacKenzie, D., Nichols, J., Lachman, G., Droege, S., Royle, J., Langtimm, C., 2002, Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology*, 83, 2248–2255.
- MacKenzie, D., Bailey, L., 2004, Assessing the Fit of Site-Occupancy Models, *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, Vol. 9, No. 3, pp. 300-318
- MacKenzie, D., Royle, A., 2005, Designing occupancy studies: general advice and allocating survey effort, *Journal of Applied Ecology*, 42, 1105–1114
- Payne, C.D. 1985. *The GLIM System. Release 3.77 Manual*. NAG, Oxford, UK.
- Wolff, A., 2010. Caractérisation et suivi de la végétation des coussouls de Crau par télédétection, *Characterisation and study of the vegetation of the steppe of Crau, by teledetection*. CEEP
- Wolff A., 2004. *Effectifs et distribution des populations nicheuses d'outarde canepetière et d'œdicnème criard en Crau et dans les Bouches-du-Rhône en 2004*. Rapport du Conservatoire d'espaces naturels de PACA,
- Wolff A., Paul J.P., Martin J.L., & Bretagnolle V., 2001. The benefits of extensive agriculture to birds: the case of the little bustard. *Journal of Applied Ecology*, 38: 963-975.

Annexe 10 : Odonates sur le canal de Vergière

Objectif

Le canal de Vergière est alimenté par les eaux de la Durance et traverse la Crau. Ses peuplements d'odonates ont fait l'objet de nombreuses études depuis les années 1990. Ils se caractérisent par une grande richesse (une 40aine d'espèces recensées sur 30 ans) et par la présence d'abondantes populations d'espèces de fort intérêt patrimonial (notamment *Coenagrion caerulescens*, *C. mercuriale*, *Gomphus similimus*, très bien représentés). Des modifications locales et imprévues des pratiques de gestion du canal ont incité la Réserve Naturelle Nationale de Crau à vérifier sur le terrain en 2012 que les peuplements d'odonates ne soient pas impactés. Fort de ce constat il fût décidé de débiter un suivi des populations afin d'accompagner d'éventuelles mesures de gestions et mesurer la conséquence à plus long terme de changements des pratiques d'arrosage.

Méthodologie

La zone concernée par le suivi est constituée par le tronçon du canal situé entre la ferme de la Vergière et celle de Peau de Meau. A partir du parking de la réserve de Crau (Peau de meau), 10 transects de 10 mètres linéaire chacun ont tété disposés sur 700 mètres le long du canal.

Chaque transect est parcouru à marche lente (10 minutes par transect) de façon à comptabiliser tous les individus imagos d'odonates évoluant ou survolant la surface traitée. Le déplacement est principalement effectué sur la berge en essayant de limiter au maximum les incursions dans le canal pour ne pas détériorer le milieu. Les individus sont identifiés majoritairement à vue, en tâchant à limiter la capture au filet pour identification en main.

Le choix des transects a été orienté de façon à disposer de l'ensemble des faciès représenté sur ce secteur (avec ou sans végétation ligneuse ; au niveau d'une prise d'eau ou non, courant plus ou moins rapide). Leur emplacement a aussi été conditionné par l'existence de repères visuels sur le terrain : poteau, peuplier, panneau de la réserve...

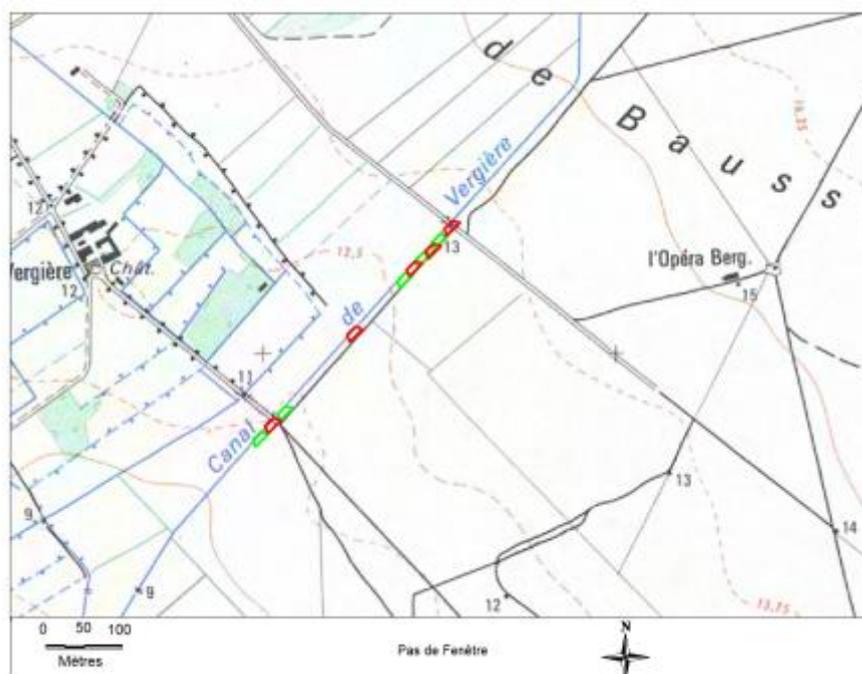


Figure 1 : Emplacements des 10 transects de suivi odonates

Annexe 11 : Pâturage et végétation

Objectifs

- Suivre l'évolution de la composition et de la structure de la végétation à long terme
- Mesurer la pression de pâturage annuelle

Echantillonnage

- 11 quadrats, 20 x 20m, 100 points/quadrat, localisées sur les coussouls de Généraux (3), Grosse du Levant (3), Grosse du Centre (2), Calissane (3)
- les 100 points sont répartis le long d'un parcours en zig-zag de 200m dans le quadrat (1 point/m)
- 2 exclos de 1m² par quadrat sur les mêmes coussouls
- Interview des éleveurs une fois par an avant le départ en estive

Protocole

Quadrat (structure et composition)

- Pour chaque quadrat, on note les 100 points contacts avec Brachypode, graminées, thym, autre consommable (plante en rosette), autre non consommable, sol nu et galets.
- Collecte du format et de la hauteur de chaque pied de Brachypode touché avec l'aiguille à chaque point.

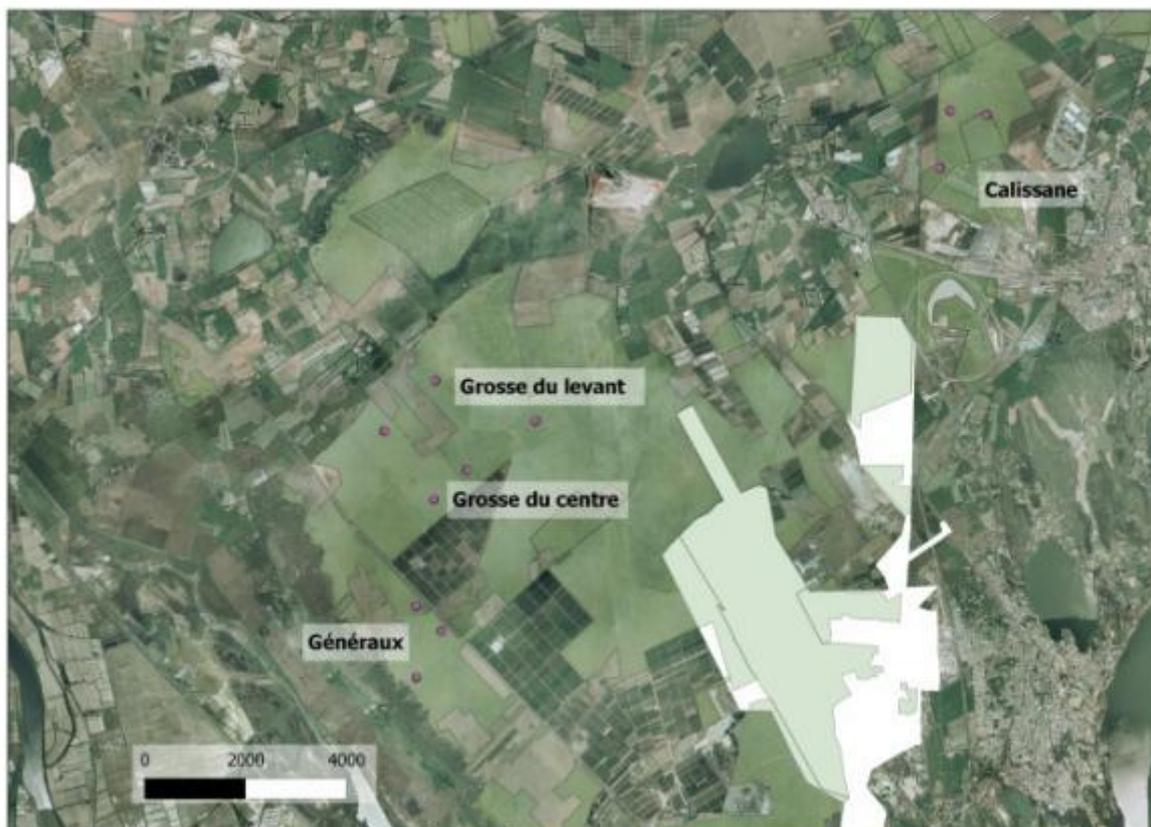


Figure 1 : Localisation des 11 quadrats mis en place pour le suivi de la végétation

Exclos (pousse annuelle de Brachypode rameux)

- Mesure réalisée de mi-mai à fin-mai (si possible après les déclarations PAC du 15 mai) préservé du pâturage par une mise en défens temporaire, au moyen des exclos.
- Les exclos sont réinstallés en début de printemps afin de prendre en compte la pousse de l'année. Les variables collectées : hauteur de tiges vertes et format de tous les pieds présent dans les exclos
- Les plantes annuelles ne sont pas suivies, considérant que leur pousse dépend principalement des précipitations.

Interview des éleveurs

Guidé par questions relatives aux pratiques pastorales et vétérinaires :

1/ Identification

Nom :

N° téléphone :

Coussoul pâturé :

2/ Cheptel

Effectifs :

Périodes de mise bas :

Périodes d'utilisation du coussoul :

2.1/ Pratiques sanitaires « habituelles » :

Quels parasites vous posent problème ?

(strongles digestifs et pulmonaires ; ténias ; petite douve ; grande douve ; œstres ; coccidies gale (Psoropte ovis) ; tiques ; poux ; mélophages ; myiases...)

- Tous les ans :
- Fréquemment :
- Rarement :

Est-ce que vous réalisez des analyses coprologiques ?

Produits utilisés couramment dans la pratique de l'élevage :

* à la mise bas :

* autre (vermifuges en préparation à la lutte,) :

2.2/ Traitements réalisés sur la saison 2011-2012 :

* antiparasitaires internes :

Nom produit / Nombre de traitement / Dates / Parasites visés ?

* antiparasitaire externes :

Nom produit / Nombre de traitements / Dates / Parasites visés / Type de traitement effectué (bain/pulvé...)

*Utilisation/devenir des eaux de baignades ?

* Traitement des bâtiments ? non

* Période de curage du fumier ? début juin, tous les ans

* Présence d'une aire à fumier ? pas sur les coussouls

* Lieu d'épandage ? sur prés au siège d'exploitation

Remarques diverses :

Emplacement des données

C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Pâturage ovin\suisvis végétation

Annexe 12 : Tendances de population des lièvres d'Europe et ibérique

Objectif

- Détecter les tendances de population sur la Crau centrale
- Mesurer les prélèvements par la chasse
- Ajuster les prélèvements à la dynamique de population

Les tendances de population de lapins de garenne sont aussi suivies à cette occasion.

Protocole

Afin de suivre les tendances de population, 9 parcours sont réalisés en voiture sur une partie des pistes par 2 ou 3 observateurs différents. Le conducteur s'attache à détecter les individus devant la voiture dans les phares de la voiture, et l'observateur cherche les lièvres de part et d'autres de la ligne de déplacement à l'aide d'un phare portable.

Les mesures des distances perpendiculaires observateur / animal le long de chaque parcours sont réalisées avec un télémètre Leica televid 10x42 et l'azimut est mesuré avec une boussole (écart entre azimut de la ligne de déplacement et celui du lièvre détecté).

Il faut toujours essayer de noter la position de l'individu avant tout déplacement en réponse à la présence de l'observateur, et bien faire attention de ne pas compter deux fois le même individu. Il est par ailleurs possible de constituer des classes de distance a posteriori afin de minimiser les biais liés à la fuite des individus. Cette démarche aura nécessairement un coût en termes de précision des estimations.

La saisie des données est faite sur le terrain à l'aide sur CyberTracker (application dans C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\CyberTracker\ transects nocturnes crau.MDB).

Les données sont analysées sur Distance 6.0. Les recommandations de Buckland (2001) suivantes ont été prises en compte dans les analyses :

- Lorsque les détections concernent régulièrement des animaux groupés, utiliser la taille des groupes (cluster size) pour l'analyse et non le nombre d'individus,
- S'il n'y a aucune raison de penser que l'estimation de la taille des groupes par l'observateur est biaisée par la probabilité de détection, il est préférable d'utiliser la taille moyenne des groupes,
- Dans le cas des analyses avec les tailles de groupes, la troncature des observations les plus éloignées est recommandée.

Ainsi, la stratégie d'analyse est définie de la façon suivante :

- classes de distances,
- Données tronquées pour les observations au-delà de 200m,
- Moteur simple d'analyse, sans co-variables (Conventional Distance Sampling),
- Estimation de la taille des groupes est faite à partir de la moyenne observée

Emplacements des données

C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Chasse\lièvres



Figure 1 : Localisation des parcours nocturnes

Tableau 1 : Longueurs des 9 parcours nocturnes

parcours	longueur (km)
1	5,5
2	13,47
3	2,7
4	8,85
5	8,85
6	2,5
7	3
8	2
9	5,7

Bibliographie

Parrott, D., Prikett, A., Piétravalle, S., Etherington, T.R. & Fletcher, M. 2011. Estimates of regional population densities of badger *Meles meles*, fox *Vulpes vulpes* and hare *Lepus europaeus* using walked distance sampling. *Eur J Wildl Res* DOI 10.1007/s10344-011-0536-8

Péroux, R. 1995. Spécial Lièvre d'Europe. *Bulletin Mensuel* de L'office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, n° 204, 96pp.

Annexe 13 : Taille de la colonie d'alouettes calandre

Objectif

Conscient du biais résultant d'une détection imparfaite (Archaux, Henry & Gimenez, 2012) et de l'impossibilité de recenser toute la colonie, les objectifs sont de faire un échantillonnage de cette dernière, et de confronter la méthode des plans quadrillés utilisées jusqu'en 2011 à une méthode prenant en compte la détection des individus avec un effort moindre.

Protocole

Les recensements ont été réalisés de façon systématique d'après un quadrillage d'une maille de 250 m de côté, dénommée "quadrats". Le plan quadrillé ainsi cartographié compte 381 quadrats (Fig. 1). Sur ce total, trois zones correspondant aux parties nord, centre et sud de la colonie telle qu'elle avait été délimitée en 2012, sont échantillonnées, et non le total comme entre 2006 et 2011. Ainsi, l'échantillon comporte 68 quadrats visités à 2 reprises par les observateurs. Une rotation de ces derniers pour les visites est effectuée afin de diluer un éventuel effet observateur.

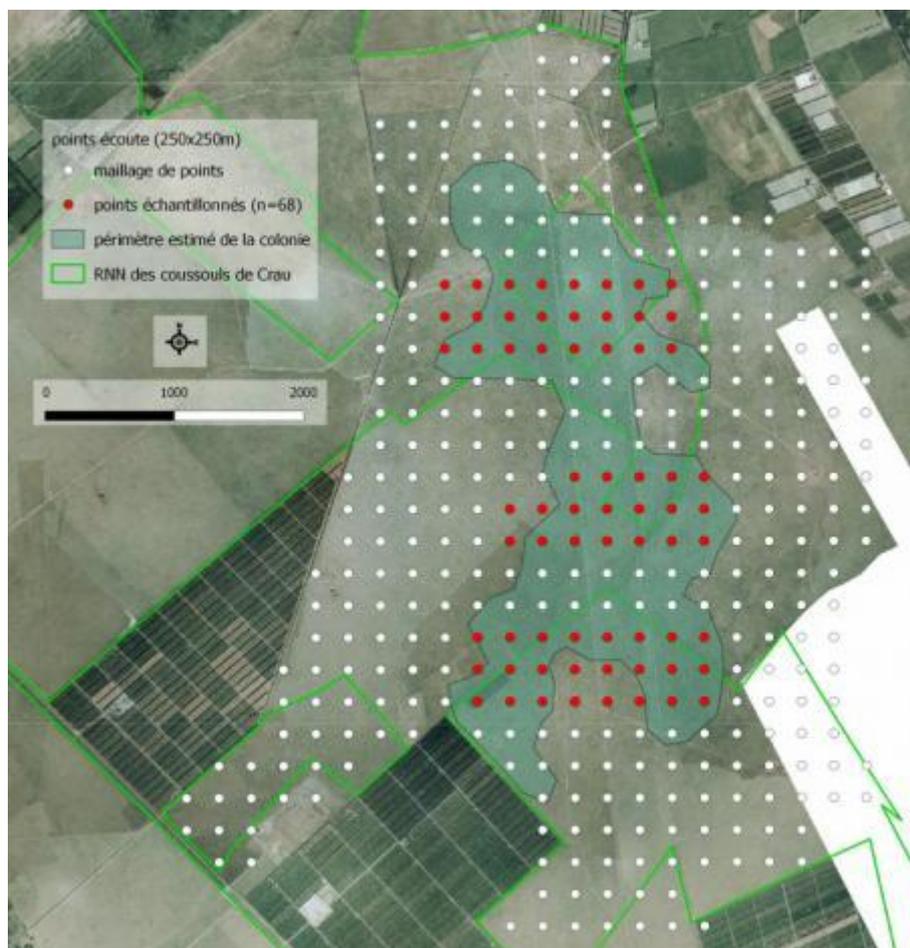


Figure1 : Plan d'échantillonnage de la colonie d'alouettes calandre (*Melanocorypha calandra*) en 2013.

Le centre de chaque quadrat constitue un point d'écoute à partir duquel les contacts d'alouettes calandre sont collectés. Chaque point d'écoute dure 10 min et sont couplés à une recherche active et un suivi aux jumelles des oiseaux ainsi qu'une cartographie de leur territoire. Les 3 observateurs se placent sur des points consécutifs, rentrés préalablement dans les GPS, placés à 250 m les uns des autres dans un alignement nord-sud. Chaque observateur dénombre les calandres sur les quatre carrés de 250 m de côté autour de son point simultanément avec les autres observateurs et reporte directement les

contacts sur des cartes au 1/7500^e en estimant la distance et l'azimut des oiseaux contactés. Pour chaque contact, un code de nidification a été attribué d'après les comportements observés en s'inspirant de la codification internationale en vigueur pour les atlas selon les normes de l'E.O.A.C. (European Ornithological Atlas Committee, Tab. 1).

Tableau 1 : Code de nidification et comportement associé utilisés lors du recensement pour chaque contact de calandres.

Code nidif.	Comportement	Statut de reproduction
1	1 oiseau	Nicheur possible
2	1 mâle chanteur	
3	1 oiseau avec comportement de défense territoriale	Nicheur probable
4	1 mâle chanteur avec comportement de défense territoriale	
5	1 couple	
6	1 couple dont un chanteur	
7	1 couple avec comportement de défense territoriale	
8	1 couple (dont un chanteur) avec comportement de défense territoriale	
9	1 couple en parade nuptiale	
10	Accouplement	
11	Construction de nids, transport de matériaux	
12	1 oiseau couveur	
13	Nourrissage de poussins	
14	Poussin(s) non volant(s)	

A la fin de chaque séance, les contacts des trois observateurs étaient portés sur une même carte sous QGIS 1.8 sous la forme d'ellipses correspondant aux territoires supposés. A partir de ces données, des territoires de synthèse ont été définis en prenant en compte le code de nidification donné par chaque observateur, le nombre d'observations, la simultanéité des observations et les distances d'observation. Le code de nidification donné à chacun de ces territoires a été obtenu en "additionnant" les codes des contacts de chaque observateur. Par exemple un code 4 (chanteur territorial) pour une observation et un code 5 (couple) pour une autre donnait un code synthétique 8 (couple chanteur territorial, Tab. 1). Chaque territoire est assimilé à une couple d'oiseaux reproducteur.

Les points d'écoute sont réalisés aux heures où l'activité vocale des oiseaux est la plus importante (7h-10h) et, dans la mesure du possible, dans des conditions d'observation optimales, en particulier avec un vent inférieur 30 km/h (la nébulosité et l'ensoleillement semblant peu influencer).

Il est nécessaire de définir précisément les critères qui permettent, à partir des délimitations de chaque observateur, de distinguer les territoires entre eux et de considérer si des observations proches faites par différents observateurs simultanément correspondent ou non à un même territoire. Le but est d'être le plus objectif possible face à la part de subjectivité et de jugement dans l'appréciation du nombre de couples et de la délimitation des territoires entre chaque observateur. Une fourchette d'estimation du nombre de couples, avec minima (couples dont la distinction est sûre) et maxima a ainsi été déterminée. Un critère important de distinction était la simultanéité d'observation de

couples/territoires par un même observateur du même point ou par 2 observateurs sur 2 points limitrophes. Ceci rejoint le "test de validité" des plans quadrillés de Blondel (1965).

Modèle hiérarchique d'abondance (N-mixture)

Lors des deux visites pour les plans quadrillés, le nombre d'oiseaux observés dans un rayon de 125m autour de l'observateur est comptabilisé. La délimitation de ce rayon est effectuée par les observateurs sur le terrain à l'aide de télémètres (Leica Geovid et Bushnell sport 450).

Les méthodes d'occurrence (*site occupancy*) visent à estimer non pas directement la taille de la population sur l'ensemble d'une zone mais la probabilité d'occupation par une espèce sur plusieurs sites de la zone. Cette dernière est influencée par la probabilité de détection des individus que la méthode vise à estimer, ce qui permet de corriger les estimations pour les fausses absences. Les principes de la méthode sont similaires à ceux des Capture-Marquage-Recaptures mais considère un historique de visites des sites plutôt qu'un historique de captures des individus. Le jeu de données de base reste une succession de « 0 » (non détection) et de « 1 » (détection). Un développement récent des méthodes de *site occupancy* consiste à estimer l'abondance moyenne d'une espèce sur les sites visités (Royle and Dorazio, 2008; Royle and Nichols, 2003). Ce sont les modèles dits « *N-mixture* ». Il s'agit sur le terrain de relever le nombre d'individus par point ou quadrat échantillonnés au cours de visites répétées pendant la saison de reproduction. C'est donc une information proche de celle collectée pour les plans quadrillés et qui peut être mesurée simultanément sur le terrain. En effet, au regard de la détection a priori élevée de l'alouette calandre (comportement et champ) et du fait que l'échantillon se concentre aux alentours immédiat de la colonie (donc sur des points où l'espèce est souvent présente), il est raisonnable de planifier la visite de 68 points à 2 reprises (MacKenzie & Royle, 2005). Une étude similaire a été conduite sur plusieurs espèces d'oiseaux à partir de points d'écoute (Kéry, Royle & Schmid, 2005).

Les hypothèses de départ et les conséquences du non respect de celles-ci sont les suivantes :

1. *les sites sont fermés pendant la saison des visites*

Si le postulat est violé, alors il est impossible de distinguer une fausse absence d'une vraie, et cela biaise fortement les estimations de la présence (ψ) et de la probabilité de détection (p)

2. *les paramètres du modèle sont constants entre les sites (pas d'hétérogénéité)*

Si le postulat est violé, il en résulte une sous estimation de la présence, c'est le cas des densités différentes entre les sites (p est meilleure quand la densité est forte).

3. *l'espèce est détectée à la fois à l'intérieur et entre les sites de façon indépendante*

C'est le cas du même observateur qui retourne souvent sur un site et qui anticipe la présence de l'espèce. Pour éviter cela il suffit de mettre en place une rotation des observateurs et de l'ordre de visite des sites.

Dans le cas d'estimation de l'abondance à partir des modèles de N-mixture, le lien entre la détection et l'abondance est de la forme :

$$p_i = 1 - (1-r)^{N_i}$$

avec p_i = probabilité de détecter au moins 1 individu au site i

r = probabilité de détection d'un individu

N_i = nombre d'individu au site i

Ainsi, quand N_i augmente alors p_i augmente. Ce n'est pas un problème si N_i est grand car l'hétérogénéité de p_i reste petite et acceptable par les modèles simples. Dans le cas contraire où les effectifs par site sont plutôt petits, soit il faut estimer l'abondance moyenne par site à partir d'une

distribution de Poisson (Best Unbiased Preditors ; Royle & Nichols, 2003), soit utiliser des covariables de l'environnement qui peuvent expliquer les différences d'abondance par site (MacKenzie *et al.*, 2002). C'est la méthode du BUP qui est utilisée ici. L'estimation du nombre d'individus par unité d'échantillonnage obtenue est multiplié par la surface totale lorsque celle-ci est connue (Royle, 2004), ce qui est notre cas puisque le rayon de détection de chacun de nos points est de 125m, soit une aire de 4.9 ha par unité d'échantillon. La surface totale de la colonie qui est estimée par des prospections de terrain à l'aide d'un GPS.

Emplacements des données depuis 2013

C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\Calandre\calandre 2013

\\Diskstation\homes\LAT\Data\Faune\Calandre\calandre 2013

Emplacements des données antérieures

\\Nvm-pc\users\NVM\Documents\NVM\MELCAL

\\Diskstation\homes\NVM\Data\MELCAL

Bibliographie

- Archaux, F., Henry, P.-Y. & Gimenez, O. (2012). When can we ignore the problem of imperfect detection in comparative studies?: Detectability in comparative studies. *Methods in Ecology and Evolution* **3**, 188–194.
- Kéry, M., Royle, J.A. & Schmid, H. (2005). Modeling avian abundance from replicated counts using binomial mixture models. *Ecological Applications* **15**, 1450–1461.
- MacKenzie, D., Nichols, J., Lachman, G., Droege, S., Royle, J.A. & Langtimm, C. (2002). Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *the Ecological Society of America* **83**, 2248–2255.
- MacKenzie, D.I. & Royle, J.A. (2005). Designing occupancy studies: general advice and allocating survey effort. *Journal of Applied Ecology* **42**, 1105–1114.
- Royle & Dorazio. (2008). *Hierarchical modeling and inférence in écology Chap 4. Occupancy and abundance*. Academic press.
- Royle, J.A. (2004). N-mixture models for estimating population size from spatially replicated counts. *Biometrics* **60**, 108–115.
- Royle, J.A. & Nichols, J.D. (2003). Estimating abundance from repeated presence-absence data or point counts. *Ecology* **84**, 777–790.

Annexe 14 : Tendances de population de Bupreste de Crau

Objectif

Suivre la distribution et les densités en buprestes de Crau à long terme.

Stratégie d'échantillonnage

Une étude sur l'espèce en 2007 donne la distribution de l'habitat à Bupreste (Fig. 1). Un total de 140 populations de chardons a été identifié sur l'ensemble de la Crau. Le tirage aléatoire de 46 populations d'onopordons tous les 3 ans permet de suivre la totalité de l'habitat en 3 périodes, soit en 9 ans.

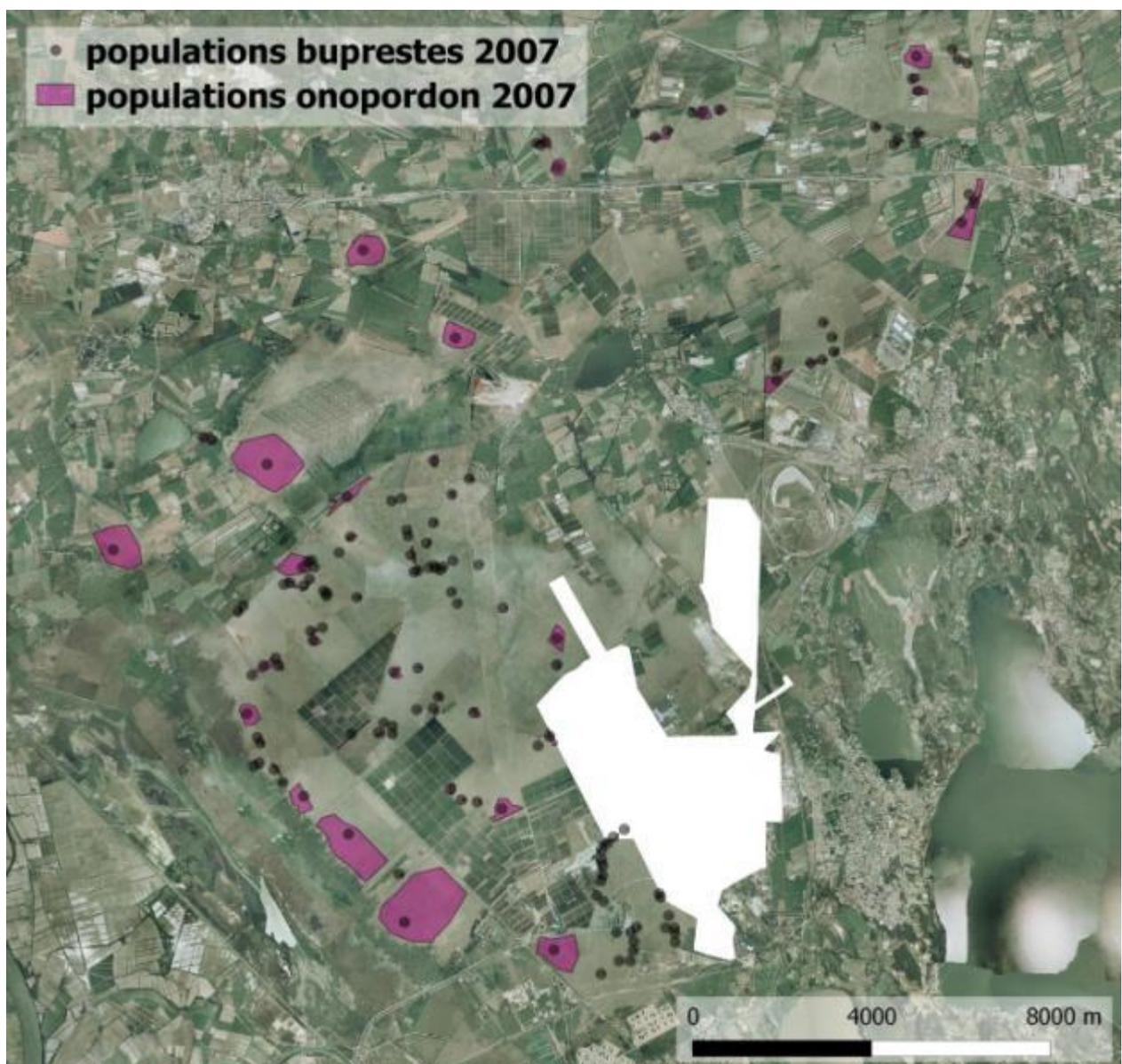


Figure 1 : Distribution des populations d'Onopordons et de Bupreste en 2007 ayant servi pour l'échantillonnage du suivi.

Protocole

Les prospections doivent être réalisées dans les conditions suivantes (Fig. 2):

1. entre le 15 et le 30 juin,
2. lorsque l'ensoleillement est fort,
3. lorsque le vent est inférieur à 2m.s,
4. lorsque les températures deviennent supérieures à 27°C

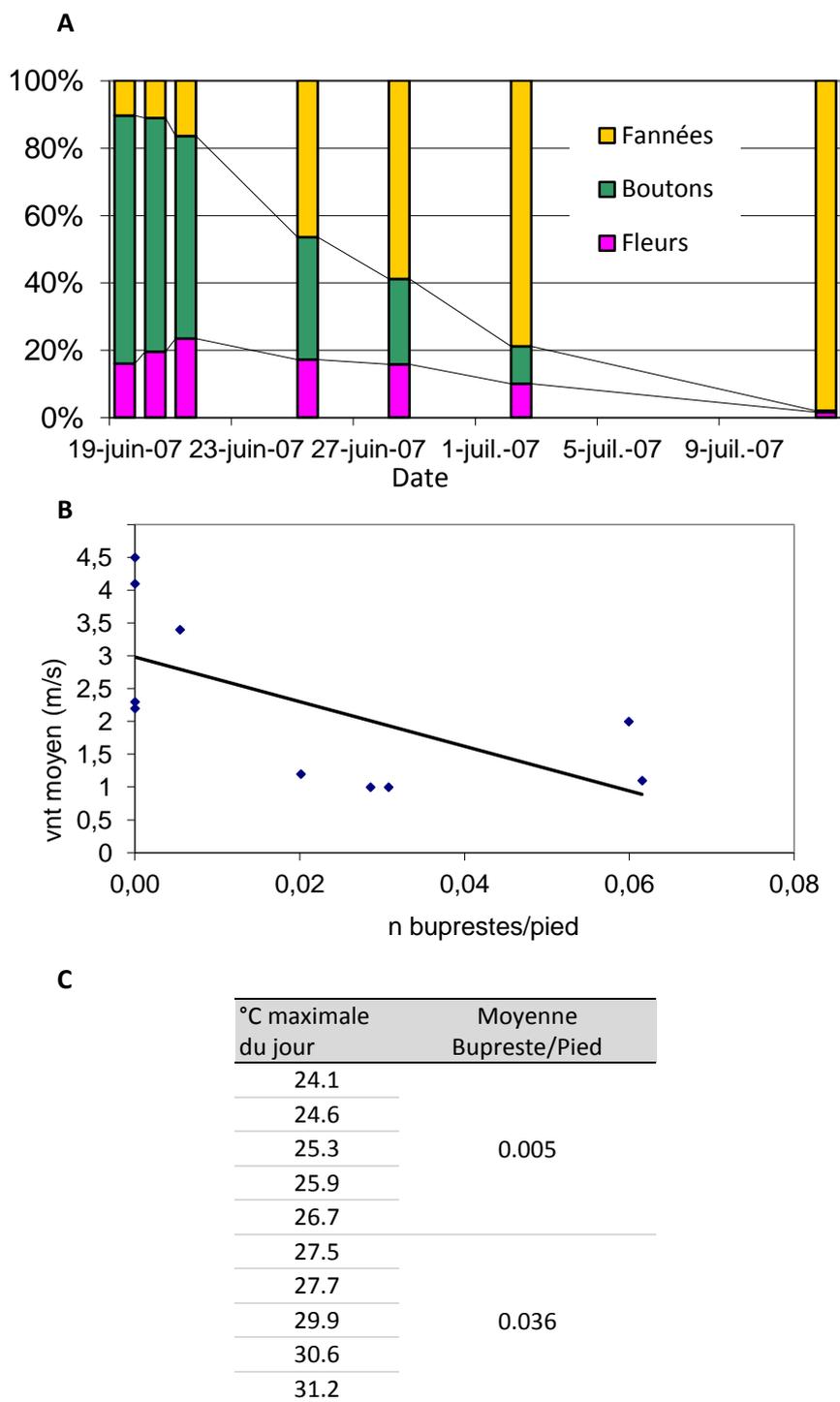


Figure 2 : La période la plus propice aux prospections de Bupreste se situe entre le 15 et le 30 juin (floraison maximale, A), lorsque le vent est inférieur à 2 m.s (B) et la température supérieure à 27°C (C). Données CEN PACA 2007.

Ce sont ces conditions particulières qui ont guidées le choix de la stratégie d'échantillonnage car il s'avère difficile de prospecter la totalité des populations de chardon en 15 jours dans des conditions météorologiques aussi précises.

Les conditions météorologiques n'étant pas connues à l'avance (du moins pas suffisamment tôt pour planifier le suivi en début d'année ou d'une année sur l'autre), il est nécessaire de concentrer l'effort dès que celles-ci se révèlent propices durant les deux dernières semaines de juin.

Chaque fleur d'Onopordon est prospectée. Si la population de chardon est petite (≤ 100 pieds) alors tous les pieds sont visités, si elle est plus grande alors un échantillon de 100 pieds est visité sur la totalité de la population.

Annexe 15 : Criquet de Crau

Objectifs

- Cartographier la population en présence/absence
- Estimer les tailles des 4 populations existantes

Cartographie en présence/absence

Site d'étude

La Crau est divisée en deux strates : les coussouls et les friches. Seuls les coussouls sont visés dans un premier temps car ils constituent l'habitat originel, non dégradé ou très peu dégradé sur lequel la probabilité que les *Prionotropis* soient présents est maximale. En effet, leur faible capacité de dispersion laisse penser que les milieux dégradés comme les friches ont peu de chance d'être colonisés rapidement. En 2012, 122 cercles ont été échantillonnés, l'objectif de 2013 est de terminer les prospections sur le centre de la Crau.

Echantillonnage

Les données issues des CMR réalisées en 2011 sur le noyau de Calissane ont permis d'estimer la probabilité de détection du Criquet de Crau (cf. rapport *Prionotropis* 2011). Elle est comprise entre 6 et 7%, soit une chance sur 16 de détecter un criquet pour un observateur en 1 heure sur un hectare lorsque l'espèce est présente. Cela équivaut à un seuil de détection à 12 individus à l'ha pour 2 observateurs. Le personnel disponible est de 4 personnes, soit 2 équipes de 2 observateurs.

Afin d'avoir une précision spatiale correspondant à l'effort disponible et à la réalité de terrain, une grille de 400 x 400m a été choisie comme échantillonnage systématique (sous Distance 6.0). Elle correspond à 1 cercle tous les 400 m (1 ha sur 16), soit 406 cercles (Fig. 1). Un sous-échantillon de 62 cercles sera difficile à visiter car il est situé sur un terrain militaire dont l'accès n'est pas envisageable pour l'instant. Les données disponibles sur la taille des noyaux indiquent que la surface sur laquelle un noyau s'étend est supérieure à 16 ha (données CEN PACA 2010 et CBGP 2001).

Les coordonnées des points sont disponibles sur : C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\Prionotropis\Priono 2012\coordonnées centre cercles 400m.txt

Collecte des données

La recherche des criquets se fait en parcourant un cercle de 50m de rayon à 2 observateurs. Le centre du cercle est matérialisé par un piquet auquel est attachée une corde de 50m que les observateurs déroulent au fur et à mesure qu'ils parcourent le cercle de façon centrifuge (Fig. 2).

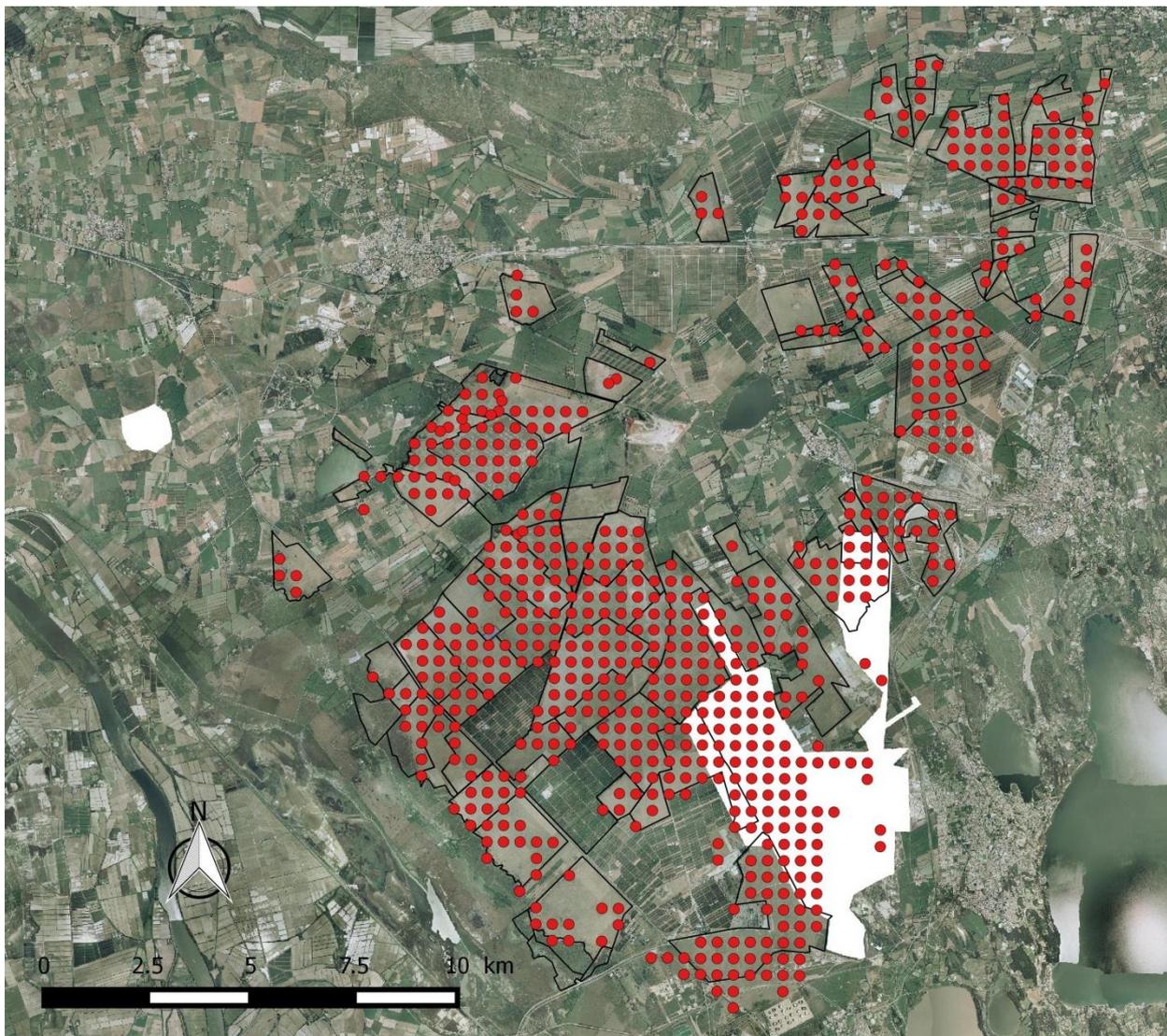
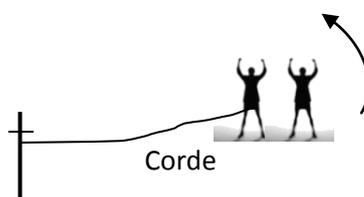


Figure 12 : Echantillonnage réalisé pour la distribution en présence/absence de la population.



Centre du cercle

Figure 2 : Prospection en cercle

Le protocole est construit en Adaptive sampling de la façon suivante :

- 1- prospection jusqu'à la première détection ou fin de l'heure
- 2- au premier criquet détecté, la prospection s'arrête sur le cercle en cours, l'heure de la détection est notée et le cercle suivant est prospecté

Un total de 406 ha doit être prospecté, soit un équivalent de 33 j de terrain. La saison de vie des *Prionotropis* s'étale de mi-avril à fin juin, et la période de détection optimale est définie entre début mai et mi-juin. Les prospections se dérouleront donc pendant cette période à raison de 6h de prospection par jour (trajet inclus), entre 10h et 18h au moment où les criquets sont les plus actifs.

Les données sont collectées de deux façons :

- 1- sur fiches pré-établies pour les 2 équipes
- 2- PDA pour une équipe.

L'équipe qui saisie sur PDA est équipé d'un Samsung Xcover avec CyberTracker et l'application construite pour ce protocole (C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\CyberTracker\prionotropis test1.MDB). Elle sera aussi chargée de collecter les conditions météorologiques : température (°C), couverture nuageuse (%) et vitesse du vent (ms).

Estimation des tailles de population

Il s'agit de réaliser une campagne de capture-marquage-recapture pour chacune des 4 sous-populations identifiées. La recherche de criquets se fait selon les exigences liées à la méthode (captures au hasard, population fermée, identification des individus pérenne) et pendant la période d'activité journalière des criquets. Chaque individu détecté est capturé, marqué et relâché. Pour chacun d'eux un morceau d'élytre est prélevé.

Le détail de chaque estimation est disponible dans les rapports scientifiques annuels et dans les rapports des étudiants qui réalisent ces estimations :

C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\Prionotropis\Priono 2013\ Rapport suivi priono 2013.docx

C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\Prionotropis\Priono 2013\CR+microhabitat\ Bachelorarbeit-Andreas Schuld.pdf

D'autres études et un suivi à long terme doivent être mis en place conformément à la stratégie de conservation (C:\Documents and Settings\Laurent\Mes documents\Steppe de Crau\Faune\Prionotropis\strategy planing IUCN for Prionotropis\Priono conservation strategy\ Stratégie de conservation du Criquet de Crau_Hochkirch Tatin & Stanley Price_2014.pdf



Réserve Naturelle COUSSOULS DE CRAU

co-gestionnaires



Partenaires scientifiques



Partenaires financiers

