

Le Criquet hérisson dans le Parc Naturel Régional du Verdon :



Distribution, exigences écologiques, connectivité et conservation

Années 2020-2021

Rapport d'étude
version finale
15/09/2021



Commanditaire : Parc Naturel Régional du Verdon
Dossier suivi par Dominique CHAVY (PNRV)

Financier : Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur

Auteurs : Ennaloël MATEO-ESPADA, Yoan BRAUD et Hubert GUIMIER

Avec la collaboration technique de Arthur MORIS

Relecture : Yoan BRAUD, Aurélie BRAUD-PETIT

Crédit photographique : Ennaloël MATEO-ESPADA (photos prises sur la zone d'étude), sauf mention contraire
Photographie de page de garde : Milieu favorable et stade juvénile 1, 4 et imago de Criquets hérissons.

Remerciements : nous tenons à remercier chaleureusement Dominique CHAVY (PNR Verdon) pour toutes les informations fournies nous ayant permis de mener au mieux cette mission, à Thibaut COUTURIER et Aurélien BESNARD (CEFE Montpellier) pour leurs conseils concernant l'élaboration du protocole et le traitement des données, à Julien BARET (BIODIV) pour ses conseils avisés concernant les relevés flore-habitats et à Mathilde DUSACQ et Stéphane BENCE (CEN PACA) pour leurs relectures et les échanges constructifs concernant nos missions respectives ciblant l'énigmatique Criquet hérisson.

Contacts :
ENTOMIA
Col de Clans 04200 VAUMEILH
tél. 06 83 55 64 53
yoan.braud@entomia.fr

Référence du rapport :

MATEO-ESPADA E., BRAUD Y., GUIMIER H., 2021. Le Criquet hérisson dans le Parc Naturel Régional du Verdon : distribution, exigences écologiques, connectivité et conservation, années 2020-2021. Rapport d'étude ENTOMIA pour le Parc Naturel Régional du Verdon. 50 p. [rapport non publié]

Table des matières

Préambule	5
1.1 Contexte de l'étude	5
1.2 Le Criquet hérisson.....	5
1.3 Le Parc Naturel Régional du Verdon	7
1.4 Problématique et objectifs.....	7
2 Données et méthodes.....	8
2.1 Zone d'étude.....	8
2.2 Le Criquet hérisson, présentation générale	8
2.3 Protocoles mis en œuvre en 2021	10
2.3.1 Répartition et densité	10
2.3.2 Exigences écologiques.....	11
2.3.3 Probabilité de détection.....	13
2.3.4 Echantillonnage	14
2.4 Traitement des données.....	14
3 Résultats	15
3.1 Prospections 2020 et 2021	15
3.2 Détectabilité	16
3.3 Répartition de l'espèce.....	18
3.4 Exigences écologiques	19
3.5 Connectivité et trame verte et bleue	23
3.6 Etat des lieux et enjeux de conservation.....	26
3.6.1 Menaces du Criquet hérisson	26
3.6.2 Fiches synthétiques par sous-population	26
3.6.3 Bilan des enjeux de conservation	41
3.7 Importance du PNR pour la conservation de l'espèce	41
3.8 Perspectives.....	43
3.8.1 Mesures de gestion	43
3.8.2 Inventaires et suivis	44
4 Synthèse et perspectives	46
5 Bibliographie	47
Annexes	48

Table des illustrations

Tableau 1 : Statuts de conservation du Criquet hérisson	6
Tableau 2 : Cycle de vie de <i>Prionotropis azami</i>	9
Tableau 3 : Identification des différents stades de <i>Prionotropis azami</i> (Default & Morichon, 2015).....	9
Tableau 4 : Catégories de milieux naturels et semi-naturels, d'après la cartographie d'occupation du sol du PNRV (Alisé Géomatique, 2017b).....	13
Tableau 5 : Abondance de <i>Prionotropis azami</i> au cours des 9 passages.....	16
Tableau 6 : Synthèse des différents modèles testés pour calculer la probabilité de détection, en bleu le modèle sélectionné	17
Tableau 7 : Probabilité de détection de <i>Prionotropis azami</i> en 2021, basé sur 3 sites.....	17

Tableau 8 : Résultats des tests de corrélations entre la présence/absence de <i>Prionotropis azami</i> et le pourcentage de recouvrement de la structure de végétation	19
Tableau 9 : Milieux où <i>Prionotropis azami</i> a été observé ces dernières années, selon la couche d'occupation du sol (Alisé Géomatique, 2017b)	20
Tableau 10 : Amplitude moyenne des recouvrements de structure de végétation des stations	21
Tableau 11 : Habitats EUNIS où <i>Prionotropis azami</i> a été observé	21
Carte 1 : Répartition mondiale de <i>Prionotropis azami</i>	6
Carte 2 : Périmètre de la zone d'étude	8
Carte 3 : Répartition des stations au sein de la zone d'étude, proportionnellement à la surface des mailles de 5 x 5 km	11
Carte 4 : Disposition de la zone focale selon la TVB, l'occupation du sol et la présence de <i>Prionotropis azami</i> dans la zone.....	12
Carte 5 : Résultats des stations prospectées en 2021.....	15
Carte 6 : Evolution de la connaissance de l'aire de répartition de <i>Prionotropis azami</i>	18
Carte 7 : Milieux favorables à la présence <i>Prionotropis azami</i>	23
Carte 8 : Connectivité potentielle entre les stations de <i>Prionotropis azami</i>	24
Carte 9 : Correspondance entre la TVB et les milieux favorables à <i>Prionotropis azami</i>	25
Carte 10 : Correspondance entre la TVB et les données de <i>Prionotropis azami</i>	25
Carte 11 : Etat de conservation des différentes sous-population et stations isolées de <i>Prionotropis azami</i>	41
Carte 12 : Répartition de <i>Prionotropis azami</i> à l'échelle globale.....	42
Carte 13 : Surface d'occupation de <i>Prionotropis azami</i> à l'échelle globale.....	43
Carte 14 : Proposition de priorisation des secteurs à prospecter ultérieurement, pour affiner l'aire de répartition de <i>Prionotropis azami</i>	45
Figure 1 : Phénologie de <i>Prionotropis azami</i> en 2021	16
Figure 2 : Boxplot du recouvrement arboré selon la présence de <i>Prionotropis azami</i>	20
Figure 3 : Boxplot de la hauteur moyenne de végétation selon la présence de <i>Prionotropis azami</i>	20

Préambule

1.1 Contexte de l'étude

Le Criquet hérisson (*Prionotropis azami*) est un orthoptère protégé sur le territoire national, endémique des collines et plateaux des Pré Alpes du Sud, et classé « EN » (en danger d'extinction) selon l'évaluation UICN 2016.

Les principales menaces qui pèsent sur l'espèce sont la fermeture et la fragmentation de ses habitats.

Sur le territoire du Parc naturel régional du Verdon, l'analyse de l'évolution de l'occupation des sols montre qu'un front d'urbanisation ronge progressivement des milieux ouverts et semi-ouverts (garrigues et pelouses sèches méditerranéennes, matorrals clairs à chênes verts) ou des friches agricoles. La reconquête de terres agricoles au détriment des espaces naturels affecte également souvent des garrigues et matorrals à genévriers qui peuvent constituer des habitats favorables au Criquet hérisson.

Pour ces différentes raisons, le Criquet hérisson a été retenu comme espèce indicatrice de la définition de la sous trame des milieux ouverts et semi-ouverts pour l'élaboration de la trame verte du Parc. Il est également identifié comme l'un des indicateurs de suivi de l'état de la biodiversité, dans l'observatoire de la biodiversité que le Parc projette de lancer et d'animer sur son territoire.

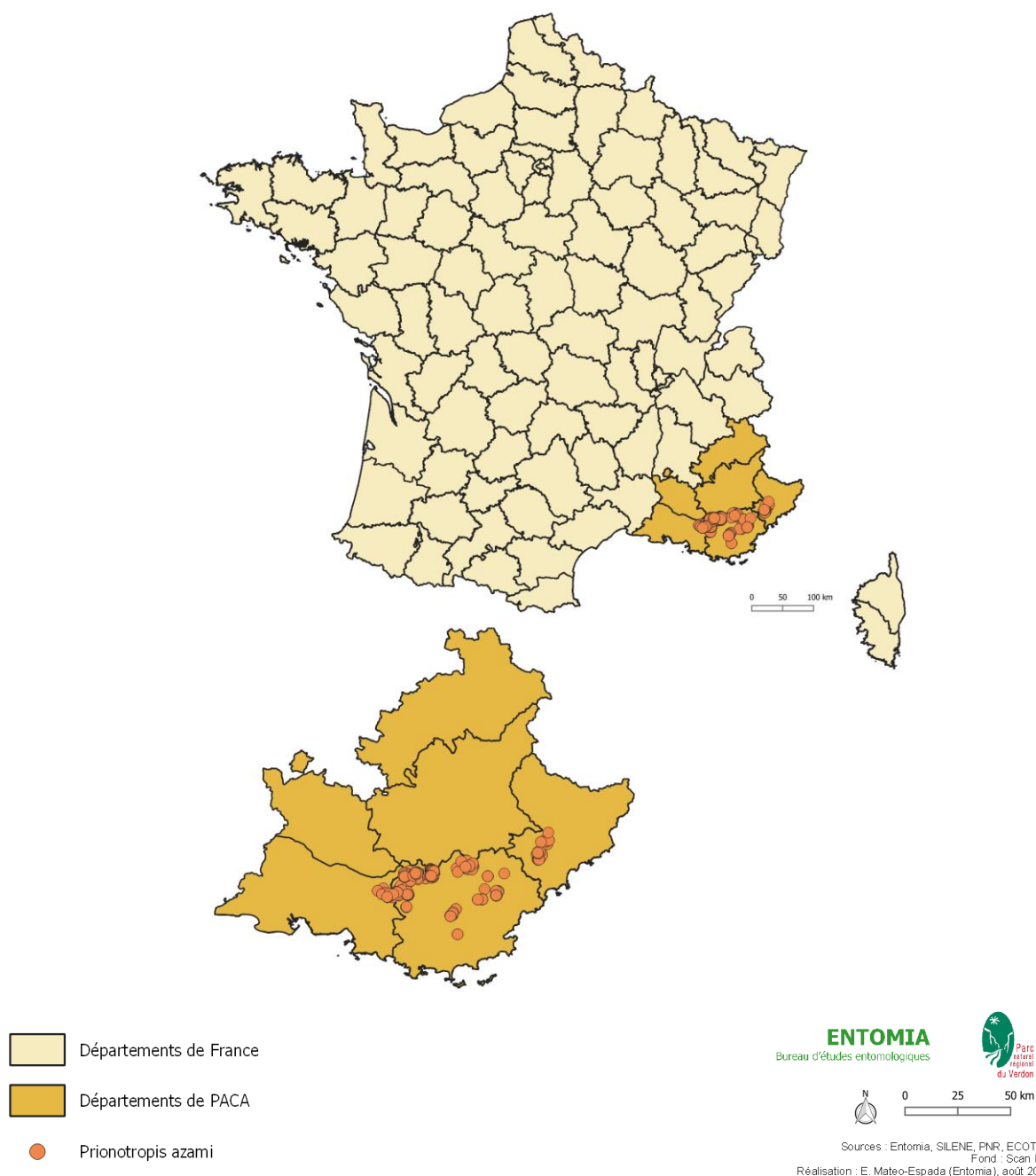
Afin de contribuer à ces stratégies de conservation, le PNR Verdon a souhaité faire réaliser une étude permettant d'obtenir une connaissance fine de l'aire de distribution du Criquet, afin d'en cerner plus précisément les enjeux de conservation.

Cette étude s'est déroulée sur les années 2020 et surtout 2021. La commandée intervenue en juin 2020 n'a pas permis de réaliser des prospections nombreuses sur la première année. Celles-ci ont principalement été réalisées en 2021, avec notamment la participation d'une stagiaire ayant pour mission principale l'étude du Criquet hérisson dans le PNR Verdon.

1.2 Le Criquet hérisson

Trois espèces d'Orthoptères sont protégées en France : une sauterelle (*Saga pedo*) et deux criquets de la famille des Pamphagidae. Celle-ci est représentée en France par un unique genre : *Prionotropis*, constitué de 2 espèces françaises, autrefois connues comme des sous-espèces de *Prionotropis hystrix*. Il s'agit de *Prionotropis rhodanica* (le Criquet de Crau), endémique de Crau et de *Prionotropis azami* (le Criquet hérisson), endémique de Provence et des pré-Alpes du Sud (carte 1) (Massa *et al.*, 2015). Etant donné la très grande proximité systématique entre ces deux taxons et l'absence d'informations concernant le Criquet hérisson, certains traits de biologie nécessaires à cette étude seront donc directement transposés des connaissances sur le Criquet de Crau.

Carte 1 : Répartition mondiale de *Prionotropis azami*



Le Criquet hérisson a différents statuts de conservation, de l'échelle régionale jusqu'à l'échelle mondiale (tableau 1). La plupart des populations du Criquet hérisson sont en mauvais état de conservation et ont décliné au cours de ces dernières décennies (Braud, 2019a ; Braud, 2019b). La principale menace de *Prionotropis rhodanica* est la disparition, la dégradation et la fragmentation de ses habitats (Foucart & Lecoq, 1998), notamment en lien avec l'arrêt du pâturage dans certains secteurs qui conservait les milieux ouverts, mais aussi à l'artificialisation des sols en nette progression. Il faut néanmoins faire attention au surpâturage qui modifie grandement la structure de végétation, ce qui peut entraîner la disparition de l'espèce (Bröder *et al.*, 2018). La prédation peut constituer une autre menace, la grande taille de l'espèce en fait une proie de choix pour les oiseaux. Il y a notamment eu des observations de prédation répétée sur le Criquet de Crau par la Pie bavarde, le Choucas des tours, le Héron garde-bœufs, l'Œdicnème criard, l'Outarde canepetière, le Faucon crécerellette... (Defaut & Morichon, 2015). D'autres causes potentielles de déclin existent, bien qu'elles ne soient pas encore avérées : pathogènes, pesticides, changement climatique... (Hochkirch *et al.*, 2014).

Tableau 1 : Statuts de conservation du Criquet hérisson.

PACA = Provence-Alpes-Côte-d'Azur ; DHFF = Directive Habitat Faune Flore ; TVB = Trame verte et bleue

ZNIEFF = Zones Naturelles d'Intérêt Écologique ; Faunistique et Floristique ; EN = Espèce en danger d'extinction

Espèce	Listes rouges				Autres documents				
	Mondiale	Européenne	Nationale	Région PACA	DHFF	Berne	Protection nationale	ZNIEFF PACA	TVB PACA
<i>Prionotropis azami</i>	EN	EN	EN	EN	Non	Non	Oui	Oui déterminant	Non

Malgré ces enjeux, il y a un réel manque de connaissances sur l'écologie de cette espèce. Une synthèse sur l'écologie du Criquet de Crau a été rédigée mais l'exercice n'a pas été fait pour le Criquet hérisson qui dispose de moins d'études et de ressources bibliographiques. En effet, les espèces difficilement détectables demandent de plus grands moyens humains et temporels. Ce sont donc souvent des espèces négligées dans la recherche et la gestion conservatoire des milieux, indépendamment de leur risque d'extinction (Chadès *et al.*, 2008). Or, pour une conservation efficace, une bonne compréhension des exigences écologiques, de l'aire de répartition et de la dynamique de population est essentielle (Dusoulier 2006 ; Ortego *et al.*, 2015). C'est l'objet de la présente étude, dans le but de contribuer, à terme aux stratégies de conservation du Criquet hérisson.

1.3 Le Parc Naturel Régional du Verdon

En temps qu'espèce menacée et protégée, le Criquet hérisson représente un enjeu important pour le Parc Naturel Régional du Verdon (PNRV). La plus grande menace pour ce criquet est la fermeture et la fragmentation de ses habitats. En 2017, une cartographie d'occupation des sols a été créée conjointement par le PNRV, Alisé Géomatique et différents acteurs du territoire (Alisé Géomatique, 2017a). Le PNRV se démarque du reste de la région par la prépondérance d'espaces naturels et forestiers (77%, contre 64% dans la région) et par un taux d'artificialisation des sols faible (<3%, contre 9% à l'échelle de la région). Toutefois, une analyse de l'évolution de l'occupation des sols sur une période de 15 ans (1999-2015) a révélé une augmentation de 20% du bâti diffus et de 40% du tissu urbain (Parc Naturel du Verdon, 2019). Ainsi, l'urbanisation et l'extension des terres agricoles empiètent progressivement sur les milieux ouverts comme les pelouses sèches, les garrigues ou les matorrals à genévriers qui peuvent constituer des habitats favorables au Criquet hérisson. De plus, certains milieux ont une dynamique de fermeture plus ou moins forte, correspondant à l'abandon de pratiques agricoles et de pâturages, amenant une recolonisation naturelle des ligneux (Parc Naturel du Verdon, 2019).

1.4 Problématique et objectifs

Certaines espèces d'Orthoptères sont plus sensibles que d'autres aux perturbations de leur habitat (Ortego *et al.*, 2015). *Prionotropis rhodanica* est particulièrement sensible aux changements de son environnement (Piry *et al.*, 2018) et il est probable qu'il en soit de même pour le Criquet hérisson. C'est pourquoi le PNRV l'a choisi comme espèce indicatrice de sa trame verte et bleue et plus précisément de la sous trame des milieux ouverts et semi-ouverts. C'est dans ce cadre que le PNRV a commandité cette étude. Il a également été identifié comme l'un des indicateurs de suivi de l'état de la biodiversité, dans l'observatoire de la biodiversité que le Parc projette d'animer sur son territoire. Par conséquent, la problématique actuelle est de savoir quel est l'état de conservation de *Prionotropis azami* au sein du PNRV. Cette commande se décline en différents objectifs :

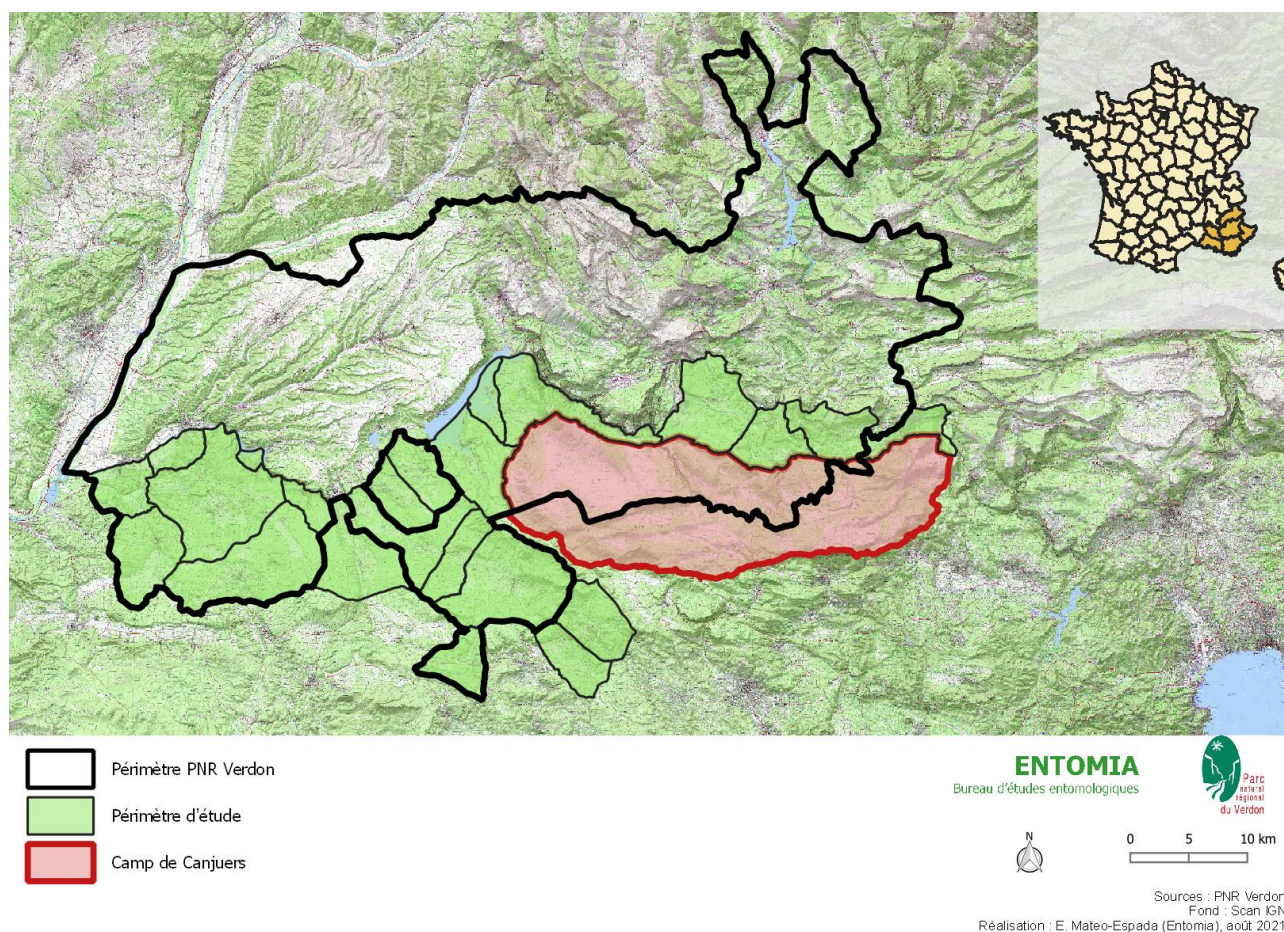
- Améliorer la connaissance de la répartition du Criquet hérisson sur le territoire du PNR (distribution au sein du périmètre d'étude, principaux noyaux de populations) ;
- Améliorer la connaissance sur les exigences écologiques de ce taxon (habitats préférentiels, typologie des principaux habitats où le taxon a été contacté) ;
- Mener une première approche de l'analyse de la connectivité et de la fragmentation entre les stations/sous-populations ;
- Dresser un premier état des lieux des populations sur le territoire du PNR et de leurs enjeux de conservation : stations importantes en bon état de conservation, stations menacées, secteurs stratégiques pour le maintien de l'espèce au sein desquels des actions seraient nécessaires pour maintenir/restaurer les continuités écologiques entre les sous-populations ;
- Cerner l'importance du territoire pour la conservation de cette sous-espèce et l'état de conservation des populations de Criquet hérisson sur le territoire du Parc.

2 Données et méthodes

2.1 Zone d'étude

Créé en 1997, le PNRV a notamment pour objectif d'améliorer la connaissance et la préservation des patrimoines environnementaux et culturels. En tant que commanditaire, il a défini le périmètre de cette étude. Celui-ci se situe donc dans l'enceinte du Parc, en y ajoutant 4 communes limitrophes, englobant les secteurs où l'espèce est déjà connue et ceux qui sont potentiels à l'espèce. Plus concrètement, comme l'espèce n'est pas connue en rive droite du Verdon, seule la partie au sud du Verdon est dans la zone d'étude. Elle est à cheval sur les départements du Var et des Alpes de Haute-Provence. Le camp militaire de Canjuers, interdit au public, est exclu du périmètre d'étude, malgré la présence avérée de stations importantes. Cette zone sera prospectée parallèlement par le CEN PACA qui bénéficie déjà d'un partenariat avec le camp militaire. Au total, 24 communes sont comprises dans la zone d'étude sur les 46 du PNRV, donnant une zone d'étude de 700 km² (carte 2).

Carte 2 : Périmètre de la zone d'étude



2.2 Le Criquet hérisson, présentation générale

Le Criquet hérisson (*Prionotropis azami* Uvarov, 1923) est une espèce endémique des pré-Alpes du Sud, principalement dans le Var et débordant légèrement dans les Alpes-de-Haute-Provence, les Alpes-Maritimes et les Bouches-du-Rhône. C'est l'un des plus grands criquets de France : mâles 32-37 mm, femelles 42-45 mm (Defaut & Morichon, 2015). Il s'agit d'une espèce brachyptère qui ne peut pas voler et avec des capacités de saut réduites, limitant sa dispersion. Sa stratégie de défense se base sur la discrétion et le mimétisme. Avec des couleurs cryptiques, similaires à son substrat, il a tendance à s'immobiliser à l'approche d'un danger, contrairement aux autres espèces qui préfèrent souvent s'enfuir (Foucart & Lecoq, 1996). Par conséquent c'est une espèce difficile à détecter sur le terrain, passant souvent inaperçue.

L'espèce est univoltine, les juvéniles éclosent à partir de mi-avril et les adultes disparaissent vers la mi-juillet (Defaut & Morichon, 2015). La phénologie peut être décalée jusqu'en août, voire septembre à des altitudes plus élevées que

dans la zone étudiée. Chez le Criquet de Crau, un fort déclin des populations est connu dès le mois de juin (tableau 2) (Foucart & Lecoq, 1996). Il n'existe pas d'information aussi précise pour le Criquet hérisson.

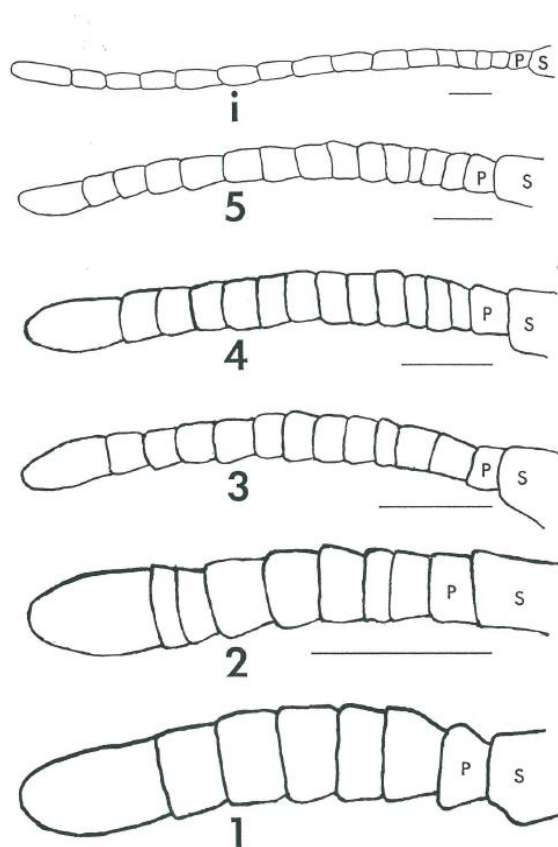
Tableau 2 : Cycle de vie de *Prionotropis azami*

Période	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Œufs												
Juvéniles												
Imagos												

L'espèce se développe en 5 stades larvaires qui sont différenciables notamment en comptant le nombre d'articles antennaires (tableau 3).

Tableau 3 : Identification des différents stades de *Prionotropis azami* (Defaut & Morichon, 2015)

Stade	Juvénile S1	Juvénile S2	Juvénile S3	Juvénile S4	Juvénile S5	Imago
Nombre d'articles antennaires	8	10	14	15	16	17



Identification des différents stades de *Prionotropis azami*

D'après la bibliographie existante, elle est xérophile et fréquente principalement des pelouses sèches sur sol calcaire, jusqu'à 1 400 m. L'espèce se trouve également dans les garrigues rocailleuses (Defaut & Morichon, 2015). Des populations peuvent subsister dans les clairières des secteurs devenus boisés suite à l'abandon progressif des pratiques agro-pastorales traditionnelles. L'espèce est phytophage et se nourrit de dicotylédones (Defaut & Morichon, 2015).

2.3 Protocoles mis en œuvre en 2021

2.3.1 Répartition et densité

Méthode

L'amélioration de la connaissance de la distribution de l'espèce au sein du périmètre d'étude constitue un objectif prioritaire au sein du cahier des charges proposé par le PNRV. C'est pourquoi il faut visiter un maximum de stations pour faire la carte la plus exhaustive possible. Cela implique de faire un protocole assez court, priorisant l'information « présence-absence », mais incluant cependant l'acquisition de données quantitatives. Les noyaux de populations seront définis selon un indice densitaire de l'espèce sur chaque station et surtout sur le regroupement géographique des stations positives. Pour estimer cette densité, la méthode d'évaluation d'abondance par unité d'effort a été choisie. Il s'agit de prospecter une surface donnée pendant une durée prédéterminée, et de noter le nombre d'individus détectés au cours de la prospection, pour que les résultats obtenus sur chaque station soient comparables (Tatin *et al.*, 2013).

Le Criquet hérisson arbore une coloration variable, mais souvent très cryptique avec son environnement, ce qui le rend difficile à détecter. De plus, les densités de population sont plus faibles que chez d'autres orthoptères et bien qu'il puisse striduler, cela semble peu courant (observation faite pour le Criquet de Crau, Foucart & Lecoq, 1996).



Couleurs cryptiques de *Prionotropis azami*

Evaluer l'abondance au sein d'une station et les noyaux de population à l'échelle du PNR est complexe. Les densités d'Orthoptères sont variables dans le temps et l'espace et cela s'applique également au Criquet hérisson (Foucart & Lecoq, 1996). Cette variabilité démographique, ainsi que la faible détectabilité de l'espèce doivent être prises en compte dans l'élaboration du protocole et des rendus cartographiques possibles. Foucart et Lecoq signalent en 1996 que les méthodes des comptages à vue par bande ou par placettes de 50m², sont impossibles à utiliser car les individus sont isolés et ne se rencontrent qu'à de trop grands intervalles (étude réalisée sur le Criquet de Crau). L'observateur est soit à l'intérieur du noyau, soit à côté, parfois à quelques mètres près. Une déambulation aléatoire sur une plus grande surface est donc privilégiée, afin de faire un comptage plus représentatif.

Le CEN PACA mis en place un protocole depuis 2020 dans le but d'améliorer la connaissance sur le Criquet hérisson. L'amélioration de la connaissance de sa répartition s'effectue au travers d'une recherche aléatoire dans les habitats jugés favorables en dehors des secteurs où il existe des données récentes. L'absence de protocole de recherche permet de s'adapter à la réalité du terrain, au sein d'un périmètre d'étude très vaste. L'objectif final de cette étude est de connaître les variables qui conditionnent la présence de l'espèce. Le protocole mis en place consiste à prospecter des placettes de 100 m² en 10 minutes et noter différentes variables correspondantes, sur une fiche terrain (Bence, 2021). Ce protocole n'a pas été conservé pour la présente étude car comme dit précédemment, les individus peuvent être très isolés et il est préférable de prospecter une plus grande surface pour avoir une chance de détecter l'espèce.

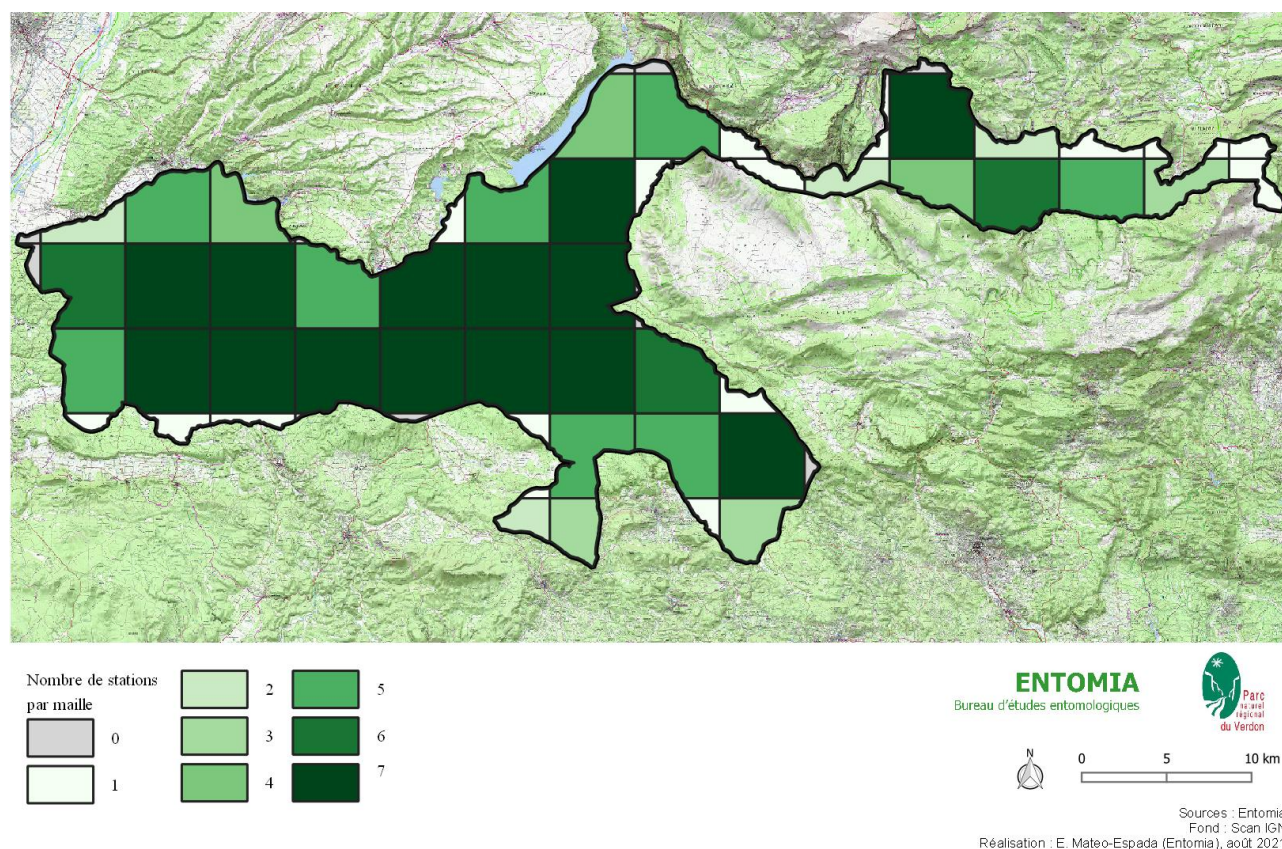
Le protocole sélectionné cette année consiste à prospecter pendant 15 minutes une station de 1 000 m², à l'habitat globalement homogène et favorable à la recherche du Criquet hérisson. Ce temps de prospection a été défini en fonction des expériences accumulées au sein d'ENTOMIA, ayant eu l'occasion de rechercher cette espèce dans différents habitats et contextes : inventaires ABC, études d'impacts, CMR, mesures d'évacuation totale de populations avant chantier... En cas de stations favorables inférieures à 1 000 m², le temps de prospection sera

réduit au prorata de la surface. Si l'on divise par deux la surface, on divise par deux le temps. Chaque individu de *Prionotropis azami* sera pointé au GPS en y associant différentes informations, comme le stade de développement et le comportement. La saisie de données se fera sur l'application CyberTracker 3.515, installée sur le téléphone de terrain. Celle-ci permet de créer une base données personnalisée aux besoins de l'étude (annexe 1).

Choix des stations

Ce protocole va être réalisé dans la totalité du périmètre d'étude. Afin d'avoir le plus de stations de *Prionotropis azami* positives et donc de rendre une cartographie la plus aboutie possible, les stations sont sélectionnées par photo-interprétation. Les secteurs semblant les plus favorables seront prospectés, il s'agit principalement de milieux ouverts où des rocaillies ou affleurements rocheux sont visibles. Néanmoins, afin que l'effort de prospection soit bien réparti, le périmètre d'étude a été découpé en mailles 5 x 5 km. Toutefois, certaines mailles ont une surface plus faible, dû au découpage du périmètre d'étude. C'est pourquoi le nombre de stations à prospecter par maille a été défini proportionnellement à la surface de chaque maille (carte 3). La proportion de milieux favorables par maille n'a pas été pris en compte car les connaissances des exigences écologiques de l'espèce sont insuffisantes.

Carte 3 : Répartition des stations au sein de la zone d'étude, proportionnellement à la surface des mailles de 5 x 5 km



Les polygones de 1 000 m² sont créés sur QGIS 3.16.4, puis exportés au format .kml sur l'application Locus Map 3.50, installé sur le téléphone de terrain. Un fond topographique IGN disponible hors connexion est installé sur l'application afin de se repérer sur le terrain. De plus, le tracé des déplacements durant les prospections sera enregistré afin de vérifier que la recherche soit bien exhaustive sur chaque station. La possibilité de prospections hors protocole a également été retenue, en cas de milieux favorables détectés entre les stations durant la journée de terrain.

2.3.2 Exigences écologiques

Méthode

Les exigences écologiques du Criquet hérisson n'ont pas fait l'objet d'études approfondies et sont donc peu connues. Néanmoins, elles semblent proches de celles du Criquet de Crau. Une synthèse des connaissances a été rédigée pour ce dernier, donnant différentes informations sur ses habitats et son écologie (Hochkirch *et al.*, 2014). Il s'agira de les prendre en considération pour définir des hypothèses et élaborer le protocole permettant de les vérifier. La structure de la végétation influence grandement la présence des espèces d'orthoptères, qui ont chacune leurs préférences (Báldi & Kisbenedek, 1997). D'après Hochkirch *et al.*, en 2014, la hauteur maximale de végétation est

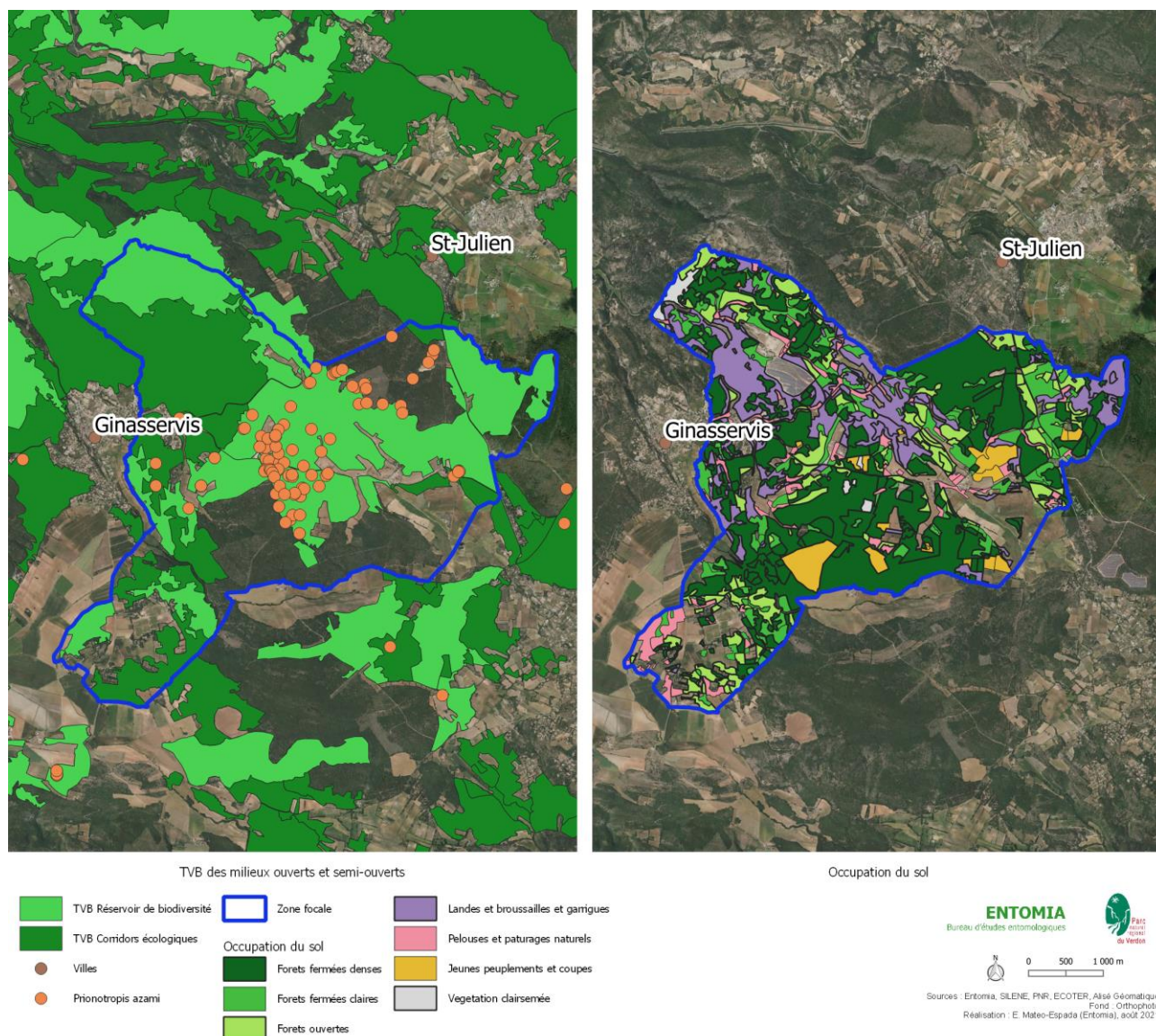
négativement corrélée à la densité de Criquet de Crau, montrant qu'une trop haute végétation est défavorable à l'espèce. Néanmoins, les fortes densités de cette espèce se rencontrent lorsque le recouvrement de la végétation est entre 50 % et 70% (Bröder *et al.*, 2018). *Prionotropis rhodanica* semble utiliser les touffes d'herbes comme *Brachypodium retusum* pour s'abriter (Hochkirch *et al.*, 2014).

Par conséquent, une placette de 2x2 m sera positionnée au sein de chaque station prospectée. Si l'espèce a été observée, la placette sera positionnée à l'endroit de l'observation, sinon, dans une zone représentative du reste de la station. Une fiche terrain relevant la structure de végétation sera complétée pour chacune de ces placettes (annexe 2). De plus, d'autres caractéristiques seront relevées à l'échelle de la station, notamment l'habitat selon la typologie EUNIS de niveau 3, ainsi que son degré de fermeture. Toutes les stations seront prises en photo.

Choix des stations

Pour définir les exigences écologiques de l'espèce, il est nécessaire d'établir la présence ou non du Criquet hérissé. Or, l'espèce peut être présente mais simplement pas détectée au moment de la prospection. C'est pourquoi, il est nécessaire de faire un second passage sur ces stations négatives, voir un troisième, si le temps le permet. Cela permettra de réduire les potentielles erreurs liées à des faux-négatifs. Néanmoins, ces répliques ne pourront pas se faire sur la totalité du périmètre d'étude, car cela réduirait le nombre de stations prospectées et donc l'exhaustivité de la répartition de l'espèce qui est l'objectif principal de l'étude. C'est pourquoi, une zone focale au cœur de la sous-trame TVB des milieux ouverts et semi-ouverts du PNR a été définie pour remplir l'objectif des exigences écologiques (carte 4). Une journée de terrain en 2021 a permis de confirmer la présence du Criquet hérissé dans ce secteur.

Carte 4 : Disposition de la zone focale selon la TVB, l'occupation du sol et la présence de *Prionotropis azami* dans la zone



La cartographie d'occupation des sols réalisée en 2017 par Alisé Géomatique découpe le territoire du PNRV en plusieurs milieux. Cette cartographie a été réalisée par photo-interprétation, associée aux données exogènes disponibles (BD Topo IGN, SCAN25...). L'Unité Minimale de cette Cartographie (UMC) est de 500 m² pour les espaces naturels. Une nomenclature détaillée décrit chaque milieu et ses déclinaisons. Parmi eux, d'après l'écologie connue de l'espèce, la catégorie la plus intéressante pour cette étude se nomme « Pelouses et pâturages naturels ». Deux autres catégories pourraient correspondre à la présence de *Prionotropis azami*, bien qu'elles soient moins favorables d'après la bibliographie. Il s'agit de « Végétation clairsemée » et de « Landes, broussailles et garrigues ». Les anciennes données du Criquet hérisson ont été superposées à cette couche d'occupation des sols. Les individus se retrouvent dans les 3 catégories précédemment citées et dans 3 nouvelles : « Forêts fermées denses », « Forêts fermées claires » et « Forêts ouvertes » (tableau 4). Cela s'explique du fait que le Criquet hérisson peut se retrouver dans des réseaux de petites zones ouvertes de clairières et pelouses relictuelles, au sein de ces espaces forestiers, qui peuvent être assez perméables.

Afin de bien définir les exigences écologiques de l'espèce et d'éviter les biais lors de l'analyse, les stations prospectées ne seront pas choisies par l'observateur mais tirées aléatoirement parmi les milieux naturels et semi-naturels (tableau 4). Ceux-ci présentent des différences en termes de structure de végétation et de type d'habitat. Afin que les milieux soient les plus homogènes possibles, il a été décidé de réduire la superficie des stations à 500 m² dans la zone focale. Une fois ces exigences écologiques analysées à l'échelle de la zone focale, les informations de présence à l'échelle du reste du périmètre d'étude permettront de confirmer ou d'élargir la palette d'habitats favorables.

Tableau 4 : Catégories de milieux naturels et semi-naturels, d'après la cartographie d'occupation du sol du PNRV (Alisé Géomatique, 2017b)

Catégorie	Description	Caractéristiques
Pelouses et pâturages naturels	Formations végétales herbeuses telles que les pelouses calcicoles/marneuses (à Brachypode de Phénicie, bromes, Aphyllante de Montpellier...) ainsi que les pelouses d'altitude ; pouvant être piquetées de genêts, genévriers, buis, épineux mais dont le recouvrement au sol reste faible	Surface herbacée > à 75% Couvert de ligneux bas < à 25 % Couvert arboré < à 25 %.
Végétation clairsemée	Surfaces de sol nu à végétation éparse : steppes, toundras, terres argileuses affectées par du ruissellement torrentiel, végétation de haute altitude sur terrains accidentés, carrière en cours de végétalisation naturelle.	Sol nu et roches nues entre 25 % et 90 % Surface herbacée < à 75 % Couvert arbustif < à 25 % Couvert arboré < à 25 %
Landes, broussailles et garrigues	Formations végétales ouvertes ou semi-ouvertes, arbustives basses : friches agricoles, landes, garrigues hautes à genêts, chênes... ou garrigues basses à thym, euphorbe...	Couvert arbustif entre 25 % et 75% Couvert arboré < à 50 %.
Forêts ouvertes	Terrains forestiers ouverts où les arbres sont présents de façon discontinue.	Couvert arboré entre 15 % et 50 % Couvert ligneux bas < à 50 %.
Forêts fermées claires	Formations végétales majoritairement fermées, présentant des discontinuités, principalement constituées d'arbres mais aussi de buissons et d'arbustes.	Couvert arboré entre 50 % et 75 %.
Forêts fermées denses	Formations végétales totalement fermées, principalement constituées d'arbres mais aussi de buissons et d'arbustes.	Couvert arboré > à 75 %.

2.3.3 Probabilité de détection

Des études CMR ont montré que la probabilité de détection des individus oscille entre 6 et 7% (Tatin *et al.*, 2013 ; Schuld, 2013 in Hochkirch *et al.*, 2014 ; Braud, 2019b). Néanmoins, la probabilité de détection d'un individu n'est pas la même que celle de l'espèce à l'échelle d'une station. Si 10 individus sont présents sur une station, il suffit qu'un seul soit détecté.

Afin de valider ce protocole de terrain et de proposer sa continuité dans le temps, il est nécessaire de connaître la probabilité de détection de *Prionotropis azami* lors de l'application de ce protocole. Pour cela, une analyse sera effectuée grâce au logiciel Présence 6.2. Au vu du temps imparti et des différents protocoles à mettre en œuvre, trois stations de 1000 m² où l'espèce est connue seront prospectées au cours de 3 sessions de 3 passages, soit 9 fois en tout entre avril et juillet. Les dates pour chaque session correspondront à 3 moments-clés du cycle de développement de l'espèce : début mai pour les premiers stades juvéniles, début juin pour les juvéniles de derniers stades, et début juillet pour les adultes mûres. Au cours de chaque session, les 3 passages devront être faits sur un pas de temps assez court pour respecter le principe du « site clos ». Cela signifie qu'un site occupé reste occupé et qu'un site non-occupé reste non-occupé entre deux passages.

Les résultats obtenus seront peu précis au vu du nombre de stations prospectées mais permettront de connaître un ordre d'idée de la détectabilité de l'espèce.

2.3.4 Echantillonnage

Lors de l'élaboration d'un protocole, le problème est souvent de savoir comment sélectionner les unités d'échantillonnage (appelées ci-après stations) dans le périmètre d'étude. De la même manière, il faut définir le nombre de passage à effectuer par site, afin d'atteindre l'objectif de l'étude (MacKenzie & Royle, 2005).

Il faut tout d'abord déterminer combien de stations sont théoriquement prospectables durant la saison de terrain. Les sites se trouvent entre 20 min et 45 min du lieu de départ (bureau situé à Sillans-la-Cascade), le temps de trajet pour accéder aux sites est donc estimé à une moyenne de 1h30 par jour. La prospection dure 15 min et la notation sur la fiche terrain prend 5 à 10 min. Il faut ajouter à cela le temps de préparation et d'accès à la station à pied. D'après les informations précédentes, il serait donc possible de réaliser 1 à 2 relevés par heure, soit 3 relevés en 2h. Sur une journée de 7h, il serait donc possible de faire entre 8 et 10 relevés en moyenne.

Le protocole sera réalisé entre le 19 avril et le 9 juillet (principale période d'activité de *Prionotropis azami*), ce qui équivaut à 58 jours travaillés. Mais toutes ces journées ne seront pas favorables à la recherche de l'espèce. Comme tous les Orthoptères, les conditions météorologiques influencent fortement l'activité du Criquet hérissé (Foucart & Lecoq, 1996). Une température trop basse limite fortement les étapes du cycle de vie des Orthoptères (alimentation, reproduction) (Willott & Hassall, 1998). Ils sont plus vivaces et donc plus visibles sous certaines conditions. Il est donc préconisé de commencer les prospections à partir de 9h avec un vent inférieur à 40km/h, une couverture nuageuse inférieure à 75% et une température supérieure à 20°C. Il est donc estimé que sur les 58 jours théoriques, 40 pourront être utilisés à la recherche de *Prionotropis azami*. Cela permet donc d'estimer le nombre de relevés théoriquement réalisables entre 320 et 400 sur la période de terrain.

Pour avoir un échantillonnage suffisant pour faire les analyses des exigences écologiques, 70 stations seront prospectées sur la zone focale. Comme un deuxième passage est prévu, cela implique de faire potentiellement 140 relevés. Par conséquent, 200 stations seront prospectées sur le reste de la zone d'étude, avec 27 relevés supplémentaires réalisés sur 3 stations positives afin d'estimer le taux de détectabilité de l'espèce avec ce protocole. Si le temps le permet, de nouvelles stations pourront être prospectées pour affiner la cartographie.

2.4 Traitement des données

Des cartographies de distribution de *Prionotropis azami* seront réalisées grâce au logiciel QGIS 3.16.4. Des analyses sur R seront effectuées afin de connaître les facteurs influençant la présence de l'espèce. La probabilité de détection de *Prionotropis azami* sera estimée sur les sites étudiés grâce à l'analyse « occupancy » du logiciel Présence 6.2. L'analyse de la connectivité au sein du périmètre d'étude sera cartographiée d'après les exigences écologiques définies grâce au protocole précédemment détaillé. En effet, en fonction de ces données et de la couche d'occupation des sols, une cartographie des stations potentielles de l'espèce pourra être créée. Une zone tampon, correspondant à la capacité de dispersion théorique du Criquet hérissé permettra d'établir une cartographie des potentielles connections. Celle-ci sera mise en corrélation avec la TVB créé par le PNR. Enfin, une analyse de l'état de conservation du Criquet hérissé dans le PNR sera effectué. Différentes mesures de gestion seront préconisées.

3 Résultats

3.1 Prospections 2020 et 2021

En 2020, la commande ayant été validée tardivement par rapport à la phénologie de l'espèce, seuls 2 jours de prospections ont été réalisés. 6 observations ont été faites durant ces prospections.

En 2021, malgré des conditions météorologiques défavorables au début de la période de terrain, 45 jours de prospections ont été réalisés entre le 19/04/2021 et le 09/07/2021. Certaines de ces journées se limitaient à une demi-journée ou quelques heures selon les aléas de la météo.

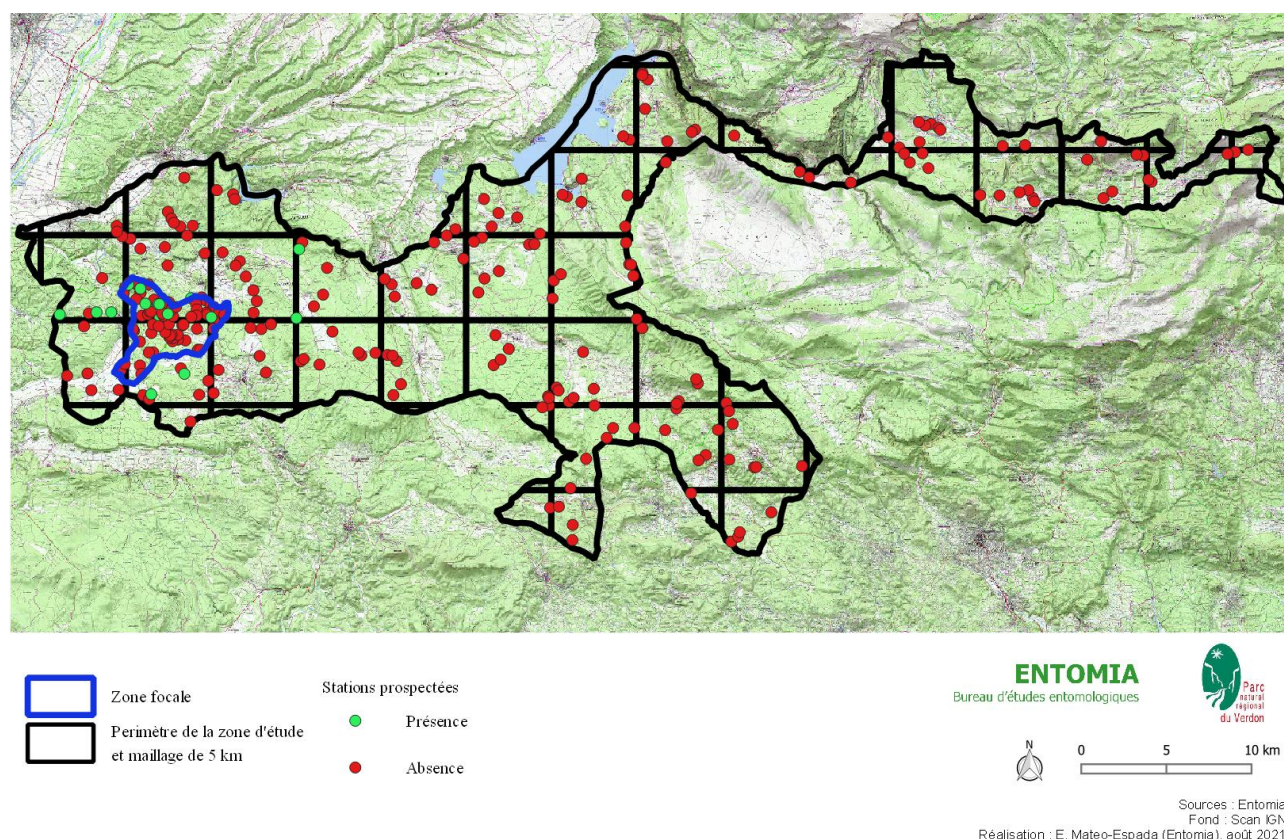
Les 70 stations de la zone focale ont été prospectées 2 fois, sauf en cas de détection de l'espèce lors du premier passage. *Prionotropis azami* a été détecté sur 6 stations au premier passage et une septième station a été ajoutée au deuxième passage. Soit 10% des stations.

En dehors de la zone focale, 197 stations ont été prospectées à la recherche du Criquet hérissé. A cela s'ajoutent des prospections aléatoires dans des habitats semblant favorables à l'espèce. Près de la moitié des 197 stations positionnées par photo interprétation ont dû être repositionnées une fois sur le terrain. En effet, certaines stations étaient sur des propriétés privées clôturées et donc inaccessibles. Pour d'autres stations c'est l'habitat qui semblait favorable sur orthophoto mais qui ne l'était pas une fois sur le terrain. Dans ce cas, la station était déplacée dans une zone plus favorable, souvent repérée au cours de la journée lors des déplacements entre les stations. *Prionotropis azami* a été détecté sur 10 stations, soit 5,1 % des stations. Ces observations sont réparties sur 3 communes : la Verdrière, Saint-Julien et Ginasservis. Le Criquet hérissé était déjà connu sur ces communes. Par contre, une nouvelle maille de 5 x 5 km est maintenant connue pour accueillir l'espèce.

Au total, 267 stations ont donc été prospectées en 2021 (carte 5), ce qui représente 355 relevés en comptant les prospections doubles sur les mêmes stations. Avec 17 stations où le Criquet hérissé a été observé, 6,4 % des stations prospectées étaient positives.

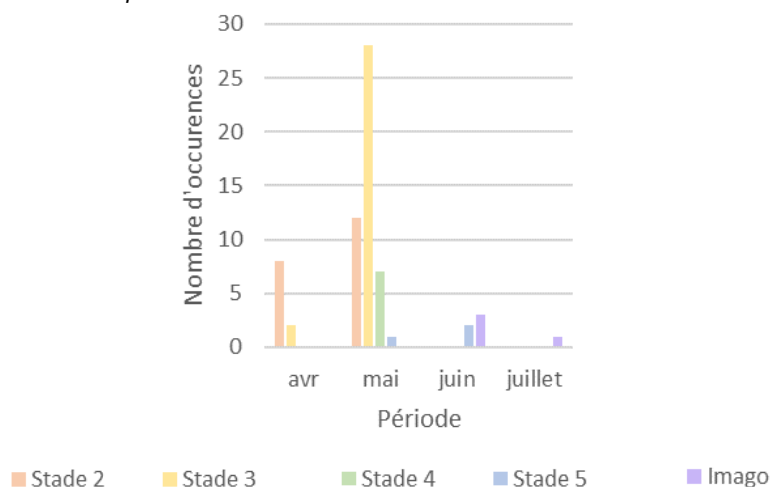
Les prospections non protocolées ont permis de faire 2 autres observations mais à des distances très proches des stations. Elles ont été faites en se rendant sur ou en quittant la station.

Carte 5 : Résultats des stations prospectées en 2021



La grande majorité des prospections ont été réalisées sous un ciel ensoleillé ou peu nuageux, avec un vent variant entre 0 et 30 km/h. *Prionotropis azami* a été détecté lors de températures comprises entre 10°C et 28°C. Les données acquises lors des prospections menées en 2021 permettent de dresser un graphique phénologie conforme aux connaissances globales pour l'espèce (figure 2).

Figure 1 : Phénologie de *Prionotropis azami* en 2021



3.2 Détectabilité

Le calcul de la probabilité de détection se base sur 3 sites, prospectés 9 fois chacun au cours de la période de vie de *Prionotropis azami*. Ces 9 passages ont été séparés en 3 saisons de 3 passages, pour observer les différents stades de l'espèce. Lors de la première saison il s'agissait de juvéniles, de stade 2, 3 et quelques 4 ; pour la deuxième saison il s'agissait de juvéniles de stade 5 et lors de la dernière, il n'y avait plus que des adultes (tableau 5). L'objectif est de calculer la probabilité de détection de l'espèce au cours des saisons pour vérifier qu'elle évolue fortement dans le temps (hypothèse émise par Y. Braud, qui d'expérience préconise de miser sur des prospections en mai pour optimiser la détection de l'espèce).

Tableau 5 : Abondance de *Prionotropis azami* au cours des 9 passages

Passages Stations	Mai			Juin			Juillet		
	06/05	07/05	12/05	07/06	08/06	09/06	05/07	08/07	09/07
417	1 : S2 7 : S3	3 : S2 3 : S3	1 : S1 2 : S3 1 : S4	0	0	0	0	0	0
418	1 : S2 1 : S3	3 : S2 1 : S4	3 : S3	0	0	2 : Imago	0	1 : Imago	0
419	5 : S3	2 : S2 1 : S3	2 : S3	1 : S5	0	1 : Imago	0	0	0

S1 à S5 = Observation de *Prionotropis azami* à l'un des 5 stades juvéniles

Imago = Observation de *Prionotropis azami* au stade adulte

Pour cela, différents modèles ont été testés dans le logiciel Présence (tableau 6). Quatre variables ont été prises en compte lors de la définition de ce modèle :

- Psi : c'est la probabilité d'occupation d'un site par *Prionotropis azami*, que l'espèce y ait été observée ou non
- P : c'est la probabilité de détection de *Prionotropis azami* sur un site, l'espèce peut être présente mais ne pas être observée
- Gamma : c'est la probabilité de colonisation d'un site, des individus viennent de l'extérieur du site pour le coloniser
- Eps : c'est la probabilité d'extinction d'un site, des individus qui quittent le site (définitivement ou non)

Chacune de ces variables peut être constante pendant la durée de l'étude, évoluer au cours du temps ou changer uniquement entre les saisons. L'AIC permet de calculer la qualité de chaque modèle et de choisir celui qui semble le plus adapté au jeu de données. Le modèle avec le plus petit AIC est préféré si les delta AIC des autres modèles sont supérieurs à 2. Ici, les 4 premiers modèles ont un Delta AIC inférieur ou égal à 2 et sont donc considérés par le logiciel comme aussi bons les uns que les autres. Dans ce cas il faut choisir le modèle le plus parcimonieux. Ici il s'agit du premier modèle car il utilise moins de paramètres et a un poids plus important. De plus, il semble plus cohérent par rapport aux connaissances de l'écologie des espèces. Celui-ci admet que les probabilités d'occupation, de colonisation et d'extinction sont constantes, mais que la probabilité de détection varie d'une saison à l'autre.

Tableau 6 : Synthèse des différents modèles testés pour calculer la probabilité de détection, en bleu le modèle sélectionné

Model	AIC	deltaAIC	AIC wgt	Model Lik	no.Par	-2*LogL
psi(.).gamma(.).eps(.).p(s)	29.33	0.00	0.3553	1.0000	6	17.33
psi(.).gamma(.).eps(s).p(s)	31.19	1.86	0.1402	0.3946	7	17.19
psi(.).gamma(s).eps(.).p(s)	31.33	2.00	0.1307	0.3679	7	17.33
psi(s).gamma(.).p(s)	31.33	2.00	0.1307	0.3679	7	17.33
psi(.).gamma(s).eps(s).p(s)	33.19	3.86	0.0516	0.1451	8	17.19
psi(.).gamma(.).eps(.).p(t)	33.36	4.03	0.0474	0.1333	12	9.36
psi(s).gamma(s).p(s)	33.39	4.06	0.0467	0.1313	8	17.39
psi(s).gamma(.).p(t)	35.36	6.03	0.0174	0.0490	13	9.36
psi(.).gamma(s).eps(.).p(t)	35.36	6.03	0.0174	0.0490	13	9.36
psi(.).gamma(.).eps(s).p(t)	35.36	6.03	0.0174	0.0490	13	9.36
psi(.).gamma(.).eps(.).p(.)	35.91	6.58	0.0132	0.0373	4	27.91
psi(s).gamma(s).p(t)	37.36	8.03	0.0064	0.0180	14	9.36
psi(.).gamma(s).eps(s).p(t)	37.36	8.03	0.0064	0.0180	14	9.36
psi(s).gamma(.).p(.)	37.77	8.44	0.0052	0.0147	5	27.77
psi(.).gamma(.).eps(s).p(.)	37.77	8.44	0.0052	0.0147	5	27.77
psi(.).gamma(s).eps(.).p(.)	37.91	8.58	0.0049	0.0137	5	27.91
psi(.).gamma(s).eps(s).p(.)	39.77	10.44	0.0019	0.0054	6	27.77
psi(s).gamma(s).p(.)	39.77	10.44	0.0019	0.0054	6	27.77

psi = probabilité d'occupation d'un site ; p = probabilité de détection de l'espèce ; gamma = probabilité de colonisation du site ; eps = probabilité d'extinction du site ; . = constant dans le temps ; t = varie dans le temps ; s = varie entre les saisons

D'après le modèle précédent, la probabilité de détection de *Prionotropis azami* varie beaucoup d'une saison à l'autre (tableau 7). Elle est de 100% lors de la première saison, 43% pendant la deuxième et 18% pour la troisième. Il y a donc une diminution de la détectabilité entre mai et juillet. Cela signifie que les premiers stades juvéniles sont plus facilement détectables que les derniers stades juvéniles et plus encore que les adultes. Il faut néanmoins faire attention à ces pourcentages car ils ont été obtenus par un très faible nombre de stations. Par exemple, il est peu probable que la probabilité de détection soit de 100% en mai. Il suffit d'ailleurs de regarder l'intervalle de confiance à 95% pour s'en rendre compte. Pour chacune des saisons, ces intervalles sont très grands, démontrant une fiabilité peu élevée des pourcentages. Cela donne toutefois un ordre d'idée sur la période préférentielle pour chercher cette espèce. En effet, la probabilité de détection diminue dans le temps et il semble plus efficace de chercher l'espèce en mai, quand elle est juvénile de stade 2 à 4. Ce qui est cohérent avec l'écologie de l'espèce : l'abondance diminue dans le temps du fait de la prédation, des maladies, etc. Par conséquent, s'il y a moins d'individus, cela réduit les chances d'observer l'espèce.

Attention, cette probabilité de détection par période fonctionne pour la partie occidentale du PNRV mais dès que les conditions altitudinales changent, elle ne peut plus être prise en compte (décalage phénologique important selon l'altitude).

Tableau 7 : Probabilité de détection de *Prionotropis azami* en 2021, basé sur 3 sites

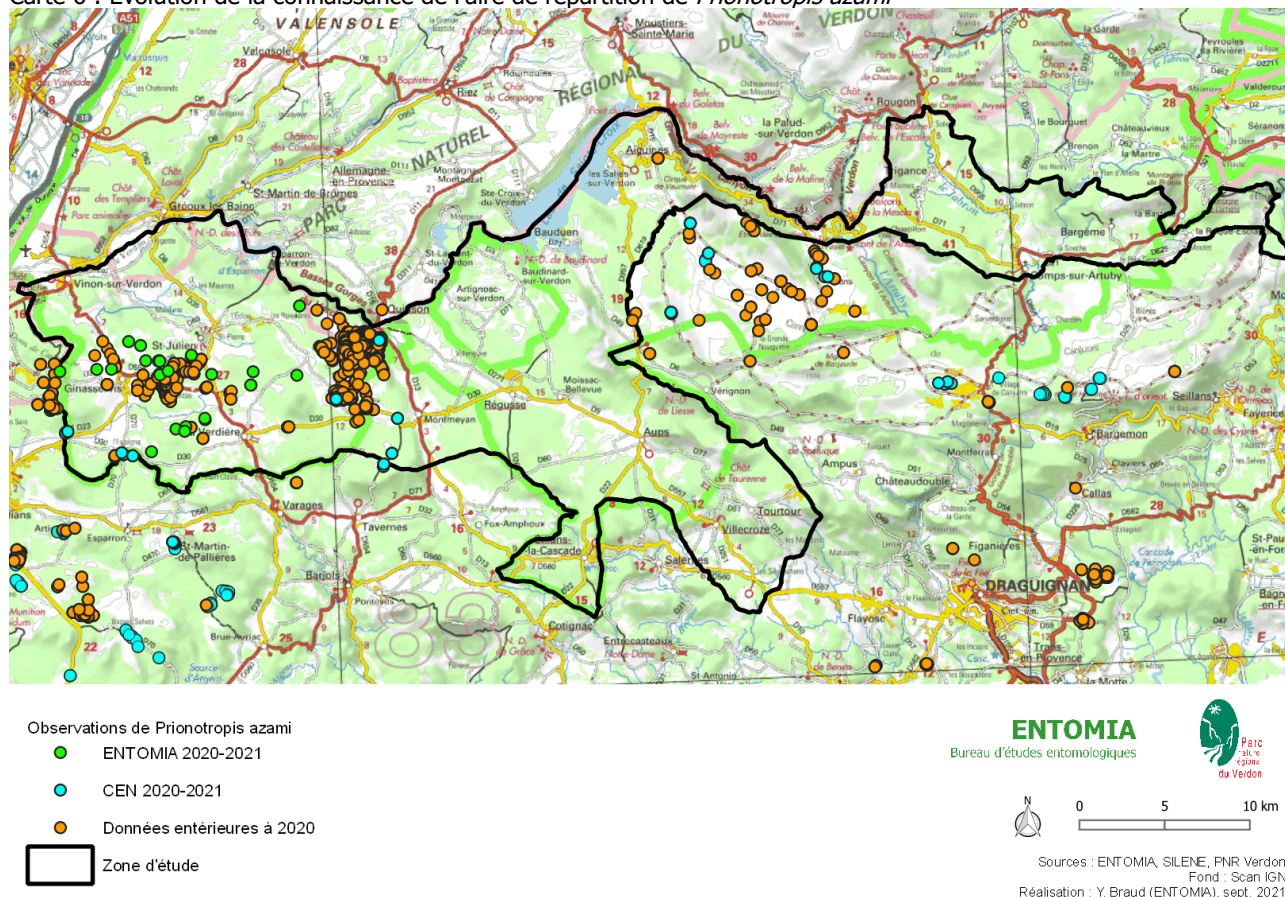
	Probabilité de détection	Erreur standard	Intervalle de confiance à 95%
Saison 1	1.0000	0.0000	0.0000 - 1.0000
Saison 2	0.4331	0.2328	0.1064 - 0.8305
Saison 3	0.1766	0.1944	0.0154 - 0.7466

3.3 Répartition de l'espèce

Avec le faible nombre de stations positives (11 sur 267), la carte de répartition du Criquet hérissé n'a pas beaucoup évolué. Néanmoins, les nombreuses données négatives dans les secteurs où le Criquet n'était pas connu renforcent ce statut d'absence et donnent des informations sur la répartition globale de l'espèce. De plus, certaines observations ont été réalisées assez loin des anciennes données. La plus éloignée se trouve à 2,4 km de la station connue la plus proche et la seconde est éloignée de 2,2 km (secteur proche de Quinson). Enfin, plusieurs ont agrandi la connaissance de la répartition de 2 km. L'aire de distribution au sein du PNRV a donc quand même été agrandie (carte 6). D'autres observations ont permis de relier des stations qui semblaient jusqu'à présent isolées.

Le CEN PACA a également contribué à acquérir de nouvelles connaissances sur l'espèce, 10 observations ont été réalisées, correspondant à 3 nouvelles stations pour l'espèce (deux à Canjuers et une à La Verdrière).

Carte 6 : Evolution de la connaissance de l'aire de répartition de *Prionotropis azami*



Il semble que la répartition de *Prionotropis azami* dans le PNRV se constitue autour de 3 noyaux de population principaux. Ces noyaux ont été définis par la proximité géographique de nombreuses données. Le premier se situe dans le camp militaire de Canjuers, bien qu'en dehors du périmètre étudié, il est bien dans l'enceinte du PNRV. L'espèce est en effet particulièrement présente dans les pelouses steppiques de cette zone. Le second noyau se trouve à cheval sur les communes de Quinson, La Verdrière et Montmeyan. Ce secteur est majoritairement constitué de zones ouvertes et de forêts claires, formant une continuité de clairières et milieux ouverts dans lequel le Criquet hérissé est bien implanté. Le dernier noyau traverse Ginasservis et Saint-Julien. Il s'agit d'un secteur plutôt forestier mais l'espèce a surtout été observée dans les réseaux de zones ouvertes qui le parcourent.

Le faible nombre de stations positives peut être interprété selon différentes hypothèses. D'une part, la variabilité démographique des Orthoptères en général et celle du Criquet hérissé semblent indiquer une année assez pauvre. En effet, plusieurs sites connus des années précédentes montrent des effectifs plus faibles que d'habitude (Yoan BRAUD / ENTOMIA ainsi que Mathilde DUSACQ / CEN PACA, *com pers.*). Ce qui induit une difficulté accrue de la détection de l'espèce.

La seconde variable vient du fait que la totalité du PNR au sud du verdon ait été prospectée (sauf camp militaire de Canjuers). Or, près de deux tiers de cette surface ne contenait pas d'observation de *Prionotropis azami*. L'un des

objectifs de cette étude était de préciser l'aire de répartition de l'espèce et il était impossible de savoir si l'absence de données venait d'un manque de prospection ou de prospections sans observations. Au final, de nombreuses stations de prospections ont donc concerné des secteurs non occupés par l'espèce, avec donc des résultats forcément négatifs.

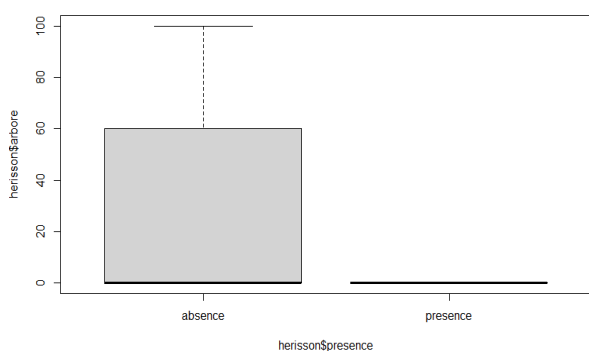
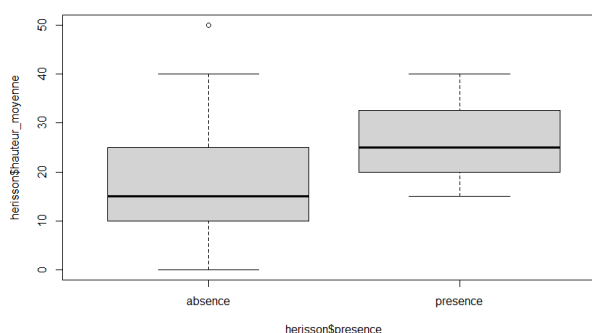
3.4 Exigences écologiques

L'étude prévoyait un axe visant à l'amélioration des connaissances des exigences écologiques de l'espèce, notamment dans le but d'intégrer ces informations dans nos analyses en termes de connectivité d'habitats. Cet axe d'étude a été réalisée dans une « zone focale » où la présence de l'espèce était préalablement connue, et où les habitats nous semblaient suffisamment diversifiés pour apporter des informations intéressantes.

Les fiches terrains des 70 stations de la zone focale ont été incorporées au logiciel R. L'objectif étant de savoir quels sont les facteurs influençant la présence de *Prionotropis azami*, la première analyse a été de faire des tests de corrélation entre la présence-absence de l'espèce et chacune des variables récoltées par la fiche terrain. Etant donné qu'aucune des variables ne suit une loi normale (test de Shapiro-Wilk), une approche non paramétrique a été faite par le test de Wilcoxon-Mann-Whitney. Si la p-value est supérieure à 0.05, l'hypothèse H0 « la distribution des données est la même pour les deux groupes » est validée. Cela signifie que les différences de variables auraient pu être observées que le Criquet hérisson soit présent ou non. C'est le fruit de variations aléatoires, autour d'une moyenne commune. A l'inverse, si la p-value est inférieure à 0.05, on peut supposer que les deux types de stations sont bien différenciés. Par conséquent, la variable étudiée influence la présence de l'espèce dans une certaine mesure. D'après les calculs réalisés sur R (tableau 8), seul le pourcentage de recouvrement de la strate arborée et la hauteur moyenne de végétation influenceraient la présence de l'espèce. Les boxplot de ces variables en fonction de la présence d'espèce montrent effectivement une différence dans la répartition de la distribution des données (figures 3 et 4). En effet, aucune placette où l'espèce a été observée n'avait de recouvrement arboré, contrairement à des placettes où l'espèce était absente. De plus, la hauteur moyenne de végétation semble plus élevée sur les placettes où l'espèce est présente.

Tableau 8 : Résultats des tests de corrélations entre la présence/absence de *Prionotropis azami* et le pourcentage de recouvrement de la structure de végétation

Variables	P-value	Interprétation
Sol nu	0.38	Pas de différence significative selon la présence de l'espèce
Roche nue	0.33	Pas de différence significative selon la présence de l'espèce
Bryophyte	0.92	Pas de différence significative selon la présence de l'espèce
Herbacé bas	0.73	Pas de différence significative selon la présence de l'espèce
Herbacé haut	0.53	Pas de différence significative selon la présence de l'espèce
Arbustif	0.99	Pas de différence significative selon la présence de l'espèce
Arboré	0.05	Différence significative selon la présence de l'espèce
Dicotylédone	0.70	Pas de différence significative selon la présence de l'espèce
Hauteur moyenne	0.04	Différence significative selon la présence de l'espèce

Figure 2 : Boxplot du recouvrement arboré selon la présence de *Prionotropis azami*Figure 3 : Boxplot de la hauteur moyenne de végétation selon la présence de *Prionotropis azami*

Néanmoins, cela ne veut pas dire pour autant que les autres variables n'ont pas d'influence sur la présence de l'espèce. Le faible nombre de stations positives par rapport au nombre total de stations rend moins solide le calcul de corrélation. Si la p-value est supérieur à 0.05, soit l'hypothèse H_0 est considérée comme vraie, soit le nombre de répliques est insuffisant. C'est d'ailleurs ce nombre de répliques et notamment de stations positives qui empêche de faire des analyses statistiques poussées, car celles-ci ne seraient pas suffisamment robustes.

Par conséquent, les données de cette année ont été étudiées au cas par cas pour déterminer la variabilité des habitats occupés par le Criquet hérisson, afin de définir la typologie des principaux habitats où le taxon a été contacté. Pour répondre à celle-ci, chaque observation de *Prionotropis azami* a été classée selon la catégorie d'occupation du sol présente sur le PNR (tableau 9). 65 % des observations antérieures à 2021 se trouvent dans des milieux ouverts « landes, broussailles et garrigues ». Ce grand écart de pourcentage par rapport aux autres catégories est en parti dû au secteur de Quinson qui a été très prospecté et qui est majoritairement constitué de ces milieux. Néanmoins, les catégories de « pelouses et pâturages naturels », « forêts ouvertes », « forêts fermées claires » et « forêts denses » représentent chacune entre 7 et 9 % des observations. Pour ce qui est des données de 2021, aucune observation n'a été réalisée dans les « pelouses et pâturages naturels », pourtant ce type de milieu a bien été prospecté. A l'inverse, près de 90 % des données ont été récoltées au sein des « landes, broussailles et garrigues », « forêts ouvertes » et « forêts fermées claires ».

Tableau 9 : Milieux où *Prionotropis azami* a été observé ces dernières années, selon la couche d'occupation du sol (Alisé Géomatique, 2017b)

	Stations antérieures à 2021		Stations 2021	
	Effectif	Pourcentage	Effectif	Pourcentage
Pelouses et pâturages naturels	44	8.3 %	0	0 %
Végétation clairsemée	8	1.7 %	1	5.9 %
Landes, broussailles et garrigues	317	65.8 %	4	23.5 %
Forêts ouvertes	36	7 %	7	41.2 %
Forêts fermées claires	37	7.7 %	4	23.5 %
Forêts fermées denses	46	9.5 %	1	5.9 %

Pour la suite du rapport, les stations positives en dehors de la zone focale seront également prises en compte dans l'analyse, pour permettre de voir la variabilité des habitats occupés par *Prionotropis azami*. Tout d'abord, il n'a jamais été vu dans une station où le degré de fermeture était supérieur à 50 %, ce qui tend à confirmer que l'espèce affectionne préférentiellement les milieux ouverts. Par contre, les différents recouvrements de la structure de végétation varient énormément d'une station à l'autre (tableau 10). En effet, l'amplitude des valeurs est de plus de 40 % pour les deux tiers des strates. Elle va même jusqu'à 70 % pour le recouvrement de roche nue, herbacé bas et dicotylédones. Il y a donc une très grande variabilité dans la structure de végétation que peut occuper *Prionotropis azami*. Il est tout de même intéressant de constater que toutes les stations positives avaient des dicotylédones.

Le Criquet hérisson a été observé dans 4 habitats différents selon la typologie EUNIS (tableau 11). Les habitats sont classés en deux types de milieux ouverts d'après EUNIS : les « Prairies et terrains dominés par des herbacées » et les « Landes, fourrés et toundras ».

Tableau 10 : Amplitude moyenne des recouvrements de structure de végétation des stations

Variables	Etendue du recouvrement	Moyenne
Sol nu	0 à 15 %	4,6 %
Roche nue	0 à 70 %	21,2 %
Bryophyte	0 à 40 %	14,2 %
Herbacé bas	0 à 80 %	46,2 %
Herbacé haut	0 à 15 %	2,4 %
Arbustif	0 à 40 %	6,2 %
Arboré	0 %	0 %
Dicotylédone	15 à 70 %	38 %
Hauteur moyenne	5 à 40 cm	20,3 cm

Tableau 11 : Habitats EUNIS où *Prionotropis azami* a été observé

Code EUNIS	Titre	Nombre de stations	Pourcentage
E1.3	Pelouses xériques méditerranéennes	8	47%
E7.3	Dehesa (prairies faiblement boisées, méditerranéenne)	2	12%
F6.6	Garrigues supra-méditerranéennes	3	18%
F7.2	Landes épineuses ouest-méditerranéennes	4	23%

Attention, ces habitats ne peuvent pas être généralisés comme étant une équivalence des exigences écologiques de l'espèce car le protocole de récolte des données est biaisé. En effet, la majorité des stations prospectées en dehors de la zone focale ont été placées au sein de pelouses sèches, habitat actuellement connu de l'espèce. Par conséquent, les stations positives sont en majorité constituées de pelouses sèches. Cependant, le Criquet hérisson a été observé dans des milieux très diversifiés, allant de la pelouse à la forêt dense, selon la cartographie d'occupation du sol disponible. Néanmoins cette occupation du sol a été réalisée à une échelle trop grande et ne permet pas de détecter les subtilités du terrain. En effet, lorsque l'espèce est détectée au sein d'une forêt dense, elle l'est régulièrement dans des trouées de végétation, correspondant à des milieux ouverts favorables à l'espèce.

Voici une présentation photographique de quelques habitats très différents où le Criquet hérisson a été observé. Les placettes de 2x2 m ayant été positionnées à l'endroit précis où a été observé *Prionotropis azami*, une photo existe de chacun de ses habitats prospectés en 2021. Celui-ci a été observé dans des stations dominées par la roche nue ou par la végétation herbacée basse. Il a aussi été observé dans des stations recouvertes de feuilles mortes, avec quelques ligneux. Plusieurs observations ont également été faites dans des landes épineuses dominées par *Euphorbia spinosa*. Pour rappel, les code EUNIS caractérisent la station et non pas la placette. Le code EUNIS E7.3 correspond d'ailleurs à des pelouses en cours de fermeture par la strate arborée à l'échelle de la station (recouvrement entre 5 et 10%).

Illustration de stations où l'espèce a été détectée :



Station 89, code EUNIS E1.3



Station 130, code EUNIS E1.3



Station focale 3, code EUNIS E1.3



Station 418, code EUNIS E7.3



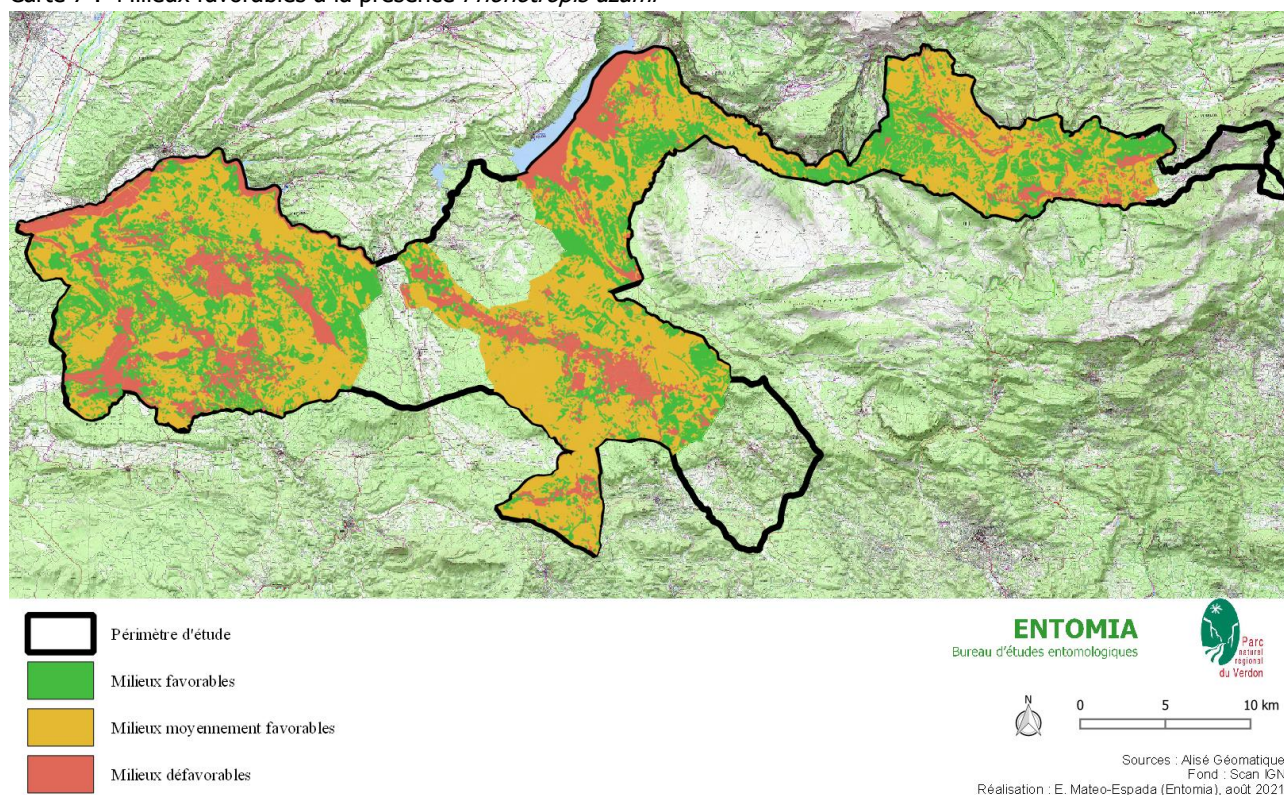
Station focale 12, code EUNIS F6.6



Station 112, code EUNIS F7.2

Les codes EUNIS des stations 2021 correspondent aux couches d'occupation du sol « pelouses et pâturages naturels » et « landes, broussailles et garrigues ». De plus, de nombreuses zones plus ouvertes se situent au sein de « forêts ouvertes » et « forêts fermées claire ». Elles sont donc ajoutées au pool d'occupation du sol favorable à l'espèce. Grâce à cela, une cartographie de favorabilité a pu être réalisée au sein du PNRV (carte 7). Certaines communes n'étant pas dans l'enceinte du PNR, la cartographie d'occupation du sol n'a pas été réalisée.

Carte 7 : Milieux favorables à la présence *Prionotropis azami*



Milieux favorables = pelouses et pâturages naturels ; landes broussailles et garrigues ; forêts ouvertes ; forêts fermées claire

Milieux moyennement favorables = forêts fermées denses ; jeunes peuplements et coupes ; végétation clairsemée

Milieux défavorables = le reste des catégories : espaces artificialisés ; espaces agricoles ; zones humides

L'hypothèse de base était que les exigences écologiques de *Prionotropis azami* étaient similaires à *P. rhodanica*. Il semble que cette hypothèse soit erronée au vu de la grande variabilité d'habitats dans laquelle le Criquet hérisson a été observé. En effet, la Crau est constituée d'un milieu plutôt homogène, pourtant le Criquet de Crau n'est pas présent partout et semble assez exigeant. A l'inverse, le PNRV est constitué de milieux très diversifiés et le Criquet hérisson a été observé dans différents habitats. Cette espèce semble donc moins exigeante et il n'est pas judicieux de transposer les connaissances disponibles sur *Prionotropis rhodanica* sur *P. azami*.

3.5 Connectivité et trame verte et bleue

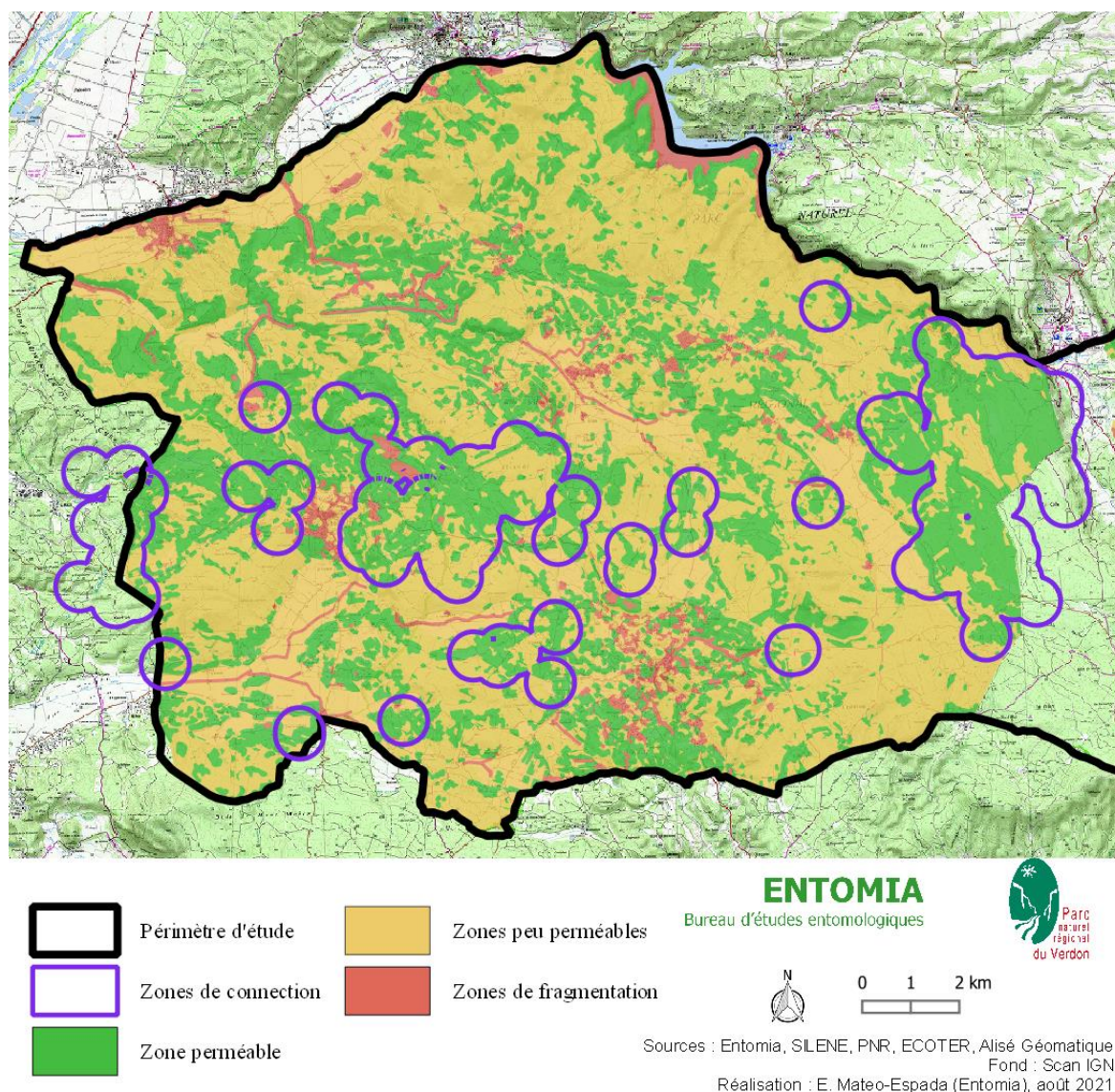
D'après la bibliographie, le Criquet hérisson adulte peut se déplacer de 129 m en 8 jours (Braud, 2019b). Le stade adulte durant environ 1 mois, il est donc raisonnable d'extrapoler qu'il peut se déplacer 4 fois plus au cours de sa vie. Ce qui donne une capacité maximale de dispersion théorique de 500 m. En réalisant une zone tampon de 500 m autour de chaque donnée positive, il est ainsi possible de créer une carte des connections potentielles entre les stations (carte 8). Tout comme sur la figure 10, les noyaux de populations se démarquent clairement. Les stations isolées révèlent un manque de prospection ou des secteurs en mauvais état de conservation.

Certains obstacles sont infranchissables pour *Prionotropis azami*, du fait de son incapacité à voler. C'est le cas des cours d'eau et de l'urbanisation. Ce sont des zones de fragmentation, illustrées en rouge sur la carte 8. Les terres agricoles ont été considérées comme franchissable par le Criquet hérisson, bien qu'elles le soient moins que les milieux naturels. Certaines forêts denses accueillent l'espèce par la présence d'un réseau de milieux ouverts interstitiels. C'est pourquoi ce milieu est considéré comme franchissable, bien que toutes les forêts ne disposent pas

d'un tel réseau. Ces deux catégories (terres agricoles et forêts denses) sont donc considérées comme peu perméables.

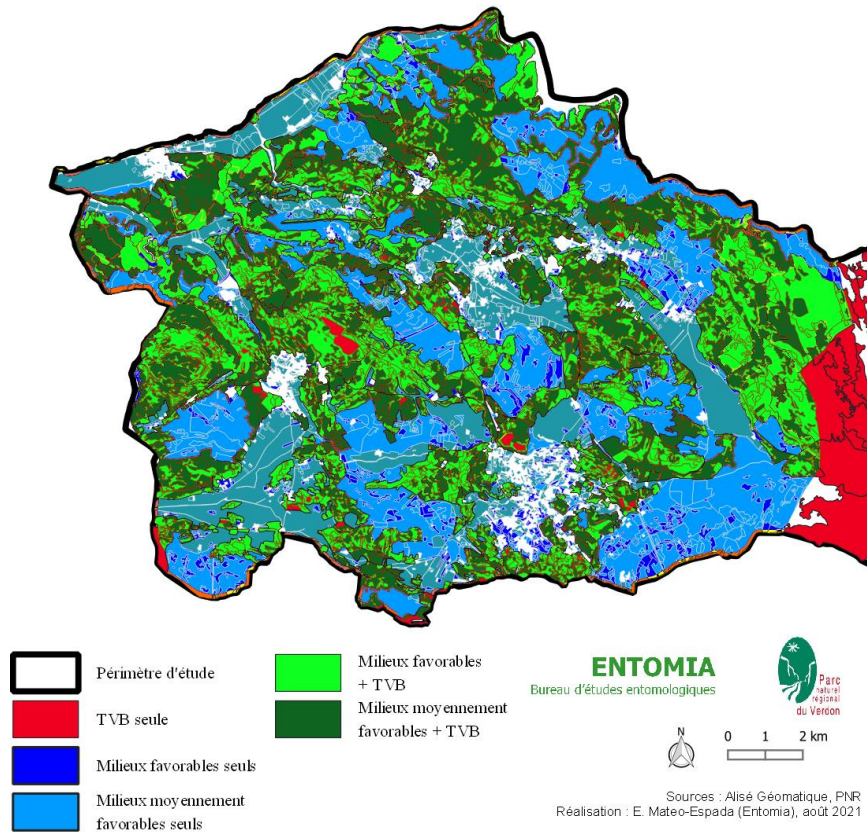
Certains noyaux de population sont séparés par des obstacles infranchissables, en particulier le noyau situé sur Ginasservis et Saint-Julien, qui se trouve encadré d'obstacles liés à l'urbanisation, à l'ouest, au sud-est et au nord.

Carte 8 : Connectivité potentielle entre les stations de *Prionotropis azami*



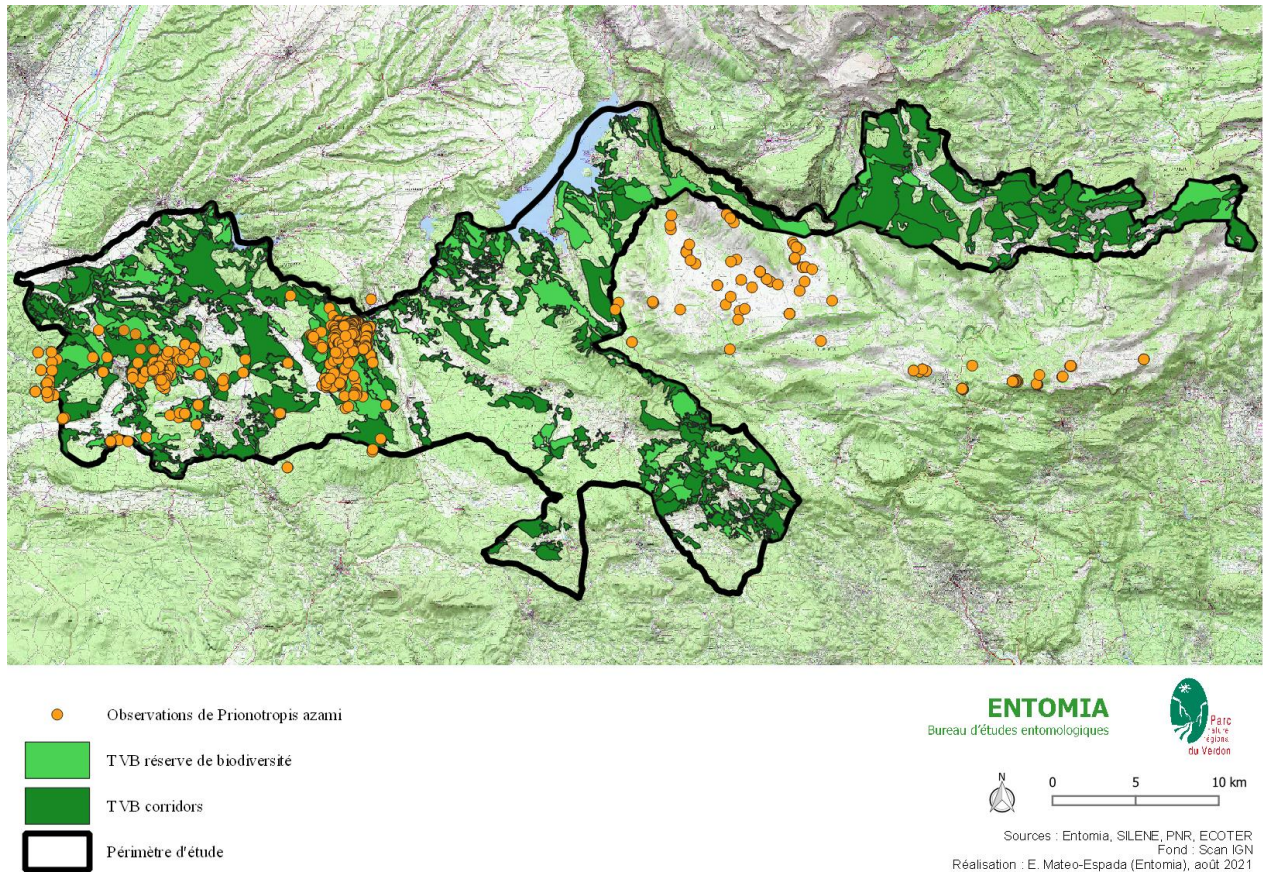
Le PNRV a réalisé une trame verte et bleue (TVB) des milieux ouverts et semi-ouverts et souhaitait évaluer sa cohérence avec les milieux favorables au Criquet hérisson. La carte suivante permet de visualiser les zones qui sont à la fois concernées par la TVB et par les milieux considérés comme favorables pour l'espèce. Cette carte a été réalisée à l'aide de la fonction « addition des couleurs », permettant de créer des couleurs selon la superposition de chaque couche. La proportion de zone verte sur la carte 9, confirme donc que la TVB définie par le PNR suit bien cet objectif. Les zones bleu clair bien présentes indiquent que les milieux moyennement favorables ne sont pas entièrement pris en compte. Comme ce ne sont pas les milieux prioritaires pour l'espèce mais uniquement des milieux sélectionnés pour la présence potentielle de milieux ouverts plus favorables à une échelle plus fine, ils ne sont pas obligatoirement à prendre en compte. Enfin, le secteur rouge à l'est correspond à une absence d'occupation du sol. La carte a volontairement été centrée sur l'aire de répartition du Criquet.

Carte 9 : Correspondance entre la TVB et les milieux favorables à *Prionotropis azami*



Sur les 505 observations de *Prionotropis azami* réalisées dans le PNR (hors Canjuers), seules 9 données se situent en dehors de la TVB des milieux ouverts et semi-ouverts (carte 10).

Carte 10 : Correspondance entre la TVB et les données de *Prionotropis azami*



3.6 Etat des lieux et enjeux de conservation

3.6.1 Menaces du Criquet hérisson

La principale menace de *Prionotropis azami* est la disparition, la dégradation et la fragmentation de ses habitats. C'est tout d'abord dû à la fermeture des milieux qui font disparaître les milieux ouverts favorables à l'espèce. C'est une menace qui touche l'ensemble des milieux, sans distinction mais qui a un impact qui peut être contré par de la réouverture. La principale cause de ceci est l'arrêt dans certains secteurs du pâturage qui conservait les milieux ouverts. En effet, les troupeaux passaient une partie de l'année dans le PNRV pour se nourrir, avant d'aller dans les alpages. Aujourd'hui, de moins en moins de bergers restent suffisamment longtemps dans le Verdon pour maintenir les milieux ouverts. D'un autre côté il faut faire attention au surpâturage qui modifie grandement la structure de végétation, ce qui peut entraîner la disparition de l'espèce, comme chez le Criquet de Crau (Bröder *et al.*, 2018).

L'artificialisation des sols en nette progression est une autre cause de destruction ou de fragmentation d'habitat. Cette menace concerne moins de stations de *Prionotropis azami* car les villes ne couvrent pas la majorité de la surface du PNR. Toutefois, son impact est définitif, si une pelouse est bétonnée, le Criquet hérisson ne pourra plus jamais y vivre. Il a été vu précédemment que des noyaux de populations se retrouvaient isolés car entourés par l'urbanisation. Il s'agit principalement d'agrandissement de villes et villages mais la création de chantier (carrières, parcs photovoltaïques) au sein de milieux naturels constituent également une forte menace. De plus, au cours des prospections, plusieurs décharges sauvages ont été vues dans des milieux qui auraient pu être favorables au Criquet hérisson.

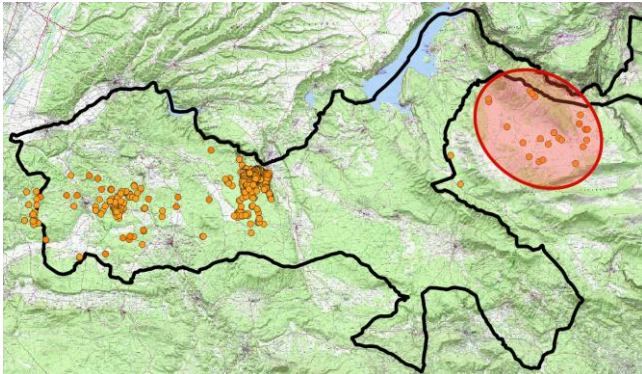
La fragmentation des habitats favorables est aussi due à la présence de terres agricoles. Des pelouses favorables à l'espèce se trouvent parfois en périphéries de cultures. Si ces cultures s'étendent, les habitats favorables seront détruits, de manière aussi définitive que lors de l'urbanisation du sol. Il existe d'ailleurs une pression agricole avec la notion de « Terres agricolables ». Il s'agit de subventions pour aider à l'installation agricole sur des terrains naturels et non aménagés comme les pelouses favorables au Criquet hérisson.

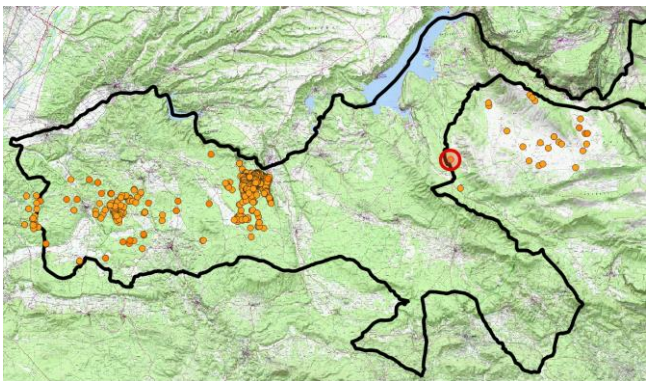
Comme présenté précédemment, *Prionotropis azami* se répartit dans le PNRV en trois noyaux de population. Ceux-ci ne semblent pas connectés les uns aux autres. Par conséquent, si une sous-population disparaît, le noyau ne pourra pas être recolonisé par dispersion. De plus, de nombreuses données sont isolées et/ou anciennes.

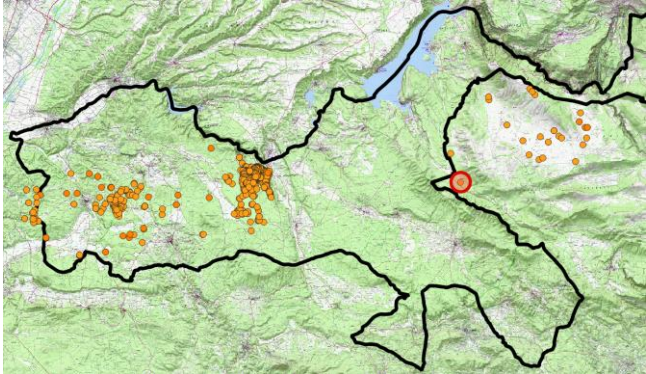
La prédation est une autre menace. La grande taille de l'espèce en fait une proie de choix pour les oiseaux. D'autres causes potentielles de déclin existent, bien qu'elles ne soient pas encore avérées : pathogènes, pesticides, changement climatique...

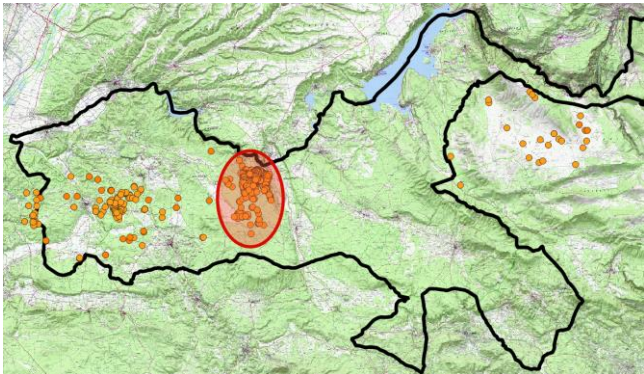
3.6.2 Fiches synthétiques par sous-population

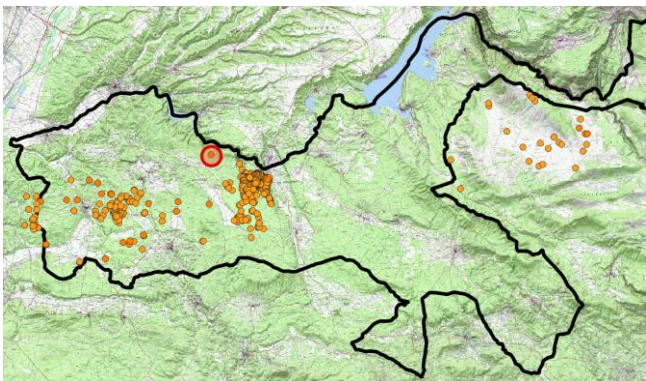
Des fiches synthétiques ont été réalisées pour chaque sous-population au sein du PNRV. Celles-ci ont été définies par rapport à leur isolement par rapport aux autres données. Ainsi, une donnée isolée est donc considérée comme « sous-population ». Le nom de la station correspond à sa localisation, afin de la retrouver rapidement. L'ancienneté des données dénombre les observations et la plage temporelle dans laquelle elles ont été réalisées. L'isolement de la sous-population permet de qualifier s'il est problématique ou non, selon le contexte environnemental. L'habitat présente justement le contexte environnemental dans lequel l'espèce a été observée. La dynamique d'évolution des milieux est une comparaison d'orthophotographies sur le site « remonterletemps.fr » (IGN). μNous comparons ici les orthophotographies actuelles à celles issues de la période 2000-2005 (les dalles orthophotographiques n'étant pas forcément toutes disponibles pour une même année). Les pressions connues sont précisées (menaces connues et potentielles du Criquet hérisson au sein de chaque sous-population). La partie commentaire permet de synthétiser les catégories précédentes et d'ajouter des remarques plus subjectives. Enfin, un état de conservation théorique est proposé. Celui-ci peut évoluer selon les mesures de gestion mises en place.

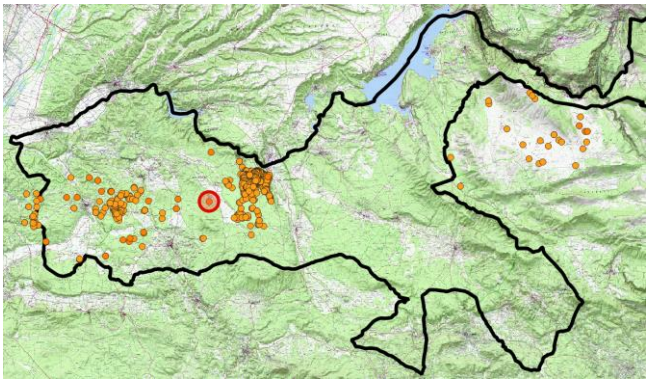
Nom de la station :	 Localisation de la sous-population
Canjuers	
Ancienneté des données :	
23 données, entre 1901 à 2021	
Isolement de la sous population :	
L'isolement est peu problématique car la sous-population représente une grande surface d'occupation : 4 100 ha. Il faudrait néanmoins confirmer la connexion entre les observations car il pourrait s'agir de plusieurs isolats.	
Habitat :	
Principalement des pelouses steppiques, non fragmentées et favorables à l'espèce.	
Dynamique d'évolution du milieu :	
	
La fermeture du milieu par les ligneux est en cours, suite à l'abandon de pâturages ovins.	
Pressions connues :	
Renforcement de l'activité militaire ces dernières années, aménagement du camp (entrepôts...).	
Commentaires :	
La sous-population comporte des données récentes, elle est constituée d'habitats favorables, sur une grande superficie. Malgré son isolement par rapport aux autres sous-population, elle n'aura pas de mal à se maintenir.	
Etat de conservation :	
Bon état de conservation	

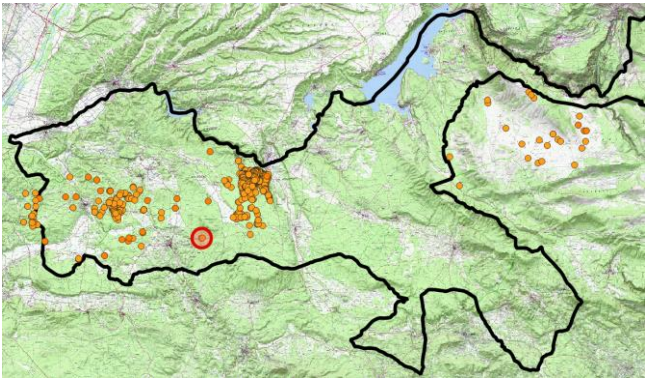
Nom de la station : Bauduen, Champ traversière	
Ancienneté des données : 1 donnée en 1992	
Isolement de la sous population : L'isolement est très problématique car il s'agit d'une seule donnée éloignée. La plus proche est à 2,4 km et la sous-population en bon état la plus proche se trouve à 5,3 km.	
Habitat : Grande forêt ouverte, avec un réseau de milieux ouverts pouvant être favorables à l'espèce.	
Dynamique d'évolution du milieu :	
	
La fermeture du milieu est très forte, elle présente une menace pour le Criquet hérisson, réduisant le réseau de milieux favorables.	
Pressions connues : Fermeture du milieu très forte. Site interdit d'accès par les militaires ces dernières années.	
Commentaires : La sous-population ne comporte qu'une donnée ancienne (1992), son existence mérite donc d'être vérifiée, d'autant plus qu'elle est totalement déconnectée des autres sous-populations. Les milieux semblent encore favorables d'après les orthophotos.	
Etat de conservation : Mauvais état de conservation	

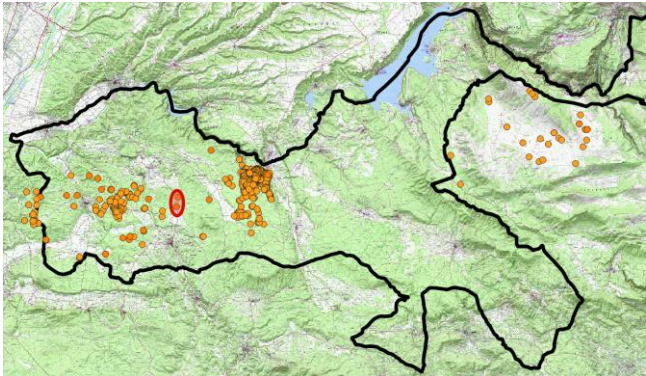
Nom de la station :	
Vérignon, Les Aumades	
Ancienneté des données :	
1 donnée en 2000	
Isolement de la sous population :	
L'isolement est très problématique car il s'agit d'une seule donnée éloignée. La plus proche est à 2,4 km et la sous-population en bon état la plus proche se trouve à 6 km.	
Habitat :	Localisation de la sous-population
Grande forêt ouverte, avec un réseau de milieux ouverts pouvant être favorables à l'espèce.	
Dynamique d'évolution du milieu :	
	
Des actions de réouvertures ont eu lieu et le reste du secteur n'a pas une dynamique de fermeture rapide	
Pressions connues :	
Fermeture du milieu à surveiller. Site interdit d'accès par les militaires ces dernières années.	
Commentaires :	
La sous-population ne comporte qu'une donnée ancienne (2000), son existence mérite donc d'être vérifiée, d'autant plus qu'elle est totalement déconnectée des autres sous-populations. Les milieux semblent encore favorables d'après les orthophotos.	
Etat de conservation :	
Mauvais état de conservation	

Nom de la station :	
Quinson	
Ancienneté des données :	
Plus de 300 données, entre 1990 et 2021	
Isolement de la sous population :	
L'isolement est peu problématique car elle représente une grande surface d'occupation : 1 950 ha.	
Habitat :	
Principalement des pelouses et landes buissonnantes, constituant un réseau de milieux ouverts, parmi les arbres.	
Dynamique d'évolution du milieu :	Localisation de la sous-population
	
Le milieu semble assez stable et ne parait pas se refermer suffisamment pour menacer le Criquet hérissé. Des coupes forestières ont lieu régulièrement.	
Pressions connues :	
Fermeture du milieu à surveiller.	
Commentaires :	
La sous-population est ancienne mais comporte des données récentes, elle est constituée d'habitats favorables, sur une grande superficie. Malgré son isolement par rapport aux autres sous-population, elle n'aura pas de mal à se maintenir.	
Etat de conservation :	
Bon état de conservation	

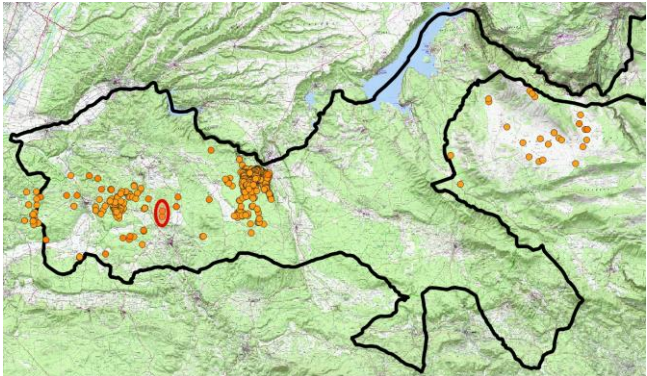
Nom de la station :	Saint-Julien, Les Acates	
Ancienneté des données :	1 donnée en 2021	
Isolement de la sous population :	L'isolement est peu problématique car des milieux favorables sont à proximité. Elle est à 2,4 km de la sous-population de Quinson.	
Habitat :	Trouvé en bord de chemin, dans réseau de milieux ouverts et rocaillieux, au sein d'une forêt ouverte.	
Dynamique d'évolution du milieu :		
		
Mis à part la repousse suite aux coupes forestières, le milieu semble assez stable.		
Pressions connues :		
Fermeture du milieu à surveiller.		
Commentaires :		
La donnée est très récente mais semble isolée par rapport aux autres sous-populations, des prospections complémentaires devront être menées pour chercher l'espèce aux alentours car tout un réseau de milieu ouvert existe à cet endroit.		
Etat de conservation :		
Etat de conservation moyen, pouvant passer à bon si d'autres observations sont réalisées dans les habitats favorables à proximité.		

Nom de la station :	
La Verdière, Clos des boeufs	
Ancienneté des données :	
1 donnée en 2021	
Isolement de la sous population :	
L'isolement est peu problématique car des milieux favorables sont à proximité. Elle est à 2,2 km de la sous-population de Quinson.	
Habitat global :	
Lande à Euphorbe épineuse et thym, favorable à l'espèce.	Localisation de la sous-population
Dynamique d'évolution du milieu :	
	
Suite à une coupe forestière, les arbres ont beaucoup repoussé mais ne semblent pas pouvoir coloniser la partie très rocailleuse où le Criquet hérisson se trouve	
Pressions connues :	
Il est peu probable que le milieu se referme car la zone est très rocheuse, empêchant la croissance des arbres et arbustes.	
Commentaires :	
La donnée est très récente mais semble isolée par rapport aux autres sous-populations, des prospections complémentaires devront être menées pour chercher l'espèce aux alentours car tout un réseau de milieu ouvert existe à cet endroit.	
Etat de conservation :	
Etat de conservation moyen, pouvant passer à bon si d'autres observations sont réalisées dans les habitats favorables à proximité.	

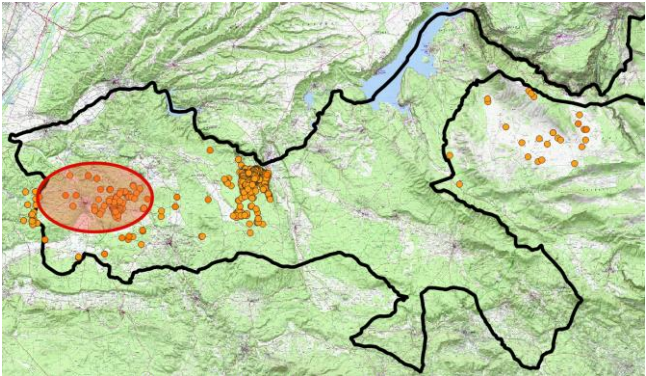
Nom de la station :	 Localisation de la sous-population
La Verdière, Rouvegros	
Ancienneté des données :	
2 données en 2009	
Isolement de la sous population :	
L'isolement est problématique car il s'agit d'une seule donnée éloignée. Elle est à 3,1 km de la sous-population de Quinson.	
Habitat global :	
Zone ouverte dans une forêt.	
Dynamique d'évolution du milieu :	
	
La forêt se densifie, réduisant la surface de zone favorable.	
Pressions connues :	
Fermeture du milieu à surveiller.	
Commentaires :	
Les deux données ne sont pas particulièrement récentes et sont très isolées des autres sous-populations. Le milieu actuel ne semble pas très favorable.	
Etat de conservation :	
Mauvais état de conservation	

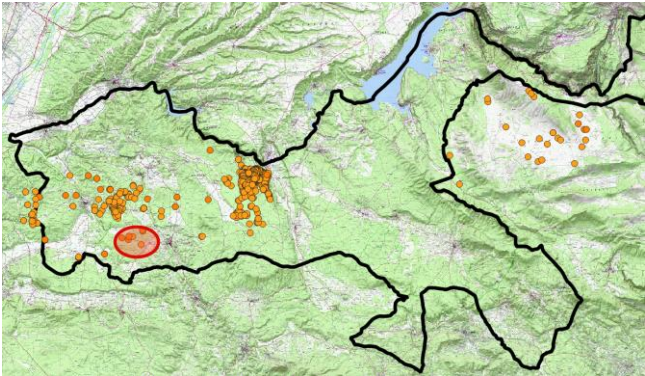
Nom de la station : Saint-Julien, La campine ruines	
Ancienneté des données : 2 données en 2020	
Isolement de la sous population : L'isolement est peu problématique, car peu éloigné d'autres données. Elle est à 1 km d'autres données et à 2,7 km de la sous-population de Ginasservis_Saint-Julien.	
Habitat : Pelouses relictuelles, entourées de terres agricoles et de forêts ouvertes.	
Dynamique d'évolution du milieu :	
	
Les pelouses commencent à être envahies par les arbres.	
Pressions connues : Agrandissement potentiel des terres agricoles adjacentes. Fermeture du milieu à surveiller.	
Commentaires : L'habitat est favorable mais menacé par les milieux qui l'entourent. Pour l'instant aucune connexion n'a été faite avec les grandes sous-populations.	
Etat de conservation : Etat de conservation moyen, pouvant passer à bon si d'autres observations sont réalisées, permettant de relier les sous-populations.	

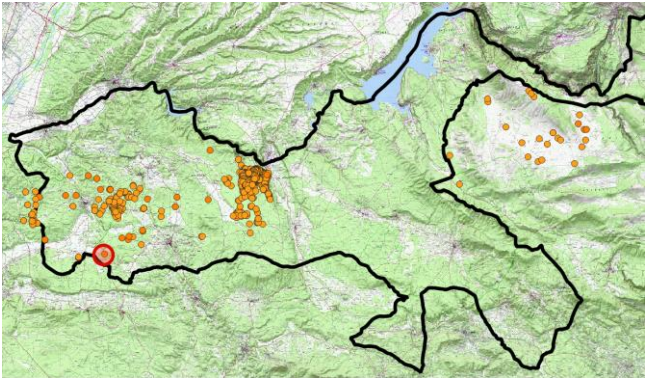
Nom de la station :	Saint-Julien, Lou Pardigaou
Ancienneté des données :	2 données en 2015
Isolement de la sous population :	L'isolement est peu problématique, car peu éloigné d'autres données. Elle est à 2,7 km de la sous-population de Ginasservis, Saint-Julien.
Habitat :	Réseau de milieux ouverts et rocailleux, au sein d'une forêt ouverte.
Dynamique d'évolution du milieu :	
	
La forêt se densifie, réduisant le réseau de milieux ouverts disponible.	
Pressions connues :	
Fermeture du milieu à surveiller.	
Commentaires :	
Les données sont assez récentes et peu éloignées de la sous-population en bon état de conservation la plus proche.	
Etat de conservation :	
Etat de conservation moyen, pouvant passer à bon si d'autres observations sont réalisées, permettant de relier les sous-populations.	

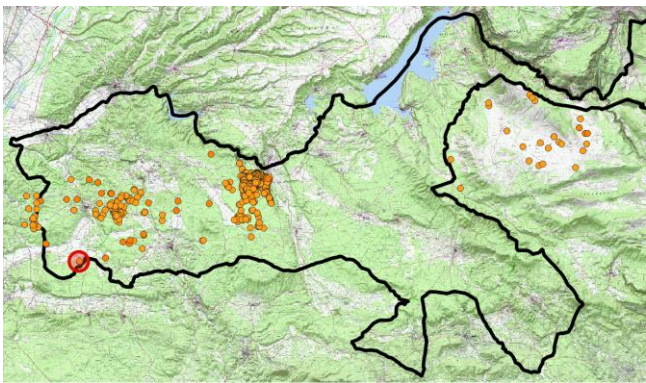


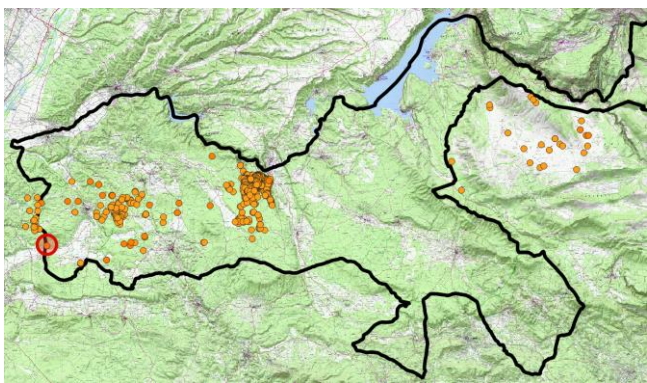
Localisation de la sous-population

Nom de la station : Ginasservis, Saint-Julien	 Localisation de la sous-population
Ancienneté des données : Une centaine d'observations, entre 2005 et 2021	
Isolement de la sous population : L'isolement est peu problématique car de nombreuses données entourent cette sous-population, en moyenne à 1,5 km.	
Habitat global : Mosaïque de milieux très diversifiés, allant de la pelouse à la forêt dense.	
Dynamique d'évolution du milieu :  Une fermeture lente du milieu est en cours, les arbres grandissent mais ne colonisent pas rapidement le milieu.	
Pressions connues : Plusieurs aménagements se trouvent sur la zone (carrière, parc photovoltaïque). Des décharges ont également été trouvées. Les villes de Ginasservis et La Verdrière encadrent cette sous-population, avec une possibilité d'extension.	
Commentaires : De nombreuses données récentes forment cette sous-population, les données isolées aux alentours pourraient potentiellement être connectées avec des prospections ciblées. Différents milieux favorables existent.	
Etat de conservation : Bon état de conservation.	

Nom de la station :	 Localisation de la sous-population
La Verdière, Mazargues	
Ancienneté des données :	
7 données entre 1999 et 2021	
Isolement de la sous population :	
L'isolement est peu problématique, car peu éloigné d'autres données. Elle est à 1,7 km de la sous-population de Ginasservis, Saint-Julien.	
Habitat global :	
Réseau de milieux ouverts, au sein d'une forêt ouverte.	
Dynamique d'évolution du milieu :	
	
Une fermeture du milieu est en cours, Des milieux ouverts commencent à être colonisés par les arbres.	
Pressions connues :	
Fermeture du milieu à surveiller.	
Commentaires :	
La sous-population est ancienne mais comporte des données récentes, Le milieu est favorable et peu éloigné de la sous-population de Ginasservis, Saint-Julien à laquelle elle pourrait être connectée.	
Etat de conservation :	
Bon état de conservation.	

Nom de la station : La Verdière, Vaubelle	 Localisation de la sous-population
Ancienneté des données : 1 donnée en 2021	
Isolement de la sous population : L'isolement est problématique car il s'agit d'une seule donnée éloignée. La plus proche est à 1,9 km et la sous-population de Ginasservis, Saint-Julien se trouve à 3,3 km.	
Habitat global : Réseau de milieux ouverts, au sein d'une forêt ouverte.	
Dynamique d'évolution du milieu :	
	
Une fermeture lente du milieu est en cours, les arbres grandissent mais ne colonisent pas rapidement le milieu.	
Pressions connues : Fermeture du milieu à surveiller.	
Commentaires : La donnée est très récente mais semble isolée par rapport aux autres sous-populations, des prospections complémentaires devront être menées pour chercher l'espèce aux alentours car tout un réseau de milieu ouvert existe à cet endroit.	
Etat de conservation : Etat de conservation moyen, pouvant passer à bon si d'autres observations sont réalisées dans les habitats favorables à proximité.	

Nom de la station : Ginasservis, La neuve	 Localisation de la sous-population
Ancienneté des données : 3 données entre 2017 et 2020	
Isolement de la sous population : L'isolement est problématique car il s'agit d'une seule donnée éloignée. La plus proche étant à 2,1 km et la sous-population de Ginasservis, Saint-Julien se trouve à 4 km.	
Habitat global : Réseau de pelouses assez étendu, entrecoupé de terres agricoles.	
Dynamique d'évolution du milieu :  Une fermeture lente du milieu est en cours, les arbres grandissent mais ne colonisent pas rapidement le milieu. La forêt se ferme.	
Pressions connues : Agrandissement potentiel des terres agricoles adjacentes.	
Commentaires : Les données sont très récentes mais semblent isolées par rapport aux autres sous-populations. Elle est en effet séparée des données qui l'entourent par de l'urbanisation.	
Etat de conservation : Mauvais état de conservation	

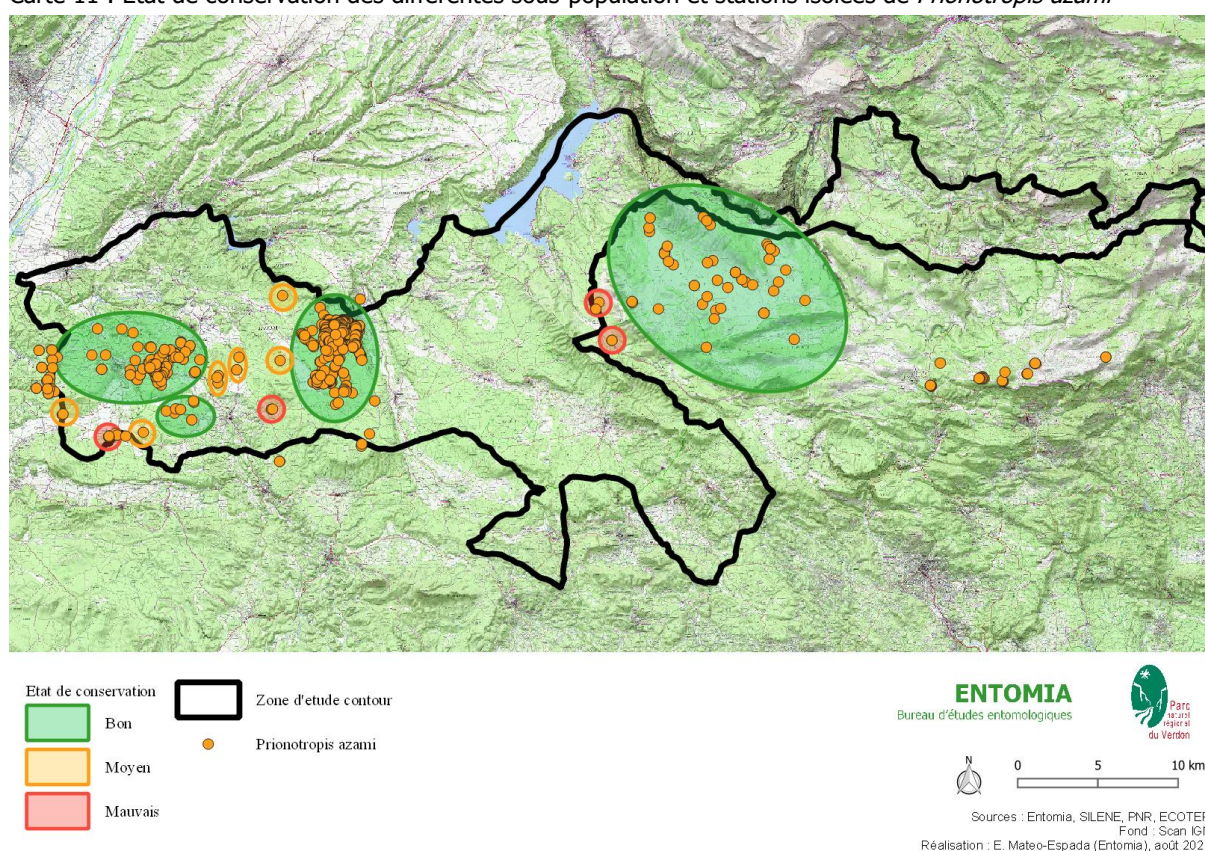
Nom de la station : Ginasservis, L'Eigras	
Ancienneté des données : 2 données entre 2020 et 2021	
Isolement de la sous population : L'isolement est problématique car il s'agit d'une seule donnée éloignée. La plus sous-population en bon état la plus proche se trouve en dehors du PNRV, à 1,5 km.	
Habitat global : Zone ouverte de 11 hectares dans une forêt.	
Dynamique d'évolution du milieu :	
	
Une fermeture lente du milieu est en cours, les arbres grandissent mais ne colonisent pas rapidement le milieu.	
Pressions connues : Fermeture du milieu à surveiller	
Commentaires : Les données sont très récentes mais semblent isolées par rapport aux autres sous-populations, des prospections complémentaires devront être menées pour chercher l'espèce aux alentours pour relier les sous-populations.	
Etat de conservation : Etat de conservation moyen, pouvant passer à bon si d'autres observations sont réalisées, permettant de relier les sous-populations.	

3.6.3 Bilan des enjeux de conservation

Parmi les 14 sous-populations et stations isolées étudiées, seules 4 sont considérées comme étant en bon état de conservation. La moitié est dans un état de conservation moyen et 4 sont en mauvais état de conservation (carte 11). Les sous-populations avec un état de conservation moyen se trouvent à proximité de sous-populations en bon état. Un effort de prospection est nécessaire pour savoir si elles sont connectées à celles-ci. La sous-population située à l'ouest du PNRV, en dehors de la zone d'étude n'a pas fait l'objet d'une analyse de son état de conservation mais elle a été prise en compte pour définir l'état des autres sous-populations à proximité.

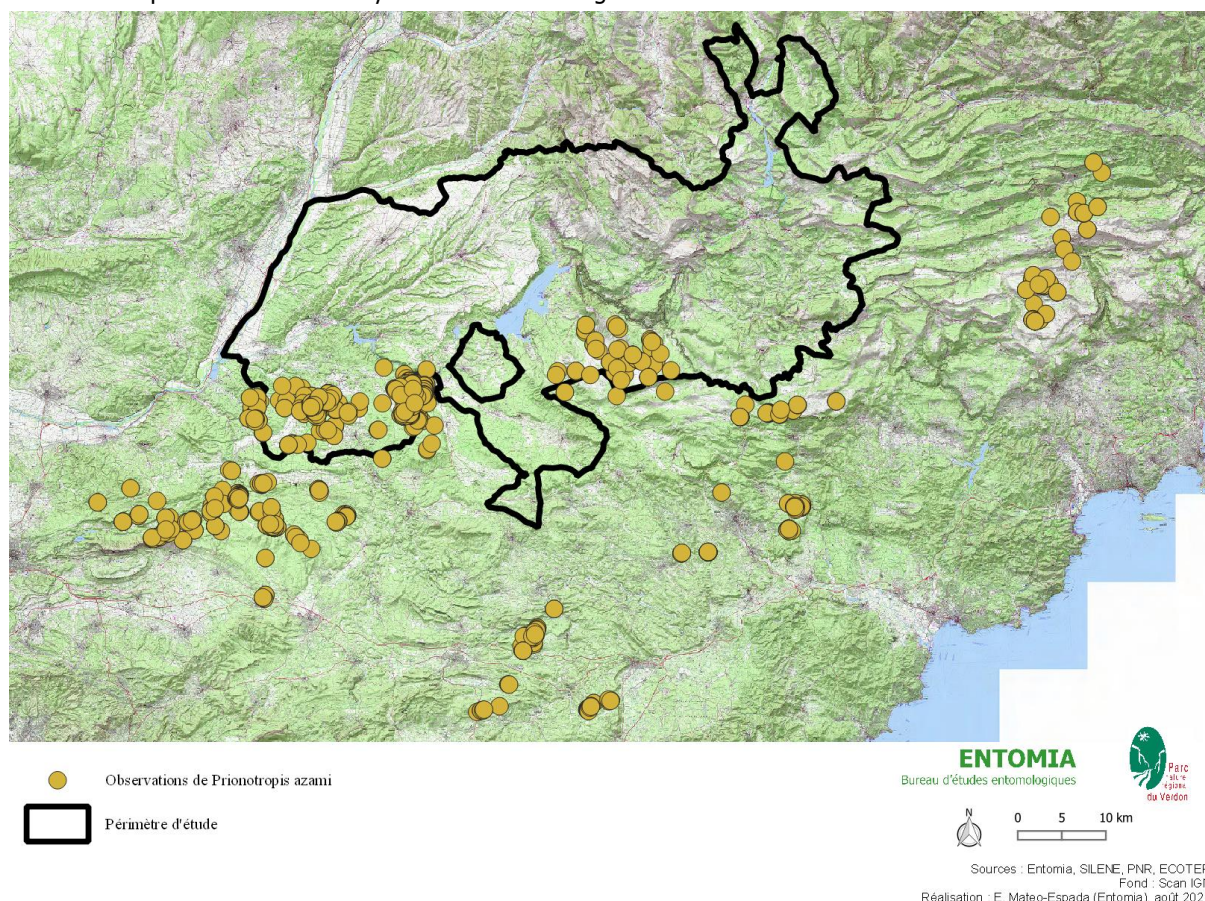
Cet état de conservation a été défini à l'échelle des sous-populations mais il est nécessaire de garder ses précautions. Tout d'abord, il s'agit d'un état théorique, défini selon plusieurs critères. Mais surtout, au sein d'une sous-population en bon état de conservation, il peut y avoir plusieurs stations en mauvais état de conservation et menacées par la fermeture de leur milieu. Si certaines de ces stations disparaissent, elles peuvent créer une discontinuité entre les stations, ce qui pourrait séparer la sous-population en deux. Il est donc important lors de création d'aménagement (parc photovoltaïque ou autre) de réfléchir en termes de continuité et pas seulement en termes d'état de conservation.

Carte 11 : Etat de conservation des différentes sous-population et stations isolées de *Prionotropis azami*



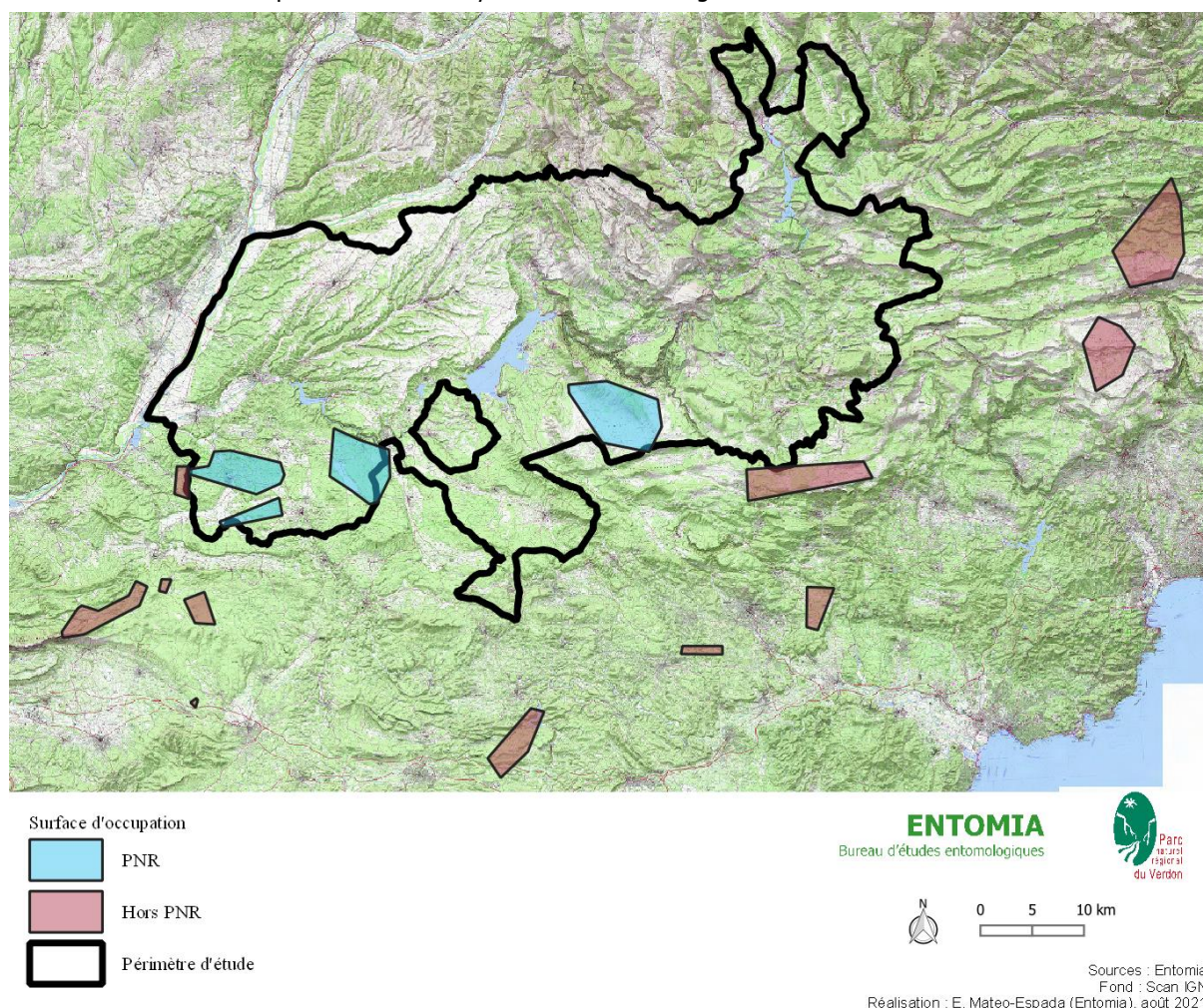
3.7 Importance du PNR pour la conservation de l'espèce

Le Parc Naturel Régional du Verdon a une grande responsabilité vis-à-vis de la conservation de l'espèce. En effet, une grande part des observations de *Prionotropis azami* ont été réalisées dans l'enceinte du PNRV (carte 12). Au total 191 observations ont été réalisées en dehors du PNRV, contre 505 dans le périmètre d'étude et 33 dans le camp militaire de Canjuers. Par conséquent, le PNRV recense à lui seul 73 % des observations de *Prionotropis azami*.

Carte 12 : Répartition de *Prionotropis azami* à l'échelle globale

Toutefois, ce chiffre peut être biaisé car un grand nombre d'observations peuvent être effectuées dans une même localité (c'est le cas de Quinson par exemple, en lien avec une étude d'impacts). Il est donc préférable de considérer la question en termes de surface d'occupation. Les données proches les unes des autres, constituent une sous-population qui occupe une certaine surface. Les observations isolées ne sont pas prises en compte, ne constituant pas de surface suffisamment importante car elles ne sont pas connectées aux autres. Les stations isolées sont considérées comme marginales et influant peu sur la surface globale d'occupation. Cela ne donnera donc pas la véritable occupation du Criquet hérisson, mais un ordre de grandeur. Au sein du PNRV (incluant Canjuers), la surface occupée par le Criquet hérisson est de 12 000 hectares. En dehors du PNRV, la surface d'occupation est de 14 800 hectares (carte 13). Le PNRV comporte donc près de la moitié de la surface d'occupation de l'espèce. Par conséquent, dans l'état actuel des connaissances, la responsabilité du PNRV est impliquée pour la moitié de la population mondiale de Criquet hérisson.

De plus, le PNRV regroupe la plupart des populations importantes de Criquet hérisson en termes de surface d'occupation et de connexion. Le statut d'espèce protégée et menacée doit aider le PNRV à mettre en œuvre des moyens humains et financiers, permettant d'agir pour la conservation de l'espèce. Cela permet notamment de mettre en place des mesures de gestion.

Carte 13 : Surface d'occupation de *Prionotropis azami* à l'échelle globale

3.8 Perspectives

3.8.1 Mesures de gestion

Au vu des différentes menaces évoquées au chapitre précédent, plusieurs mesures de gestion peuvent être envisagées.

La première menace étant la fermeture des milieux favorables à l'espèce, il est important d'agir sur celle-ci. Pour cela, trois mesures sont possibles. En cas de fermeture trop avancée, une action de réouverture du milieu est à envisager, afin que le milieu ne disparaisse pas. Afin d'éviter d'arriver à ce cas d'intervention obligatoire, il semble plus pertinent de favoriser le pâturage. Celui-ci permet de maintenir les milieux ouverts avec moins de contraintes humaines et financières. Enfin, il peut être intéressant de rouvrir les milieux entre plusieurs stations déconnectées, ce qui permettrait la création de corridors et la possibilité de dispersion de l'espèce. C'est notamment une action à prioriser en cas de stations isolées avec peu de possibilités de dispersion et donc de colonisation de nouveaux milieux par l'espèce.

La seconde menace qui pèse sur le Criquet est la destruction de ses habitats liés à l'urbanisation. Il est donc important de créer une veille sur les différents projets d'aménagement et de construction mis en œuvre dans l'aire de répartition de l'espèce. Cela concerne notamment la construction de parcs photovoltaïques et de carrières dans des milieux naturels favorables à l'espèce. Le parc photovoltaïque de Ginasservis a par exemple été construit sur un milieu très favorable à l'espèce d'après les orthophotos de 2010 et la présence actuelle de *Prionotropis azami* tout autour de ce secteur.



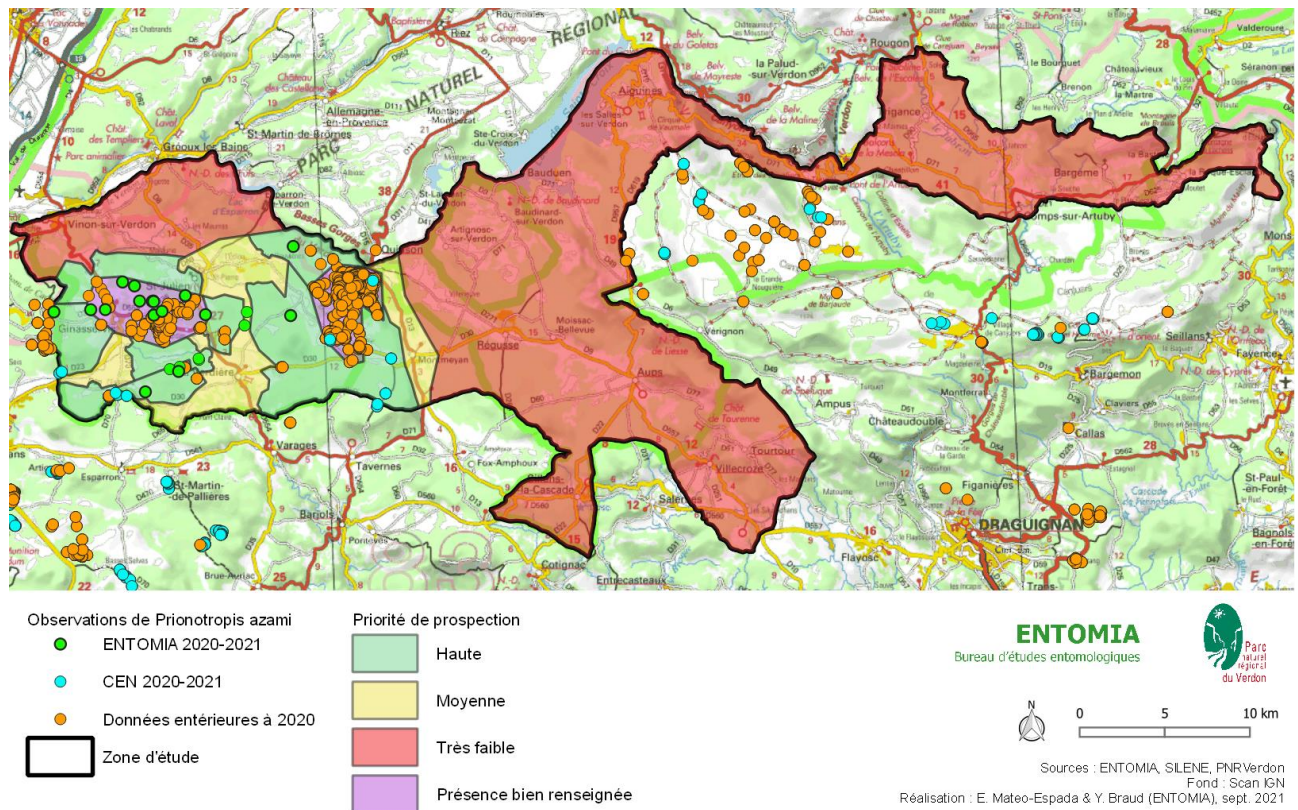
L'extension des villes est aussi une menace importante, certaines stations étant à la périphérie directe de celles-ci. Une manière de protéger ces stations serait d'incorporer ces sites dans le PLU. En effet, celui-ci permet de classer des zones en non constructible, permettant alors la sauvegarde de l'espèce et de ses habitats. Il faut également faire attention aux décharges sauvages qui peuvent se mettre en place dans des milieux ouverts, favorables au Criquet hérissé. Enfin, l'extension des terres agricoles à proximité des habitats favorables au Criquet hérissé peut aussi détruire ces milieux.

Enfin, la dernière menace est la fragmentation. En effet, beaucoup de stations sont isolées des autres, et ne présentent pas de connectivité avec des sous-populations en bon état de conservation. Cela peut poser un problème de dégénérescence génétique, et surtout une impossibilité de recolonisation en cas de perturbations temporaires. Afin de définir si ces stations sont réellement déconnectées des autres et donc en conclure qu'elles sont menacées, il est nécessaire de réaliser des prospections entre les données isolées et les sous-populations en bon état. Si ces stations sont isolées, des actions de réouverture pour favoriser la dispersion et colonisation de l'espèce peuvent être mises en place.

3.8.2 Inventaires et suivis

Malgré l'effort de prospection mené dans le cadre de cette étude, il reste des secteurs à prospecter pour améliorer l'aire de répartition de l'espèce. Suite aux nombreuses prospections restées vaines, il semble raisonnable de penser que le Criquet hérissé semble absent de la zone entre Quinson et La Roque-Esclapon, excepté le camp militaire de Canjuers. A l'inverse, certains secteurs mériteraient d'être prospectés à nouveau pour continuer d'agrandir l'aire de répartition ou confirmer l'absence. Ce sont des zones avec des habitats favorables, proches des secteurs où le Criquet hérissé est connu. Une proposition de priorisation de ces secteurs a été réalisée (carte 14).

Carte 14 : Proposition de priorisation des secteurs à prospecter ultérieurement, pour affiner l'aire de répartition de *Prionotropis azami*



4 Synthèse et perspectives

Les prospections menées en 2020 et 2021 ont permis d'affiner la cartographie de distribution à l'échelle du PNR Verdon. Il ressort toutefois de l'intense effort de prospection que de grandes zones sans observation historique semblent effectivement correspondre à des secteurs où l'espèce est réellement absente (et non à de la méconnaissance par sous-prospection). Malgré ces avancées, l'aire de distribution et l'aire d'occupation à l'échelle du PNR Verdon ne sont de toute évidence pas encore parfaitement cernée. Des prospections ciblées complémentaires permettront de renforcer le niveau de connaissance.

Le protocole de prospection mis en place a été validé par le calcul de détectabilité de l'espèce lors de l'application de celui-ci. Une période favorable aux prospections a également été définie : il est désormais démontré que la recherche de juvéniles de stades 2 à 4, entre mi-avril et fin mai est bien plus efficace que des prospections plus tardives (juin, juillet) visant les juvéniles âgés ou les adultes.

Les exigences écologiques de l'espèce n'ont pas pu être précisées (objectif secondaire de la mission). Un trop faible nombre de stations positives a pu être détecté, ce qui a empêché de réaliser des analyses robustes sur R. Néanmoins, différentes informations ont pu être récoltées sur les exigences écologiques de l'espèce. Celle-ci a été observée dans tous les habitats correspondant à la couche des milieux naturels et semi-naturels de l'occupation du sol d'Alisé Géomatique, de la pelouse sèche à la forêt dense. Ce qui signifie que pour organiser de futures prospections, il ne faut pas uniquement se fier à l'occupation du sol mais bien aux photographies aériennes qui permettent de détecter les secteurs plus ouverts au sein des forêts. De plus, au vu des milieux très diversifiés au sein desquels le Criquet hérisson a été observé, il ne semble pas raisonnable de transposer les exigences écologiques connues de *Prionotropis rhodanica*, sur *P. azami*.

La TVB créée par le PNRV intègre la plupart des stations occupées par le Criquet hérisson et correspond bien aux milieux qui lui sont favorables et peut être utilisée dans ce cadre. En effet, la quasi-totalité des observations de l'espèce ont été faites au sein de cette TVB. De plus, celle-ci a dans son périmètre la majorité des milieux favorables au Criquet hérisson. Les milieux moyennement favorables sont en partie pris en compte, mais comme ils ne sont pas prioritaires et se trouvent en très grand nombre au sein du PNRV, il n'est pas forcément pertinent d'incorporer les surfaces manquantes dans la TVB.

L'état de conservation de chaque sous-population ou station isolée a été défini. La moitié des sous-populations sont dans un état de conservation moyen, pouvant évoluer en bon, si des connectivités entre les sous-population sont découvertes dans les prochaines années.

Le Parc Naturel Régional du Verdon regroupe à lui seul près de la moitié de la surface d'occupation de *Prionotropis azami*. Il a donc une forte responsabilité vis-à-vis de la conservation de l'espèce. Différentes mesures de gestion possibles ont été proposées afin d'atteindre cet objectif de conservation. Des secteurs prioritaires pour orienter les futures prospections ont été définis.

5 Bibliographie

- Alisé géomatique. (2017). Occupation du Sol à grande échelle (MOS) du Parc Naturel régional du Verdon. Dictionnaire des attributs. 89 p.
- Báldi, A., & Kisbenedek, T. (1997). Orthopteran assemblages as indicators of grassland naturalness in Hungary. *Agriculture, ecosystems & environment*, 66(2), 121-129.
- Braud, Y., (2019a). Les orthoptères et mantes du Parc naturel régional du Verdon : liste d'inventaire, atlas chorologique, enjeux de conservation. *Courrier scientifique du parc naturel régional du verdon* n°5 : 68-85.
- Braud, Y., (2019b). Projet de centrale photovoltaïque, vallon de Fenêtre de Vacons, à Rians (83). Etude de la population de Criquet hérisson (*Prionotropis azami*). Rapport d'étude ENTOMIA pour Sinergia et CNR. 20 p.
- Bröder, L., Tatin, L., Danielczak, A., Seibel, T., & Hochkirch, A. (2018). Intensive grazing as a threat in protected areas: the need for adaptive management to protect the Critically Endangered Crau plain grasshopper *Prionotropis rhodanica*. *Oryx*, 53(2), 239-246.
- Chadès, I., McDonald-Madden, E., McCarthy, M. A., Wintle, B., Linkie, M., & Possingham, H. P. (2008). When to stop managing or surveying cryptic threatened species. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(37), 13936-13940.
- Defaut, B., & Morichon, D. (2015). Faune de France 97. Criquets de France (Orthoptera Caelifera). Vol. 1°, 360 p.
- Dusoulier, F. (2006). La compréhension des dynamiques spatio-temporelles chez les Orthoptères: la biohistoire au secours des naturalistes. 5 p.
- Foucart, A. (1995). *Prionotropis rhodanica* Uvarov, 1923 (Acridoidea, Pamphagidae, Akicerinae), acridien protégé de la Crau (Bouches-du-Rhône, France) (Doctoral dissertation, EPHE).
- Foucart, A., & Lecoq, M. (1996). Biologie et dynamique des populations de *Prionotropis hystrix rhodanica* Uvarov, 1923 dans la plaine de la Crau (France)(Orthoptera, Pamphagidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 101(1), 75-87.
- Foucart, A., & Lecoq, M. (1998). Major threats to a protected grasshopper, *Prionotropis hystrix rhodanica* (Orthoptera, Pamphagidae, Akicerinae), endemic to southern France. *Journal of Insect Conservation*, 2(3), 187-193.
- Hochkirch, A., Nieto, A., García Criado, M., Cálix, M., Braud, Y., Buzzetti, F. M., ... & Tumbrinck, J. (2016). European red list of grasshoppers, crickets and bush-crickets. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 94 p.
- Hochkirch, A., Tatin, L., & Stanley Price, M. (2014). Criquet de Crau, Une stratégie pour sa conservation 2015-2020. IUCN-SSC & CEN PACA, Saint-Martin-de-Crau, France, 209 p.
- Massa, B. R. U. N. O., & VERDE, G. L. (2015). Revision of the genus *Prionotropis* Fieber, 1853 (Orthoptera: Pamphagidae: Thrinchinae). *Zootaxa*, 4059(3), 499-524.
- Ortego, J., García-Navas, V., Nogueras, V., & Cordero, P. J. (2015). Discordant patterns of genetic and phenotypic differentiation in five grasshopper species codistributed across a microreserve network. *Molecular Ecology*, 24(23), 5796-5812.
- Pilard, P., & Tatin, L. (2013). La prédation du faucon crécerellette sur le criquet rhodanien *Prionotropis hystrix rhodanica*. 5 p.
- Parc Naturel du Verdon. (2019). Evolution du territoire du PNR du Verdon à partir de bases de données d'Occupation du sol, entre 1999 et 2015. 26 p.
- Piry, S., Berthier, K., Streiff, R., Cros-Arteil, S., Foucart, A., Tatin, L., ... & Chapuis, M. P. (2018). Fine-scale interactions between habitat quality and genetic variation suggest an impact of grazing on the critically endangered Crau Plain grasshopper (Pamphagidae: *Prionotropis rhodanica*). *Journal of Orthoptera Research*, 61-73.

Annexes

Annexe 1 : Saisie cybertracker

ID observation : numéro d'identification de l'observation de *Prionotropis azami*

ID station : numéro d'identification de la station

Observateur : nom de l'observateur

Date : date de l'observation

Heure : heure de l'observation

Vent : nul ; faible ; moyen ; fort

Couverture nuageuse : ensoleillé ; peu de nuage ; couvert

Température : estimée sur le terrain

Nom scientifique : *Prionotropis azami*

Type de contact : à vue ; à l'ouïe ; au fauchage

Stade : juvénile S1 ; juvénile S2 ; juvénile S3 ; juvénile S4 ; juvénile S5 ; imago

Sexe : mâle ; femelle

Effectif : comptage précis

Comportement : déplacement, stridulation ; alimentation ; ponte ; accouplement ; en mue

Indices/traces : restes chitineux ; mue

Commentaires : champ libre

Département : département de l'observation

Commune : commune de l'observation

Lieu-dit : lieu-dit de l'observation

Altitude : altitude de l'observation

Coordonnées GPS : latitude et longitude de l'observation

Annexe 2 : saisie fiche terrain**Informations**

ID station : numéro d'identification de la station

Date : date de l'observation

Heure : heure de l'observation

Placette de 2 x 2 m

Sol nu : % de recouvrement

Roche nue : % de recouvrement

Bryophyte : % de recouvrement de bryophyte et litière morte

Herbacé bas (< 30 cm) : % de recouvrement

Herbacé haut (> 30 cm) : % de recouvrement

Dicotylédone : % de recouvrement

Arbustif : % de recouvrement de ligneux > 30 cm

Arboré : % de recouvrement

Hauteur moyenne de végétation herbacé : en centimètre

Plantes dominantes : nom latin des espèces les plus dominantes

Station complète

Code EUNIS : typologie EUNIS de niveau 3

Degré de fermeture : ouvert (<30% d'arbustif/arboré) ; semi-ouvert (30-50% d'arbustif/arboré) ; fermé (>50% d'arbustif/arboré)

Pente : faible (<15%) ; moyenne (15-30%) ; forte (>30%)

Exposition : nord, sud, est, ouest

Conditions météorologique

Vent : nul ; faible (0-15 km/h) ; moyen (15-30 km/h) ; fort (>30 km/h)

Couverture nuageuse : ensoleillé (0-25%) ; peu nuageux (25-50%) ; couvert (50-75%)

Température : estimé sur le terrain

Annexe 3 – Résultat du logiciel Présence pour calculer la détectabilité du Criquet hérisson

Individual Site estimates of <psi1>

	Site	estimate	Std.err	95% conf. interval
psi1	1 417	: 1.0000	0.0000	0.0000 - 1.0000

Individual Site estimates of <gam(1)>

	Site	estimate	Std.err	95% conf. interval
gam(1)	1 417	: 0.0000	0.0000	0.0000 - 1.0000
gam(2)	1 417	: 0.0000	0.0000	0.0000 - 1.0000

Individual Site estimates of <eps(1)>

	Site	estimate	Std.err	95% conf. interval
eps(1)	1 417	: 0.2095	0.3023	0.0073 - 0.9046
eps(2)	1 417	: 0.2095	0.3023	0.0073 - 0.9046

Individual Site estimates of <P[1-1]>

	Site	estimate	Std.err	95% conf. interval
P[1-1]	1 417	: 1.0000	0.0000	0.0000 - 1.0000
P[1-2]	1 417	: 1.0000	0.0000	0.0000 - 1.0000
P[1-3]	1 417	: 1.0000	0.0000	0.0000 - 1.0000
P[2-1]	1 417	: 0.4331	0.2328	0.1064 - 0.8305
P[2-2]	1 417	: 0.4331	0.2328	0.1064 - 0.8305
P[2-3]	1 417	: 0.4331	0.2328	0.1064 - 0.8305
P[3-1]	1 417	: 0.1766	0.1944	0.0154 - 0.7466
P[3-2]	1 417	: 0.1766	0.1944	0.0154 - 0.7466
P[3-3]	1 417	: 0.1766	0.1944	0.0154 - 0.7466