

SUIVI DES ORTHOPTÈRES DE LA RÉSERVE NATURELLE RÉGIONALE DU LAC DE MALAGUET

⋮
ANNÉE 2022



Réserve Naturelle Régionale



La Région
Auvergne-Rhône-Alpes



EMMANUEL
BOITIER
CONSULTANT
ENVIRONNEMENT

OCTOBRE
2022

LAC DE MALAGUET

SUIVI DES **ORTHOPTÈRES**
DE LA RÉSERVE NATURELLE RÉGIONALE
DU LAC DE MALAGUET

ANNÉE 2022

≡ Résumé

A la demande du Parc naturel régional Livradois-Forez, un suivi des Orthoptères a été réalisé sur le site de la Réserve naturelle régionale (RNR) du lac de Malaguet, localisée sur les communes de Félines, de Montet et de Sembadel (Haute-Loire), en région Auvergne-Rhône-Alpes. Située aux confins du plateau de la Chaise-Dieu et du Velay, la RNR protège l'un des rares sites lacustres d'Auvergne à être situé en contexte cristallin montagnard, à une altitude de 1025 m. Cette nouvelle campagne de prospection, réalisée en 2022, fait suite à celle réalisée en 2018 : elle a permis d'inventorier 25 espèces d'Orthoptères. C'est une espèce de plus que lors du précédent inventaire. On note la présence en sus de *Chorthippus mollis* et d'*Omocestus haemorrhoidalis*, et l'absence de *Gryllus campestris*. Ce dernier, le grillon champêtre, est une espèce printanière qui passe facilement inaperçue en été, où elle ne chante plus et où ce sont majoritairement des larves qui sont présentes. Les deux criquets *C. mollis* et *O. haemorrhoidalis* sont des espèces qui recherchent plutôt les endroits secs et une couverture végétale rase à basse. Le total d'espèces ici observées, 2018 et 2022 confondus, est de 26 espèces. Ce total d'espèces, ni faible, ni élevé, est tout à fait en conformité avec ce que l'on peut attendre d'un inventaire réalisé dans un écosystème humide du nord du Massif central, en zone de moyenne montagne. Parmi ces espèces, aucune ne possède de statut patrimonial : toutes sont considérées comme n'étant pas menacées à l'échelle de l'Auvergne. On doit souligner toutefois que les espèces menacées des milieux humides dans la région sont soit plus planitaires, on les retrouve alors à des altitudes plus faibles qu'à Malaguet, c'est-à-dire à l'étage collinéen, soit plus spécifiquement liées aux habitats véritablement tourbeux, habitats qui manquent à Malaguet. On peut donc résumer la situation en disant que ce suivi des Orthoptères de la RNR du lac de Malaguet confirme une diversité moyenne mais tout à fait normale compte-tenu des habitats et de l'altitude, sans espèce à valeur patrimoniale. Cinq espèces ont une fréquence supérieure à 50 % : il s'agit de *Chorthippus parallelus* (96 %), *Omocestus viridulus* (92 %), *Chrysochraon dispar* (88 %), *Metrioptera roeselii* (54 %) et *Conocephalus fuscus* (58 %). La richesse moyenne des relevés est de $6,9 \pm 1,2$ espèces (min. 3 - max. 10 espèces par relevé) ; elle était de $7,2 \pm 2,1$ espèces (min. 2 - max. 10 espèces par relevé) en 2018. Ces valeurs témoignent d'un maintien des paramètres faunistiques entre les deux inventaires. Dans le détail, une analyse statistique des résultats montre que (1) seule l'abondance des espèces a varié significativement de 2018 à 2022, dans le sens d'une diminution : aucune variation de richesse ou de diversité n'est apparue significative, ni même de fréquence, et que (2) plus les espèces sont inféodées à un milieu humide, plus leur abondance a diminué. Cela est particulièrement vrai pour trois espèces en forte diminution (*Stethophyma grossum*, *Conocephalus fuscus* et *Metrioptera roeselii*), qui sont typiques des milieux humides. Ces résultats montrent que la communauté des espèces hygrophiles a été nettement affectée par la sécheresse excessive et prolongée de 2022, surtout pour celles qui pondent dans le sol. En effet, les conditions climatiques ont considérablement séché, durci et compacté les sols aux abords du lac, habituellement bien plus meubles. Les variations d'abondance sont dues à ces causes externes (conditions climatiques), plus qu'à toute autre cause, comme les modalités de gestion. La gestion agro-pastorale du site est en adéquation avec le maintien du peuplement orthoptérique et ses caractéristiques (notamment et en premier lieu, le maintien de cette végétation humide pouvant être qualifiée de luxuriante, bien stratifiée et majoritairement herbacée, de hauteur importante, qui fait l'originalité et la caractéristique principale de la RNR du point de vue des insectes Orthoptères), ce que confirme par ailleurs la stabilité des paramètres intrinsèques (richesse, abondance, diversité...).

≡ Étude réalisée par

Emmanuel BOITIER, Consultant Environnement
[28 avenue d'Issoire F-63500 Perrier – emmari@emmari.net]

Avec l'appui précieux de Daniel PETIT, professeur émérite à l'Université de Limoges, pour l'analyse statistique.

≡ Commanditaire

Parc naturel régional Livradois-Forez
[Maison du Parc, F-63880 Saint-Gervais-sous-Meymont]

≡ Citation recommandée

BOITIER (E.), 2022. *Suivi des Orthoptères de la Réserve naturelle régionale du Lac de Malaguet (Haute-Loire), année 2022*. Rapport Parc naturel régional Livradois-Forez et Emmanuel Boitier Consultant, Perrier (octobre 2022), 24 p.

SOMMAIRE

≡ INTRODUCTION	5
Le contexte	5
Aspects qualitatifs et patrimoniaux	5
Aspects écologiques et fonctionnels	5
Aspects gestionnels et de suivi	5
La zone d'étude	6
Le calendrier des prospections	6
Les espèces recherchées	6
L'identification	6
La méthode de recherche	6
Abondance des espèces	6
Analyse de la végétation	6
Humidité stationnelle	8
Pâturage et fauchage	8
La comparaison des résultats	8
≡ RÉSULTATS ET DISCUSSION	11
Les espèces recensées	11
La fréquence des espèces	11
La richesse des relevés	11
Analyse des résultats	13
Résultats	14
L'effort d'échantillonnage	14
La courbe de raréfaction	14
La relations abondance-richesse	14
Les variations des variables environnementales	14
Les variations de la faune orthoptérique	14
Recherches des causes de variation des abondances	15
En guise de conclusion	17
≡ RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	19
≡ ANNEXES	20

FIGURE 1 – Vue sur la rive nord du lac.



INTRODUCTION

≡ Le contexte

À la demande du Parc naturel régional Livradois-Forez, un inventaire des Orthoptères a été réalisé en 2018 sur le site de la Réserve naturelle régionale (RNR) du lac de Malaguet, localisée sur les communes de Félines, de Monlet et de Sembadel (Haute-Loire), en région Auvergne-Rhône-Alpes.

Il s'agissait alors d'entreprendre des recherches dans le but d'avoir une connaissance approfondie des populations d'Orthoptères sur le site, ceci à différents points de vue :

≡ Aspects qualitatifs et patrimoniaux

- Établir une **liste systématique** des espèces : l'étude servira à établir une liste actuelle, mais également une liste des espèces éventuellement signalées par le passé (dans la littérature et les collections) ;
- Replacer cette liste dans un **contexte** départemental, régional et national : une comparaison sera établie avec des sites comparables inventoriés avec la même méthodologie, afin de mettre en avant les caractéristiques propres du site ;
- Mise en lumière des **espèces à valeur patrimoniale** : l'appréciation de la valeur patrimoniale des espèces se base sur les listes réglementaires (listes des espèces protégées, listes européennes, listes rouges...). Aucune espèce présente en Auvergne n'est protégée par la loi française ou inscrite dans les annexes de la Directive Habitats. Au niveau régional, l'Auvergne est dotée d'une liste d'espèces déterminantes dans le cadre de l'inventaire ZNIEFF (BOITIER, 2018), et d'une Liste rouge des Orthoptères (BOITIER, 2017) ;
- **Statuts et enjeux de conservation** : état de conservation des espèces présentes, enjeux conservatoires qui leur sont liés.

≡ Aspects écologiques et fonctionnels

- Définir les **exigences écologiques** des espèces le long de continuums, et tout particulièrement de la végétation (et donc des habitats) et l'humidité. Les exigences et les habitats préférentiels de chaque espèce seront précisés, mais également leur plasticité ou, au contraire, leur spécialisation ;
- Définition de **groupes fonctionnels** d'espèces : ces groupes peuvent donner des informations sur la valeur orthoptérique d'un habitat sur le site. Envisagés comme étant des 'groupements optimaux', ils permettent d'établir un diagnostic rapide sur une liste d'espèces : l'absence et/ou l'apparition d'une ou plusieurs espèce(s) dans un groupe peut signaler une perturbation par rapport à la situation dite normale.

≡ Aspects gestionnels et de suivi

- Apporter des informations utiles et fonctionnelles à la **gestion des milieux ouverts** et peu arbustifs sur le site : les résultats obtenus seront mis en rapport direct avec les aspects liés à la gestion conservatoire du site. Des préconisations pourront être apportées ;
- Mise en place éventuelle d'opérations de **suivis** d'espèces et/ou de populations en fonction des

résultats : identification, hiérarchie et cartographie des zones à enjeu, appréciation sur la pertinence, la durée et l'intervalle d'opération de suivi(s).

En 2022, une nouvelle campagne de prospection a été mise en place, pour faire suite à la première campagne réalisée en 2018 (BOITIER, 2019). L'objectif est d'établir une comparaison des résultats obtenus au cours de ces deux campagnes, afin de tirer des conclusions sur l'état de conservation des milieux et les pratiques de gestion, en vue du futur plan de gestion.

La zone d'étude

Localisée en Haute-Loire aux confins du plateau de la Chaise-Dieu et du Velay, la RNR du lac de Malaguet protège l'un des rares sites lacustres d'Auvergne à être situé en contexte cristallin montagnard, à une altitude de 1025 m. La gestion de cette RNR est confiée au Parc naturel régional Livradois-Forez, qui est le commanditaire de cette étude. La **Figure 2** présente les principaux habitats ouverts de la RNR.

D'une superficie de 54 ha, elle abrite diverses végétations de bord des eaux, en particulier des gazons amphibies d'une très grande originalité, des prairies fauchées ou pâturées, des milieux tourbeux et des sapinières naturelles.

Ce site est connu pour sa flore patrimoniale, composée notamment de plantes amphibies inféodées aux berges des lacs et étangs à niveau d'eau variable, comme la littorale à une fleur et l'élatine à six étamines. La flore des milieux tourbeux (prairies paratourbeuses, bas-marais et tourbières de transition) est remarquable, avec des jonçaises acutiflores à sélén des Pyrénées en très bon état de conservation et plusieurs espèces de sphaignes rares. Par ailleurs, le maintien de pratiques agricoles extensives garantit la présence d'une flore oligotrophile dans les prés de fauche montagnards, à l'instar du narcisse des poètes et de l'orchis sureau. Le lac présente un intérêt ornithologique fort à l'automne et au printemps, procurant gîte et couvert aux balbuzards pêcheurs, guifettes noires et autres échassiers alors en halte migratoire. La loutre d'Europe ainsi que 6 espèces d'amphibiens et 23 espèces de libellules peuplent les zones humides du site.

Le calendrier des prospections

Le site a été prospecté le 27, 28 et 29 août 2022, par des conditions favorables, c'est-à-dire avec un temps ensoleillé et chaud.

Il est important de signaler que l'année 2022 a été caractérisée par une sécheresse marquée et des épisodes fréquents de canicules, aussi bien hivernales qu'estivales.

Les espèces recherchées

Ce travail concerne les Orthoptères à proprement parler, c'est-à-dire les **ensifères** (sauterelles, grillons et courtilières) et les **célibères** (criquets). Il est d'usage pour l'orthoptériste de rechercher conjointement les autres orthoptéroïdes que sont les mantides (mantes) qui partagent des traits de vie communs en termes de biologie et d'écologie notamment. Ce travail porte donc ici de manière large sur les orthoptéroïdes suivants : sauterelles, grillons, courtilières, criquets et mantes, soit les ordres Orthoptera et Mantodea. On notera d'emblée qu'aucune mante n'a été trouvée sur le site.

L'identification

Les références suivantes ont été utilisées pour l'identification des spécimens :

- CHOPARD (L.), 1952 (1951). Faune de France. Orthoptéroïdes. 56. Lechevalier édit., Paris, 359 p.
- CORAY (A.) & THORENS (P.), 2001. Orthoptères de Suisse : clé de détermination. Fauna Helvetica n°5. CSCF/SZKF édit., 236 p.
- DEFAUT (B.), 2001. La détermination des Orthoptères de France. 2^{ème} édition, Bernard Defaut édit., Bédeilhac, 86 p.
- HARZ (K.), 1969. Die Orthopteren Europas. The Orthoptera of Europe I, Series Entomologica Vol. 5, Schimitschek, E., ed., Dr. W. Junk B.V. Publishers, The Hague, 749 p.
- HARZ (K.), 1975. Die Orthopteren Europas. The Orthoptera of Europe II, Series Entomologica Vol. 11, Schimitschek, E., Spencer, K.A. eds., Dr. W. Junk B.V. Publishers, The Hague, 939 p.
- HARZ (K.) & KALTENBACH (A.), 1975. Die Orthopteren Europas. The Orthoptera of Europe III, Series Entomologica Vol. 12, Dr. W. Junk BV., Publishers, The Hague, 434 p.
- SARDET (E.) et al., 2015. Cahier d'identification des Orthoptères de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, 304 p.
- RAGGE (D.R.) & REYNOLDS (W.J.), 1998. The songs of the Grasshoppers and Crickets of Western Europe. Harley Books edit., Colchester, 591 p.

NB. Pour d'éventuels examens, ma collection de référence est conservée et est consultable à l'Université de Limoges (87), laboratoire de Biologie des Populations.

La méthode de recherche

La méthode de recherche est basée sur la réalisation de **relevés** dans lesquels la liste des espèces contactées est étroitement associée à une analyse structurale de la végétation.

Les relevés, standardisés, se réfèrent à une station. Il est entendu par station, l'endroit précis sur le terrain où est effectué un inventaire orthoptérique. Le choix des stations est réalisé selon leur homogénéité apparente. En pratique, une station doit être homogène quant à la structure de sa végétation (c'est-à-dire qu'elle doit concerner un seul biotope à la fois) sur une surface minimale de l'ordre de 200 m².

Dans ce périmètre virtuellement délimité, l'observateur progresse lentement durant une durée minimale de l'ordre d'un quart d'heure, et identifie tous les orthoptères qui y sont présents. La progression se fait ordinairement en spirale, de manière à éviter aux individus de désertir la station en les « ramenant » en son centre : **Figure 3**.

Abondance des espèces

Au cours des relevés, un indice d'abondance est attribué à chaque espèce contactée (comptage des adultes). Il est défini comme suit : indice + (ou 1) - 1 ou 2 individus observés sur le périmètre ; indice ++ (ou 2) - 3 à 10 individus ; indice +++ (ou 3) - plus de 10 individus. Un indice de ++++ (ou 4) peut être

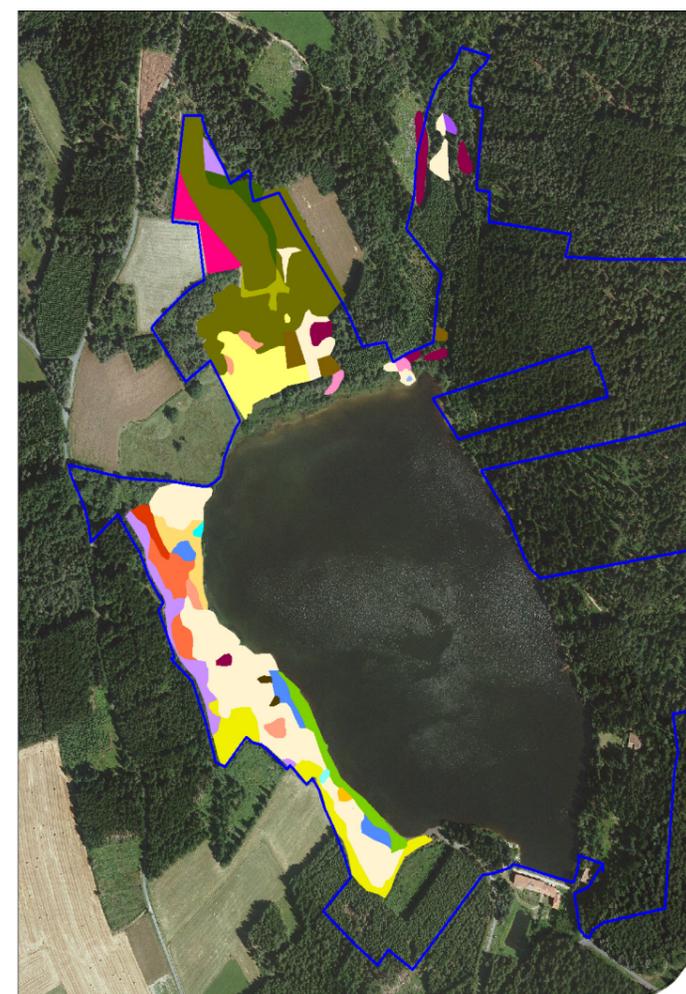


FIGURE 2 – Cartographie des habitats ouverts sur la RNR.



FIGURE 3 – Schématisation de la progression en spirale de l'observateur durant la réalisation d'un relevé.

attribué à une espèce véritablement très abondante dans un relevé.

Analyse de la végétation

L'analyse structurale est réalisée une fois l'inventaire des espèces terminé (afin de bien «s'imprégner» de la station). Elle est établie selon un formulaire contenant les entrées suivantes :

1. Pourcentage de sol nu
2. Pourcentage des rochers et/ou cailloux
3. Recouvrement cryptogamique
4. Recouvrement herbacé : bas (<10 cm de hauteur), moyen (10-50 cm), haut (50-100 cm) et très haut (>100 cm)
5. Recouvrement arbustif : bas (<0,5 m), moyen (0,5-2 m) et haut (2-6 m).

D'une manière générale, les recouvrements sont une estimation de la surface occupée par la projection au sol des différentes strates, avec un pas de 5 %. Par définition, le recouvrement total est de 100 % toutes strates confondues.

La valeur (précise) de 5 % ne doit pas faire illusion : il ne s'agit ici que d'une estimation ; dans la pratique, nous avons considéré que tout élément présent (exemple : une tâche de sol nu) représentait au minimum 5 % de la surface totale, l'étude des Orthoptères amenant souvent, en effet, à raisonner et travailler en terme de micro-surfaces (dans le cas particulier de la famille des Tétrigidés, quelques dm² de sol dénudé suffisent à l'apparition de certaines espèces au sein d'une pelouse à couverture végétale globalement continue).

Humidité stationnelle

Les stations sont catégorisées en six classes : HH hyperhygrophile (classe 1), H hygrophile (classe 2), MH mésohygrophile (classe 3), MX mésoxérique (classe 4), X xérique (classe 5) et HX hyperxérique (classe 6).

La classe HH concerne les stations qui sont continuellement gorgées d'eau ou qui comptent de l'eau libre tout au long de la saison, tandis que la classe H désigne les stations à humidité temporaire (souvent en période hivernale et/ou vernal) ou qui sont humides seulement en profondeur. D'un point de vue de la végétation, les premières se caractérisent par des espèces uniquement hygrophiles, tandis que pour les secondes, la végétation hygrophile est discontinue et souvent répartie par tâches.

Pâturage et fauchage

L'utilisation agro-pastorale est notée : absence ou présence du pâturage et du fauchage. Il convient de noter que ce constat est réalisé à la date de réalisation (estivale) des relevés. On note la présence effective ou non des animaux, ainsi que les traces visibles et récentes d'herbe coupée.

Cela sous-entend qu'un pâturage ou une fauche printanière peuvent passer inaperçues en été et qu'une parcelle peut alors être considérée comme non pâturée ou non fauchée, au cours de la réalisation d'un relevé.

L'ensemble de ces opérations (du choix de la station, la réalisation de l'inventaire jusqu'à l'analyse de la végétation) constitue un **relevé** proprement dit.

≡ La comparaison des résultats

Afin d'être en mesure d'établir une comparaison objective, solide et valide des résultats, les 26 relevés réalisés en 2018 (voir en annexes) ont été strictement et intégralement reconduits en 2022.

FIGURE 4 – Habitat du relevé R11 : prairie humide à jonc, chardon et lotier.



FIGURE 5 – Vue sur le lac de Malaguet, rive nord-ouest.



RÉSULTATS & DISCUSSION

Les espèces recensées

C'est un total de 25 espèces d'Orthoptères qui a été recensé sur le site au cours de cette nouvelle campagne : **Tableau I**. C'est une espèce de plus que lors du précédent inventaire. Par rapport à ce dernier, on note la présence en sus de *Chorthippus mollis* et d'*Omocestus haemorrhoidalis*, et la présence en moins de *Gryllus campestris*. Ce dernier, le grillon champêtre, est une espèce printanière qui passe facilement inaperçue en été, où elle ne chante plus et où ce sont majoritairement des larves qui sont présentes. Les deux criquets *C. mollis* et *O. haemorrhoidalis* sont des espèces qui recherchent plutôt les endroits secs et une couverture végétale rase à basse.

C'est un total d'espèces moyen, ni faible, ni élevé, mais qui est tout à fait en conformité avec ce que l'on peut attendre d'un inventaire réalisé dans un écosystème humide du nord du Massif central, en zone de moyenne montagne.

À titre de comparaison, nous avons recensé 18 espèces dans les milieux tourbeux de la Réserve naturelle nationale des Sagnes de la Godivelle (Puy-de-Dôme), sur 24 ha (BOITIER, 2005), 17 espèces dans la tourbière de Sagne Bourruie (Loire), dans le Forez, sur 10 ha (BOITIER, 2006). et 23 espèces dans la tourbière de Jouvion à Saint-Donat (Puy-de-Dôme), en 2018 (BOITIER, 2018). Le total d'espèces ici observées, 2018 et 2022 confondus, est de 26 espèces pour la RNR de Malaguet.

Parmi ces espèces, aucune ne possède de statut patrimonial : toutes sont considérées comme n'étant pas menacées à l'échelle de l'Auvergne. On doit souligner toutefois que les espèces menacées des milieux humides en Auvergne sont soit plus planitaires, on les retrouve alors à des altitudes plus faibles qu'à Malaguet, c'est-à-dire à l'étage collinéen, soit plus spécifiquement liées aux habitats véritablement tourbeux, habitats qui manquent à Malaguet.

On peut donc résumer la situation en disant que l'inventaire des Orthoptères de la RNR du lac de Malaguet présente une diversité moyenne mais tout à fait normale compte-tenu des habitats et de l'altitude, sans espèce à valeur patrimoniale. Cette diversité se maintient parfaitement entre les deux sessions d'inventaire.

La fréquence des espèces

Les 26 relevés ont livré un total de 24 espèces en 2022 : cinq espèces ont une fréquence supérieure à 50 % : il s'agit de *Chorthippus parallelus* (96 %), *Omocestus viridulus* (92 %), *Chrysochraon dispar* (88 %), *Metrioptera roeselii* (54 %) et *Conocephalus fuscus* (58 %) : **Tableau I**.

La fréquence moyenne des espèces sur les 26 relevés réalisés en 2018 et 2022 à l'identique, se maintient elle aussi : 30 % en 2018, 28 % en 2022.

La richesse des relevés

Les 26 relevés ont permis d'obtenir 179 données (une espèce/un relevé/une journée), contre 186 en 2018. La richesse moyenne des relevés est de $6,9 \pm 1,2$ espèces (minimum 3 - maximum 10 espèces par relevé) ; elle était de $7,2 \pm 2,1$ espèces (minimum 2 - maximum 10 espèces par relevé) en 2018. Ces valeurs témoignent d'un maintien des paramètres faunistiques entre les deux inventaires.

TABLEAU I – Liste et statut des espèces inventoriées en 2018 et 2022.

LRR : Liste rouge régionale des Orthoptères d'Auvergne (BOITIER, 2017).

		RNR LAC DE MALAGUET 2018	RNR LAC DE MALAGUET 2022	T
<i>ENSIFÈRES (sauterelles et grillons)</i>		<i>LRR</i>		
1	<i>Polysarcus denticauda</i> (Fabricius, 1798)	LC	4 %	4 %
2	<i>Conocephalus fuscus</i> (Fabricius, 1793)	LC	73 %	58 % ▼
3	<i>Tettigonia viridissima</i> L., 1758	LC	12 %	31 % ▲
4	<i>Metrioptera saussuriana</i> (Frey-Gessner, 1872)	LC	38 %	42 % ▷
5	<i>Roeseliana roeselii</i> (Hagenbach, 1822)	LC	54 %	54 % ▷
6	<i>Ephippiger diurnus</i> Dufour, 1841	LC	23 %	19 % ▷
7	<i>Gryllus campestris</i> L., 1758	LC	12 %	0 %
8	<i>Nemobius sylvestris</i> (Bosc, 1792)	LC	+	+
<i>CAELIFÈRES (criquets)</i>				
9	<i>Tetrix undulata</i> (Sahlberg, 1891)	LC	12 %	12 %
10	<i>Tetrix subulata</i> (L., 1758)	LC	8 %	4 %
11	<i>Oedipoda caerulescens</i> (L., 1758)	LC	27 %	4 % ▼
12	<i>Mecostethus parapleurus</i> (Hagenbach, 1822)	LC	19 %	4 % ▼
13	<i>Stethophyma grossum</i> (L., 1758)	LC	81 %	46 % ▼
14	<i>Chrysochraon dispar</i> (Germar, 1834)	LC	88 %	88 % ▷
15	<i>Euchorthippus declivus</i> (Brisout, 1848)	LC	8 %	15 %
16	<i>Omocestus viridulus</i> (L., 1758)	LC	65 %	92 % ▲
17	<i>Omocestus haemorrhoidalis</i> (Charpentier, 1825)	LC	0 %	15 %
18	<i>Stenobothrus stigmaticus</i> (Rambur, 1838)	LC	4 %	8 %
19	<i>Stenobothrus lineatus</i> (Panzer, 1796)	LC	8 %	12 %
20	<i>Chorthippus dorsatus</i> (Zetterstedt, 1821)	LC	46 %	42 % ▷
21	<i>Chorthippus apricarius</i> (L., 1758)	LC	27 %	15 % ▼
22	<i>Chorthippus parallelus</i> (Zetterstedt, 1821)	LC	81 %	96 % ▲
23	<i>Chorthippus brunneus</i> (Thunberg, 1815)	LC	12 %	4 %
24	<i>Chorthippus biguttulus</i> (L., 1758)	LC	27 %	15 % ▼
25	<i>Chorthippus mollis</i>	LC	0 %	4 %
26	<i>Stauroderus scalaris</i> (Fischer, 1846)	LC	12 %	4 %
Total espèces		24	25	

Tendance (T) évolutives de la fréquence F (en %) des différentes espèces (non anecdotiques) entre 2018 et 2022.

- ▲ Tendance positive (augmentation de la fréquence spécifique)
- ▷ Stabilité
- ▼ Tendance régressive (diminution de la fréquence spécifique)

En danger critique	CR
En danger	EN
Vulnérable	VU
Quasi menacée	NT
Préoccupation mineure	LC

≡ Analyse des résultats

Une analyse statistique a été réalisée pour étudier les facteurs environnementaux qui structurent le peuplement des Orthoptères de la RNR et visualiser les éventuelles modifications intervenues entre les deux sessions d'inventaire.

Pour tester si le nombre d'échantillons analysés a été suffisant pour rendre compte du nombre d'espèces présentes sur le secteur, la méthode préconisée est celle de la courbe de raréfaction de Mao's tau. Si on considère un ajustement logarithmique entre le nombre d'échantillons et la richesse spécifique cumulée, il n'y a pas d'asymptote et la richesse croît continûment, ce qui est peu réaliste. On peut en revanche avoir une asymptote définie par une fonction soit paramétrique comme celle de Michaelis-Menten, soit non paramétrique en utilisant les estimateurs de Chao (CHAO et al., 2013 ; COLWELL & ELSENSOHN, 2014).

Par ailleurs, pour tester si les stations ont des peuplements équilibrés, on peut tester la relation continûment croissante entre l'abondance et la richesse (INAGAKI, 1967).

Pour chacun des habitats prospectés, les principaux paramètres de peuplements (richesse spécifique, abondance et Indice de Shannon) ont été calculés. Pour comparer ces paramètres selon les années, nous avons effectué des tests de Wilcoxon, sachant que les variables n'ont pas toutes une distribution normale. Cette méthode permet de faire une comparaison station par station, ce qui est plus précis qu'une comparaison globale de l'ensemble des données. Pour illustrer ces variations entre les deux années d'études, des boîtes à moustache ont été dessinées.

La même approche par un test de Wilcoxon a été appliquée aux Orthoptères, les comparaisons étant espèce par espèce et non station à station. Par ailleurs, pour identifier quelles étaient les espèces dont les abondances avaient varié, une droite de régression des abondances entre les deux années a été construite, les espèces les plus éloignées de la droite étant faciles à repérer.

Les valeurs environnementales étudiées sont les suivantes :

- La hauteur moyenne du toit de végétation. Sur le

terrain, comme précisé précédemment, on note le recouvrement des différentes strates. A partir de ces recouvrements (en %), on calcule le barycentre du toit de la végétation, selon la formule :

$$\text{Toit végétation} = (1 \times (\text{mousse} + \text{sol nu} + \text{cailloux} + \text{bois morts}) + 2 \times \text{herbacé bas} + 3 \times (\text{herbacé moyen} + \text{arbustif bas}) + 4 \times (\text{herbacé haut} + \text{arbustif moyen}) + 5 \times (\text{herbacé très haut} + \text{arbustif haut}) / (\text{mousse} + \text{sol nu} + \text{cailloux} + \text{bois morts} + \text{herbacés bas, moyen, haut et très haut} + \text{arbustif bas, moyen et haut})$$

- L'altitude des relevés ;
- L'humidité stationnelle : le codage suivant a été adopté :
MX-X = 0 ; MX = 1 ; MX-MH = 2 ; MH-H = 3 ; H = 4 ;
- Le pâturage et le fauchage ont été codés 1 en cas de la présence de l'un ou de l'autre et 0 en cas d'absence commune.

Pour mettre en évidence les facteurs environnementaux agissant sur les abondances des Orthoptères, il était nécessaire d'affecter à chacune des espèces une valeur de *preferendum*. Cette valeur dépend de l'abondance observée pour chaque valeur de la variable environnementale. Dans le gradient de cette variable, il suffit donc d'en calculer le barycentre (c'est-à-dire le centre de gravité), selon la formule :

$$B_j = \frac{\sum \text{abond}_i \times \text{valeur}_i}{\sum \text{abond}_i}$$

Avec abond_i = abondance de l'espèce j dans la station i,
 valeur_i = mesure de la variable environnementale dans la station i.

Pour tester l'influence de l'altitude sur les autres variables environnementales, nous avons testé un modèle de relation linéaire (droite de régression). Une fois ces barycentres calculés pour chaque espèce, il suffit de tester quels sont ceux qui sont corrélés significativement avec la différence d'abondance entre les années 2018 et 2022 (test de Spearman).

Tous ces calculs ont été effectués avec le logiciel Past 2.97 (HAMMER et al., 2001).

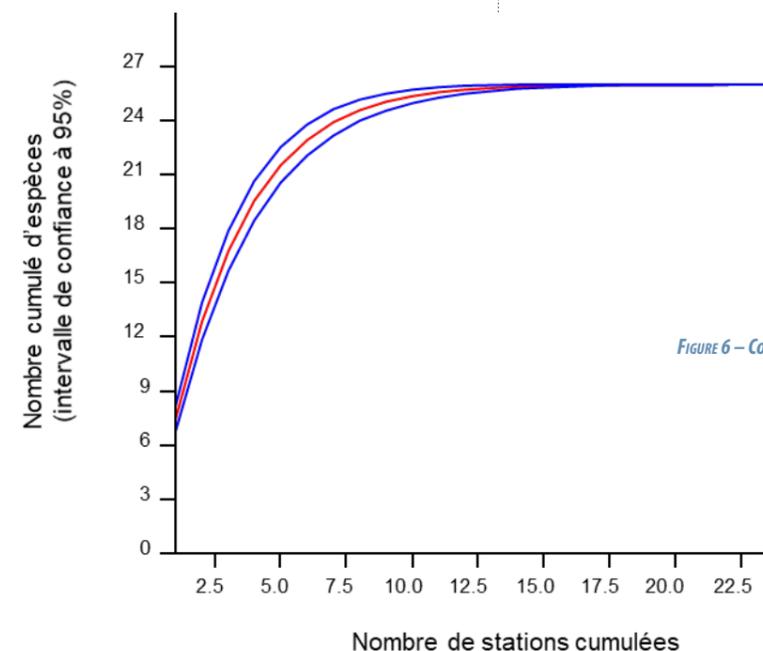


FIGURE 6 – Courbe de raréfaction.

Résultats

Les résultats bruts des relevés et leurs caractéristiques environnementales sont présentés en annexes. Au total tout, 24 espèces ont été enregistrées dans les relevés en 2022 (contre 23 en 2018).

- L'effort d'échantillonnage
- La courbe de raréfaction

Pour savoir si les 26 échantillons sont suffisants pour rendre compte de la richesse spécifique potentielle du secteur, il suffit de considérer la courbe de raréfaction : **Figure 6**.

Le nombre d'espèces augmente très rapidement avec l'effort d'échantillonnage (le nombre cumulé des stations). Pour simplifier, il ressort que 13 stations au hasard étaient suffisantes pour obtenir la quasi-totalité de la faune orthoptérique de la RNR de Malaguet. Ces chiffres sont purement théoriques mais ils montrent que globalement, il y a une grande homogénéité des stations et que l'effort d'échantillonnage a été plus que suffisant.

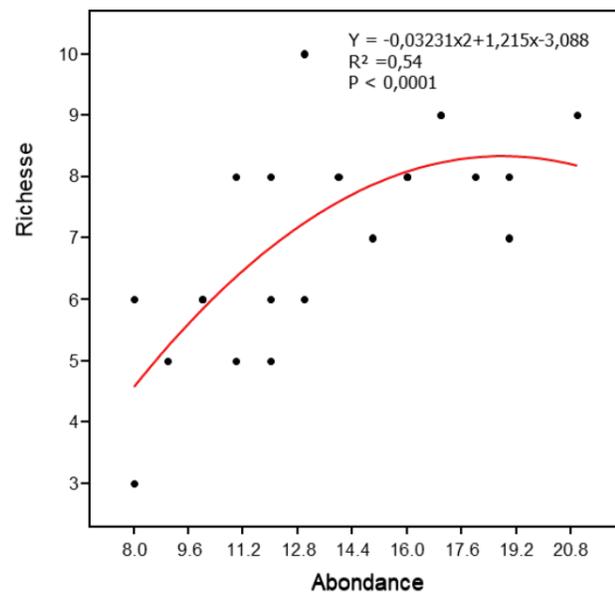


FIGURE 7 – Relation entre abondance et richesse spécifique.

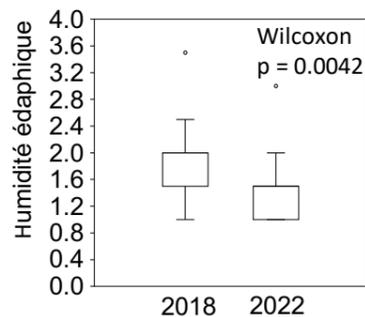
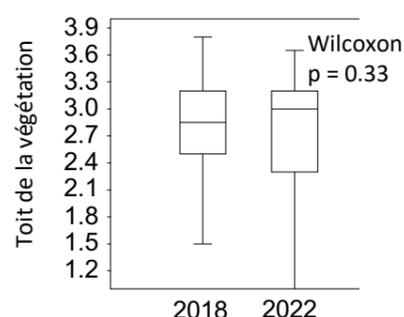


FIGURE 8 – Variation des variables environnementales entre 2018 et 2022 : à gauche, humidité édaphique, à droite : toit de la végétation.



Il apparaît clairement que pour les altitudes les plus élevées, l'humidité est restée constante alors que dans les zones les plus basses, l'humidité a chuté. C'est donc bien aux abords immédiats du lac que l'humidité a le plus diminué, autrement dit que les conséquences de la sécheresse de l'année 2022 ont été les plus marquées.

- La relations abondance-richesse

On observe une corrélation extrêmement significative ($p < 0,001$) entre la richesse spécifique et l'abondance par une loi polynomiale d'ordre 2, meilleure que par une relation linéaire (**Figure 7**), ce qui signifie qu'une augmentation du nombre de relevés n'entraînerait pas la découverte d'espèces supplémentaire, confirmant l'analyse de raréfaction.

- Les variations des variables environnementales entre 2018 et 2022

L'humidité édaphique a diminué significativement (Wilcoxon test, $p < 0,01$) tandis que le toit de la végétation n'a pas changé (Wilcoxon test, $p > 0,3$) : **Figure 8**.

On peut alors se poser la question de savoir comment la variation d'humidité est liée aux variations d'altitude : **Figure 9**. Pour chacune des deux années d'inventaire, il existe une relation linéaire décroissante entre l'altitude et l'humidité : ceci s'explique par la configuration topographique des lieux, le lac de Malaguet étant situé au fond d'une cuvette. Il est normal que l'humidité soit plus importante dans la cuvette que sur ses bordures, qui s'assèchent progressivement en fonction de la pente.

- Les variations de la faune orthoptérique entre 2018 et 2022

Nous avons exploré les variations des paramètres de communauté que sont la richesse spécifique, la diversité de Shannon, la dominance, l'abondance et la fréquence : **Figure 10**.

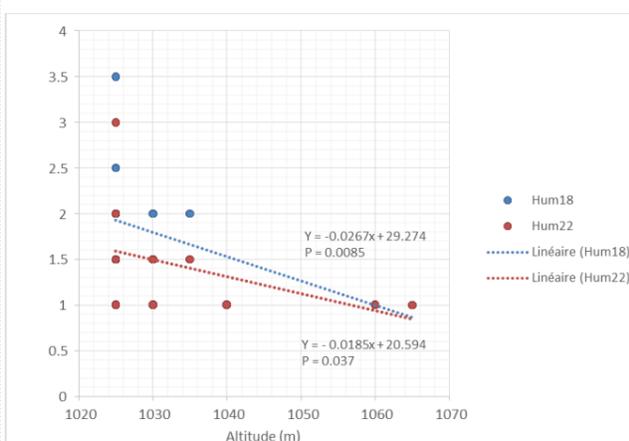


FIGURE 9 – Relation entre altitude et humidité édaphique en 2018 et 2022.

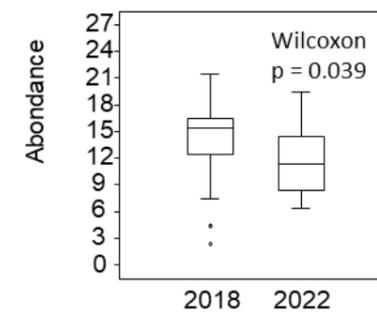
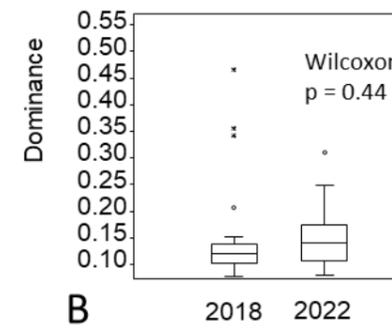
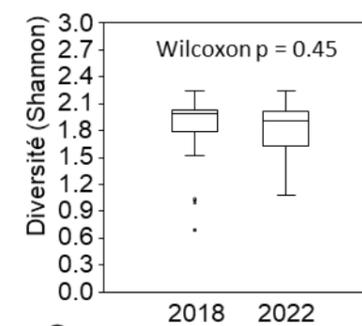
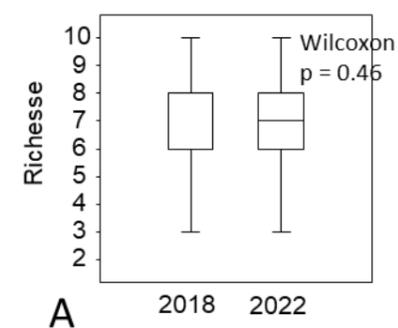


FIGURE 10 – Variation des paramètres de communauté des Orthoptères entre 2018 et 2022.

A : Richesse, B : Dominance, C : Diversité, D : Abondance.

Il en résulte que seule l'abondance des espèces a varié significativement, dans le sens d'une diminution. En dépit de l'apparition de deux espèces en 2022 (*C. mollis* et *O. haemorrhoidalis*) et de la disparition d'une autre (*G. campestris*), aucune variation de richesse ou de diversité n'est apparue significative. Concernant la fréquence, aucune variation n'est constatée (Wilcoxon test, $p = 0,69$), ce qui montre notamment que les espèces rares n'ont pas été affectées par les changements environnementaux.

Pour reconnaître les espèces ayant subi le plus de variations, la **Figure 10** illustrant la corrélation entre les deux jeux d'abondance indique que cinq espèces se démarquent nettement de la droite de régression : *Chorthippus parallelus* et *Omocestus dididulus* dans le sens d'une augmentation, *Conocephalus fuscus*, *Stethophyma grossum* et *Metrioptera roeselii* dans le sens d'une régression. On notera le positionnement particulier du criquet *Chrysochraon dispar*, une espèce résolument hygrophile, dont l'abondance ne varie pas entre 2018 et 2022, contrairement à ces trois dernières espèces elles-aussi hygrophiles.

- Recherche des causes de variation des abondances des espèces entre 2018 et 2022

Pour aller plus loin dans les interprétations, il est nécessaire d'affecter à chaque espèce leur barycentre pour chacune des variables environnementales : **Tableau II**.

Pour comprendre les facteurs environnementaux (toit de la végétation, humidité édaphique de 2018 et de 2022, fauche et pâturage) qui ont pu engendrer des variations d'abondance des Orthoptères, des tests de corrélation de Spearman ont été

conduits. Il s'avère que seule l'humidité édaphique enregistrée en 2022 montre une liaison significative négative : **Tableau III**. En d'autres termes, plus les espèces sont inféodées à un milieu humide, plus leur abondance a diminué en 2022.

Pour rendre compte des espèces qui contribuent le plus à la relation entre le barycentre d'humidité et la variation d'abondance, le graphe de corrélation a été tracé : **Figure 11**.

Le groupe des trois espèces en forte diminution (*Stethophyma grossum*, *Conocephalus fuscus* et *Metrioptera roeselii*), typique des milieux humides, est bien mis en évidence dans la partie en haut à gauche du graphe (ellipse bleue). Inversement, les espèces situées du côté du pôle le plus sec, en bas du graphe (ellipse orange), se trouvent associées à une certaine constance de leur abondance, voire augmentation légère. Il semble donc par la corrélation globale et par ces deux exemples en particulier que la diminution d'humidité édaphique enregistrée entre les années 2018 et 2022 se traduise pratiquement par une diminution des effectifs des espèces inféodées aux milieux humides et par une stagnation, voire légère hausse, aug-

TABLEAU III – Corrélations entre la variation d'abondance de chaque espèce d'Orthoptère entre 2018 et 2022 avec la valeur moyenne (barycentre) de la variable environnementale correspondante.

	CORRÉLATION SPEARMAN	P VALUE
BARYCENTRE HUMIDITÉ	-0,470	0,024
BARYCENTRE TOIT DE VÉGÉTATION	-0,259	0,222
BARYCENTRE PÂTUR./FAUCH.	0,255	0,241

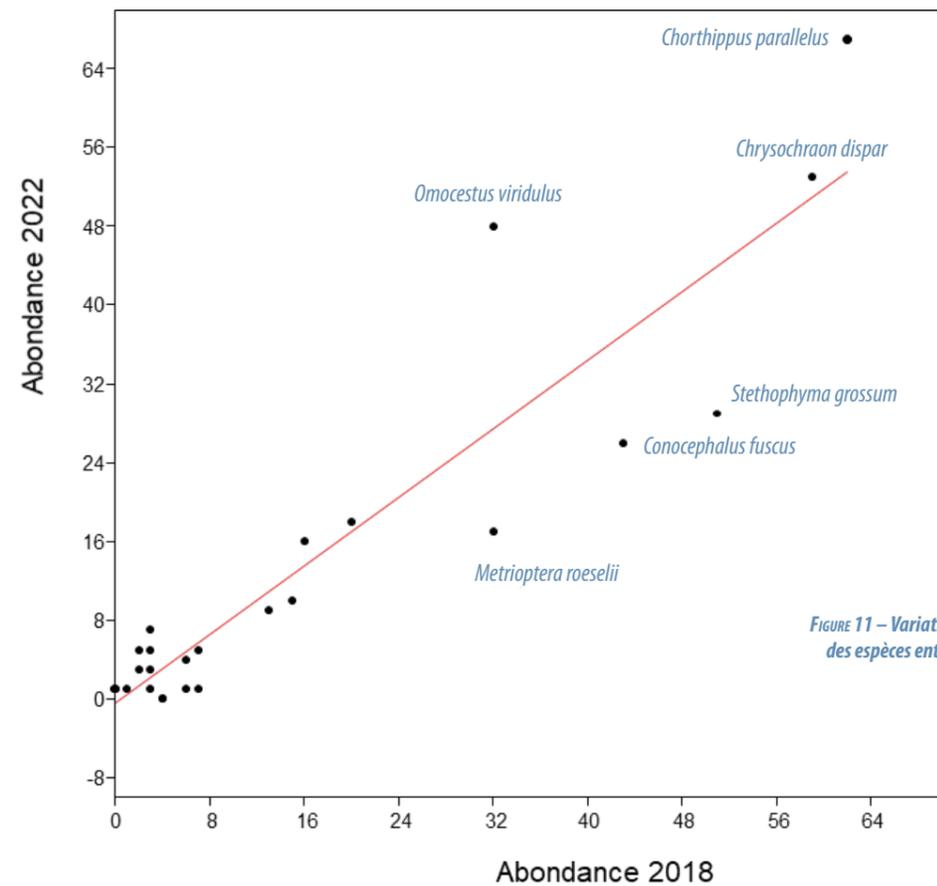


FIGURE 11 – Variation de l'abondance des espèces entre 2018 et 2022.



FIGURE 13 – Conocephalus fuscus



FIGURE 14 – Metrioptera roeselii



FIGURE 12 – Stethophyma grossum

TABLEAU II – Valeur des barycentres des variables environnementales pour chaque espèce.

ESPÈCES	ABONDANCES 2018	ABONDANCES 2022	VARIATION ABONDANCE	BARYCENTRE HUMIDITÉ	BARYCENTRE VÉGÉTATION	BARYCENTRE PÂTUR/FAUCH.
<i>Chorthippus apricarius</i>	15	10	-5	1,200	2,960	0,200
<i>Chorthippus biguttulus</i>	13	9	-4	1,222	2,183	1,000
<i>Chorthippus brunneus</i>	6	1	-5	1,500	2,150	1,000
<i>Chorthippus dorsatus</i>	20	18	-2	1,500	2,898	0,278
<i>Chorthippus parallelus</i>	62	67	5	1,457	1,950	0,333
<i>Chorthippus mollis</i>	0	1	1	1,000	2,800	1,000
<i>Chrysochraon dispar</i>	59	53	-6	1,661	2,768	0,161
<i>Conocephalus fuscus</i>	43	26	-17	1,635	2,839	0,154
<i>Ephippiger diurnus</i>	7	5	-2	1,300	3,042	0,200
<i>Euchorthippus declivus</i>	3	5	2	1,200	3,271	0,200
<i>Gryllus campestris</i>	4	0	-4	?	2,500	?
<i>Mecostethus parapleurus</i>	7	1	-6	1,500	3,220	0,000
<i>Metrioptera roeselii</i>	32	17	-15	1,605	2,842	0,158
<i>Metrioptera saussuriana</i>	16	16	0	1,526	3,200	0,263
<i>Oedipoda caerulea</i>	2	5	3	1,000	2,842	1,000
<i>Omocestus haemorrhoidalis</i>	0	1	1	1,200	2,609	0,600
<i>Omocestus viridulus</i>	32	48	16	1,450	2,598	0,340
<i>Polysarcus denticauda</i>	1	1	0	1,500	2,410	0,000
<i>Stauroderus scalaris</i>	3	1	-2	1,000	1,950	0,000
<i>Stenobothrus lineatus</i>	3	3	0	1,167	2,793	0,667
<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	2	3	1	1,500	1,000	0,000
<i>Stethophyma grossum</i>	51	29	-22	1,774	3,050	0,129
<i>Tetrix subulata</i>	4	0	-4	2,000	2,483	0,000
<i>Tetrix undulata</i>	6	4	-2	1,625	2,800	0,500
<i>Tettigonia viridissima</i>	3	7	4	1,625	2,753	0,000
<i>Gryllus campestris</i>	4	0	-4	?	2,500	?

mentation des effectifs de celles qui recherchent des habitats plus secs.

Dans le même temps, les deux espèces qui montrent la plus forte augmentation d'abondance, à savoir *Chorthippus parallelus* et *Omocestus viridulus* ne se situent pas particulièrement du côté des habitats les plus secs mais plutôt dans une situation intermédiaire, plus mésophile (ellipse verte). Ces deux criquets sont des espèces banales en montagne auvergnate, ils présentent une large amplitude écologique et sont peu exigeants : ils posent une évidente question. On l'a vu, on peut exclure ici un effet de l'échantillonnage qui est largement satisfaisant. Il est donc possible que certains facteurs de début de saison 2022 ou de la session précédente de 2018, non mesurés ici, puissent être mis en cause. Après tout, rien ne nous permet d'affirmer que l'année 2018, celle de l'inventaire initial, était une année « dans la norme » d'un point de vue climatique.

En guise de conclusion

Les résultats de 2022 montrent que la communauté des espèces hygrophiles a été affectée par les épisodes caniculaires, mais surtout par la sécheresse excessive et prolongée. En particulier, les trois espèces *Conocephalus fuscus*, *Metrioptera roeselii* et *Stethophyma grossum* voient leur abondance nettement diminuer.

Le cas particulier de *Chrysochraon dispar* est intéressant : l'abondance de cette espèce hygrophile ne varie pas entre les deux inventaires, alors que le schéma général devait prédire une chute de ses effectifs. Il se trouve que cette espèce ne pond pas dans le sol, comme les trois autres, mais dans les végétaux (NB. Nous avons même eu le loisir d'observer sur la RNR l'utilisation des vieux piquets de clôture en robinier comme site de ponte). Les conditions climatiques de 2022 ont considérablement séché, durci et compacté les sols aux abords du lac,

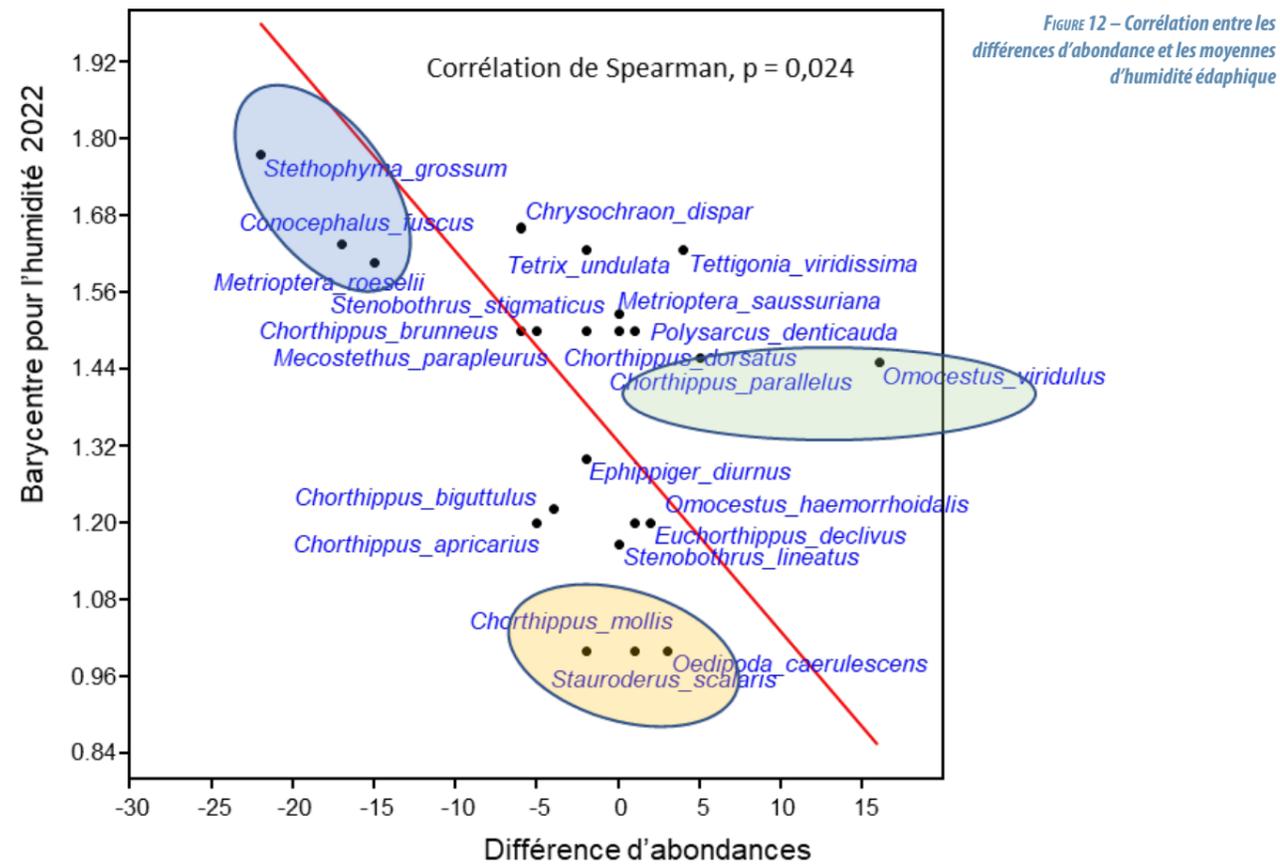


FIGURE 12 – Corrélation entre les différences d'abondance et les moyennes d'humidité édaphique

habituellement bien plus meubles. C'est sans doute pour cette raison que les oeufs ont eu la plus grande difficulté à se développer, puis à éclore, au printemps et début d'été. Sans doute que dans les végétaux, cela a été moins difficile pour les œufs de mener leur développement à terme ? Cela semble montrer que les variations d'abondance des espèces hygrophiles sont dues à des causes externes (conditions climatiques), plus qu'à toute autre cause, comme les modalités de gestion.

Les autres paramètres le confirment, comme celui de la hauteur du toit de la végétation qui ne varie pas significativement entre 2018 et 2022 : la gestion agro-pastorale du site est en adéquation avec le maintien du peuplement orthoptérique et ses caractéristiques (notamment et en premier lieu, le maintien de cette végétation humide pouvant être qualifiée de luxuriante, bien stratifiée et majoritairement herbacée, de hauteur importante, qui fait l'originalité et la caractéristique principale de la RNR du point de vue des insectes Orthoptères), ce que confirme par ailleurs la stabilité des paramètres intrinsèques (richesse, abondance, diversité...).

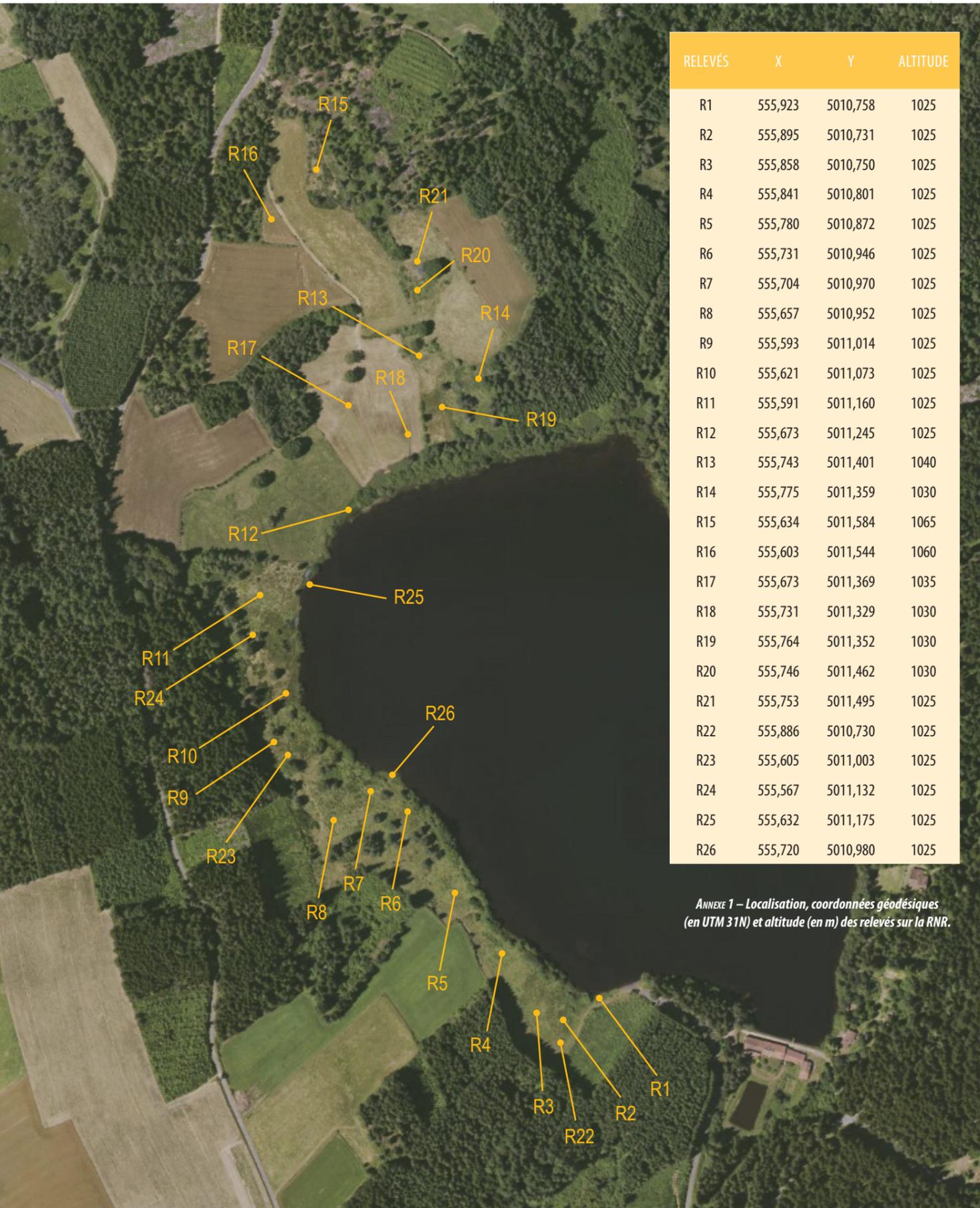
Il nous semble ainsi que la présence des chevaux dans la partie ouest du site est très bénéfique car les animaux se montrent très sélectifs sur le pâturage et de ce fait ménagent des zones bien pâturées avec des zones qui ne le sont pratiquement pas, d'où une forte hétérogénéité du milieu. L'apparition sensible ($F = 15\%$) d'une espèce comme *Omocestus haemorrhoidalis* est sans doute à relier à cela : elle recherche des surfaces de sols à végétation rase à basse, qui correspondent ici aux surfaces davantage exploitées par les animaux ou à des zones où ils s'immobilisent plus longtemps. C'est un petit gain de biodiversité, mais réel.



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOITIER (E.), 2003. Caractérisation écologique et faunistique des peuplements d'Orthoptères en montagne auvergnate. Mémoire de Diplôme d'Études et de Recherches en Sciences de la Vie et de la Terre, Biologie des Populations, Faculté des Sciences de Limoges, 87 p.
- BOITIER (E.), 2005. Le peuplement des Orthoptères de la Réserve naturelle des Sagnes de la Godivelle (Puy-de-Dôme). Rapport d'étude Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne, Réserves naturelles de France, DIREN Auvergne et Alcide-d'Orbigny, Clermont-Ferrand (février 2005), 40 p.
- BOITIER (E.), 2006. Inventaire des Orthoptères de la tourbière de Sagne Bourrue, commune de Jeansagnière (Loire). Rapport d'étude Césame et Alcide-d'Orbigny, Clermont-Ferrand (septembre 2006), 15 p.
- BOITIER (E.), 2010. Nouvel inventaire des Orthoptères de la Réserve naturelle nationale du Rocher de la Jaquette (Puy-de-Dôme). Année 2009. Rapport d'étude SEPNUM, PNRVA et Emmanuel Boitier Consultant, Montaigut-le-Blanc (janvier 2010), 34 p.
- BOITIER (E.), 2012. Inventaire complémentaire et suivi des populations d'Orthoptères d'intérêt patrimonial de la Réserve naturelle nationale de la vallée de Chaudefour et de son périmètre de protection (Puy-de-Dôme). Année 2011. Rapport d'étude Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne et Emmanuel Boitier Consultant, Montaigut-le-Blanc (février 2012), 52 p.
- BOITIER (E.), 2017. Inventaire écologique des Orthoptères sur le site du puy de Dôme, Grand Site de France®. Années 2015 à 2017. Rapport d'étude Conseil départemental du Puy-de-Dôme et Emmanuel Boitier Consultant, Perrier (novembre 2017), 54 p.
- BOITIER (E.), 2017. Actualisation de La Liste rouge des Orthoptères d'Auvergne. Rapport d'étude DREAL Auvergne-Rhône-Alpes et Emmanuel Boitier Consultant, Perrier (janvier 2017), 160 p.
- BOITIER (E.), 2018. Révision de la Liste des Orthoptères déterminants des zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) à l'échelle de la zone biogéographique continentale du Massif central de la région Auvergne-Rhône-Alpes. Rapport d'étude DREAL Auvergne-Rhône-Alpes et Emmanuel Boitier Consultant, Perrier (novembre 2018), 22 p.
- BOITIER (E.), 2018. Suivi des Orthoptères sur l'ENS de la tourbière de Jouvion (Puy-de-Dôme), année 2018. Rapport Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne, Conseil général du Puy-de-Dôme et Emmanuel Boitier Consultant, Perrier (novembre 2018), 18 p.
- BOITIER (E.), 2019. Inventaire des Orthoptères de la Réserve naturelle régionale du Lac de Malaguet (Haute-Loire), année 2018. Rapport Parc naturel régional Livradois-Forez et Emmanuel Boitier Consultant, Perrier (janvier 2019), 26 p.
- CHAO (A.), GOTELLI (N. J.), HSIEH (T.C.), SANDER (E.L.), MA (K.H.), COLWELL (R.K.) & ELLISON (A.M.), 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological monographs*, 84(1), 45-67.
- HAMMER (Ø.), HARPER (D.A.) & RYAN (P.D.), 2001. PAST: PAleontological STatistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron.* 4, 9.
- INAGAKI (H.), 1967. Mise au point de la loi de Motomura et essai d'une écologie évolutive. *Vie et Milieu*, 15(1) : 153-166.

ANNEXES



RELEVÉS	X	Y	ALTITUDE
R1	555,923	5010,758	1025
R2	555,895	5010,731	1025
R3	555,858	5010,750	1025
R4	555,841	5010,801	1025
R5	555,780	5010,872	1025
R6	555,731	5010,946	1025
R7	555,704	5010,970	1025
R8	555,657	5010,952	1025
R9	555,593	5011,014	1025
R10	555,621	5011,073	1025
R11	555,591	5011,160	1025
R12	555,673	5011,245	1025
R13	555,743	5011,401	1040
R14	555,775	5011,359	1030
R15	555,634	5011,584	1065
R16	555,603	5011,544	1060
R17	555,673	5011,369	1035
R18	555,731	5011,329	1030
R19	555,764	5011,352	1030
R20	555,746	5011,462	1030
R21	555,753	5011,495	1025
R22	555,886	5010,730	1025
R23	555,605	5011,003	1025
R24	555,567	5011,132	1025
R25	555,632	5011,175	1025
R26	555,720	5010,980	1025

ANNEXE 1 – Localisation, coordonnées géodésiques (en UTM 31N) et altitude (en m) des relevés sur la RNR.

RELEVÉS	HUMIDITÉ	HERBACÉ TRÈS HAUT	HERBACÉ HAUT	HERBACÉ MOYEN	HERBACÉ BAS	ARBUSTIF BAS	ARBUSTIF MOYEN	SOL NU	ROCHER/CAILLOUX	NON PÂTURÉ	PÂTURÉ	FAUCHÉ
R1	H à MX	20 %	45 %	20 %	5 %			5 %	5 %	*		
R2	HH à MX	50 %	35 %	10 %	5 %					*		
R3	MH		40 %	60 %						*		
R4	HH à MH	10 %	50 %	40 %						*		
R5	HH à MX	15 %	45 %	40 %						*		
R6	H à MX	20 %	40 %	40 %						*		
R7	HH à H	60 %	30 %	10 %						*		
R8	MH à MX	20 %	50 %	30 %						*		
R9	HH à MX	60 %	40 %							*		
R10	MH à MX	5 %	50 %	40 %	5 %						*	
R11	MX		5 %	70 %	20 %			5 %			*	
R12	HH à MX		80 %	20 %						*		
R13	MX		20 %	60 %		20 %				*		
R14	MH à MX	10 %	50 %	40 %						*		
R15	MX		25 %	50 %			25 %			*		
R16	MX		25 %	45 %	25 %			5 %			*	
R17	MH		5 %	90 %	5 %						*	
R18	MH			80 %	15 %			5 %			*	
R19	MH à MX			80 %	20 %						*	
R20	H à MX		70 %	15 %	15 %					*		
R21	MX à MH			70 %	25 %			5 %				*
R22	MX à MH			60 %	35 %			5 %			*	
R23	MH									*		
R24	MH à MX	15 %	60 %	25 %						*		
R25	HH à MH			10 %	65 %			25 %		*		
R26	H à MX			15 %	50 %						*	

ANNEXE 2 – Caractéristiques des relevés en 2018 : humidité, recouvrement des différentes strates (en %), pâturage et fauchage.

ESPÈCES	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21	R22	R23	R24	R25	R26
<i>Chorthippus apricarius</i>													3	2	3	2				2	2			1		
<i>Chorthippus biguttulus</i>													2	2	3	3	1	1			2			1		
<i>Chorthippus brunneus</i>															3	3				1	2					
<i>Chorthippus dorsatus</i>					3	1	2		1	1	1	1					2	2	3	1			2			
<i>Chorthippus parallelus</i>	2	3	4	3	4	3	3	3	3	3	4	2	2	3			3	3	3	3	3	3	2	3		
<i>Chrysotrogon dispar</i>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	1		3	3	2	1	2	3		
<i>Conocephalus fuscus</i>	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	1	2	1	1	2		2		1	3			2	2	1	
<i>Ephippiger diurnus</i>								1	1	1			1	2	1											
<i>Euchorthippus declivus</i>													2	1												
<i>Gryllus campestris</i>										2							1	1								
<i>Mecostethus parapleurus</i>					1		1										2			1	2					
<i>Mettioptera roselii</i>	1	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	2										1			
<i>Mettioptera saussuriana</i>	2	2	3		2	2	2	1					1							1			1	1		
<i>Oedipoda caerulea</i>															2											
<i>Omocestus viridulus</i>	2	3	1	2	2	2	2	1	3	3	2	2	2	2	1	1	1		2				1			
<i>Polysarcus denticauda</i>																										
<i>Stauroderus scalaris</i>													1	1	1											
<i>Stenobothrus lineatus</i>														1												
<i>Stenobothrus stigmatiscus</i>											2															
<i>Stethophyma grossum</i>	1	3	3	3	2	2	2	3	2	2	4	1	1				3	3	3	2	2	2	1	3	2	3
<i>Tetrix subulata</i>																										3
<i>Tetrix undulata</i>																	2					1			3	
<i>Tettigonia viridissima</i>																					1		1			
Total	8	10	7	6	8	5	10	8	7	7	8	7	6	9	7	3	6	10	3	2						

ANNEXE 3 – Résultats bruts des relevés en 2018.

1 : 1 à 2 individus

2 : 3 à 10 individus

3 : plus de 10 individus

4 : espèce très abondante

RELEVÉS	HUMIDITÉ	HERBACÉ TRÈS HAUT	HERBACÉ HAUT	HERBACÉ MOYEN	HERBACÉ BAS	ARBUSTIF BAS	ARBUSTIF MOYEN	SOL NU	ROCHER/CAILLOUX	NON PÂTURÉ	PÂTURÉ	FAUCHÉ
R1	MX à H	25 %	50 %	10 %	5 %			5 %	5 %	*		
R2	MX à MH	50 %	10 %	10 %						*		
R3	MX à HH	15 %	60 %	25 %						*		
R4	MX à HH	20 %	70 %	10 %						*		
R5	MX	10 %	45 %	25 %	10 %						*	
R6	MX	5 %	25 %	60 %	10 %						*	
R7	MH	5 %	65 %	25 %	5 %						*	
R8	MX à MH	5 %	35 %	35 %	25 %						*	
R9	MX à MH	5 %	55 %	35 %	5 %					*		
R10	MX à MH		25 %	60 %	15 %					*		
R11	MX à MH	5 %	5 %	70 %	20 %					*		
R12	MX à MH		20 %	80 %						*		
R13	MX	5 %	50 %	40 %		5 %				*		
R14	MX à MH	5 %	35 %	60 %						*		
R15	MX	5 %	20 %	60 %	5 %	5 %	5 %			*		
R16	MX			5 %	90 %			5 %				*
R17	MX à MH			80 %	15 %			5 %				*
R18	MX			15 %	80 %			5 %				*
R19	MX			15 %	80 %			5 %				*
R20	MX à MH	5 %	80 %	15 %						*		
R21	MX à MH			25 %	70 %			5 %				*
R22	MX			25 %	70 %			5 %			*	
R23	MX à H	40 %	50 %	10 %						*		
R24	MX à MH	5 %	35 %	35 %	20 %			5 %		*		
R25	H à HH	10 %	80 %	10 %						*		
R26	MX à H	20 %	50 %	20 %	5 %					*		

ANNEXE 4 – Caractéristiques des relevés en 2022.

ESPÈCES	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21	R22	R23	R24	R25	R26
<i>Chorthippus apricarius</i>													2	2	4						2					
<i>Chorthippus biguttulus</i>															3	2	2				2					
<i>Chorthippus brunneus</i>																					1					
<i>Chorthippus dorsatus</i>			2		1	1	1	1	1	2	2	3					2	1	1				2			
<i>Chorthippus mollis</i>															1											
<i>Chorthippus parallelus</i>	2	3	3	3	4	4	2	4	4	4	4	3	2	1	2	2	3	3	2	1	2	3	3	3	2	
<i>Chrysochraon dispar</i>	3	4	4	3	2	2	3	3	3	2	3	3	1	2			2	1	1	2	1		3	2	3	3
<i>Conocephalus fuscus</i>			2	2	2	2	2	1	1	2	2	3	1				1	1	1	2	2	3		1	1	2
<i>Ephippiger diurnus</i>					1				1	1	1		1	1							1					
<i>Euchorthippus declivus</i>													2	1	1		1									
<i>Gryllus campestris</i>																										
<i>Mecostethus parapleurus</i>												1														
<i>Metrioptera roeseli</i>	2	2	1	1	2	1	2	2	1	1	1		1								1					1
<i>Metrioptera saussuriana</i>	3	2	1	1	1	2	2			2	2		1								2	2				
<i>Omocestus haemorrhoidalis</i>								1							1	2					1					
<i>Oedipoda caerulescens</i>																1										
<i>Omocestus viridulus</i>	2	2	3	1	2	3	2	2	2	3	2	3	1	3	1		3	2	2	2	2	3	1	2		1
<i>Polysarcus denticauda</i>																										
<i>Stauroderus scalaris</i>																1										
<i>Stenobothrus lineatus</i>													1		1						1					
<i>Stenobothrus stigmaticus</i>																							2			
<i>Stethophyma grossum</i>	2	4	4	2	2	2	2	2	2	3	3	3					2							2	2	3
<i>Tetrix subulata</i>																										
<i>Tetrix undulata</i>																										2
<i>Tettigonia viridissima</i>	1	1	1	1					1				1									1				
Total	8	8	9	8	9	5	8	8	6	7	8	7	10	6	6	6	9	5	6	8	8	3	6	5	4	6

ANNEXE 5 – Résultats bruts des relevés en 2022.