



Indicateurs RhoMéO Orthoptères

-

Mise en œuvre sur quatre zones humides du Parc Naturel Régional des Pyrénées-catalanes

La Bolloseta, el Racó, la Pradella et Estany d'Auda

Octobre 2025





Indicateurs RhoMéO Orthoptères

-

Mise en œuvre sur quatre zones humides du Parc Naturel Régional des Pyrénées-catalanes

La Bolloseta, el Racó, la Pradella et Estany d'Auda

Octobre 2025

Terrain : Aurélien Gaunet et Mathurin Aubry - GOR

Cartographie : Mathurin Aubry - GOR

Rédaction : Mathurin Aubry et Aurélien Gaunet - GOR

Relecture : Fabien Gilot et Ghislaine Escoubeyrou - GOR

Crédits photos : Mathurin Aubry – GOR (sauf mention contraire).

- a. Criquet ensanglanté *Stethophyma grossum*
- b. El Racó - Angoustrine-Villeneuve-des-Escaldes
- c. Criquet des joncs *Chorthippus jucundus* © A. Gaunet/GOR

(a)	(b)
	(c)

Référence du document : AUBRY M. et GAUNET A., 2025. *Mise en œuvre des indicateurs RhoMeO Orthoptères sur quatre zones humides du Parc Naturel Régional des Pyrénées-Catalanes*. Rapport d'étude du Groupe Ornithologique du Roussillon. 16p + Annexes.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	3
MATÉRIEL ET MÉTHODE	4
1. Localisation des sites étudiés	4
2. Protocole d'étude	5
3. Calcul des indicateurs RhoMéO.....	7
RÉSULTATS.....	8
1. La Bolloseta.....	8
Synthèse des deux passages.....	8
Calcul de l'indicateur RhoMeO I09 de la Bolloseta	8
2. Estany del Racó.....	9
Synthèse des deux passages.....	9
Calcul de l'indicateur RhoMeO I09 del Racó	9
3. Estany de la Pradella.....	9
Synthèse des deux passages.....	9
Calcul de l'indicateur RhoMeO I09 de la Pradella	11
4. Estany de Auda	11
Synthèse des deux passages.....	11
Calcul de l'indicateur RhoMeO I09 de l'Estany de Auda	12
DISCUSSION	13
CONCLUSION	15
BIBLIOGRAPHIE.....	16
ANNEXES.....	17

INTRODUCTION

Les orthoptères (criquets, sauterelles et grillons) constituent un ordre d'insectes aux exigences écologiques très contrastées, occupant des milieux allant des pelouses arides aux prairies hygrophiles et tourbières d'altitude (CHOPARD, 1952 ; BELLMANN et LUQUET, 1995 ; BAUR et al., 2006). Cette diversité d'habitats, associée à une réactivité rapide des populations face aux modifications de leur environnement, confère à ce groupe une valeur bioindicatrice élevée pour l'évaluation du fonctionnement écologique des zones humides (BOITIER, 2003 ; DUSOULIER, 2006).

Les orthoptères réagissent de manière sensible à plusieurs paramètres abiotiques (humidité du sol, température, structure et physionomie de la végétation, couverture du sol) et permettent ainsi d'appréhender de façon intégrée la dynamique des milieux ouverts humides (PRATZ et DESCHAMPS, 2005 ; VENEAU, 2005). En raison de leur cycle généralement court (une à deux générations par an) et de leur dépendance aux conditions microclimatiques locales, les peuplements d'orthoptères reflètent rapidement les effets d'une modification hydrologique ou d'une évolution de la végétation. Leur suivi constitue donc un outil pertinent pour le diagnostic écologique des zones humides et la mesure de l'efficacité des actions de restauration ou de gestion.

Les quatre sites étudiés s'inscrivent dans l'un des principaux foyers de biodiversité d'Occitanie, caractérisé par une proportion élevée d'espèces d'insectes menacées (CHARLOT et al., 2018 ; LOUBOUTIN et al., 2019 ; CATIL et COCHARD, 2022). La contraction des habitats disponibles, leur dégradation fonctionnelle et leur fragmentation, sur fond de changement climatique, constituent les moteurs principaux d'une érosion continue. L'assèchement et la fermeture progressive des milieux ouverts, la pression anthropique et agricole, les pollutions diverses et les modifications du régime hydrologique sont autant de facteurs susceptibles d'altérer ces communautés.

Même les zones humides d'altitude isolées ne constituent plus des systèmes strictement préservés. Des travaux récents menés dans les Pyrénées (MACHATE et al., 2022 ; MACHATE et al., 2023) ont mis en évidence la présence de contaminants multiples (polluants organiques persistants, hydrocarbures, résidus phytosanitaires anciens et contemporains, biocides ou composés synthétiques) issus à la fois de flux atmosphériques à longue distance et de sources locales (activités touristiques, pastoralisme, etc.). Bien que les impacts sur l'entomofaune locale demeurent encore insuffisamment documentés, ces polluants ont déjà démontré des effets délétères sur les compartiments basaux des réseaux trophiques (zooplancton, invertébrés, crustacés). Les molécules les plus toxiques identifiées, notamment le Diazinon et la Permethrine, sont des insecticides à large spectre couramment employés en élevage. Un impact significatif sur les peuplements d'orthoptères paraît hautement probable. Les variations de richesse spécifique, d'abondance relative et de composition des communautés d'orthoptères peuvent, à ce titre, constituer des bioindicateurs robustes des altérations écologiques, en complément d'autres groupes comme les odonates déjà bien documentés sur ces sites.

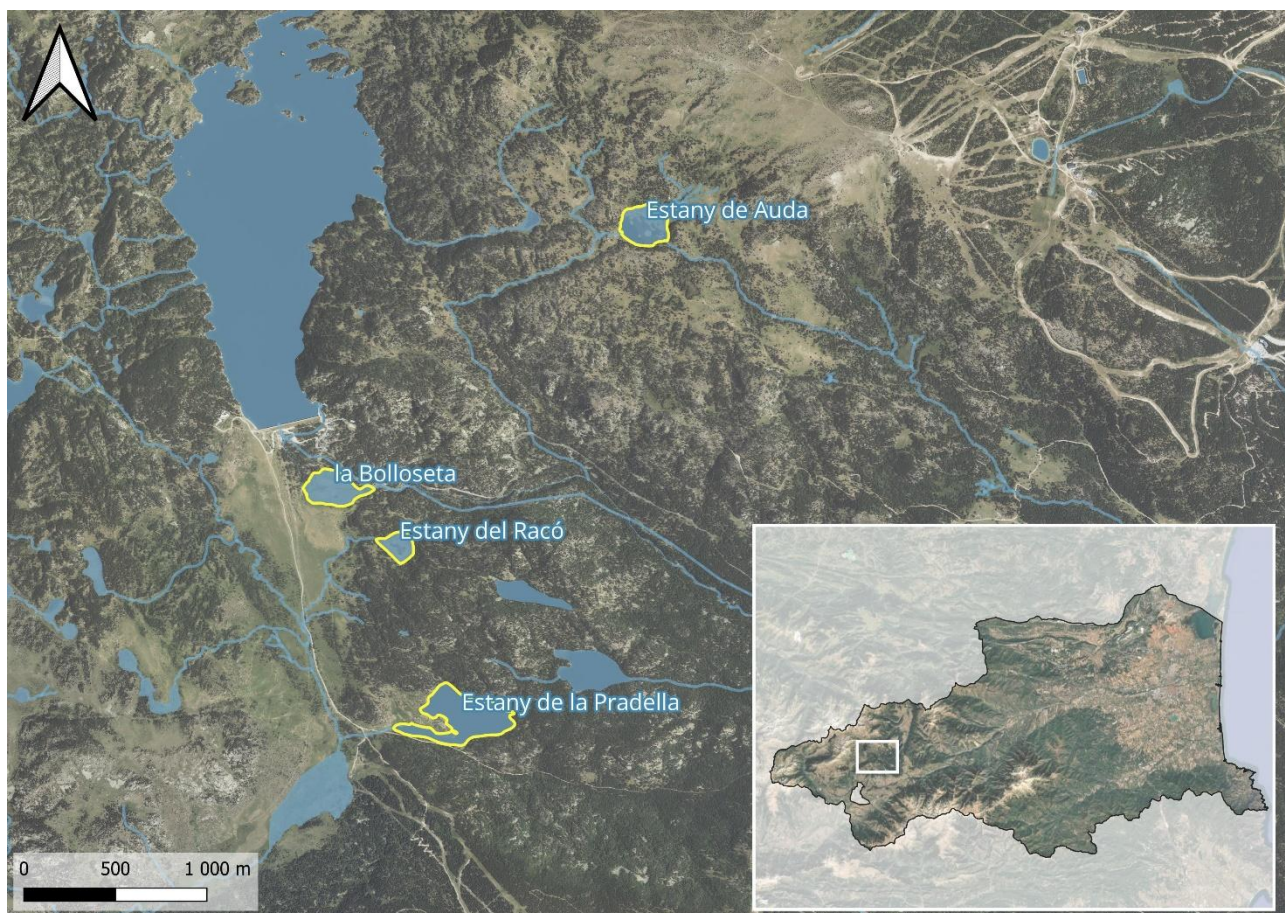
Le protocole RhoMeO P05 Orthoptères (RhoMeO, 2014) a été conçu pour inventorier de manière standardisée et reproductible les peuplements d'orthoptères d'une zone humide. Il repose sur un échantillonnage visuel et auditif réparti sur un ou plusieurs points de suivi représentatifs des habitats ouverts de la zone étudiée, ainsi que sur un échantillonnage stratifié permettant de répartir la pression d'observation sur les différents habitats, et sur la collecte combinée de données de présence/absence, d'informations semi-quantitatives et d'éléments qualitatifs, assurant ainsi une caractérisation fine du peuplement et des conditions écologiques associées. Les données collectées permettent ensuite de calculer l'indicateur I09 – Humidité du milieu (Orthoptères), qui traduit le degré moyen d'humidité stationnelle de la zone humide à partir des affinités hygrophiles des espèces recensées. Cet indicateur rend également compte de la structure et de la fonctionnalité des milieux ouverts, offrant ainsi une lecture complémentaire des autres indicateurs RhoMeO mobilisant la flore ou les odonates.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

1. Localisation des sites étudiés

Les quatre sites étudiés se partagent entre les communes des Angles, de Bolquère, d'Angoustrine-Villeneuve-des-Escalades et Font-Romeu-Odeillo-Via, en aval ou à proximité directe du Lac des Bouillouses et au sein du Parc Naturel Régional des Pyrénées-Catalanes dans le département des Pyrénées-Orientales [Carte 1]. Ils font tous les quatre partie intégrante de la ZSC FR9101471 Capcir, Carlit et Campcardos, à une altitude comprise entre 1962m et 2148m, soit à l'étage subalpin.

L'Estany de la Pradella, le plus au sud et le plus étendu, est un lac d'eau stagnante faiblement tourbeux, uniquement sur certaines berges les plus à l'ouest. L'Estany del Racó et la Bolloseta, d'une surface plus restreinte, représentent majoritairement deux tourbières acides d'altitude, formant des ensembles flottants ne laissant qu'une faible surface en eau libre en leur centre. Le site de la Bolloseta est par ailleurs traversé par la Têt depuis le barrage des Bouillouses quelques centaines de mètres en amont. Le quatrième site, l'Estany de Auda, est composé d'une tourbière flottante et de pelouses humides à *Nardus stricta*, ainsi que de quelques rivulets et bords de ruisseaux.



Carte 1. Contexte géographique général et localisation des quatre sites d'étude.

2. Protocole d'étude

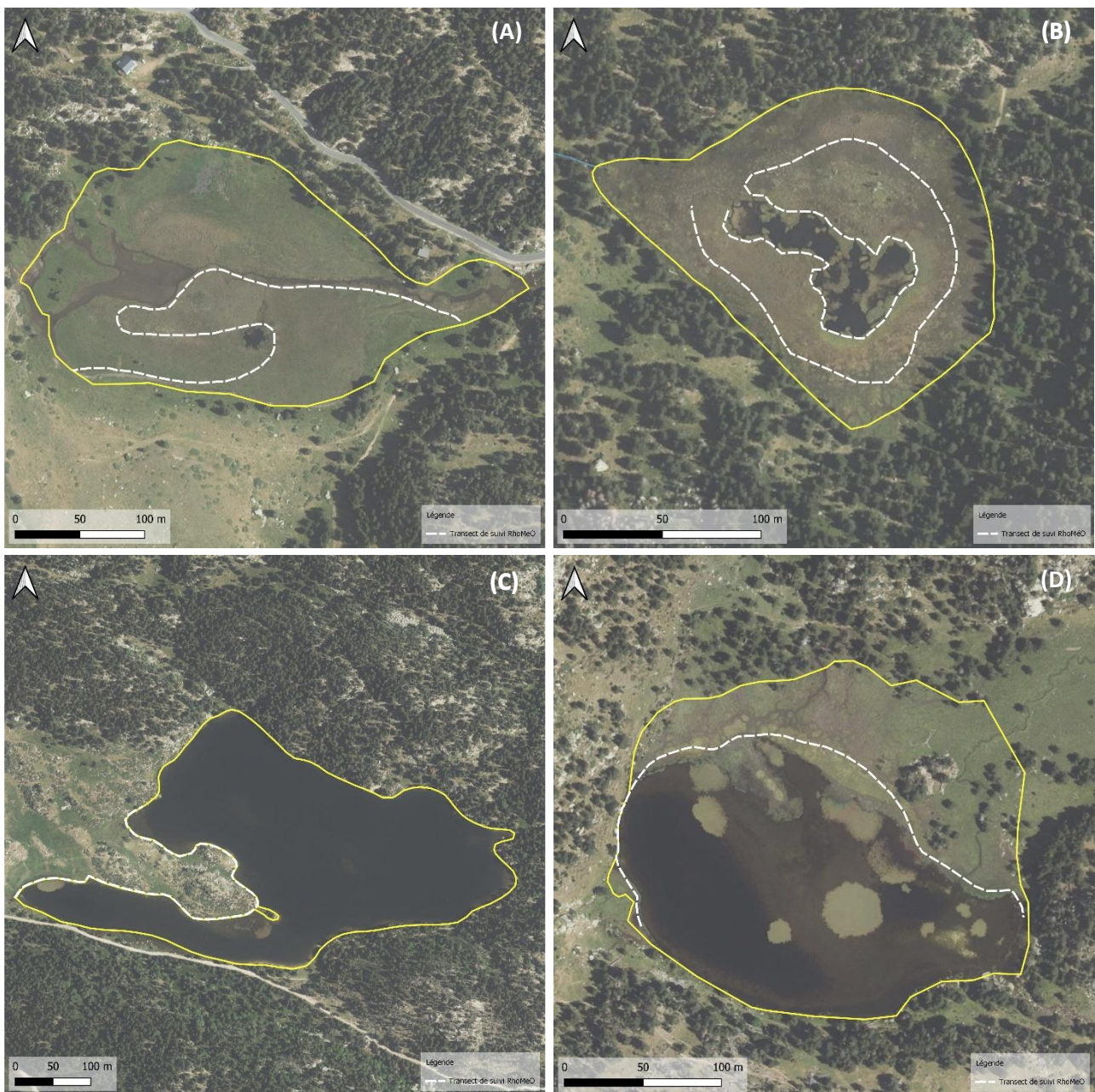
Le protocole P05 de la boîte à outils des zones humides RhoMeo a été mis en œuvre sur les quatre sites (RhoMéO, 2014). Les transects de relevé sont localisés et numérisés directement sur un smartphone doté de l'application Qfield lors du repérage sur site et peuvent ainsi être retrouvés très précisément d'une session à l'autre [Carte 2].

Le plan d'échantillonnage se compose d'un transect fixe d'une longueur variable selon le site étudié et d'une largeur fixe de 5 mètres pour chacune des quatre zones humides. Les quatre sites ont fait l'objet de 2 passages, en juillet et en août. Le protocole initial prévoit un passage plus précoce au mois de juin, mais celui-ci n'est pas adapté aux suivis réalisés à cette altitude, seules quelques larves ayant été observées à cette date. Les transects de relevé ont été positionnés de manière à parcourir l'ensemble des principaux habitats composant les différents sites tout en limitant le plus possible le trajet de l'observateur au sein des habitats les plus sensibles. La progression au sein de ces habitats fragiles est réalisée de manière très lente et en impactant le moins possible la faune et la flore présente. Chaque transect est parcouru pendant un temps de recherche effective d'au minimum une heure, en excluant les temps d'identification, les habitats étant globalement homogènes et les peuplements d'espèces étant peu diversifiés. Les suivis sont réalisés uniquement par conditions météorologiques favorables (RhoMéO, 2014), à l'aide de jumelles et lorsque nécessaire d'un filet à « papillons » de 50cm de diamètre.

Le relevé s'effectue sous la forme d'une liste complète (données saisies via l'application *Naturalist*). La durée totale du relevé est notée automatiquement par l'application et peut également être suivie en direct. Tous les individus observés sur un linéaire de 5m de largeur (soit 2,5m de part et d'autre de l'observateur) sont identifiés et localisés. Différents paramètres, tels que le comportement reproducteur, le stade de développement, l'abondance, etc. sont relevés afin de pouvoir évaluer le degré d'autochtonie de chaque espèce. L'identification de certaines espèces est confirmée par la suite en laboratoire sous loupe binoculaire après prélèvement de quelques individus sur site (*P. parallelus* par exemple, en comptabilisant le nombre de dents sur la crête stridulatoire).



Figure 1. Tourbière de la Bolloseta lors du repérage sur site le 26 juin 2025.



Carte 2. Localisation des transects de relevé au sein des différents sites étudiés. (A) La Bolloseta ; (B) Estany del Racó ; (C) Estany de la Pradella ; (D) Estany de Auda.

3. Calcul des indicateurs RhoMéo

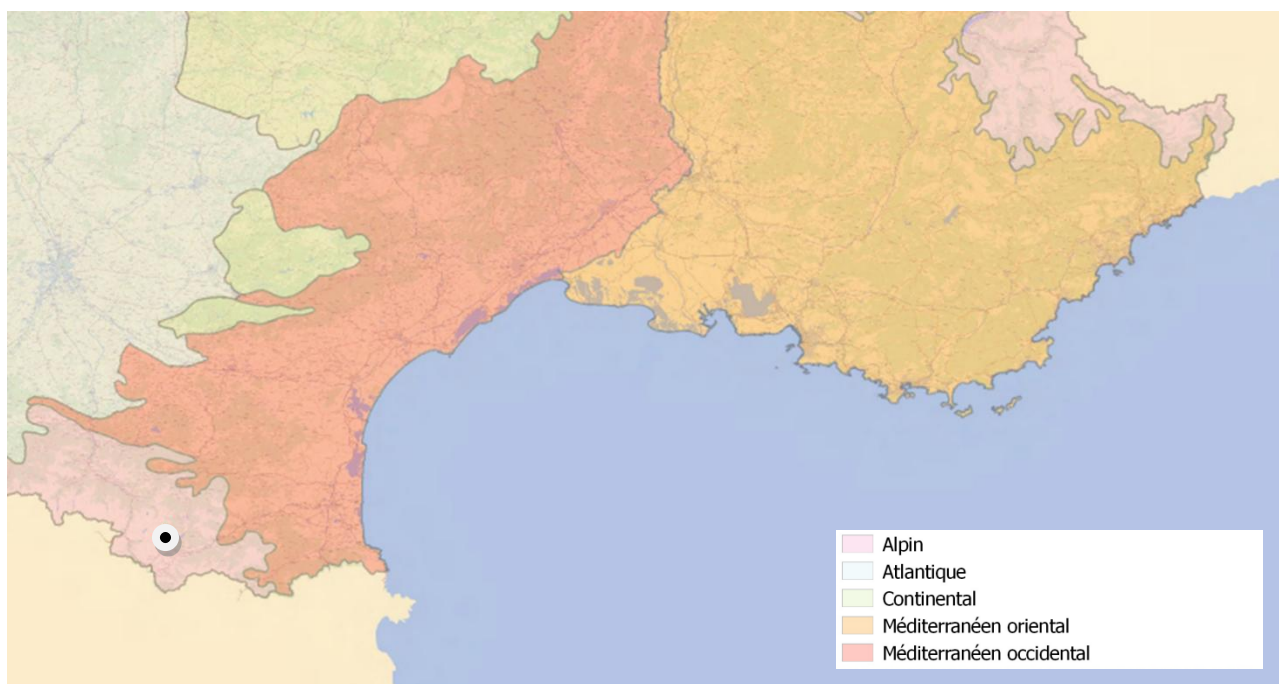
Une fois les suivis réalisés, les données obtenues doivent être formatées pour pouvoir alimenter la calculette RhoMeo. Seules les espèces autochtones sont retenues pour le calcul. Le tableau synthétisant les observations est enregistré au format .csv et comporte les colonnes suivantes :

- cd_nom = cd_nom (Taxref) du taxon observé
- date = Date au format jj/mm/aaaa ou jj-mm-aaaa
- remarks = Remarques éventuelles sur le relevé
- tracking Point = Nom du point de relevé

Une fois les tableaux de données constitués, le calcul des indicateurs est réalisé avec la calculette RhoMeo (1.1) en effectuant les étapes suivantes pour chacun des sites étudiés :

- Création du site de suivi (nom du site, département, type de zone humide, zone biogéographique pour les orthoptères, contour du site au format .shp)
- Importation du lot de données du protocole P05 à partir du fichier .csv
- Vérification de la conformité des données
- Calcul de l'indicateur $109(\%) = \frac{\Sigma(\text{valeurs indicatrices des espèces observées})}{\Sigma(\text{valeurs indicatrices des espèces potentielles du domaine})} \times 100$ et des indicateurs associés
- Export des résultats et publication des données sur le serveur.

Remarques : Bien qu'un domaine biogéographique « Pyrénéen » existe dans la base de données pour le protocole P06 odonates, ce n'est pas le cas pour les orthoptères. Afin de se rapprocher au maximum du contexte biogéographique étudié, le domaine biogéographique choisi ici est « Alpin – tourbière » [Carte 3]. Toutefois, ce référentiel (Annexe I) n'est pas pleinement satisfaisant pour le contexte particulier est-pyrénéen : nous proposons donc dans la discussion une révision de cette liste d'espèces indicatrices, ainsi qu'un nouveau calcul des indicateurs pour chacun des sites à partir de ce référentiel révisé. Les valeurs obtenues nous paraissent plus pertinentes au regard des enjeux locaux, actuellement peu ou pas pris en compte dans la liste RhoMéo. Nous suggérons de se baser sur ce nouveau référentiel pour les études ultérieures, afin d'améliorer l'évaluation des sites présentant de forts enjeux de conservation.



Carte 3. Domaines biogéographiques de la boîte à outils RhoMeO orthoptères et localisation de la zone de suivi.

RÉSULTATS

1. La Bolloseta

Synthèse des deux passages

Les deux passages les 17 juillet et 10 août 2025 ont permis d'identifier seulement deux espèces d'orthoptères dans le périmètre de la tourbière de la Bolloseta. Ainsi, le Criquet des pâtures *Pseudochorthippus parallelus erythropus* et le Criquet ensanglanté *Stethophyma grossum* ont été observés de manière abondante lors de chacun des deux relevés. Les deux espèces se reproduisent sur le site au vu des individus au stade larvaire observés lors du premier passage [Tableau I].

Tableau I. Résultats des deux passages du protocole RhoMeO réalisés sur le site de la Bolloseta.

Date	Famille	Espèce	Ab.	Stade	
17/07/2025	Acrididae	Criquet des pâtures	<i>Pseudochorthippus parallelus erythropus</i>	46 C	L, A
	Acrididae	Criquet ensanglanté	<i>Stethophyma grossum</i>	27 C	L, A
10/08/2025	Acrididae	Criquet des pâtures	<i>Pseudochorthippus parallelus erythropus</i>	20 C	A
	Acrididae	Criquet ensanglanté	<i>Stethophyma grossum</i>	80 C	A

Ab. = abondance (R = Rare : n<5 individus ; PC = Peu commun : 5<n<20 ; C = Commun : 20<n<100 ; TC = Très commun : n> 100 individus).
Stade : A = Adultes ; L = Larves.



Figure 2. Criquet ensanglanté *Stethophyma grossum* sur le site de la Bolloseta le 17 juillet 2025.

Calcul de l'indicateur RhoMeO I09 de la Bolloseta

Le calcul de l'indicateur de « l'humidité du milieu-orthoptères » I09 de la boîte à outils RhoMeO est réalisé à l'aide de la calculatrice RhoMeO et permet d'obtenir le résultat suivant :

Indice d'intégrité du peuplement d'orthoptères associés aux milieux humides (« nombre d'espèces au rendez-vous ») = **15,625 %**.

Le résultat étant compris entre 15% et 35%, l'état de conservation de la zone humide peut tout juste être considéré comme moyen, abritant un cortège d'espèces indicatrices d'humidité restreint et incomplet. Le résultat est très proche du seuil des 15%, en-dessous duquel le résultat exprime l'absence d'espèces

strictement inféodées aux zones humides et/ou une très faible diversité d'espèces moins exigeantes inféodées aux zones humides. La tourbière de la Bolloseta présente donc un état de conservation moyen selon cet indicateur, proche de celui d'une zone humide dégradée.

2. Estany del Racó

Synthèse des deux passages

Les deux passages ont permis d'identifier seulement deux espèces d'orthoptères dans le périmètre de l'Estany del Racó. Ainsi, le Criquet des pâtures *Pseudochorthippus parallelus erythropus* et le Criquet ensanglanté *Stethophyma grossum* ont été observés lors de chacun des deux relevés, comme sur le site de la Bolloseta. Les deux espèces se reproduisent sur le site au vu des individus au stade larvaire observés lors des deux passages [Tableau II].

Tableau II. Résultats des deux passages du protocole RhoMeO réalisés sur le site del Racó.

Date	Famille	Espèce	Ab.	Stade		
17/07/2025	Acrididae	Criquet des pâtures	<i>Pseudochorthippus parallelus erythropus</i>	16	PC	L, A
	Acrididae	Criquet ensanglanté	<i>Stethophyma grossum</i>	23	C	L, A
10/08/2025	Acrididae	Criquet des pâtures	<i>Pseudochorthippus parallelus erythropus</i>	5	PC	L, A
	Acrididae	Criquet ensanglanté	<i>Stethophyma grossum</i>	136	TC	L, A

Ab. = abondance (R = Rare : n<5 individus ; PC = Peu commun : 5<n<20 ; C = Commun : 20<n<100 ; TC = Très commun : n> 100 individus).

Stade : A = Adultes ; L = Larves.

Calcul de l'indicateur RhoMeO I09 del Racó

Le calcul de l'indicateur de « l'humidité du milieu-orthoptères » I09 de la boîte à outils RhoMeO est réalisé à l'aide de la calculatrice RhoMeO et permet d'obtenir le résultat suivant :

Indice d'intégrité du peuplement d'orthoptères associés aux milieux humides (« nombre d'espèces au rendez-vous ») = **15,625 %**.

Le résultat étant compris entre 15% et 35%, l'état de conservation de la zone humide est considéré comme moyen, abritant un cortège d'espèces indicatrices d'humidité restreint et incomplet. Le résultat est très proche du seuil des 15%, en-dessous duquel le résultat exprime l'absence d'espèces strictement inféodées aux zones humides et/ou une très faible diversité d'espèces moins exigeantes inféodées aux zones humides. La tourbière de l'Estany del Racó présente donc un état de conservation moyen selon cet indicateur, proche de celui d'une zone humide dégradée.

3. Estany de la Pradella

Synthèse des deux passages

Les deux passages ont permis d'identifier un total de neuf espèces sur la zone humide de la Pradella. Parmi celles-ci, seulement 2 espèces sont notées comme reproductrices, le Criquet des pâtures *Pseudochorthippus parallelus erythropus* et le Criquet ensanglanté *Stethophyma grossum*, comme en témoignent les quelques observations d'individus au stade larvaire sur le site lors des deux passages [Tableau III]. Le Sténobothre nain *Stenobothrus stigmaticus* et le Criquet ensanglanté *Stethophyma grossum* sont les deux espèces les plus détectées, avec respectivement 81 et 66 individus cumulés observés.

Plusieurs espèces observées appartiennent plutôt à un cortège inféodé aux milieux plus secs présents aux alentours. C'est par exemple le cas du Criquet des adrets *Chorthippus apricarius*, du Criquet jacasseur *Stauroderus scalaris* ou du Sténobothre nain *Stenobothrus stigmaticus*. Ces espèces sont observées sur le transect à la faveur d'affleurements rocheux, de prairies rases et/ou de formations arbustives (genévrier, genêt) qui viennent localement border l'étang en l'absence de secteurs tourbeux ou humides.

À noter l'observation d'un individu de Criquet des joncs *Chorthippus jucundus*, espèce présente en Espagne et en Afrique du Nord, mais rare et très localisée en France. À l'échelle régionale, l'espèce est observée uniquement sur quelques stations en Cerdagne et en Capcir et à proximité de l'Étang de l'Or proche de Montpellier. C'est un bon indicateur de prairies humides de bords d'étangs. Cette observation à l'Estany de la Pradella représente certainement le record d'altitude pour l'espèce en France (1960m environ), qui est vraisemblablement présente ici à la faveur d'une ceinture rivulaire dense de grandes graminées hygrophiles (~60-80cm de haut).

Tableau III. Résultats des deux passages du protocole RhoMeO réalisés sur le site de la Pradella.

Date	Famille	Espèce	Ab.	Stade		
17/07/2025	Acrididae	Criquet des adrets	<i>Chorthippus apricarius</i>	13	PC	A
	Acrididae	Criquet verdelet	<i>Omocestus viridulus</i>	12	PC	A
	Acrididae	Criquet des pâtures	<i>Pseudochorthippus parallelus erythropus</i>	8	PC	L, A
	Acrididae	Sténobothre nain	<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	43	C	A
	Acrididae	Criquet ensanglanté	<i>Stethophyma grossum</i>	14	PC	L, A
10/08/2025	Acrididae	Criquet du complexe biguttulus	<i>Chorthippus biguttulus / brunneus / mollis</i>	1	R	A
	Acrididae	Criquet des joncs	<i>Chorthippus jucundus</i>	1	R	A
	Acrididae	Criquet verdelet	<i>Omocestus viridulus</i>	5	PC	A
	Acrididae	Criquet des pâtures	<i>Pseudochorthippus parallelus erythropus</i>	3	R	A
	Tettigoniidae	Decticelle bariolée	<i>Roeseliana roeselii</i>	1	R	A
	Acrididae	Criquet jacasseur	<i>Stauroderus scalaris</i>	2	R	A
	Acrididae	Sténobothre nain	<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	38	C	A
Acrididae	Criquet ensanglanté	<i>Stethophyma grossum</i>	52	C	L, A	

Ab. = abondance (R = Rare : n<5 individus ; PC = Peu commun : 5<n<20 ; C = Commun : 20<n<100 ; TC = Très commun : n> 100 individus).
Stade : A = Adultes ; L = Larves



Figure 3. Criquet des joncs *Chorthippus jucundus* observé sur l'Estany de la Pradella le 10 août 2025 © A. Gaunet/GOR.

Calcul de l'indicateur RhoMeO I09 de la Pradella

Le calcul de l'indicateur de « l'humidité du milieu-orthoptères » I09 de la boîte à outils RhoMeO est réalisé à l'aide de la calculatrice RhoMeO et permet d'obtenir le résultat suivant :

Indice d'intégrité du peuplement d'orthoptères associés aux milieux humides (« nombre d'espèces au rendez-vous ») = **15,625 %**.

Le résultat étant compris entre 15% et 35%, l'état de conservation de la zone humide est considéré comme moyen, abritant un cortège d'espèces indicatrices d'humidité restreint et incomplet. Le résultat est très proche du seuil des 15%, en-dessous duquel le résultat exprime l'absence d'espèces strictement inféodées aux zones humides et/ou une très faible diversité d'espèces moins exigeantes inféodées aux zones humides. La tourbière de l'Estany de la Pradella présente donc un état de conservation moyen selon cet indicateur, proche de celui d'une zone humide dégradée.



Figure 4. Queue ouest de l'Estany de la Pradella le 26 juin 2025.

4. Estany de Auda

Synthèse des deux passages

Les deux passages ont permis d'identifier un total de sept espèces sur la zone humide de l'Estany de Auda. Parmi celles-ci, seulement 2 espèces sont notées comme reproductrices, le Criquet des pâtures *Pseudochorthippus parallelus erythropus* et le Criquet ensanglanté *Stethophyma grossum*, comme en témoignent les quelques observations d'individus au stade larvaire sur le site lors des deux passages [Tableau IV]. Ces deux espèces sont d'ailleurs les deux espèces les plus détectées, avec respectivement 29 et 71 individus cumulés observés. Certaines espèces sont là-aussi également observées du fait de la proximité avec des milieux plus secs. C'est par exemple le cas du Gomphocère des alpages *Gomphocerus sibiricus*.

Tableau IV. Résultats des deux passages du protocole RhoMeO réalisés sur le site de l'Estany de Auda.

Date	Famille	Espèce	Ab.	Stade
17/07/2025	Acrididae	Criquet des adrets	<i>Chorthippus apricarius</i>	1 R A
	Acrididae	Gomphocère des alpages	<i>Gomphocerus sibiricus</i>	1 R A
	Acrididae	Criquet verdelet	<i>Omocestus viridulus</i>	11 PC A
	Acrididae	Criquet des pâtures	<i>Pseudochorthippus parallelus erythropus</i>	21 C L, A
	Acrididae	Sténobothre bourdonneur	<i>Stenobothrus nigromaculatus</i>	1 R A
	Acrididae	Sténobothre nain	<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	1 R A
	Acrididae	Criquet ensanglanté	<i>Stethophyma grossum</i>	21 C L, A
10/08/2025	Acrididae	Criquet verdelet	<i>Omocestus viridulus</i>	6 PC A
	Acrididae	Criquet des pâtures	<i>Pseudochorthippus parallelus erythropus</i>	8 PC A
	Acrididae	Sténobothre bourdonneur	<i>Stenobothrus nigromaculatus</i>	1 R A
	Acrididae	Sténobothre nain	<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	2 R A
	Acrididae	Criquet ensanglanté	<i>Stethophyma grossum</i>	50 C L, A

Ab. = abondance (R = Rare : n<5 individus ; PC = Peu commun : 5<n<20 ; C = Commun : 20<n<100 ; TC = Très commun : n> 100 individus).

Stade : A = Adultes ; L = Larves.

Calcul de l'indicateur RhoMeO I09 de l'Estany de Auda

Le calcul de l'indicateur de « l'humidité du milieu-orthoptères » I09 de la boîte à outils RhoMeO est réalisé à l'aide de la calculatrice RhoMeO et permet d'obtenir le résultat suivant :

Indice d'intégrité du peuplement d'orthoptères associés aux milieux humides (« nombre d'espèces au rendez-vous ») = **15,625 %**.

Le résultat étant compris entre 15% et 35%, l'état de conservation de la zone humide est considéré comme moyen, abritant un cortège d'espèces indicatrices d'humidité restreint et incomplet. Le résultat est très proche du seuil des 15%, en-dessous duquel le résultat exprime l'absence d'espèces strictement inféodées aux zones humides et/ou une très faible diversité d'espèces moins exigeantes inféodées aux zones humides. La tourbière de l'Estany de Auda présente donc un état de conservation moyen selon cet indicateur, proche de celui d'une zone humide dégradée.

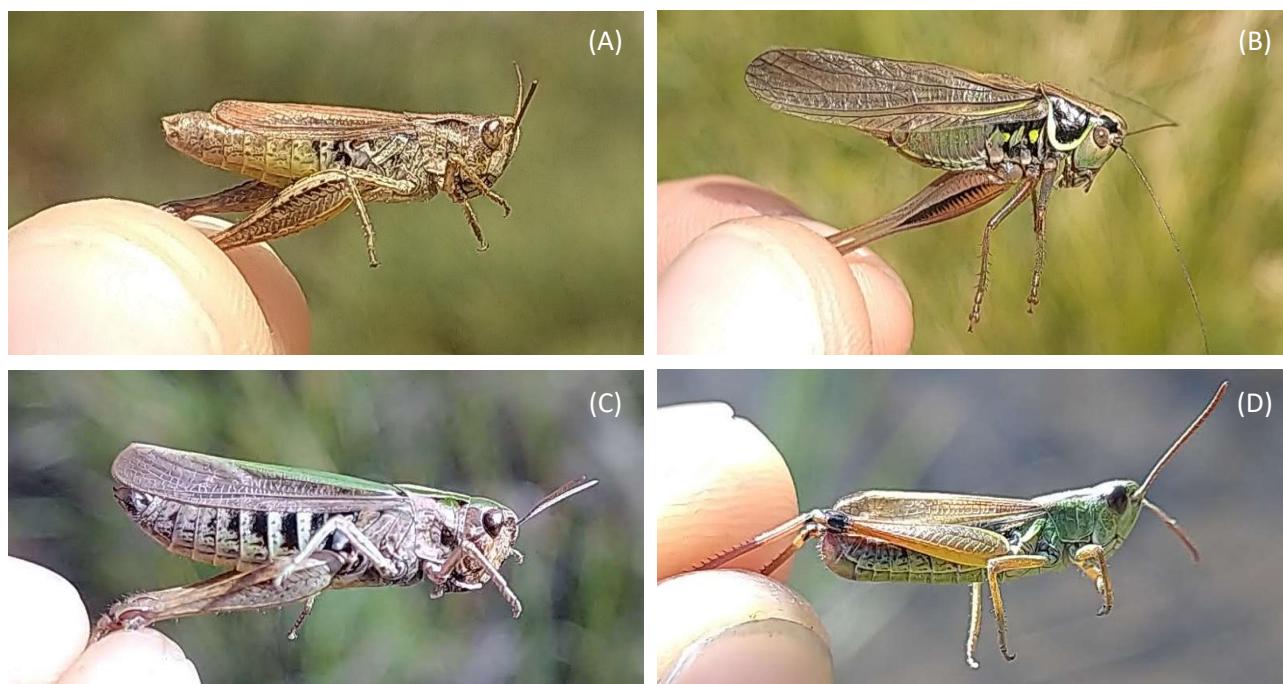


Figure 5. Criquet des adrets *Chorthippus apricarius* (A), Decticelle bariolée (forme macroptère) *Roeseliana roeselii* (B), Criquet verdelet *Omocestus viridulus* (C), Criquet du Val-d'Eyne *Pseudochorthippus parallelus erythropus* (D).

DISCUSSION

L'indicateur I09 « Humidité du milieu – Orthoptères » permet d'évaluer le degré moyen d'humidité stationnelle d'une zone humide à partir de la composition spécifique du cortège d'orthoptères. Son calcul repose sur le ratio entre, d'une part, la somme pondérée des valeurs indicatrices d'humidité des espèces observées et, d'autre part, la somme théorique des valeurs indicatrices des espèces attendues pour le domaine biogéographique choisi. Cet indicateur reflète non seulement l'état hydrologique du milieu, mais également d'autres dimensions fonctionnelles des milieux ouverts humides (structure de la végétation, degré d'ouverture, continuité des habitats).

Dans la configuration standard de la boîte à outils RhoMÉO, le domaine biogéographique retenu pour ces sites est « Alpin – tourbière ». Le cortège théorique d'espèces indicatrices de ce domaine regroupe 15 taxons, pour une somme potentielle de valeurs d'humidité de 64. Parmi ceux-ci, seule une espèce, le Criquet ensanglanté *Stethophyma grossum* (valeur 10), a été effectivement contactée sur les quatre zones humides étudiées. La calcullette RhoMÉO retourne ainsi, pour chacun des sites, une valeur identique de I09 = 15,6 % (10/64), ce qui place la Bolloseta, l'Estany del Racó, l'Estany de la Pradella et l'Estany de Auda dans la classe « état de conservation moyen » (15–35 %). Ces résultats traduisent la présence d'un cortège hygrophile réduit, mais encore représentatif de milieux humides fonctionnels, tout en soulignant une situation proche du seuil en-dessous duquel l'indicateur est interprété comme le signe d'une zone humide fortement dégradée.

Cette lecture doit toutefois être fortement nuancée. D'une part, plusieurs espèces observées sont typiques des zones humides ou de leurs marges, en particulier le Criquet des joncs *Chorthippus jucundus* et le Criquet du Val-d'Eyne *Pseudochorthippus parallelus erythropus*, voire le Criquet verdelet *Omocestus viridulus* sur certains sites. Ces taxons témoignent d'un fonctionnement hydrique encore satisfaisant de certains microhabitats (prairies rivulaires, queues d'étangs, prairies engorgées), mais n'entrent pas ou mal dans le calcul de l'indicateur tel qu'implémenté dans la boîte à outils. *P. p. erythropus*, sous-espèce ibérique effectivement présente, partage par exemple les mêmes paramètres d'humidité que *P. p. parallelus* dans la base RhoMÉO, mais seule la forme nominale est rattachée au cortège « alpin tourbière » dans la calcullette. De même, *C. jucundus*, espèce hygrophile rare en contexte montagnard, ne fait pas partie du référentiel alpin et ne contribue donc pas à la note.

D'autre part, le cortège théorique « Alpin – tourbière » inclut plusieurs espèces qui n'ont, en pratique, que très peu de chances d'être contactées dans le contexte est-pyrénéen considéré ici. C'est notamment le cas de *Conocephalus dorsalis*, de *Pseudochorthippus montanus* ou encore de *Tetrix kraussi*, pour lesquelles la présence est soit non avérée, soit très improbable dans les Pyrénées-Orientales. Ces taxons conservent pourtant une valeur d'humidité élevée et sont comptabilisés dans la note potentielle (64 points), alors même qu'ils ne peuvent raisonnablement pas faire partie du cortège « au rendez-vous » de ces sites. Le référentiel RhoMÉO associe à chaque espèce une classe d'humidité (hs_code / hs_val) et une appartenance à un cortège indicateur par domaine biogéographique (alpin_tb, continental_tb, etc.), mais les informations de présence régionale (pres_lr) ne sont pas prises en compte dans le calcul : toutes les espèces du cortège « tourbières alpines » contribuent à la note potentielle, y compris celles absentes ou très improbables localement.

Dans ce contexte, le choix du domaine « Alpin – tourbière » pour des sites est-pyrénéens conduit à sous-estimer l'intégrité du cortège d'orthoptères hygrophiles. Afin de mieux coller à la réalité biogéographique, nous avons proposé une adaptation du cortège indicateur au contexte pyrénéen (colonne *pyr_tb*, Annexe I). Cette adaptation conserve les mêmes classes d'humidité et les mêmes valeurs indicatrices, mais : (i) retire du cortège les espèces alpines peu probables dans les Pyrénées orientales (*C. dorsalis*, *P. montanus*, *T. kraussi*), et (ii) ajoute des espèces hygrophiles ou méso-hygrophiles effectivement présentes et typiques des

prairies rivulaires et zones humides d'altitude pyrénéennes, notamment *C. jucundus* et *P. p. erythropus*. La somme potentielle des valeurs indicatrices associées à ce cortège « Pyrénées – tourbières et prairies humides d'altitude » est alors de **51**.

Sur cette base, l'indicateur a été recalculé pour chacun des sites, en ne retenant que les espèces observées appartenant au nouveau cortège :

- Bolloseta : *S. grossum* (10) + *P. p. erythropus* (3) → I09_pyr = **25,5 %** (13/51) ;
- Estany del Racó : même cortège indicateur que la Bolloseta → I09_pyr = **25,5 %** (13/51) ;
- Estany de Auda : *S. grossum* (10) + *P. p. erythropus* (3) → I09_pyr = **25,5 %** (13/51) ;
- Estany de la Pradella : *S. grossum* (10) + *P. p. erythropus* (3) + *C. jucundus* (10) → I09_pyr = **45,1 %** (23/51).

Ces nouvelles valeurs restent interprétées avec les mêmes seuils, mais conduisent à une image sensiblement différente. La Bolloseta, l'Estany del Racó et l'Estany de Auda se maintiennent dans la classe « état de conservation moyen », mais à un niveau plus conforme à la composition réelle de leurs cortèges. L'Estany de la Pradella atteint quant à lui une valeur supérieure à 35 %, suggérant un état de conservation globalement bon pour les cortèges hygrophiles, en cohérence avec la présence de *C. jucundus* et de micro-habitats rivulaires de bonne qualité écologique. L'écart entre l'indicateur « alpin » (15,6 % ; 10/64) et l'indicateur « pyrénéen » (25,5–45,1 % ; 13/51 ou 23/51) illustre la sensibilité de I09 au choix du cortège de référence et la nécessité d'un référentiel adapté pour interpréter les résultats dans ce contexte.

Les sites de la Pradella et de l'Estany de Auda se distinguent par des cortèges légèrement plus diversifiés, associant des espèces hygrophiles à des espèces de milieux plus secs en périphérie immédiate de la zone humide. L'observation ponctuelle du Criquet des joncs *Chorthippus jucundus*, espèce hygrophile rare en contexte montagnard, est particulièrement notable : elle atteste de la persistance de micro-habitats humides de bonne qualité écologique et confère un intérêt patrimonial majeur à la Pradella. De même, la présence du Criquet des alpages *Gomphocerus sibiricus* et d'autres espèces montagnardes à enjeux patrimoniaux (Annexe II) rappelle que ces milieux, bien que fragilisés, abritent encore un cortège de forte valeur à l'échelle du massif.

La comparaison avec les sites tests RhoMéO du domaine alpin (valeurs de 8 à 27 %) montre que les indices « alpins » obtenus ici (15,6 % ; 10/64) s'inscrivent dans la fourchette attendue pour des marais et tourbières d'altitude. Le protocole souligne par ailleurs que les zones situées au-dessus de 1 100–1 300 m présentent naturellement un cortège restreint d'espèces potentielles et que leurs indices sont soumis à des contraintes climatiques fortes (période d'activité plus courte, fluctuations interannuelles marquées). Les indices calculés autour des Bouillouses doivent donc être interprétés à la lumière de ce double contexte : d'une part, un fonctionnement hydrologique limitant lié à l'altitude ; d'autre part, un référentiel d'espèces indicatrices initialement construit pour les tourbières alpines, et non pour les complexes tourbières–prairies humides pyrénéens.

Au vu de ces éléments, la pertinence et la robustesse de l'indicateur I09 appliqué tel quel aux sites est-pyrénéens apparaissent limitées. La généralisation du protocole RhoMéO P05 Orthoptères à un contexte pyrénéen en s'appuyant sur le seul domaine biogéographique alpin et sur une liste d'espèces indicatrices définie en contexte alpin conduit à deux biais majeurs : (i) la non-prise en compte d'espèces hygrophiles pyrénéennes réellement présentes (*C. jucundus*, *P. p. erythropus*), et (ii) le poids excessif de l'absence d'espèces alpines indicatrices qui n'ont pratiquement aucune chance d'être contactées ici (*C. dorsalis*, *P. montanus*, *T. kraussi*). L'obtention d'un indicateur uniforme à 15,6 % pour les quatre sites, malgré des différences réelles de composition et de structure des cortèges, illustre la faible sensibilité de l'indicateur dans ce contexte précis.

Pour autant, plusieurs signaux convergent vers une évolution défavorable des milieux ouverts humides : raréfaction des espèces strictement hygrophiles, domination progressive d'espèces plus ubiquistes, tendance à la fermeture par les ligneux et à la banalisation des prairies. Ces éléments suggèrent une trajectoire vers

des stades prairiaux plus mésophiles, probablement liée à la baisse du niveau d'eau, à la dynamique naturelle de comblement, à la pression pastorale et à d'autres facteurs de perturbation identifiés dans la littérature récente. Ils rejoignent les tendances mises en évidence pour les odonates sur une partie de ces mêmes sites (GAUNET, 2023 ; AUBRY, 2025), confortant l'hypothèse d'un fonctionnement hydrologique altéré.

Conformément aux recommandations de la boîte à outils RhoMéO, un suivi pluriannuel régulier apparaît indispensable pour distinguer les fluctuations interannuelles naturelles des évolutions structurelles à long terme. L'utilisation conjointe de l'indicateur I09 « alpin » (pour des raisons de comparabilité) et de l'indicateur recalculé à partir du référentiel *pyr_tb* (Annexe I) offrirait une double lecture intéressante : la première permettant la comparaison avec d'autres sites suivis en contexte alpin, la seconde reflétant plus finement l'état de conservation des tourbières et prairies humides d'altitude pyrénéennes. Une amélioration de l'indice recalculé (passage vers la classe > 35 %) traduirait la restauration d'une humidité pérenne et la recolonisation par des espèces sténoèces hygrophiles, tandis qu'une diminution durable en-dessous de 15 % signalerait une perte fonctionnelle majeure justifiant la mise en œuvre de mesures de restauration hydrologique plus ambitieuses.

CONCLUSION

Les suivis RhoMéO « Orthoptères » menés en 2025 sur les zones humides du secteur des Bouillouses mettent en évidence des cortèges faiblement diversifiés, dominés par un petit nombre d'espèces généralistes dans ce contexte pyrénéen et à affinité hygrophile large. Les valeurs homogènes de l'indicateur I09 calculé avec le référentiel alpin ($\approx 15,6$ % sur les quatre sites) traduisent un état de conservation moyen. En revanche, le recalcul effectué à partir du référentiel pyrénéen adapté met en évidence des contrastes plus marqués entre les sites ($\approx 25,5$ à $45,1$ %), suggérant des différences réelles de fonctionnement entre les zones humides.

Les conditions hydrologiques demeurent encore suffisantes pour le maintien d'espèces emblématiques comme *Stethophyma grossum*, mais la disparition d'espèces plus exigeantes témoigne d'une dégradation lente, mais continue du fonctionnement écologique. Le maintien d'une nappe superficielle stable, la maîtrise du piétinement pastoral et la préservation d'une végétation herbacée ouverte apparaissent comme des leviers essentiels pour conserver la fonctionnalité de ces écosystèmes.

Ces résultats constituent une référence initiale pour le suivi à long terme des orthoptères d'altitude et serviront de base à l'évaluation future de l'efficacité des actions de gestion et de restauration entreprises sur les zones humides du Parc Naturel Régional des Pyrénées-Catalanes. Néanmoins, il est important de noter que l'utilisation de ce protocole apparaît comme insuffisamment pertinente et robuste dans ce contexte local de tourbières pyrénéennes d'altitude, ce qui milite pour une adaptation du référentiel d'espèces indicatrices.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBRY M., 2025. *Mise en œuvre des indicateurs RhoMeO Odonates sur trois zones humides du Parc Naturel Régional des Pyrénées-Catalanes*. Rapport d'étude du Groupe Ornithologique du Roussillon. 21p + annexes.
- BAUR B., BAUR H., ROESTI C., ROESTI D. et THORENS P., 2006. *Sauterelles, grillons et criquets de Suisse*. Berne : Haupt, 352 p.
- BELLMANN H. et LUQUET G., 1995. *Guide des sauterelles, grillons et criquets d'Europe occidentale*. Paris : Delachaux & Niestlé, 383 p.
- BOITIER E., 2003. *Caractérisation écologique et faunistique des peuplements d'Orthoptères en montagne auvergnate*. Diplôme d'Études et de Recherches en Sciences de la Vie et de la Terre, Université de Limoges, 87 p.
- CATIL J.-M. & COCHARD P.-O., (coord.), 2022. *Liste rouge des Orthoptères d'Occitanie*. Rapport d'évaluation. Nature En Occitanie. Toulouse. 235p.
- CHARLOT B., DANFLOUS S., LOUBOUTIN B. & JAULIN S. (coord.), 2018. *Liste Rouge des Odonates d'Occitanie. Rapport d'évaluation*. CEN Midi-Pyrénées & OPIE, Toulouse : 103 pp + annexes.
- CHOPARD L., 1952. *Faune de France, 56 : Orthoptéroïdes*. Paris : Lechevalier, 359 p.
- DUSOULIER F., 2006. *La compréhension des dynamiques spatio-temporelles chez les Orthoptères : la biohistoire au secours des naturalistes*. Symbiose, n.s., 17 : 17–21.
- GAUNET A., 2023. *Mise en œuvre des indicateurs RhoMeO Odonates sur deux zones humides du Parc Naturel Régional des Pyrénées-Catalanes*. 20p. + annexes.
- LOUBOUTIN B., JAULIN S., CHARLOT B. & DANFLOUS S., (coord.), 2019. *Liste Rouge des Lépidoptères Rhopalocères et Zygènes d'Occitanie*. Rapport d'évaluation. OPIE, CEN MP & CEN LR, Montferrier / Lez : 304 p.
- MACHATE O., SCHMELLER D. S., LOYAU A., PASCHKE A., KRAUSS M., CARMONA E., SCHULZE T., MOYER A., LUTZ K. et BRACK W., 2022. *Complex chemical cocktail, containing insecticides diazinon and permethrin, drives acute toxicity to crustaceans in mountain lakes*. Science of The Total Environment, 828, 154456.
- MACHATE O., SCHMELLER D. S., SCHULZE T., et BRACK W., 2023. *Mountain lakes as freshwater resources at risk from chemical pollution*. Environmental Sciences Europe, 35(1), 3.
- PRATZ J.-L. et DESCHAMPS M., 2005. *Suivi des populations d'Orthoptères du site du Grand Rio comme indicateur de gestion*. Conservatoire du Patrimoine Naturel de la Région Centre, 54 p.
- VERNEAU F. et OPIE Poitou-Charentes, 2005. *Les Orthoptères du Marais de Saint-Georges-de-Rex (Marais Poitevin, 79)*. 43 p.
- RhoMeo, 2014. *Extrait de la boîte à outils de suivi des zones humides*. Section 109. 48p.

ANNEXES

Annexe I. Référentiel des espèces indicatrices des milieux tourbeux du domaine biogéographique alpin issu de RhoMeO.

lb_nom	pres_lr	hs_code	hs_val	alpin_tb	pyr_tb
<i>Conocephalus fuscus</i>	1	2	3	1	1
<i>Conocephalus dorsalis</i>	1	3	10	1	0
<i>Metrioptera brachyptera</i>	1	2	3	1	1
<i>Metrioptera saussuriana</i>	1	2	3	1	1
<i>Tetrix subulata</i>	1	2	3	1	1
<i>Tetrix ceperoi</i>	1	2	3	1	1
<i>Tetrix kraussi</i>	0	2	3	1	0
<i>Tetrix undulata</i>	1	1	1	1	1
<i>Miramella alpina subalpina</i>	1	2	3	1	1
<i>Stethophyma grossum</i>	1	3	10	1	1
<i>Chrysochraon dispar dispar</i>	1	2	3	1	1
<i>Pseudochorthippus parallelus parallelus</i>	1	2	3	1	1
<i>Pseudochorthippus parallelus erythropus</i>	1	2	3	0	1
<i>Pseudochorthippus montanus</i>	1	3	10	1	0
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	1	2	3	1	1
<i>Chorthippus dorsatus</i>	1	2	3	1	1
<i>Chorthippus jucundus</i>	1	3	10	0	1

lb_nom : nom scientifique (en gras, les noms mis à jour d'après TAXREF v16) ;

pres_lr : présence dans l'ex-région Languedoc-Roussillon (1 = présent, 0 = absent) ;

hs_code : code d'humidité stationnelle – classe 1 : espèces mésophiles, souvent associées aux zones humides ou à leur bordure (euryèces) ; classe 2 : espèces méso-hygrophiles ou hygrophiles, le plus souvent liées aux zones humides (intermédiaires) ; classe 3 : espèces strictement hygrophiles et écologiquement exigeantes (sténoèces) ;

hs_val : valeur numérique associée à la classe d'humidité stationnelle (utilisée pour le calcul de l'indicateur I09) ;

alpin_tb : « alpin tourbière », espèce considérée (1) ou non (0) comme indicatrice des milieux tourbeux du domaine biogéographique alpin dans RhoMeO ;

pyr_tb : « Pyrénées tourbière », liste révisée, adaptée au contexte de l'est des Pyrénées, avec les espèces considérées (1) ou non (0) comme indicatrices des tourbières pyrénéennes et des prairies humides périphériques (en rouge : les modifications par rapport à *alpin_tb*).

Annexe II. Patrimonialité des espèces observées sur chacun des quatre sites de suivi.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Liste rouge Mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale	Protection nationale	Directive Habitats-Faune-Flore
Criquet du Val-d'Eyne	<i>Pseudochorthippus parallelus erythropus</i>	-	-	-	LC	-	-
Criquet ensanglanté	<i>Stethophyma grossum</i>	-	LC	-	NT	-	-
Criquet des adrets	<i>Chorthippus apricarius</i>	-	-	-	NT	-	-
Criquet verdelet	<i>Omocestus viridulus</i>	-	LC	-	NT	-	-
Sténobothre nain	<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	-	LC	-	NT	-	-
Criquet des Joncs	<i>Chorthippus jucundus</i>	-	LC	-	CR	-	-
Decticelle bariolée	<i>Roeseliana roeselii</i>	-	LC	-	LC	-	-
Criquet jacasseur	<i>Stauroderus scalaris</i>	-	LC	-	NT	-	-
Gomphocère des alpages	<i>Gomphocerus sibiricus</i>	-	LC	-	VU	-	-
Sténobothre bourdonneur	<i>Stenobothrus nigromaculatus</i>	-	LC	-	NT	-	-