



Université de Bordeaux

UF de Biologie

MASTER SCIENCES, TECHNOLOGIES, SANTÉ
Mention Biodiversité, Ecologie & Evolution

1^{ère} année

Année Universitaire 2024/2025

RAPPORT DE STAGE
GAY Aurélie

**Etude de la faune cavernicole de l'Entre-deux-Mers
et comparaison de deux méthodes d'échantillonnage**

Stage effectué du 03/05/2025 au 29/06/2025

Maître de stage : Gabriel BALLOUX

Laboratoire d'accueil : Club de Recherches et d'Explorations Souterraines

132 avenue Aristide Briand, 33700 Mérignac ; 06 70 10 82 49 ; gerard.bousquet3@orange.fr

Remerciements

Premièrement, je souhaite remercier mon maître de stage Gabriel BALLOUX et le président du CRES, Gérard BOUSQUET pour m'avoir donnée l'opportunité de mettre à profit mes connaissances dans un milieu particulier. Les conseils avisés de Monsieur BALLOUX m'ont permis de produire un protocole réalisable dans un milieu cavernicole. Il nous a transmis ses connaissances sur la caractérisation de milieux, ce qui nous sera très utile pour plus tard.

Mes remerciements vont aussi à Bernard LEBRETON, passionné de biospéléologie, qui nous a accompagnés lors d'une sortie sur le terrain. Il a su me donner son avis sur ma problématique de stage ce qui m'a permis de mettre en place mon protocole rapidement. Ses nombreux conseils en matière de bibliographie, d'identifications d'espèces et de rédaction m'ont été fort utiles.

Ces identifications n'auraient pas pu se faire sans le prêt de loupes binoculaires par l'Université de Bordeaux. Je la remercie de nous en avoir procuré.

Je remercie Thibault STENGER, président de l'association naturaliste La Huppe Verte, et Suzanne DELUDE pour les formations sur les chiroptères et odonates qui ont pu agrandir notre champ de connaissance sur ces taxons. J'en profite pour remercier l'association naturaliste de la Huppe Verte et la Société Linnéenne de Bordeaux pour les activités d'inventaires auxquelles nous avons pu participer.

Enfin, merci aux anciens stagiaires du CRES Erim KOC, référent entomologie et Charline CHARBONNIER, responsable de la commission biospéléologie, pour leurs conseils. Je remercie bien sûr mes coéquipiers Alicia LE STRAT, Elise BARRIER, Jason ROCHE et Stella SARRAZIN pour l'entraide, la bonne ambiance et l'efficacité de travail.

Je tiens à remercier le maire de la commune de Saint-Quentin-de-Caplong en la personne de Jean Pierre ROUBINEAU et le propriétaire de la grotte de Bois Madame Jean-Christophe MAURO pour avoir pris le temps d'étudier notre dossier de demande et accepté de nous accueillir pour notre étude.

Liste des tableaux

Tableau I : Paramètres mesurés aux points d'échantillonnage et matériel nécessaire

Liste des figures

Figure 1 : Carte des entrées des cavités de l'étude

Figure 2 : Corrélation entre la température, le taux d'humidité, la profondeur de l'eau et la distance à l'entrée.

Figure 3 : Détection d'une homogénéisation des paramètres à partir d'une certaine distance

Figure 4 : Analyse de la richesse spécifique dans les huit grottes de Gironde en fonction des paramètres physiques des cavités

Figure 5 : Comparaison de moyennes de la richesse spécifique en fonction des deux méthodes

Présentation de la structure d'accueil

Pour ce stage de première année de master, j'ai été accueillie au sein du CRES : le Club de Recherches et d'Explorations Souterraines. Cet organisme est une association loi 1901 créée en 1978. Il est affilié à la Fédération Française de Spéléologie par laquelle il possède l'agrément Sport. Bien que le club propose en effet des activités sportives souterraines, il se diversifie dans plusieurs autres domaines comme l'art et l'histoire mais aussi scientifiques : l'environnement karstique en géologie et hydrologie, la protection de l'environnement associée à la prévention des risques naturels (section GEREVEP, Groupe d'Etudes et de Recherches en Ecologie - Valorisation de l'Environnement et du Patrimoine) et la biospélologie. J'ai ainsi pu participer aux projets de cette dernière branche, gérée par la Commission de biospélologie du club.

Table des matières

1. Introduction	1
2. Matériels et méthodes	2
2.1. Le choix des cavités	2
2.2. Le choix des protocoles	3
2.2.1. La chasse à vue	3
2.2.2. Les appâts	4
2.3. Les analyses statistiques	4
3. Résultats et discussions	5
3.1. Analyse de la richesse spécifique dans les grottes de Gironde	5
3.1.1. Mise en évidence d'un gradient dans les cavités	5
3.1.2. Mise en évidence d'une zone d'indépendance des paramètres	5
3.1.3. Variation de la richesse spécifique en fonction des paramètres	6
3.1.4. Discussion	7
3.2. Comparaison de deux méthodes d'échantillonnage pour la faune terrestre	8
3.2.1. La richesse spécifique en fonction des deux méthodes	8
3.2.2. La composition spécifique trouvée avec les deux méthodes	9
3.2.3. Discussion	9
Conclusion	10
Bibliographie	11

1. Introduction

L'Entre-deux-Mers est un territoire situé dans le département de la Gironde, encerclé par la Garonne à l'Ouest et la Dordogne à l'Est (Figure 1). Les réseaux souterrains de l'Entre-deux-Mers représentent des réseaux hydrologiques importants. Creusés dans le calcaire à Astéries et le calcaire de Castillon, les roches mères de la région, la formation de ces réseaux karstiques a été favorisée par des mouvements tectoniques au moment de l'orogenèse pyrénéenne, qui ont créé des failles dans les calcaires. Conjugué à la baisse du niveau marin de 120 mètres par rapport à l'actuel, au Pléistocène, ce phénomène a créé un fort gradient hydrique (Lans, 2005). Les eaux gravitaires et de ruissellement ont pu s'infiltrer à l'intérieur de la roche, transportant une grande quantité de CO₂ atmosphérique, un gaz acide, principal agent de corrosion de la calcite (Jouves, 2018). Il faut noter que l'alternance des stades glaciaires et interglaciaires ont largement participé à la transformation morphologique des cavités de l'Entre-deux-Mers avec, respectivement, des phases d'érosion et de comblement. La fantômerisation est une particularité du karst de l'Entre-deux-Mers : dans les zones fantômes, une partie de la roche mère est altérée, les éléments solubles sont emportés mais la structure est conservée, ainsi que les éléments insolubles tels que les phyllosilicates et la calcite (Dubois *et al.*, 2011). Cette partie devient très poreuse et une simple modification des conditions locales permet à l'eau d'altérer les poches fantômes (Lans, 2005).

L'action chimique de l'eau, les phénomènes d'altération particuliers et les mouvements tectoniques sont donc les principaux agents de formation des cavités.

Les réseaux souterrains sont des biotopes particuliers par les conditions biotiques et abiotiques originales. L'absence totale de lumière, la stabilité de la température et l'humidité permanente imposent une sélection sur les taxons capables de coloniser le milieu. (Séronie-Vivien, 1988). On pourra distinguer les espèces troglobies inféodées au milieu souterrain, les troglophiles dont une partie du cycle de vie est dépendante de ce milieu et les trogloxènes que l'on retrouve parfois dans les cavités (Detier et Rochez, 2022) (pour la faune aquatique on parlera de stygobies, stygophiles et stygoxènes). Avec un taux d'endémisme très fort (Dole et Malard, 2010), le milieu cavernicole présente une grande diversité d'espèces qui se retrouvent dans presque tous les taxons animaux, principalement de

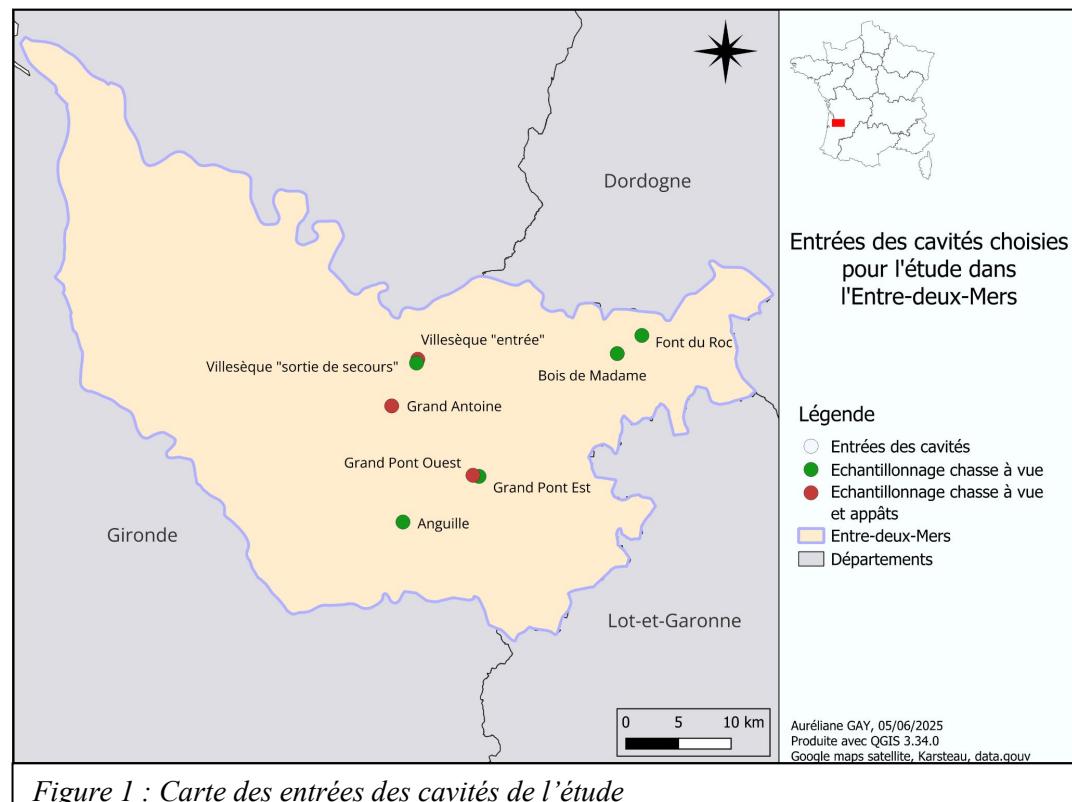
Euarthropodes (Myriapodes, Pancrustacés, Insectes et Arachnides) et des Vertébrés (Amphibiens et Chiroptères) (Dethier, 2005). Cette diversité s'explique par une faible pression de préation (Sepanso, 2021) et elle est très sensible aux variations du milieu car elle est très spécialisée du fait des conditions abiotiques constantes, des ressources nutritives peu abondantes et de la fragmentation caractéristique de l'habitat (Pouilly, 2013).

L'observation de la faune souterraine est parfois difficile car elle est discrète et souvent de petite taille. Le milieu et les conditions du terrains compliquent encore l'étude puisque le passage des humains dans les cavités perturbe le comportement habituel de la faune par notre simple présence et par l'apport de lumière. Certaines zones sont par ailleurs inaccessibles, ce qui limite la zone d'étude aux branches principales du réseau.

Nous allons dans cette étude nous atteler à observer la richesse spécifique des grottes de l'Entre-deux-Mers afin de compléter les inventaires de la faune cavernicole de la zone d'étude et comprendre quels sont les paramètres qui la font varier. Nous nous concentrerons aussi sur la comparaison de deux protocoles, destinée à améliorer les observations de la faune terrestre.

2. Matériels et méthodes

2.1. Le choix des cavités



Huit cavités de l'Entre-deux-Mers ont été sélectionnées sur la base de critères qui permettent d'appliquer le protocole : ce sont des grottes à entrée et développement horizontaux, typiques de la région, avec un parcours d'au moins 400 mètres, autorisées à l'accès en cette période de mise bas des chauves-souris et non contraignantes du point de vue sécuritaire (risque de crues pour les réseaux aquatiques). Pour cela, les topographies des cavités disponibles sur le site de Karsteau (karsteau.fr) ont été étudiées en amont. Les entrées sont présentées dans la figure 1.

2.2. Le choix des protocoles

2.2.1. La chasse à vue

La chasse à vue est la méthode la plus utilisée pour étudier la faune souterraine. C'est en effet une méthode simple à mettre en place et peu coûteuse.

Nous avons donc procédé à un échantillonnage systématique tous les 50 mètres sur des transects de 400 mètres depuis l'entrée, mesurés au lasermètre. Pendant 10 minutes, nous avons mesuré les paramètres abiotiques et morphométriques du point d'échantillonnage, présentés dans le tableau 1. Les individus visibles ont été prélevés à l'aide de pinces souples et de pinceaux.

Tableau I : Paramètres mesurés aux points d'échantillonnage et matériel nécessaire

Paramètres mesurés	Matériel nécessaire
Distance depuis l'entrée	Lasermètre Vevor (de 0 m à 100 m $\pm 1.10^{-3}$ m)
Température	Thermomètre (de -20°C à 70°C $\pm 1^\circ\text{C}$)
Concentration en CO ₂	Capteur de CO ₂ (de 400 ppm à 5000 ppm ± 50 ppm)
Humidité	Hydromètre (de 0% à 100% $\pm 4\%$)
Luminosité	Appréciation personnelle
Présence et profondeur de l'eau	Appréciation personnelle
Morphologie de la cavité	Appréciation personnelle et topographie
Substrat dominant	Appréciation personnelle

Les individus sont conservés dans des tubes Falcon en plastique contenant de l'alcool à 70° pour ne pas détériorer la matière. Les tubes sont annotés avec un code qui nous permet de retrouver la cavité et le point précis d'où proviennent les individus. Les espèces sont ensuite déterminées sous la loupe binoculaire à l'aide de clés d'identification (guides Delachaux, clés numériques) et de pinces de dissection. L'ensemble des espèces est resencé en Annexe 1.

2.2.2. Les appâts

Il est aussi possible de procéder à la pose d'appâts dans les grottes pour pallier les inconvénients de la chasse à vue. En effet, le passage des opérateurs perturbe la faune de part sa présence physique (remous de l'eau, installation sur le sédiment) et la lumière qu'il impose le temps de son échantillonnage. Aberlenc *et al* (2024) montrent que l'appâtage est aussi utile dans les cavités inaccessibles pour l'Homme. Suivant leur étude, nous avons choisi de nous pencher sur cette méthode pour comparer son efficacité avec la chasse à vue sur la faune terrestre. Pour cela, nous avons sélectionné trois grottes : Grand Antoine, Grand Pont Ouest et Villesèque «entrée».

Nous nous sommes basés sur le protocole de cette étude pour fabriquer nos appâts avec des boîtes de Pétri en verre dont le couvercle est légèrement surélevé par des baguettes en bois. Le thon en boîte étant l'élément qui attire le plus de taxons, c'est celui-ci qui a été choisi. Il est placé au centre de la boîte et maintenu par de la gélose. Les appâts ont été posés aux points où nous avions opéré la chasse à vue, tous les 100 mètres sur 300 mètres dans les trois cavités sélectionnées. Ils sont placés en hauteur, à l'abri d'une crue potentielle. Nous sommes venus les récupérer 7 jours plus tard pour laisser le temps aux animaux d'être attirés.

2.3. Les analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été produites avec le logiciel RStudio (version 4.4.2). Le risque alpha retenu est de 5%. Afin de mettre en évidence la distance depuis l'entrée à partir de laquelle les paramètres sont indépendants de celle-ci (distance seuil), un test d'homogénéité de Pettitt a été nécessaire. L'indépendance des paramètres à la distance après la distance seuil a été vérifiée avec un test du khi2 de Pearson ou un test de corrélation de Pearson pour les paramètres qualitatifs et un test de Kendall pour les paramètres quantitatifs. Certaines modalités ont dû être regroupées pour respecter les conditions d'application notamment du test de khi2 d'indépendance.

Pour comprendre les paramètres qui font varier la richesse spécifique dans l'ensemble des stations, un test de corrélation de Kendall a permis de la comparer aux paramètres quantitatifs et un test de comparaison de médiane de Kruskal-Wallis avec un post hoc de Dunn a permis de la comparer aux paramètres qualitatifs.

Pour comparer la richesse spécifique à chaque méthode (chasse à vue et appâtage), un test U de comparaison de moyenne de Wilcoxon-Mann-Whitney a été utilisé. Enfin, un indice

de dissimilarité de Jaccard a permis de comparer la composition taxonomique.

3. Résultats et discussions

3.1. Analyse de la richesse spécifique dans les grottes de Gironde

3.1.1. Mise en évidence d'un gradient dans les cavités

Pour comprendre les paramètres qui font varier la richesse spécifique dans le milieu souterrain, l'étude des variations de ces paramètres sur le gradient entrée-fond (0 à 400 m) est indispensable. Les résultats sont présentés en figure 2.

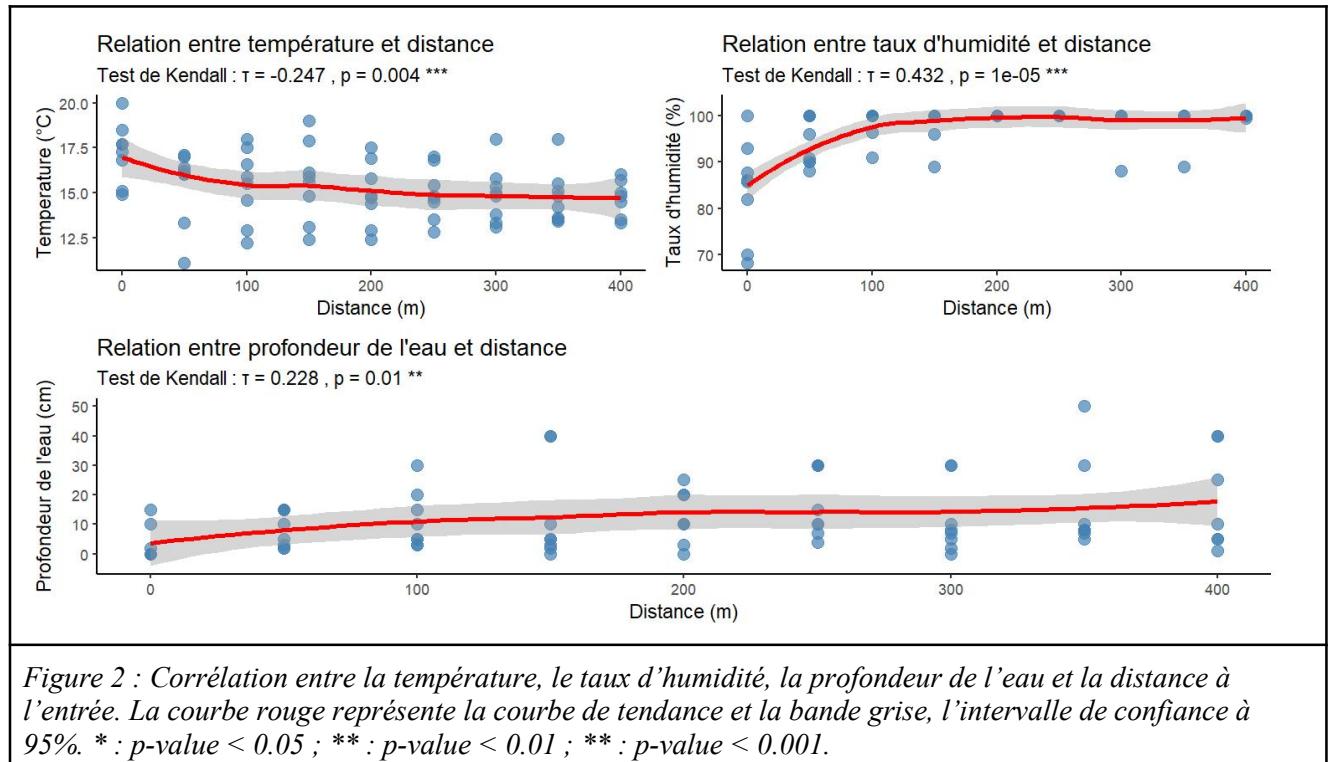


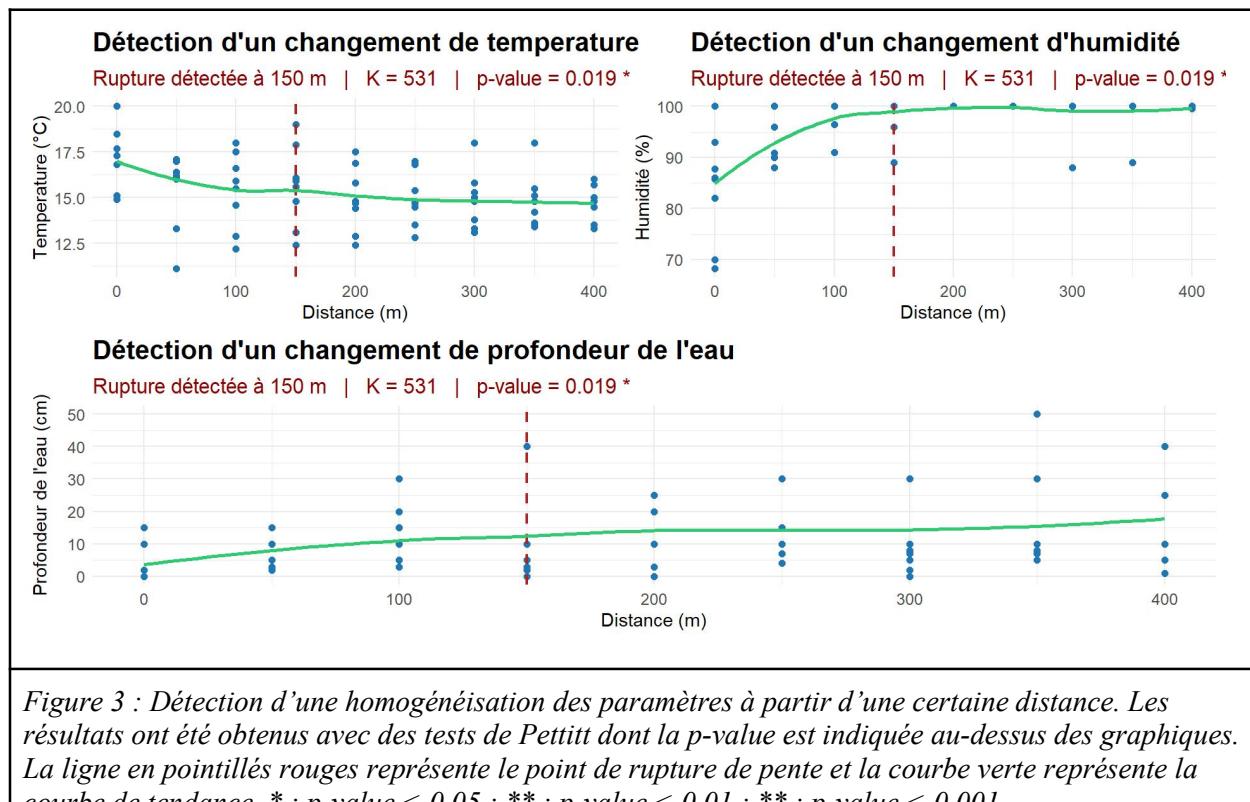
Figure 2 : Corrélation entre la température, le taux d'humidité, la profondeur de l'eau et la distance à l'entrée. La courbe rouge représente la courbe de tendance et la bande grise, l'intervalle de confiance à 95%. * : p-value < 0.05 ; ** : p-value < 0.01 ; *** : p-value < 0.001.

Les résultats montrent que les paramètres température (Test de Kendall ; p-value < 0,01), le taux d'humidité (Test de Kendall ; p-value < 0,001) et la profondeur varient significativement en fonction de la distance. Le taux de CO₂ (test de Kendall ; p-value > 0,05), la présence d'un courant d'eau (test du χ^2 de Pearson ; p-value > 0,05), la morphologie (test du χ^2 de Pearson ; p-value > 0,05), le substrat dominant (test du χ^2 de Pearson ; p-value > 0,05) et les substrats combinés (test du χ^2 de Pearson ; p-value > 0,05) sont par contre indépendants du gradient entrée fond.

3.1.2. Mise en évidence d'une zone d'indépendance des paramètres

L'objectif est à présent d'estimer s'il existe une distance à partir de laquelle les

paramètres initialement dépendants de la distance ne varient plus. Les ruptures de pentes pour les trois paramètres ayant initialement un lien avec la distance ont été calculées en figure 3.



*Figure 3 : Détection d'une homogénéisation des paramètres à partir d'une certaine distance. Les résultats ont été obtenus avec des tests de Pettitt dont la p-value est indiquée au-dessus des graphiques. La ligne en pointillés rouges représente le point de rupture de pente et la courbe verte représente la courbe de tendance. * : p-value < 0.05 ; ** : p-value < 0.01 ; *** : p-value < 0.001.*

On remarque une rupture de pente pour les trois paramètres de température, d'humidité et de profondeur de l'eau. Il convient de vérifier que ces paramètres sont indépendants de la distance après le point de rupture, à 150 mètres. Pour cela, des tests de Kendall ont été réalisés sur les trois paramètres respectivement (tests de Kendall ; p-value > 0,05) et démontrent effectivement qu'ils sont indépendants de la distance à partir de 150 mètres.

3.1.3. Variation de la richesse spécifique en fonction des paramètres

Comme démontré précédemment, les paramètres abiotiques et physiques sont tous indépendants de la distance à partir de 150 mètres. Nous allons donc étudier la richesse spécifique en fonction de chaque paramètre à partir de cette distance. Pour cela, des tests de Kendall ont été réalisés pour mesurer la corrélation entre la richesse spécifique et la température (test de Kendall ; p-value > 0,05), le taux d'humidité (test de Kendall ; p-value > 0,05), le taux de CO₂ (test de Kendall ; p-value > 0,05), et la morphologie (test de Kruskal-Wallis ; p-value > 0,05). Les corrélations entre la richesse spécifique, la profondeur de l'eau, les substrats dominants et combinés ont révélé des résultats significatifs (voir figure 4).

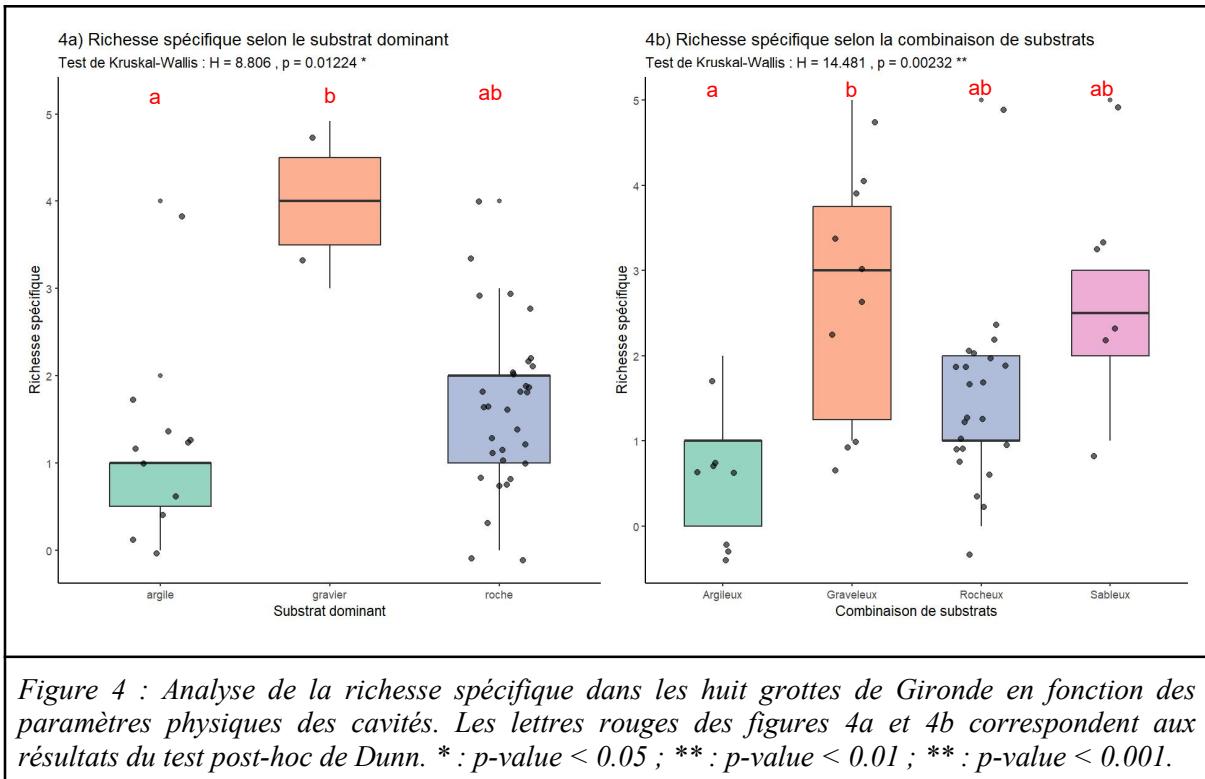


Figure 4 : Analyse de la richesse spécifique dans les huit grottes de Gironde en fonction des paramètres physiques des cavités. Les lettres rouges des figures 4a et 4b correspondent aux résultats du test post-hoc de Dunn. * : $p\text{-value} < 0.05$; ** : $p\text{-value} < 0.01$; *** : $p\text{-value} < 0.001$.

On remarque que la richesse spécifique est plus importante sur des substrats graveleux. La corrélation avec la profondeur de l'eau est très faiblement négative et significative (test de Kendall; $\tau = -0.23$; $p\text{-value} = 0.043$).

3.1.4. Discussion

La rupture de la dynamique des paramètres abiotiques à 150 mètres s'explique par la transition entre les conditions de l'entrée de la grotte et celles à l'intérieur. En effet, les entrées des cavités sont des écotones, c'est-à-dire des zones de transition entre deux écosystèmes aux caractéristiques particulières (ici les environnements épigés et hypogés). Les entrées des cavités subissent les variations météorologiques et saisonnières extérieures comme la température, l'humidité. Après une certaine distance, les paramètres se stabilisent et ne dépendent plus de la distance depuis l'entrée (Prous *et al.*, 2015). Cette distance varie beaucoup en fonction de la morphologie de la cavité et d'après Moseley (2009), chaque grotte doit être considérée comme un écotone particulier puisque l'environnement extérieur varie. Cependant, les grottes étudiées ici ont toutes été formées de la même manière et présentent donc des morphologies similaires. Les écosystèmes environnants et les systèmes hydrologiques propres à chaque grotte étudiée sont aussi très similaires, ce qui permet de définir une homogénéité des paramètres à la même distance pour toutes les cavités.

On remarque que le facteur limitant à la faune des milieux hypogés est l'apport d'éléments nutritifs (Pouilly, 2013). Ces derniers sont essentiellement d'origine exogène, apportés par l'eau en provenance d'une perte, des écoulements dans les fissures, ou encore directement par la chute de matière organique dans les avens (gouffres) (Ginet et Juberthie, 1988).

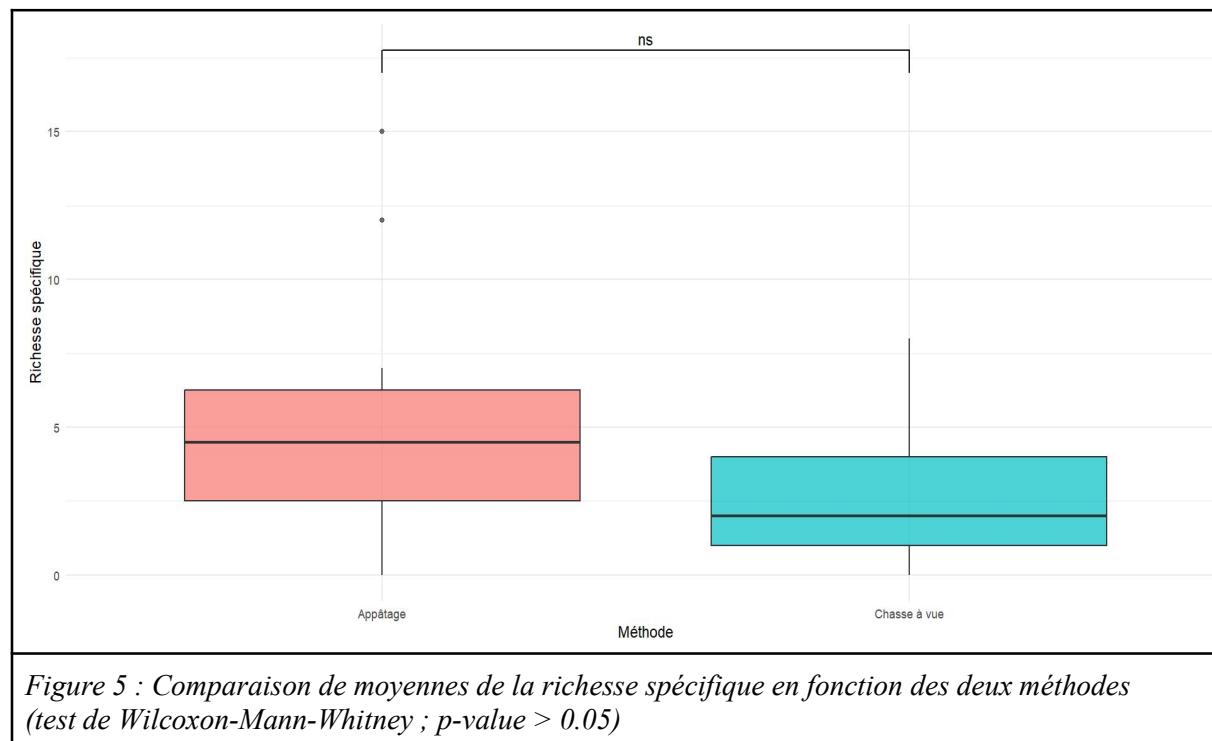
On peut supposer que le gravier et le sable sont les éléments qui retiennent le plus les éléments nutritifs. En effet, ce sont des substrats qui accrochent et, contrairement aux sols épigés, la matière organique ne percole pas puisque la roche se situe juste en dessous du substrat.

Enfin, un inventaire complet devrait se faire sur une année complète (de janvier à décembre) afin de prendre en compte les espèces dont une partie du cycle de vie seulement se passe dans le milieu hypogé, à différentes périodes suivant la biologie de l'espèce.

3.2. Comparaison de deux méthodes d'échantillonnage pour la faune terrestre

3.2.1. La richesse spécifique en fonction des deux méthodes

Dans cette seconde partie, nous allons comparer l'efficacité de deux méthodes d'échantillonnage : la chasse à vue et l'appâtage. Les résultats sont présentés en figure 5.



La différence de richesse spécifique entre les deux méthodes n'est pas significativement différente, on ne trouve pas plus d'espèces avec l'une ou l'autre des deux méthodes.

3.2.2. La composition spécifique trouvée avec les deux méthodes

Si les deux techniques d'échantillonnage sont égales du point de vue de la richesse spécifique, le calcul de la dissimilarité de Jaccard entre ces dernières montre une distance de 0.86. En effet, sur 56 espèces au total, on en compte seulement 7 en commun.

On remarque que près de la moitié des espèces trouvées avec les appâts sont de l'ordre des Insectes Diptères puis, par ordres aux représentations décroissantes, les Diplopodes et Chilopodes d'ordres divers et les Malacostracés Isopodes puis les Insectes Coléoptères et les Gastéropodes Stylommatophores. Avec l'appâtage, les espèces qui se retrouvent en majorité sont des Arachnides (Araneae), des Insectes (Diptère et Hémiptères).

3.2.3. Discussion

Au contraire de ce que l'on peut trouver dans la littérature (Aberlenc *et al.*, 2022), les appâts ont attiré une quantité significative de Myriapodes comparé à la chasse à vue. Cela s'explique par le fait que l'étude a été faite dans une autre région (Ardèche), les grottes ne sont donc pas peuplées par la même faune. On remarque en effet que les inventaires diffèrent entre les régions (Culver et Sket, 2000 ; Dethier et Hubart, 2010 ; Martin, 2019).

D'après Ginet et Juberthie (1988), la répartition des espèces le long d'une cavité est principalement dépendante de la présence et de la richesse en nourriture. L'appâtage est une méthode conseillée par Front et Lebreton (2020) car les espèces sont souvent de très petite taille (Pouilly, 2013) et donc difficiles à observer mais aussi peu nombreuses car, comme dit précédemment, les ressources alimentaires organiques sont rares. Les appâts permettent donc d'attirer des espèces dont la densité de population est faible et donc de faciliter l'observation.

Bien que les deux méthodes aient révélé des résultats égaux en termes de richesse spécifique, nous avons constaté qu'elles permettaient de trouver des espèces différentes et donc d'enrichir l'échantillonnage. L'apport d'élément organique (thon) pourrait avoir attiré des espèces qui se trouvaient entre les points d'échantillonnage (Ginet, 1952) et que nous n'aurions pas pu trouver lors de la chasse à vue.

Ces éléments permettent de penser que les deux méthodes sont complémentaires l'une à l'autre et, par extension, qu'il serait bon, afin d'avoir un inventaire complet sur la période

d'échantillonnage, de poser des appâts de natures différentes. En effet, on observe différents produits d'appâtage qui pourraient attirer plusieurs taxons : on retrouve du jambon et du fromage (Front et Lebreton, 2020), des débris végétaux (Dethier, 2016), de la viande (Ginet, 1952)

Afin de comparer de manière plus complète les deux méthodes, il faudrait cependant prendre en compte plus de grottes, ce qui n'a pas été possible au vu du manque de temps et de la météo sur le mois de mai 2025.

Conclusion

L'étude des cavités souterraines de l'Entre-deux-Mers a révélé une zonation de ces dernières qui présente des conditions abiotiques bien différentes. Dans la première, nommée écotone, les paramètres de température et d'humidité notamment ne sont pas stables, subissant l'influence extérieure. Nous avons déterminé une distance de 150 mètres à partir de laquelle ces paramètres ne varient plus, ce qui nous a permis d'évaluer l'influence de chaque paramètre indépendamment sur la richesse spécifique.

Il s'avère que cette dernière ne varie qu'en fonction du type de substrat sur lequel elle se trouve. En particulier, les substrats contenant du sable et des graviers se sont révélés particulièrement propices au développement de la faune. L'hypothèse émise est que ces substrats, dans un milieu souterrain, retiennent particulièrement bien la matière organique macroscopique, élément limitant dans ce milieu particulier où l'on ne trouve pas de producteur primaire photosynthétique.

Afin de maximiser les efforts sur les prochains échantillonnages, les méthodes de la chasse à vue et de l'appâtage ont été comparées. Cela a permis de mettre en avant leur caractère complémentaire. En effet, un nombre significatif d'espèces différentes entre les deux techniques révèle qu'il est utile de procéder à un assemblage de protocoles afin d'obtenir un échantillonnage le plus exhaustif possible sur une période courte.

Les deux parties de cette étude auront permis d'étoffer les inventaires souterrains de la région et d'acquérir des connaissances plus précises sur la répartition des espèces en fonction des conditions abiotiques du milieu hypogé.

Bibliographie

- Aberlenc, H.-P. (2024). La biospéléologie en Ardèche.
- Aberlenc, H.-P., Bardisa, M., Bazin, N., Chauveau, C., Fleck, G., Gleizes, L., Peyronel, O. et al (2022). La faune contemporaine de la grotte Chauvet-Pont-d'Arc (Arthropodes cavernicoles et Vertébrés). *Karstologia : revue de karstologie et de spéléologie physique*, 80, 1- 12.
- Aramel. (2025). Les Insectes. Disponible à : <http://aramel.free.fr>. Consulté le 11/06/2025.
- Culver, D. C., Sket, B. (2000). Hotspots of subterranean biodiversity in caves and wells.
- Bellman H. (2015). 450 Insectes. Delachaux et Niestlé SA, Paris.
- Bellman H. (2021). Guide photo des Araignées et Arachnides d'Europe. Delachaux et Niestlé SA, Paris.
- Dethier, M. (2005). Petite introduction illustrée à la faune souterraine.
- Dethier, M. (2016). La faune invertébrée de la galerie minière de la Chartreuse et de quelques autres cavités souterraines artificielles de Wallonie. *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, LII.
- Dethier, M., Hubart, J.-M. (2010). Évolution de la faune invertébrée des grottes de Ramioul (commune de Flémalle, province de Liège, Belgique). *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, hors-série n°3, 15- 44.
- Dethier, M., Rochez, G. (2022). Biospéléologie. Initiation à l'étude de la faune cavernicole de Belgique (MASEPAS).
- Dierl W., Ring W. (2009). Guide des insectes. La description, les habitats, les moeurs. Delachaux et Niestlé SA, Paris.
- Dubois C., Lans B., Kaufmann O., Maire R., Quinif Y. (2011). Karstification de type fantômes de roche en Entre-deux-Mers (Gironde, France). *Karstologia : revue de karstologie et de spéléologie physique*, 57, p19-27.
- Dole Olivier, M.-J., Malard, F. (2010). Faune stygobie : Émergence d'un monde inconnu. *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, 2, 145- 152.
- FFS. (2025). Groupe d'Etude de Biospéléologie. Disponible à : <https://geb.ffspeleo.fr/spip.php?rubrique8>. Consulté le 11/06/2025
- Ginet, R. (1952). La grotte de la Balme (Isère) : Topographie et faune. *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, 21, 4- 17.
- Ginet, R., Juberthie, C. (1988). Le peuplement animal des karsts de France (deuxième partie :

Éléments de biogéographie pour les Invertébrés terrestres). *Karstologia : revue de karstologie et de spéléologie physique*, 11, 61- 71.

Jouves J. (2018). Origine, caractérisation et distribution prédictive des structures karstiques. De la karstologie aux modèles numériques 3D. Thèse de doctorat soutenue le 14/05/18 à l'université Aix-Marseille.

Lans B. (2005). Le karst souterrain : enregistreur de l'évolution de l'environnement. Application de quelques outils et méthodes d'étude au réseau du Trou Noir, Entre-deux-Mers, Gironde. DEA, Université de Bordeaux.

Lebreton, B., Front, S. (2020). Petit guide de collecte de la faune terrestre souterraine.

Martin, L. (avec Commission de protection des eaux, du patrimoine, de l'environnement, du sous-sol et des chiroptères de Lorraine). (2019). Guide de terrain pour l'identification d'espèces cavernicoles de Lorraine. CPEPESC Lorraine.

Monnier, M. (s. d.). Géosystème karstique de l'Entre-deux-Mers.

Moseley, M. (2009). Are all caves ecotones ? *Cave and Karst Science*, 36.

Pouilly, M. (2013, mars). Biospéléologie.

Prous X., Lopes Ferreira R., Jacobi C.M., 2015. The entrance as a complex ecotone in a Neotropical cave. *International Journal of Speleology*, 44, 177-189.

Sepanso. (2021). Les eaux souterraines Un milieu de vie pour toute une faune spécialisée. *Sud Ouest Nature*, 111, 12- 14.

Séronie-Vivien, R. (1988) Le karst de l'Entre-deux-Mers, L'Entre-deux-Mers à la recherche de son identité, Actes du 1er colloque tenu à Branne les 19 et 20 septembre 1987, CLEM, AHB, 1988, 123-129.

Annexe 1

Ordre	Famille	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Statut IUCN	Statut de protection	EEE
Amphipoda	Gammaridae	<i>Gammarus sp.</i>	-	-	-	-
	Niphargidae	<i>Niphargus sp.</i>	-	-	-	-
Araneae	Agelenidae	<i>Coelotes terrestris</i> (Wider, 1834)	Coelote terrestre	LC	Non protégée	-
	Linyphiidae	<i>Palliduphantes sp.</i>	-	-	-	-
	Linyphiidae	<i>Porrhomma rosenhaueri</i> (L. Koch, 1872)	-	LC	Non protégée	-
	Nesticidae	<i>Nesticus cellulanus</i> (Clerck, 1758)	Nestique alvéolé	LC	Non protégée	-
	Pholcidae	<i>Pholcus phalangioides</i> (Fuessly, 1775)	Pholque phalangiste	NE	Non protégée	-
	Tetragnathidae	<i>Meta bourneti</i> Simon, 1922	-	LC	Non protégée	-
	Tetragnathidae	<i>Metellina merianae</i> Scopoli, 1763	-	LC	Non protégée	-
	Tetragnathidae	<i>Metellina sp.</i>	-	LC	-	-
	Tetragnathidae	<i>Pachygnatha clercki</i> Sundevall, 1823	-	LC	Non protégée	-
	Tetragnathidae	<i>Tetragnatha nitens</i> (Audouin, 1826)	Tétragnathe des rivières	DD	Non protégée	-
	Theridiidae	<i>Enoplognatha sp.</i>	-	-	-	-
	Theridiidae	<i>Platnickina tincta</i> (Walckenaer, 1802)	-	LC	Non protégée	-
	Linyphiidae	<i>Tenuiphantes spiniger</i> (Simon, 1929)	-	LC	Non protégée	-
	Arychnobdellida	<i>Hirudo sp.</i>	-	-	-	-
	Calipodidae	<i>Callipodidae sp.</i>	-	-	-	-

			LC Espèce déterminante ZNIEFF	Non protégée
Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus hipposideros</i> (Borkhausen, 1797)	Petit rhinolophe	-
Chordeumatida	Craspedosomatidae	sp.1	Mille-pattes	-
	Craspedosomatidae	sp.2	Mille-pattes	-
	Carabidae	<i>Harpalus sp.</i>	-	-
Coleoptera	Leiodidae	<i>Ptomaphagus sp.</i>	-	-
	Staphylinidae	sp.	Staphylin	-
	Staphylinidae			-
	Latridiidae			-
Collembola	Isotomidae	<i>Tasgius morsitans</i> (Rossi, 1790)	-	NE
	Corticariidae	<i>Corticaria sp.</i>	-	-
	Isotomidae	<i>Isotoma riparia</i> (Nicolet, 1842)	-	NE
Decapoda	Cambaridae	<i>Faxonius limosus</i> (Rafinesque, 1817)	Ecrevisse américaine	NA
	Agromyzidae	sp.		Non protégée
Diptera Brachycera	Lauvaniidae	<i>Minettia sp.</i>	-	-
	Muscidae	<i>Helina sp.</i>	-	-
		sp.		Oui
Diptera Nematocera	Sciariidae	<i>Bradyisia sp.</i>	-	-
	Cecidomyiidae	<i>Cecidomyiidae sp.</i>	-	-
	Chironomidae	<i>Chironomus sp.</i>	Chironomes	-
	Limoniidae	<i>Limonia nubeculosa</i> Meigen, 1804	Limonie des cavernes	NE
	Sphaeroceridae	<i>Limosina sp.</i>	Petites mouches du	-

		fumier		
Sciaridae	<i>Lycoriella</i> sp.	-	NE	-
Phoridae	sp. 1	-	-	-
Phoridae	sp. 2	-	-	-
Phoridae	sp. 3	-	-	-
Bolitophilidae	<i>Bolitophila</i> sp.	-	-	-
Chironomidae	<i>Chironomus annularius</i> Meigen, 1818	Chironome annelé	NE	Non protégée
Chironomidae	<i>Smittia aterrima</i> (Meigen, 1818)	-	NE	Non protégée
Keroplatidae	<i>Macrocerata fasciata</i> Meigen, 1804	-	NE	Non protégée
Mycetophilidae	<i>Exechiini</i> sp.	-	-	-
Mycetophilidae	<i>Speolepta leptogaster</i> (Winnertz, 1864)	Mouche à tison	NE	Non protégée
Phoridae	<i>Triphleba aptina</i> (Schiner, 1853)	-	NE	Non protégée
Glomerida	<i>Glomeris marginata</i> (Villers, 1789)	Gloméris marginé	NE	Non protégée
Haplotaxida	Lumbricidae sp.	-	-	-
Hemiptera	Aphididae	<i>Eucallipterus tiliae</i> (Linnaeus, 1758)	Puceron du tilleul	NE
Cixiidae	<i>Cixius</i> sp.	-	-	-
Delphacidae	<i>Megamelus</i> sp.	Cicadelles	-	-
Veliidae	<i>Velia caprai</i> Tamanini, 1947	-	NE	Non protégée

	Veliidae	<i>Velia sp.</i>	-	-	-	-	-
Isopoda	Oniscidae	<i>Oniscus aestivalis Linnaeus, 1758</i>	Cloporte commun	NE	Non protégée	-	-
	Philosciidae	<i>Philoscia muscorum</i> (Scopoli, 1763)	Philoscie des mousses	NE	Non protégée	-	-
	Trichoniscinae	<i>Phymatoniscus tuberculatus</i> (Racovitza, 1907)	-	NE	Non protégée	-	-
	Porcellionidae	<i>Porcellio monticola</i> Lereboullet, 1853	Cloporte des montagnes	NE	Non protégée	-	-
	Trichoniscidae	<i>Haplophthalmus sp.</i>	-	-	-	-	-
	Trichoniscidae	<i>Androniscus dentiger Verhoeff, 1908</i>	Cloporte rosâtre		Non protégée	-	-
	Philosciidae	<i>Philoscia affinis</i> (Verhoeff, 1908)	Cloporte	NE	Non protégée	-	-
	Trichoniscidae	<i>Trichoniscus pusillus</i> Brandt, 1833	Cloporte pygmé commun	NE	Non protégée	-	-
Ixodida	Ixodidae	<i>Ixodes vespertilionis</i> Koch, 1844	Tique	NE	Non protégée	-	-
Juliida	Blaniulidae	<i>Blaniulus guttulatus</i> (Fabricius, 1798)	Blaniule mouchetée	NE	Non protégée	-	-
	Julidae	<i>Julus sp.</i>	-	-	-	-	-
Lithobiomorpha			Eupolybothre à longues antennes	NE	Non protégée	-	-
	Lithobiidae	<i>Eupolybothrus longicornis</i> (Risso, 1827)	Lithobie rouillé	NE	Non protégée	-	-
	Lithobiidae	<i>Lithobius aeruginosus</i> L. Koch, 1862	Lithobie	-	-	-	-
	Lithobiidae	<i>Lithobius sp.</i>					

Polydesmida	Polydesmidae	<i>Polydesmus</i> sp.	-	-	-	-	-
Mesostigmata	Antennophoroidea	<i>Gamasidae</i> sp.	Acarien	-	-	-	-
	Aeshnidae	<i>Anax</i> sp.	-	-	-	-	-
Odonata				LC Espèce déterminante ZNIEFF	Non protégée		
	Cordulegastridae	<i>Cordulegaster boltonii</i> (Donovan, 1807)	Cordulégastre annelé				
Pseudoscorpion	Chthoniidae	<i>Chthonius</i> sp.	Pseudoscorpion	-	-	-	-
Stylopomatophora	Agriolimacidae	<i>Deroceras</i> sp.	Limace	-	-	-	-
	Gastrodontidae	<i>Zonitoides arboreus</i> (Say, 1817)	Luisantine d'Amérique	NA	Non protégée	-	-
Helicidae		<i>Cepaea nemoralis</i> (Linnaeus, 1758)	Escargot des haies	LC	Non protégée	-	-
Helicidae		<i>Helix</i> sp.	-	-	-	-	-
Helicodontidae		<i>Helicodonta obvoluta</i> (O.F. Müller, 1774)	Veloutée plante	LC	Non protégée	-	-
Limacidae		<i>Limax maximus</i> Linnaeus, 1758	Limace léopard	LC	Non protégée	-	-
Oxychilidae		<i>Oxychilus cellarius</i> (O.F. Müller, 1774)	Luisant des caves	LC	Non protégée	-	-
Trichoptera	Limnephiliidae	<i>Stenophylax permistus</i> McLachlan, 1895	-	NE	Non protégée	-	-
	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila intermedia</i> McLachlan, 1868	Trichoptères	NE	Non protégée	-	-
Urodea		<i>Salamandra salamandra</i> (Linnaeus, 1758)	Salamandre tachetée	LC Espèce déterminante ZNIEFF	Protégée		

Résumé de l'étude

Les réseaux karstiques de l'Entre-deux-Mers ont été formés suite à des mouvements tectoniques, des variations des réseaux hydrologiques et l'attaque chimique du CO₂ sur les roches mères, les calcaires à Astéries et calcaires de Castillon. Les karsts sont des milieux tout à fait particuliers dans lesquels l'absence totale de lumière, la stabilité des paramètres abiotiques et la rareté des éléments nutritifs imposent une pression de sélection importante sur les espèces capables de s'y acclimater.

Nous avons pu mettre en évidence la présence d'un écotone sur les 150 premiers mètres des cavités étudiées, et ainsi nous concentrer sur la zone «de fond» qui correspond à la zone stable. L'échantillonnage systématique avec la méthode de la chasse à vue permet de mettre en évidence les espèces visibles directement sur les parois, les banquettes et dans l'eau. Identifiées ultérieurement au laboratoire, leur répartition en fonction des paramètres température, humidité, taux de CO₂ et autres paramètres morphologiques de la cavité a été analysée. Il ressort que les espèces semblent se regrouper sur des substrats graveleux et sableux, peut-être en raison d'une quantité de matière organique plus importante que sur les autres substrats.

La chasse à vue combinée à l'appâtage permet d'augmenter l'efficacité de l'échantillonnage de la faune terrestre en attirant à des points stratégiques des espèces invisibles au premier abord. Cela pourrait s'expliquer par la composition organique des appâts utilisés, qui favorise le rassemblement des individus et donc de concentrer les différentes espèces présentes aux abords (ou non) de l'appât.