



Phase 2 du programme « Inventaire de la faune aquatique souterraine et qualité des milieux en Nouvelle-Aquitaine »

(programme réalisé avec le soutien de FNE Nouvelle-Aquitaine)



**11^{ème} journée Eaux souterraines du CD33.
Prignac-et-Marcamps, 27/06/2023**



Prignac-et-Marcamps, 27/06/2023



La stygofaune en quelques chiffres

- ❑ **Stygofaune = ensemble des espèces qui réalisent tout leur cycle biologique dans les eaux souterraines**
- ✓ plus de 7 000 espèces et sous-espèces stygobies (*i.e.* stygofaune) inventoriées dans le monde
- ✓ en Europe, nombre d'espèces estimé à environ 3 000
- ✓ **Stygofaune française**
 - avec près de 400 taxons dénombrés, faune stygobie française considérée comme l'une des plus riches d'Europe
 - ❑ pas de vertébrés
 - ❑ majoritairement composée d'invertébrés (arthropodes, vers, etc.) et de micro-organismes (bactéries, virus, protozoaires, etc.) libres ou regroupés en biofilms
 - Pour ce qui est de la macro-faune :
 - ❑ 65 % des espèces stygobies recensées en France sont des crustacés,
 - ❑ 22 % des mollusques, viennent ensuite les annélides, les planaires, et quelques arachnides.



La stygofaune : quelques caractéristiques

- ❑ **Une faune aquatique souterraine originale**
- Conditions de milieu : absence de lumière (obscurité totale ou partielle), production primaire quasi-inexistante, ressources nutritives limitées. En l'absence de photosynthèse, oxygène en quantité plus faible qu'en surface.
- ✓ caractères communs d'adaptation :
 - dépigmentation (couleur blanche ou transparente), anophthalmie (disparition des yeux), formes allongées et filiformes avec de longs appendices sensoriels, ralentissement du métabolisme et grande longévité
 - capables de consommer tous les types de ressources nutritives dont ils peuvent disposer : débris organiques d'origine animale ou végétale en provenance de la surface, biofilms microbiens, etc.,
- ✓ ont un rôle méconnu mais important dans épuration et détoxification de l'eau, contribuant activement à la préservation de la qualité des eaux souterraines

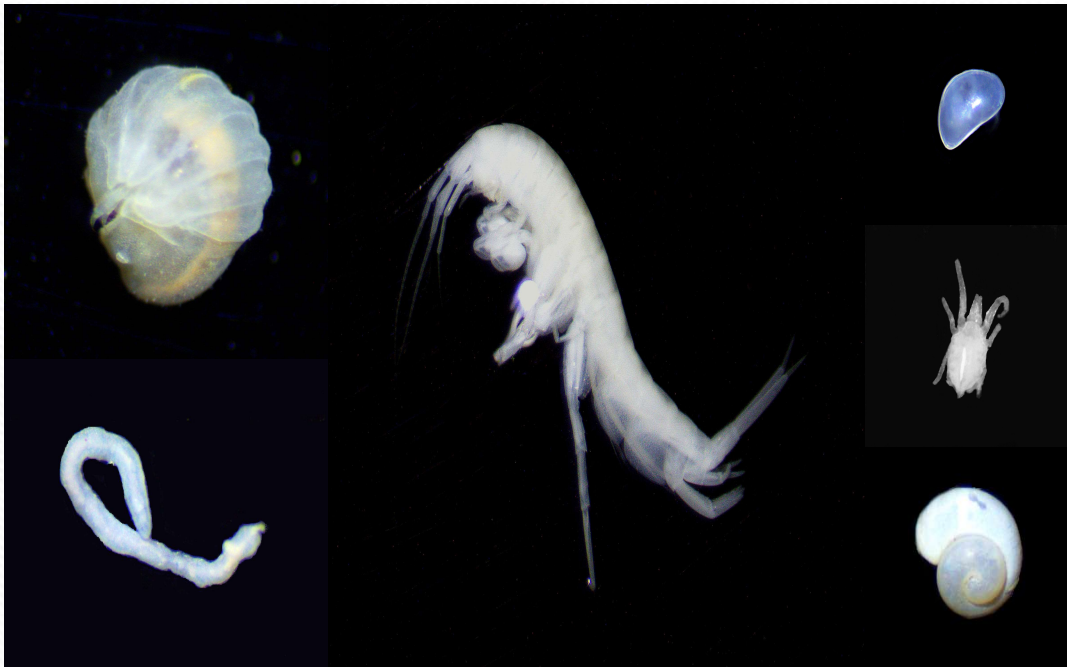


La stygofaune : quelques caractéristiques

- ❑ **Une diversité d'espèces, mais des espèces fragiles**
 - diversité d'espèces peut s'expliquer par le fait que les prédateurs y sont moins abondants que dans les habitats de surface
 - forte spéciation du fait de l'extrême fragmentation des milieux souterrains (considérés comme étant le type de milieu ayant le plus d'espèces endémiques)
 - hyperspécialisation à leur milieu due à leur adaptation aux contraintes du milieu, en même temps qu'une grande sensibilité aux perturbations environnementales

- ***Plus de la moitié des espèces françaises sont classées comme vulnérables sur les listes rouges de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN).***

Illustration de la stygofaune (diversité de la stygofaune en Poitou-Charentes)



- au centre un *Niphargus*, crustacé grand prédateur de ces milieux (2-3 cm de long ; échelle conservée pour les autres espèces) ; crustacé *Caecosphaeroma burgundum* (en haut à gauche) ; crustacé *Typhlocypris* sp. (en haut à droite) ; annélide Phallogrilinea sp. (en bas à gauche) ; arachnide *Soldanellonyx chappuisi* (au milieu à droite) ; mollusque *Islamia moquiniana* (en bas à droite).
- Tout à fait à droite : Crustacé *Gallasellus heilyi*

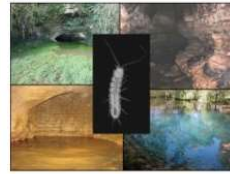


Historique du programme



Étude et protection des gallaselles
et de leurs habitats aquatiques souterrains
en Poitou-Charentes

RAPPORT FINAL



Bilan : juillet 2013 - novembre 2016



Poitou-Charentes Nature
18 rue Jean-Michel
86 000 Fontenay-le-Comte
www.poitou-charentes-nature.org



- 20-21 septembre 2012, séminaire national Gallaselle. Univ. de Poitiers.
- novembre 2016 : Étude et protection des gallaselles et de leurs habitats aquatiques souterrains en Poitou-Charentes (juil. 2013 à nov. 2016)
- mai 2018 : FNE Nouvelle-Aquitaine et la SEPANSO Aquitaine décident d'étendre les recherches aux 2 ex-régions Limousin et Aquitaine :
 - phase 1, réalisée de septembre 2019 à avril 2020,
 - phase 2 opérationnelle (en cours), démarrée en avril 2021 et qui se poursuivra jusqu'en 2024

Rappel des objectifs de la phase 2 du programme

- **2 objectifs :**

- 1. dresser un inventaire de la faune aquatique souterraine (*i.e.* stygofaune) régionale ;**
- 2. appréhender la relation entre la présence et l'abondance de cette faune et la qualité des eaux souterraines.**

- **autres dimensions du programme :**

- sensibilisation des élus et acteurs de la biodiversité et de l'eau en Région ;
- information du grand public et des propriétaires/gestionnaires de sites ;
- formation d'étudiants-stagiaires en provenance et en lien avec les universités régionales ;
- initiation de certains partenaires aux techniques de collecte en milieu souterrain ;
- valorisation des résultats (articles de presse, notes de synthèse, publications scientifiques, alimentation de bases de données naturalistes), création d'un site internet dédié au programme : www.stygofaune-france.org



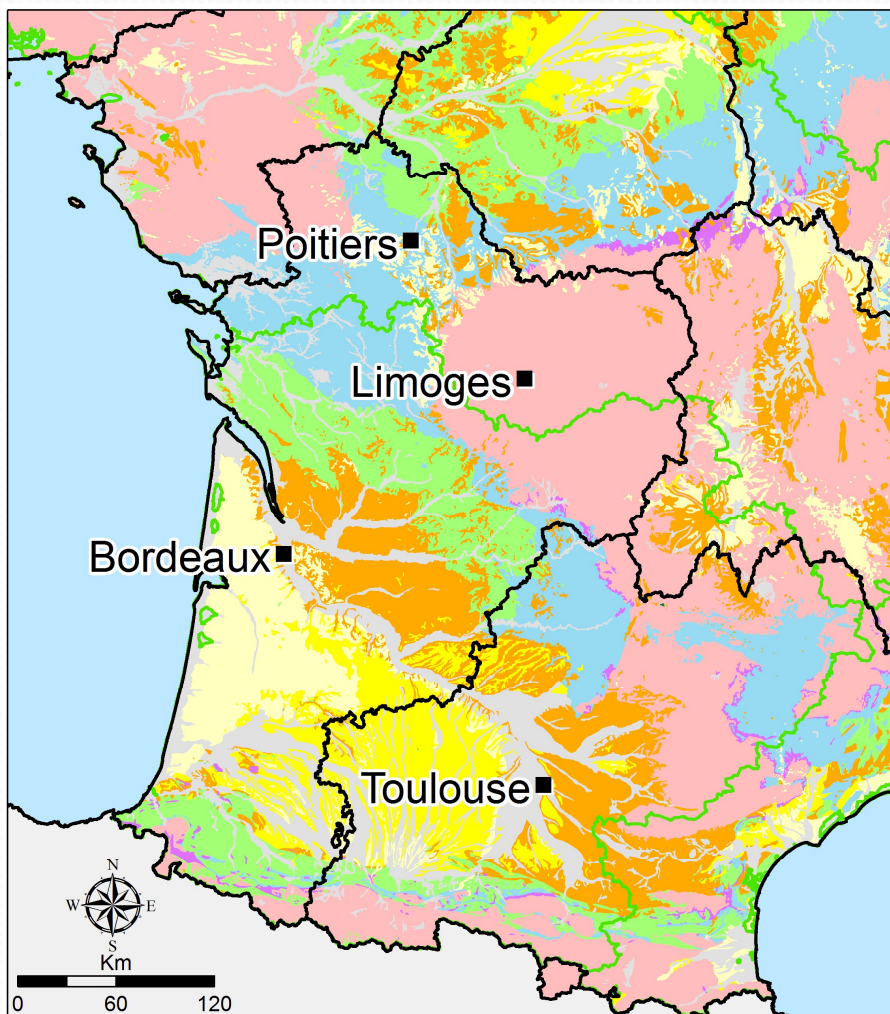
Composition du Comité de Pilotage

- DREAL Nouvelle-Aquitaine. **Bertrand CHEVALIER**
- Agence de l'Eau Adour-Garonne. **Bernard CLÉMENT**
- Région Nouvelle-Aquitaine. **Catherine MÉNARD**
- Conseil Départemental de la Gironde. **Sylvain BROGNIEZ**

- BRGM Nouvelle-Aquitaine. **Olivier DOUEZ**
- Agence Eau Adour-Garonne. **Pierre MARCHET**
- Université de Lyon 1. **Christophe DOUADY et Florian MALARD**
- INRAE Nouvelle-Aquitaine. **Mario LEPAGE**

- Comité de Spéléologie Régional Nouvelle-Aquitaine. **Joël ROY**
- Personne qualifiée (biospéléologue). **Claude BOU**

Contextes géologique et hydrogéologique de la région Nouvelle-Aquitaine

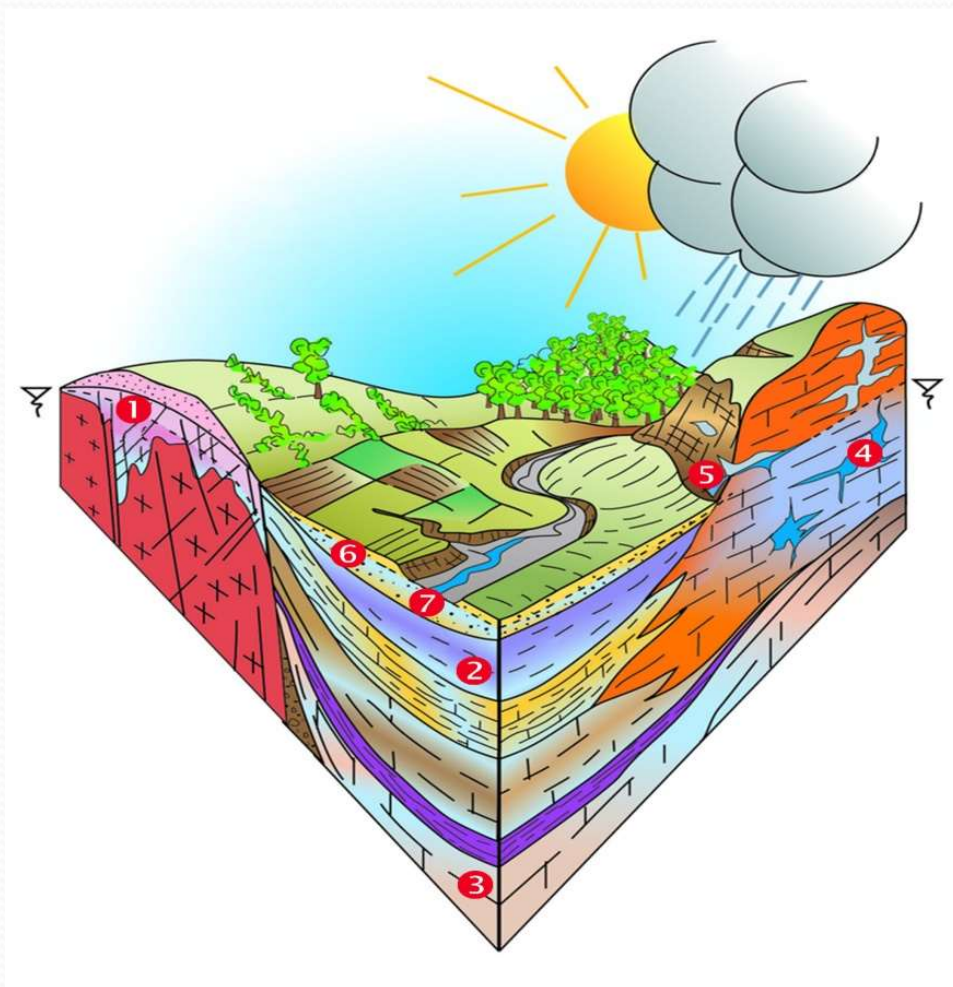


(d'après N. PEDRON (BRGM Nouvelle-Aquitaine).
Conférence scientifique : les enjeux de l'eau en
Nouvelle-Aquitaine du 28/04/2017)

- **2 grands bassins hydrographiques :**
 - Adour-Garonne (71 %)
 - Loire-Bretagne (29 %)
- **Des contextes géologiques variés ...**
 - **2 grands bassins sédimentaires :** Bassin aquitain et Bassin parisien
 - **3 massifs de socle :** Massif Armoricaïn, Massif Central et Pyrénées
- **... qui conditionnent la répartition géographique des ressources en eaux souterraines sur le territoire Nouvelle-Aquitaine, que ce soit en surface ou en profondeur**

Eaux souterraines : les différents types de gisements

(d'après BRGM im@gé – M. Villey)



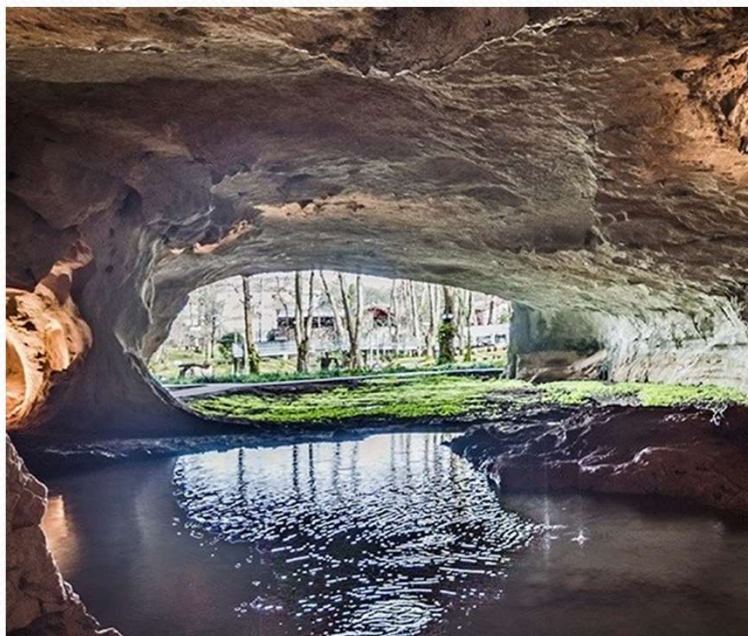
- ① Nappe de socle
- ② Nappe sédimentaire libre
- ③ Nappe sédimentaire captive
- ④ Karst
- ⑤ Source karstique
- ⑥ Nappe alluviale
- ⑦ Zone hyporhéique

Typologie des habitats aquatiques souterrains de la stygofaune

- **Nappes d'eau souterraine libres :**
 - *en sous-sol : nappes contenues dans des aquifères sédimentaires (nappes alluviales ou nappes d'accompagnement des cours d'eau, parties libres des nappes captives, ...), en particulier dans les aquifères karstiques et nappes contenues dans des aquifères de socle*
 - *en surface : exutoires de ces nappes (sources karstiques ou non, résurgences dans le lit de cours d'eau)*
- **Milieu hyporhéique :** *sous-écoulement de cours d'eau*
- **Habitats accessibles via :**
 - **des structures naturelles :** sources, cavités souterraines (gouffres, galeries souterraines, rivières souterraines, ...), sous-écoulement de cours d'eau ;
 - **des structures aménagées par l'homme :** fontaines, lavoirs, puits, forages, aqueducs, mines, carrières souterraines, ...

Exemples de sites prospectés :

grotte de Sare (64), source de Budos (33), Garonne à Agen (47), puits à Bruges (33)



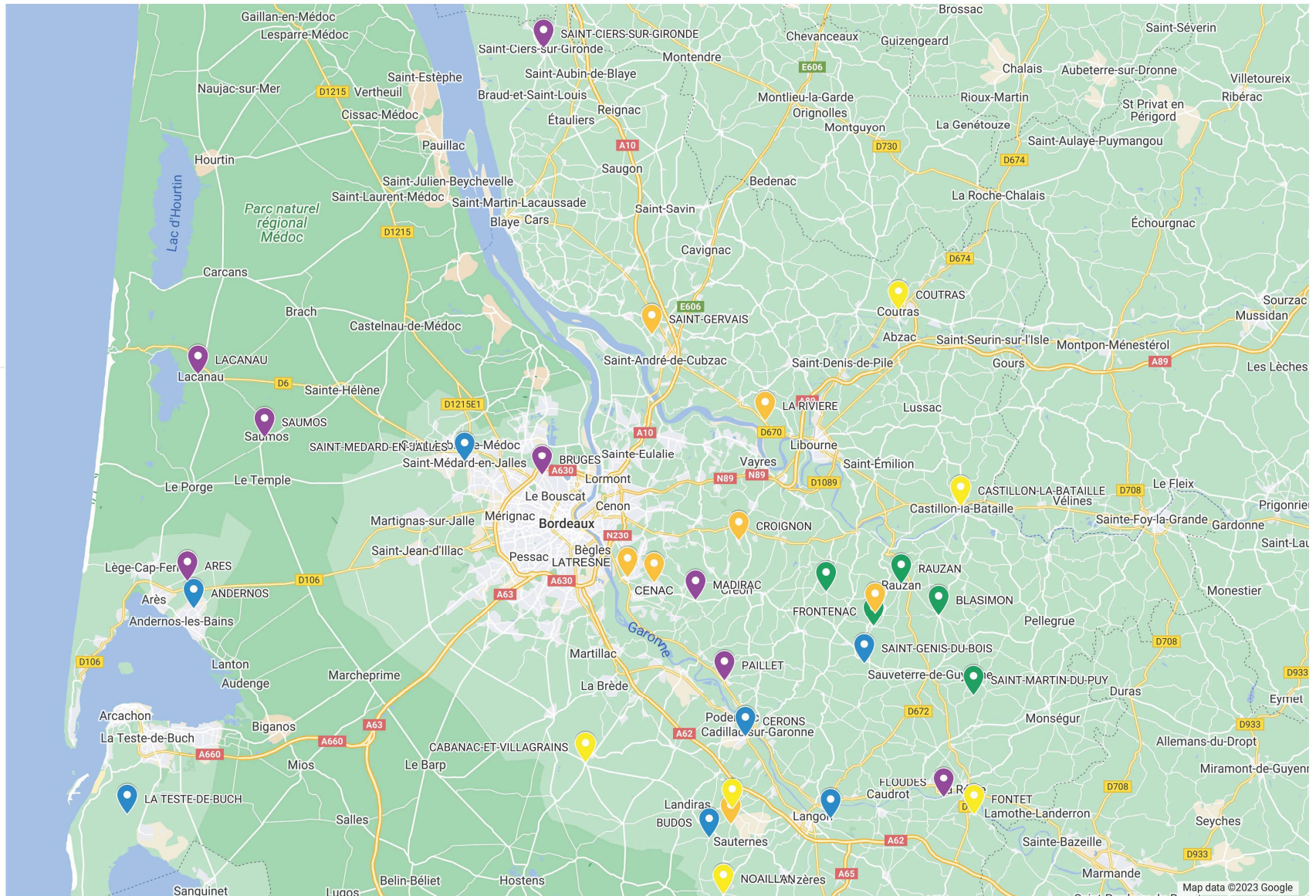
Comment les sites ont-ils été choisis ?

- ✓ *stratégie d'échantillonnage* définie afin de :
 - diversifier les sites à prospecter, en investiguant tous les milieux susceptibles d'héberger de la stygofaune ;
 - retourner sur un certain nombre de sites déjà connus pour héberger de la stygofaune (à hauteur d'1/3 dans la mesure du possible), et d'assurer ainsi un suivi dans le temps de ces données historiques ;
 - respecter une certaine proportionnalité entre les surfaces départementales et le nombre de sites prospectés et d'avoir, pour chaque département, une couverture géographique homogène ;
 - de conserver la méthodologie employée (i.e. échantillonnage multi-stratifié) lors de l'étude effectuée en Poitou-Charentes et de maintenir un effort de prospection équivalent.

Stygofaune Gironde (06/2023)

Sites 33 (GEOFLA)_07-06-2023.xlsx

-  puits, forages, piézomètres
-  cavités artificielles (carières, mines, aqueducs)
-  sources, fontaines, lavoirs
-  zone hyporhéique
-  cavités naturelles (karsts, grottes)



Prospection terrain, échantillonnage.

Expertise taxonomique

Sur site :

- ✓ prélèvement conforme à un Protocole standard européen (programme Pascalis).
Méthode et matériel de prélèvement, fonction du type d'habitat et de la configuration du site
- ✓ après filtration, échantillon conditionné dans flacon de 500 mL (double bouchonnage et labellisation) et fixé par ajout d'alcool à 99,9 %
- ✓ mesures de paramètres physico-chimiques (T, pH, Ev, TDS, Oxygène dissous, ions majeurs) + prélèvement de 1 L d'eau

En laboratoire :

- ✓ sous la loupe trinoculaire, tri par grands groupes taxonomiques
- ✓ détermination taxonomique (analyses morpho-anatomique et génétique)



Experts taxonomiques associés au programme

Grands taxons	Taxons	Experts	Structures (localisation)
Crustacés	isopodes	Christophe DOUADY	Univ. Lyon 1, LEHNA (Rhône, 69)
		Florian MALARD	Univ. Lyon 1, LEHNA (Rhône, 69)
		François LEFEBVRE	SEPANSO Aquitaine (Gironde, 33)
	amphipodes	Cene FIŠER	Univ. de Ljubljana (Slovénie)
		Claude BOU	Association Tarnaise d'Études Karstiques (Tarn, 81)
	ostracodes	Tadeusz NAMIOTKO	Univ. de Gdansk (Pologne)
	copépodes	Fabio STOCH	Univ. de Bruxelles (Belgique)
Diana GALASSI		Univ. de l'Aquila (Italie)	
syncarides	Ana I. CAMACHO	MNCN Madrid (Espagne)	
Mollusques	gastropodes	Alain BERTRAND	Étude et Conservation des Mollusques Continentaux (Ariège, 09)
Annélides	oligochètes	Michel LAFOND	Univ. Lyon 1, LEHNA (Rhône, 69)
	achètes et turbellariés	Franck NOËL	Coodémarrage.53 (Mayenne, 53)
Arachnides	hydracariens	Michel BERTRAND	Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault (Hérault, 34)

Matériels de prospection



- ❑ filet à main (milieu souterrain, sources)
- ❑ filet phréatobiologique ou Cvetkov (puits)
- ❑ pompe Bou-Rouch (sous-écoulements de cours d'eau, vasques de sources)
- ❑ pompe de surface (piézomètres, forages)
(maille des filets et tamis \leq à 250 microns)

Filet à mains (collecte à vue)



- ✓ utilisé comme piège filtrant, et positionné au travers d'un flux d'eau, si celui-ci est suffisamment important (faciès rhéotique) pour y amener des éléments mis en suspension en amont par raclage/brassage du substrat ;
- ✓ utilisé comme un tamis, et alimenté avec des prélèvements de substrat, si le flux d'eau est faible (faciès lentique), diffus ou le volume d'eau très important ("œil de source" pas individualisable ou accessible)

Filet phréatobiologique ou filet Cvetkov

Dans le cas de puits, collecte à l'aide d'un filet phréatobiologique (filet de type Cvetkov) équipé d'un cordage plus ou moins long, et dont une manipulation adaptée permet de brasser/filtrer la colonne d'eau, et ainsi de mettre en suspension et filtrer la faune susceptible de reposer sur le fond et les parois.



▪ Dimensions du filet : 75 cm x (diamètre) 30 cm



Pompage dans un piézomètre (captage AEP du Syndicat des Eaux d'Alvignac- Montvalent (46))

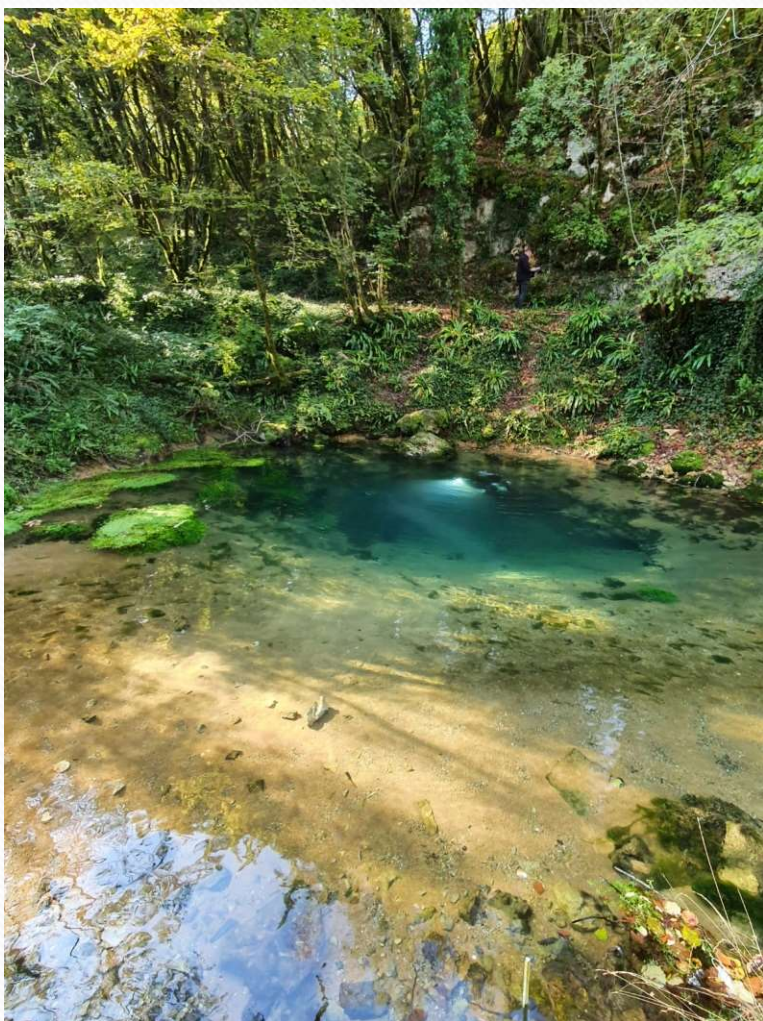


- ✓ à l'aide d'une pompe manuelle de surface à laquelle est raccordé un tuyau souple (diamètre ext. de 30 mm) se terminant par une partie crépinée
- ✓ tuyau souple descendu jusqu'au fond du piézomètre, de façon à prélever les sédiments du fond dans lesquels se trouvent les organismes recherchés et non pas ceux qui seraient seulement dans la colonne d'eau

Eléments du dispositif de pompage



Plongée subaquatique (vasque de source karstique) ou spéléoplongée (dans réseau karstique)



- ✓ utilisation d'un filet à mains au plus proche des arrivées d'eau.
- Source karstique du Sorpt (Chasteaux, 19)

Etat d'avancement du programme Stygofaune

Situation au 31/03/2023

	Nbre de sites	N. sites avec stygofaune	% sites avec stygofaune	Type de sites							Nbre de sites prélevés	% réalisés
				1	2	2	3	3	4	5		
				Cavités sout.	Carrières sout.	Mines & aqueducs	Sources	Fontaines, lavoirs	Puits, piézom., forages	Milieu hypohréique		
Limousin											au 30/05/2022	
Corrèze (19)	26	6	23,1%	4		2	4	1	6	9	26	100,00%
Creuse (23)	22	1	4,5%			5	2	4	6	5	22	100,00%
Haute-Vienne (87)	22	1	4,5%			8		2	7	5	22	100,00%
Total LIM	70	8		4	0	15	6	7	19	19	70	100,00%
			11,4%	5,7%	0,0%	21,4%	8,6%	10,0%	27,1%	27,1%		

Aquitaine											au 31/03/2023	
Dordogne (24)	34	6	17,6%	9	1		15		3	6	32 = (9+0+15+2+6)	94,12%
Gironde (33)	34	6	17,6%	5	7		5	2	9	6	33 = (5+7+4+2+9+6)	97,06%
Lot-et-Garonne (47)	27	6	22,2%	11	1		1		9	5	27 = (11+1+1+9+5)	100,00%
Total 24 + 33 + 47	95	18		25	9	0	21	2	21	17	92	96,84%
Landes (40)	25	9	36,0%	9	1		4		4	7	10 = (1+0+2+1+6)	40,00%
Pyrénées-Atl. (64)	48	10	20,8%	11	1		18		10	8	4 = (0+0+0+0+4)	8,33%
Total 40 + 64	73	19		20	2	0	22	0	14	15	14	19,18%
Total AQI	168	37		45	11	0	43	2	35	32	106	63,10%
			22,0%	26,8%	6,5%	0,0%	25,6%	1,2%	20,8%	19,0%	63,10%	

Nbre total de sites	238	45		49	11	15	49	9	54	51		
% relatif type de sites			18,9%	20,6%	4,6%	6,3%	20,6%	3,8%	22,7%	21,4%		



Etat d'avancement du programme Stygofaune

Prog. Stygofaune. Nbre de sites prospectés (du 18/05/2021 au 31/03/2023)

70 sites en LIM = 26 en 19, 22 en 23 et 22 en 87

104 sites en AQI = 32 en 24, 31 en 33, 27 en 47, 10 en 40 et 4 en 64

Dpt./Région	Nbre sites	Programmes
16	124	Etude Poitou-Charentes
17		
79		
86		
ex-PC	124	
19	26	Prog. Stygofaune
23	22	
87	23	
ex-LIM	71	
24	33	
33	32	
40	10	
47	27	
64	4	
ex-AQI	106	
Nouv.-Aquit.	301	

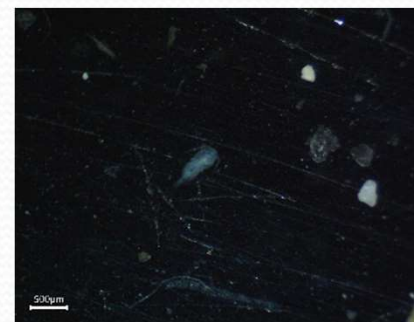
Carrière de l'Aérocampus (Latresne, 33)



Oligochète 2



Gastéropode 2



Copéode 3



Amphipode Niphargus 1



Amphipode Niphargus 2



Amphipode Niphargus 3



Amphipodes 4 et 5

Ruisseau souterrain de Pellegries (Faleyras, 33)



Oligochète 1 à 5



Gastéropodes groupe 1



Bivalves 1 et 2



Ostracode 1b



Ostracodes 3 et 4



Copépodes groupe 3



Amphipode Niphargus



Hydracarien 1a

Ruisseau souterrain du Trou Noir (St-Martin-du-Puy, 33)



Gastéropode 1



Bivalve 1



Copépodes 1



Amphipode 9 Niphargus



Amphipode 10



Isopode 2

Ruisseau souterrain de la Grotte Célestine (Rauzan, 33)



Hydracarien 1b



Nématodes 1 et 2



Oligochètes 1 et 2



Bivalve 1



Ostracode 1



Copépode 1a



Gastéropode 5



Gastéropode 7



Perspectives de l'année 3

(du 01/01/2023 au 31/12/2023)

Collectes des spécimens de la stygofaune

- ✓ Réalisation des campagnes de terrain (collectes des spécimens de la stygofaune et mesures physico-chimiques) dans les 2 départements de l'ex-Aquitaine (Landes et Pyrénées-Atlantiques)
- ✓ Organisation d'un stage de formation destiné aux spéléologues, membres des CDS des Landes et des Pyrénées-Atlantiques à la Grotte de Las Manes (Lucbardez-et-Bargues, 40), les 25 et 26/03/2023
- ✓ Aide au développement d'un module biologique de la base de données de la FFS, Karsteau

Expertises des spécimens de la stygofaune

- ✓ Pré-tri taxonomique effectué sur l'ensemble de la faune collectée par Bernard LEBRETON (depuis l'échantillon 148)
- ✓ Envoi des spécimens collectés en ex-Aquitaine aux différents experts taxonomistes (experts de groupes), pour détermination taxonomique, analyses morpho-anatomique et génétique des spécimens collectés
- ✓ **Retours des déterminations effectuées par les experts taxonomistes**
- ✓ Création d'une base de données géoréférencées (base de données naturalistes) de la faune stygobie régionale inventoriée



Perspectives de l'année 3

(du 01/01/2023 au 31/12/2023)

Bio-indication

- ✓ travail de réflexion avec l'INRAE et le LEHNA (1^{ère} réunion de travail, le 23/06/2023) sur l'objectif de bio-indication du programme Stygofaune : méthodologie, faisabilité, données et informations nécessaires, recrutement, encadrement, ...

Communication, sensibilisation

- ✓ réalisation par J.-F. Cart de macrophotographies des différents taxons identifiés et issus des collectes effectuées en ex-Aquitaine
- ✓ Réalisation par C. Clin d'images additionnelles (sites prospectés en ex-Aquitaine, expertise taxonomique, travail sur bio-indication) pour un second film livrable fin 2023
- ✓ **Organisation, à Bordeaux et en fin d'année 2023, d'une conférence de restitution des principaux résultats obtenus à l'issue des prospections sur les départements des ex-régions du Limousin et de l'Aquitaine et des expertises taxonomiques**
- ✓ Participation aux Assises Nationales de l'Environnement Karstique (ANEK), organisées par le Comité de Spéléologie Régional de Nouvelle-Aquitaine, le 10 décembre 2023 à Cahors (46).



Merci de votre attention.

Thierry ALEZINE

thierry.alezine@sepanso.org

05 33 89 66 45

François LEFEBVRE

francois.lefebvre@sepanso.org

07 82 79 80 32

www.stygofaune-france.org

