HAL
open science

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

François Lefebvre, Bruno Fillon, Gailledrat Miguel

To cite this version:

François Lefebvre, Bruno Fillon, Gailledrat Miguel. Étude et protection des gallaselles et de leurs habitats aquatiques souterrains en Poitou-Charentes. [Rapport de recherche] Poitou-Charentes Nature. 2016, pp.90. hal-01350900

HAL Id: hal-01350900

https://hal.science/hal-01350900

Submitted on 23 Sep 2016

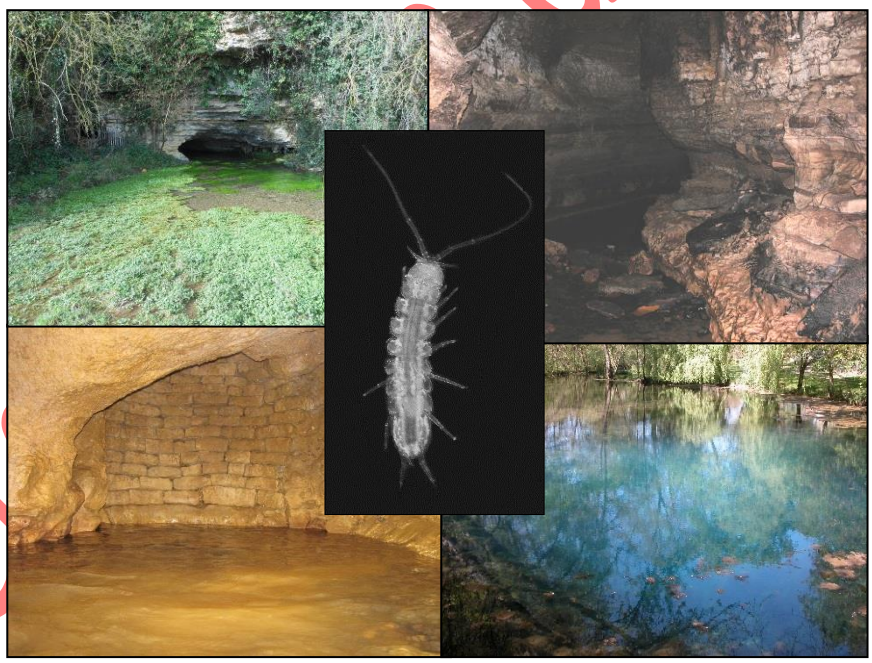
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

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

version définitive

RAPPORT FINAL



Bilan : juillet 2013 – décembre 2015

Poitou-Charentes Nature

14 rue Jean Moulin
86 240 Fontaine-le-Comte
www.poitou-charentes-nature.asso.fr

☏ 05 49 88 99 23
pc.nature@laposte.net

version non définitive

Gallaselles et habitats aquatiques souterrains

Rapport final – janvier 2016

Coordination régionale et rédaction

François LEFEBVRE – Vienne Nature & Poitou-Charentes Nature

Coordination administrative

Bruno FILLON – Poitou-Charentes Nature

Coordination technique départementale

Miguel GAILLEDRAT – Vienne Nature

Photos de couverture : Marjorie DELANGLE (univ. Poitiers / VN), Alban PRATT (VN), François LEFEBVRE (VN / PCN), Thierry LESÉNÉCHAL (SCP)

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS 5
LISTE DES SIGLES 7
AVERTISSEMENTS 8
1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE 9
2. OBJECTIFS & RÉSULTATS ATTENDUS 11
3. PRÉSENTATION DES HABITATS & DE LA STYGO-FAUNE 12
3.1. Hydrogéologie régionale 12
3.2. Habitats aquatiques souterrains & stygo-faune 17
3.3. La Gallaselle, une spécificité (pas tout à fait) régionale 20
4. MÉTHODES & MOYENS MIS EN OEUVRE 22
4.1. Formation des acteurs 22
4.2. Rencontres inter-partenariales 22
4.3. Stratégie d'échantillonnage 23
4.4. Catégorisation des habitats 23
4.5. Modalités de prélèvement 24
4.6. Protocole de prélèvement 26
4.7. Relevés de terrain & conditionnement 26
4.8. Personnes ressources & documentation consultées 27
4.9. Matériels & logiciels utilisés 27
5. RÉSULTATS OBTENUS 30
5.1. Prospections & analyses des données de terrain 30
5.2. Examens & analyses en laboratoire 33
5.3. Inventaire de la stygo-faune associée 38
5.4. Qualité des eaux souterraines & bio-indication 45
5.5. Actions de sensibilisation & communication 48
6. COMMENTAIRES & PERSPECTIVES 51
6.1. Discussion des résultats obtenus 51
6.2. Sites & mesures de protection envisagés 54
RÉSUMÉ / ABSTRACT 65
GLOSSAIRE 67
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 70
ANNEXE 1 : SITES PROSPECTÉS 73
ANNEXE 2 : SITES À GALLASELLES 77
ANNEXE 3 : PUBLICATION EN COURS 79
ANNEXE 4 : STYGO-FAUNE INVENTORIÉE 83
ANNEXE 5 : PRESSE & MÉDIAS 84
ANNEXE 6 : SIGNALÉTIQUE PROPOSÉE 90

REMERCIEMENTS

Le "projet Gallaselle", à l'initiative première de Michel CAILLON, a bénéficié depuis ses débuts en 2012 du soutien financier de la DREAL Poitou-Charentes. Devenu "programme gallaselles", coordonné par Poitou-Charentes Nature, il a également été soutenu dans sa phase opérationnelle (juillet 2013 – juillet 2015) par la Fondation LISEA Biodiversité, l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, et la Région Poitou-Charentes.

Poitou-Charentes Nature tient à remercier tout particulièrement les contributeurs de données et les nombreuses personnes nous ayant fait part de leurs connaissances du milieu (hydrogéologues et biospéologues, amateurs ou professionnels), ainsi que la communauté spéléologique régionale qui nous a apporté son soutien technique, logistique et humain. Nous sommes aussi extrêmement redevables envers les collectivités et propriétaires privés qui ont su montrer de l'intérêt pour notre étude, et qui nous ont gracieusement ouvert l'accès à leurs puits, fontaines ou autres galeries souterraines.

Nous tenons ici à citer et remercier individuellement toutes ces personnes qui de près ou de loin, d'une manière ou d'une autre, ont participé à ce premier état des lieux de la faune aquatique souterraine en région (par ordre alphabétique, en espérant oublier personne) :

Vincent AGUILLON (CC Loudunais), François ALAMICHEL (SCP), Jean-Michel AMIOT (hydrogéologue, DSNE), Sabine ARCICAULT (mairie Airvault), Naïs AUBOUIN (NE-17), Camille AUBUGEAU (propriétaire puits, Naintré, 86), Xavier AUGROS (SCP), Sébastien BAILLARGEAT (ONEMA-86), Bernard BALUSSEAU (hydrogéologue, propriétaire fontaine, Voulon, 86), Dorick BARILLOT (SIAEP Rom-Bouleure), Philippe BARRAULT (mairie Smarves), M. BARTHOUMEYROU (propriétaire source, Ruffec, 16), Jean-Paul BAUDOUIN (Asso THÉPACAP, Thénezay, 79), Éric BAZIREAU (SERTAD, captage Roche-Ruffin, 79), Didier BERNARD (SAUR, captage Foncaltrie, 79), Angeline BERTIN (univ. La Serena, Chili), Alain BERTRAND (CNRS, Moulis), Michel BERTRAND (univ. Montpellier 3), Nicolas BLANPAIN (mairie La Rochelle), Francis BICHOT (BRGM-PC), Line BOINÉ (riveraine puits de la Soule, Vouillé, 86), Michel BONNESSÉE (DSNE), Muriel BOSSY (VN), Claude BOU (biospéologue, Albi), Didier BOUCHON (univ. Poitiers), Olivier BOURGEOIS (PCN), Michel BRAMARD (ONEMA-86), Julian BRANCIFORTI (CREN-PC), A. BRECHET (univ. Lyon 1), Audrey BRIS (SMAEP-4B), Sylvain BROCQUA (SCT), Aurélie BRUN (mairie Néré, 17), Pierre BURGAUD (mairie Gournay-Loizé, 79), Michel CAILLON (hydrogéologue, VN / PCN), Laurent CARON (riverain gouffre Miséré, 79), Serge CHAIGNEAU (ONF-17), Mathieu CHARNEAU (ONEMA-16), Jean-Pierre CHATELIER (mairie Saint-Pierre-de-l'Isle, 17), Jean-Pierre CHAUDET (mairie Île d'Aix, 17), Anaïs CHEDHOMME (SCP), Olivier COLLON (SCSM), Aurélie CORDIER (SCP), Ulrich CORTES (SCP), Nicolas COTREL (DSNE), Julien COURANT (univ. Angers / MNHN), Harry COURGENOUIL (SASM), Michel CREUZÉ DES CHÂTELIERS (univ. Lyon 1), Catherine DEBENEST (univ. Poitiers), Louis DEHARVENG (MNHN, Paris), Marjorie DELANGLE (univ. Poitiers / VN), Carine DELAUNAY (univ. Poitiers), Didier DELILE (co-propriétaire puits, Montroy, 17), Catherine & Jean-Louis DEMARCQ (SOS-RE / NE17), René DEMÉOCQ (propriétaire source, Moncontour, 86), Bruno DERBORD (CAF-Niort), Annabelle DÉSIRÉ (DREAL-PC), Guenièvre DICEV (VN), Daniel DINAND (GBS / CDS-17), Marie-José DOLE-OLIVIER (univ. Lyon 1), Christophe DOUADY (univ. Lyon 1), Samuel DUCEPT (VN), Thibaud DUMAS (VN / PCN), Lorène DUMEAUX (Fondation LISEA Biodiversité), Caroline DUMONT (mairie Naintré, 86), Marie-Paule DUPUY (SIP-PC), Fabio ERCOLI (DBES, univ. Jyväskylä, Finlande), Bruno

FILLON (PCN), Carine FORTIN (ORE-PC), Raymonde FRÉDÉRIC (propriétaire source, Clion, 16), Joël FRICOT (propriétaire de puits / mairie Chasseneuil-du-Poitou, 86), Sophie & Jean-Luc FRONT (SCB / CSR Centre), Miguel GAILLEDRAT (VN), Alain et Théo GALTIÉ (propriétaires fontaine, Saint-Sornin, 17), Lysiane GAUVIN (propriétaire puits, Montalembert, 79), François GAY (SCT / CSR Centre), Daniel GEAY (riverain lavoir/fontaine, Fontaine-le-Comte, 86), Olivier GELÉ (SCP), Yvan GILLARD (SCT / CSR Centre), Nil GODÉ (univ. Poitiers / PCN), Henri GOURSAUD (propriétaire source, Varaize, 17), Frédéric GRANDJEAN (univ. Poitiers), Pierre GRÈVE (univ. Poitiers), Bernard GROSSET (propriétaire source, Saint-Martin-du-Fouilloux, 79), Cédric GUIGNON (SCT), Régis GUILLO (riverain et informateur, source marine des Fontenelles, Oléron, 17), Yvonnick GUINARD (mairie Poitiers), Pierre GUY (PCN), Patrick HOUBERT (mairie La Villedieu-du-Clain, 86), Jean-Louis JOLLIVET (VN), Philippe JOURDE (LPO, Rochefort), Christian JUBERTHIE (CNPS-SCAP), Pierre JUCHAULT (VN), Lara KONECNY-DUPRÉ (univ. Lyon 1), Alexandra LAFITTE (univ. Poitiers), Vincent LAITANG (CDS-79), Émile LARDENNOIS (riverain puits, Talmont-sur-Gironde, 17), Benoît LECAPLAIN (taxonomiste indépendant, Carentan, 50), Mme LECHARTRE (société MACHEREY-NAGEL), Marie-José LEFEBVRE (relecture), Michel LEFEBVRE† (accompagnant occasionnel), Pierre LE GALL (Ré Nat / NE-17, propriétaire puits et informateur source marine des Gouillauds, Île de Ré, 17), Élisabeth LEMOINE (SIAH Seudre), Thierry LESÉNÉCHAL (SCP), Maxime LEUCHTMANN (NE-17), Julian J. LEWIS (univ. Indiana, USA), Daniel LHOMOND (riverain fontaine, Poitiers), Françoise LIBOUREL (mairie Vénérand, 17), Bertrand LOUIS (CA Grand Poitiers), Chris LUCK (journaliste / VN), Guy MAGNIEZ† (univ. Dijon), Florian MALARD (univ. Lyon 1), Emmanuelle MARCELLY (SCP), Rémy MARCHADIER (mairie Roches-Prémarie-Andillé, 86), Robert MARCHETTO (mairie Ligugé, 86), Laurence MARCILLAUD (CR-PC), Pierre MARMONIER (univ. Lyon 1), Dominique MARTIN (univ. Lyon 1), François-Xavier & Alyssia MARTIN (SCP), Lionel MARTIN (SCT), Gilbert MASSÉ (mairie Saint-Laurent-de-la-Prée, 17), Giuseppe MESSANA (univ. Florence, Italie), Patricia MICHAUD (office de tourisme, Saint-Denis-d'Oléron, 17), Jean-Pierre MINEAU (propriétaire puits, Île Madame, 17), Sylvie MONGES (AE Adour-Garonne), Nicolas MONTERO (mairie La Rochelle), Michel MORIN (CAF-Niort), David NEAU (CN), Franck NOËL (taxonomiste indépendant, Saint-Martin-de-Connée, 53), David OLLIVIER (VN), Gérard OTREBSKI (ONEMA-86), Yann OURRY (SIP-PC), Rolland PAILLAT (CEN Centre), François-Marie PELLERIN (hydrogéologue, DSNE / APIEEE), Paul PERRAULT (propriétaire puits, Vanneau-Irleau, 79), Sophie PERREAU (SCP), Pascal PLUMET (SCP), Anita POUPEAU (ORE-PC), Alban PRATT (mairie Roches-Prémarie-Andillé / VN), Stéphanie PRÉGERMAIN (ONEMA-16), Joseph PUAUT (mairie Quinçay, 86), Patrice RAGENEAU (propriétaire/riverain, Saint-Mard, 17), Jérôme RAGOT (mairie Île d'Aix, 17), Maryline & Roland RAIMOND (univ. Poitiers), Matthieu RASSINEUX (stagiaire IMACOF-VN 2013), Jacky RAUD (mairie, La Jarrie-Audouin, 17), Olivier RÉAU (SASM / CDS-79), Romain RENARD (ONF-17), Melia RODRIGUEZ (SMAEP-4B), Pierre ROSSIGNOL (propriétaire puits, Champagné-Saint-Hilaire, 86), Jean-Luc ROUY (CDS-86), Laurent SIMON (univ. Lyon 1), Jean-Jacques SAVIGNY (SCP), Yann SELLIER (GEREPI), Catherine SOUTY-GROSSET (univ. Poitiers), Jean-Pierre STÉFANATO (SCSM / CNPS-FFESSM), David SUAREZ (CN), Gustave TALBOT (PCN / propriétaire puits, Aiffres, 79), Élisabeth & Kale TANDONNET (propriétaire source, Roumazières-Loubert, 16), Lucien TARDIVEAU† (employé mairie, Blanzay, 86), Alain TEXIER (PNR Marais poitevin), Lucie TEXIER (VN), Nicolas THUAIRE (SIGIV), Nicolas TRANCHANT (VN), Franck TROUSLOT (ORE-PC), Gilles & Romain TURGNÉ (SCSM / CDS-79), Arnaud VAUDELET (ORE-PC), Laurent WARNET (SCP), Brice WEBER (COSEA).

LISTE DES SIGLES

Structures et associations citées dans le texte (+ localisation du siège) :

AE Adour-Garonne : Agence de l'Eau Adour-Garonne (Bordeaux, 33) / APIEEE : Association de Protection, d'Information et d'Étude de l'Eau et de son Environnement (Chizé, 79) / BRGM-PC : Bureau de Recherches Géologiques et Minières du Poitou-Charentes (Saint-Benoît, 86) / CA Grand Poitiers : Communauté d'Agglomération de Grand Poitiers (Poitiers, 86) / CAF-Niort : Club Alpin Français de Niort (79) / CC Loudunais : Communauté de Communes du Pays Loudunais (Loudun, 86) / CDS-17 : Comité Départemental de Spéléologie de Charente-Maritime (Saintes, 17) / CDS-79 : Comité Départemental de Spéléologie des Deux-Sèvres (Sainte-Soline, 79) / CDS-86 : Comité Départemental de Spéléologie de la Vienne (Poitiers, 86) / CEN Centre : Conservatoire d'Espaces Naturels Centre (Tours, 37) / CN : Charente Nature (Angoulême, 16) / CNFSH : Comité National Français des Sciences Hydrologiques (Paris, 75) / CNPS : Comité National du Patrimoine Souterrain (Paris, 75) / CNPS-FFESSM : Commission Nationale de Plongée Souterraine de la Fédération Française d'Études et de Sports Sous-Marins (Marseille, 13) / CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique (Paris, 75) / COSEA : COnstructeur de la ligne Sud Europe Atlantique (Poitiers, 86) / CR-PC : Conseil Régional de Poitou-Charentes (Poitiers, 86) / CREN-PC : Conservatoire Régional d'Espaces Naturels de Poitou-Charentes (Poitiers, 86) / CSR-PC : Comité Spéléologique Régional de Poitou-Charentes (Iteuil, 86) / CSR Centre : Comité Spéléologique Régional du Centre (Orléans, 45) / DBES : Department of Biological and Environmental Science (université de Jyväskylä, Finlande) / DREAL-PC : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement en Poitou-Charentes (Poitiers, 86) / DSNE : Deux-Sèvres Nature Environnement (Niort, 79) / EBI : laboratoire Écologie et Biologie des Interactions (UMR-CNRS 7267, université de Poitiers, 86) / GBS : Groupe Bénévole Scientifique ou Groupe des Blaireaux Saintongeais (Saint-Agnant, 17) / GEREPI : association de GEstion de la RÉserve naturelle nationale du PInail (Vouneuil-sur-Vienne, 86) / IGN : Institut National de l'information Géographique et forestière (Saint-Mandé, 94) / IMACOF : Ingénierie des Milieux Aquatiques et des COrridors Fluviaux (univ. Tours) / INSEE : Institut National de la Statistique et des Études Économiques (Paris, 75) / LEHNA : Laboratoire d'Écologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés (UMR-CNRS 5023, université Lyon 1, Villeurbane, 69) / LISEA : concessionnaire de la Ligne Sud Europe Atlantique (Poitiers, 86) / LPO : Ligue de Protection des Oiseaux (Rochefort, 17) / MEEDDM : Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer (Paris, 75) / MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris, 75) / NE-17 : Nature Environnement en Charente-Maritime (Surgères, 17) / OMS : Organisation Mondiale de la Santé (Genève, Suisse) / ONEMA-16 : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques de la Charente (Angoulême, 16) / ONEMA-86 : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques de la Vienne (Poitiers, 86) / ONF-17 : Office National des Forêts de Charente-Maritime (La Tremblade et Saint-Trojan-les-Bains) / ORE-PC : Observatoire Régional de l'Environnement en Poitou-Charentes (Chasseneuil-du-Poitou, 86) / PASCALIS : Protocols for the ASsessment and Conservation of Aquatic LIfe in the Subsurface / PCN : Poitou-Charentes Nature (Fontaine-le-Comte, 86) / PNR Marais poitevin : Parc Naturel Régional du Marais poitevin (Coulon, 79) / Ré Nat : Ré Nature Environnement (Sainte-Marie-de-Ré, 17) / RPDE : Réseau Partenarial des Données sur l'Eau (Chasseneuil-du-Poitou, 86) / SASM : Société Archéologique et Spéléologique du Mellois (Melle, 79) / SAUR : Société d'Aménagement Urbain et Rural (Frontenay-Rohan-Rohan, 79) / SCAP : Stratégie nationale de Création d'Aires Protégées (Paris, 75) / SCB : Spéléo Club de Blois (Blois, 41) / SCP : Spéléo-Club Poitevin (Biard, 86) / SCSM : Spit Club Saint Maixentais (Saint-Maixent, 79) / SCT : Spéléo-Club de Touraine (Tours, 37) / SERTAD : Syndicat pour l'Étude et la Réalisation des Travaux d'Amélioration de la Desserte en eau potable du sud Deux-Sèvres (Sainte-Néomaye, 79) / SIAEP Rom-Bouleure : Service Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable des bassins versants de Rom-Bouleure (Sauzé-Vaussais, 79) / SIAH Seudre : Syndicat Intercommunal d'Aménagement Hydraulique de la Seudre (Chenac-Saint-Seurin-d'Uzet, 17) / SIGIV : Syndicat Intercommunal des bassins du Goire, de l'Issoire et de la Vienne en Charente limousine (Confolens, 16) / SIP-PC : Service de l'Inventaire du Patrimoine en Poitou-Charentes (Poitiers, 86) / SMAEP-4B : Syndicat Mixte d'Alimentation en Eau Potable 4B (Périgné, 79) / SOS-RE : SOS Rivières Environnement (Saint-Jean-d'Angély, 17) / VN : Vienne Nature (Fontaine-le-Comte, 86).

AVERTISSEMENTS

*Rapport provisoire dans sa **version non définitive** (en attente de résolution taxonomique et de relecture/validation par l'ensemble des personnes et structures partenaires).*

À ce stade, document relu en tout ou partie par : Michel CAILLON (PCN), Bruno FILLON (PCN), Alban PRATT (VN), Florian MALARD (univ. Lyon 1) et Catherine SOUTY-GROSSET (univ. Poitiers).

Cette version ainsi que la version définitive s(er)ont accessibles en libre consultation et téléchargement (format PDF) sur le site d'archivage en ligne du CNRS, à l'adresse : https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01350900

Citation : LEFEBVRE, FILLON & GAILLEDRAT, 2016. Étude et protection des gallaselles et de leurs habitats aquatiques souterrains en Poitou-Charentes (rapport final). Poitou-Charentes Nature, Poitiers, 88 p.

Par convention initiale, les données d'inventaires taxonomiques appartiennent aux structures naturalistes départementales (APNE affiliées à PCN) où les spécimens ont été collectés à savoir : VN, DSNE, CN et NE-17. Les données acquises en laboratoire appartiennent à ces structures, à savoir : Laboratoire EBI (univ. Poitiers) pour les élevages et expérimentations, Laboratoire LEHNA (univ. Lyon 1) pour les examens morphologiques et analyses génétiques, Department BES (univ. Jyväskylä, Finlande) pour les analyses isotopiques. Les clichés originaux issus de cet inventaire feront l'objet d'une photothèque commune entre les associations naturalistes affiliées à PCN et les associations spéléologiques affiliées au CSR-PC. Toutes les illustrations présentées dans ce rapport sont de F. LEFEBVRE (VN / PCN) sauf mentions contraires explicitées en légende.

1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

La Gallaselle, *Gallasellus heilyi*, est un petit crustacé vivant uniquement dans les eaux souterraines du centre-ouest de la France. C'est donc une espèce endémique***,** à haute valeur patrimoniale, classée « vulnérable » sur la liste rouge nationale (UICN-MNHN, 2012), et pour laquelle la région Poitou-Charentes a une responsabilité forte et un devoir d'action. Elle a notamment été retenue comme « espèce prioritaire » par le Conseil national scientifique en charge des grandes orientations régionales de la SCAP* (cf. extrait ci-dessous de la circulaire MEEDM du 13/08/2010, chapitre Poitou-Charentes ; volet II Géodiversité, p. 259).

BULLETIN Officiel

Circulaire du 13 août 2010 relative aux déclinaisons régionales de la stratégie nationale de création des aires protégées terrestres métropolitaines

Fascicule spécial n°2010-1

B/ Invertébré souterrain dans votre région

Concernant les invertébrés souterrains, il convient de rappeler que les mesures de protection doivent être envisagées en prenant en compte la pratique spéléologique. Les structures de la fédération française de spéléologie seront donc associées aux démarches de conservation, afin de concilier préservation de ces espèces et activité spéléologique, dont l'impact sur les invertébrés souterrains est généralement limité, voire dans certains cas très faible ou nulle.

Une espèce d'isopode aquatique, retenue dans la liste des espèces pour lesquelles la France a une responsabilité forte, se trouve en Poitou-Charentes. Il s'agit du ***Gallasellus heiley Legrand 1956***, espèce endémique du bassin de la Charente et de l'île d'Oléron, appartenant à un stock ancien de lignées atlantiques, isolé phylogénétiquement et géographiquement. Son aire de répartition, sanctuaire pour cette espèce relicte, se situe notamment à Puits Garenne dans la localité de Saint-Denis, au nord de l'île d'Oléron, creusé dans les calcaires du Portlandien.

Cette espèce étant très peu connue, des mesures de prospection seront sans doute nécessaires avant d'envisager de créer un outil de protection répondant à « l'objectif 2% ».

Afin de pouvoir mettre en œuvre la déclinaison régionale de la SCAP*, la DREAL Poitou-Charentes a chargé l'association Poitou-Charentes Nature de réfléchir à un plan de protection et de sauvegarde de l'espèce.

Dans cet objectif, PCN a convié une quinzaine d'experts (scientifiques, techniques et décisionnaires) à se réunir pour échanger et faire le point lors d'un « Séminaire national Gallaselle » qui s'est tenu à l'université de Poitiers, le 20/09/2012. Il a été souligné le besoin critique d'études complémentaires pour mieux cerner la répartition et les menaces qui pèsent sur les populations de gallaselles, mais aussi la nécessité de prendre en compte la dimension habitat et faune associée avant de pouvoir envisager la mise en place de mesures de protection fortes, concrètes et pérennes (cf. extrait ci-dessous des Actes du séminaire, p. 10).

15h45 : **Suites à donner au projet de prospection et protection de la Gallaselle – échanges et débats menés par Michel Caillon**

• Reconnaissance unanime de la nécessité d'une phase d'étude en amont (délimitation de l'aire de répartition, estimation d'abondance, identification des menaces potentielles), avant d'envisager des mesures de protection concrètes (cf. **Julian Branciforti**)
• **Annabelle Désiré** demande à **Christian Juberthie** comment sont protégées les autres espèces stygobies ailleurs en France / réponse : par protection d'habitat avant tout
• Proposition par **Annabelle Désiré** de la mise en place d'un Arrêté Préfectoral de Biotope (APB) sur le site historique de Bataillé – qui demeure la référence scientifique même si ce n'est peut-être pas le site le plus riche – pour limiter les menaces futures (mesure simple, opérationnelle rapidement si consensus)
• Interventions de **François Alamichel**, **Jean-Luc Rouy** et **Daniel Dinand** pour connaître les restrictions d'usage liées à un APB / réponse d'**Annabelle Désiré** : possibilité de faire préciser dans le texte la continuité des activités spéléologiques sur le site (un document envoyé par la suite et présentant la position du Spéléo-Club Poitevin figure en ANNEXE 5, p. 32)
• Reconnaissance unanime de la nécessité d'actions de sensibilisation auprès des élus et autres acteurs locaux de la commune de Gournay-Loizé et du canton de Chef-Boutonne (rencontre, affichage, balisage, etc.)
• **Francis Bichot** rappelle que le BRGM effectue des analyses régulières de la qualité des eaux à la fontaine de Sompt (exsurgence de la rivière souterraine de Bataillé)
• **Michel Caillon** fait savoir que le SAGE Boutonne souhaite s'impliquer dans ce projet
• **Élisabeth Lemoine** souligne que les techniciens de rivière sont des interlocuteurs locaux de premier choix pour ce type d'étude et de projet
• Unanimité sur le bien-fondé de commencer les prospections en priorité sur les bassins versants de la Boutonne et de la Charente
• **Annabelle Désiré** rappelle que la DREAL finance la phase préparatoire de ce projet (défraiement des participants pour cette journée du 20 septembre et matinée de terrain du 21 + réunion préalable du 4 juin 2012 + journées à venir de sensibilisation auprès des élus et acteurs locaux de Bataillé)
• **Annabelle Désiré** signale qu'une demande a été faite auprès de sa hiérarchie à la DREAL pour assurer le commencement de la 2° phase du projet (prospections de terrain autour de Bataillé) avec une réponse à espérer courant janvier 2013
• **Michel Caillon** et **Annabelle Désiré** indiquent qu'une personne à la DREAL Poitou-Charentes et/ou au Ministère est en charge de donner des informations et conseils sur le financement de projets par mécénat d'entreprise
• **Michel Caillon** précise que la Fondation LISEA Biodiversité (ligne LGV – groupe Vinci) va être créée d'ici quelques semaines et s'est montrée d'ores et déjà très intéressée par le projet
• **Michel Caillon** évoque la nécessité de recruter un chargé de mission pour mener à bien les futures prospections de terrain, et suggère un candidat en la personne de François Lefebvre pour ses connaissances de la "faune crustacés" locale (thèse à l'université de Poitiers sur les isopodes terrestres, et auteur d'un bilan/inventaire sur la biodiversité des crustacés paru dans le Bulletin Vienne Nature, Hiver 2011–2012)
• **Didier Bouchon** suggère de monter un sujet de stage (Master 1 ou Master 2 ?) autour de ce projet, mais rappelle la nécessité de rémunération du stagiaire (environ 420 €/mois si stage de plus de 2 mois) sur des fonds externes au laboratoire
• **Michel Caillon** propose la publication d'un "Acte de Séminaire" lié à cette journée, et demande aux principaux orateurs de fournir un court résumé de leur intervention
• **Pierre Juchault** suggère de donner la parole à Christian Juberthie pour la conclusion de cette journée
• **Christian Juberthie** souligne la diversité des participants et la qualité des interventions, fait savoir qu'il a été ravi de cette journée, et qu'il souhaiterait voir cette initiative s'étendre à d'autres régions en France.

Clôture à 17h30

2. OBJECTIFS & RÉSULTATS ATTENDUS

L'objectif de cette étude est d'acquérir les connaissances préalables et nécessaires à la protection intégrée d'une espèce cryptique à haute valeur patrimoniale. Cela implique un premier volet de prospection de terrain en vue de mieux cerner la répartition et l'abondance des populations de gallaselles, et un second volet d'analyses en laboratoire en vue de cibler ses préférendums écologiques, de retracer les liens phylogéniques entre ses populations, et de caractériser la faune associée et ses habitats.

Dans le détail, les indicateurs attendus consistaient *a minima* en :

- 1 base de données géoréférencée des sites prospectés
- 1 base de données géoréférencée de la faune inventoriée
- 1 cartographie des sites et habitats à gallaselles
- des propositions concrètes de sites et mesures de protection

Au-delà, considérant le nombre de partenaires impliqués ou pressentis initialement (N = 14), et la thématique sensible des ressources en eau souterraine, il était convenu de développer tout particulièrement les aspects suivants :

- la formation (partenaires et étudiants)
- la sensibilisation (élus, scolaires et acteurs de l'eau en région)
- la bio-indication (occurrence faunistique et qualité des eaux)
- la valorisation (articles de presse et internet, publications scientifiques)

En accord avec les différents partenaires, un protocole d'actions et un calendrier de travail correspondant à ces tâches avait initialement été proposé, et prévoyait l'embauche d'un chargé de mission dédié, à mi-temps et sur 2 ans, de mars 2013 à mars 2015. Pour des raisons multiples (logistiques, budgétaires, et personnelles), le programme s'est un peu décalé dans le temps, pour s'étaler de juin 2013 à décembre 2015.

3. PRÉSENTATION DES HABITATS & DE LA STYGO-FAUNE

3.1. Hydrogéologie régionale

Sur le plan géologique la région Poitou-Charentes est au carrefour de 2 massifs anciens et 2 grands bassins sédimentaires. Le Massif armoricain affleure au nord-ouest (Bressuirais et Gâtine poitevine) et les premiers contreforts du Massif central sont visibles au sud-est (Confolentais, Montmorillonais). Entre ces 2 zones de reliefs (369 m d'altitude maximale), le socle cristallin du Primaire, en continuité géologique sous-jacente, est recouvert par des roches sédimentaires du Secondaire : calcaires du Jurassique au niveau du « seuil du Poitou », et du Crétacé de part et d'autre, vers le Bassin parisien au nord-est et le Bassin aquitain au sud-ouest (cf. Figure 1).

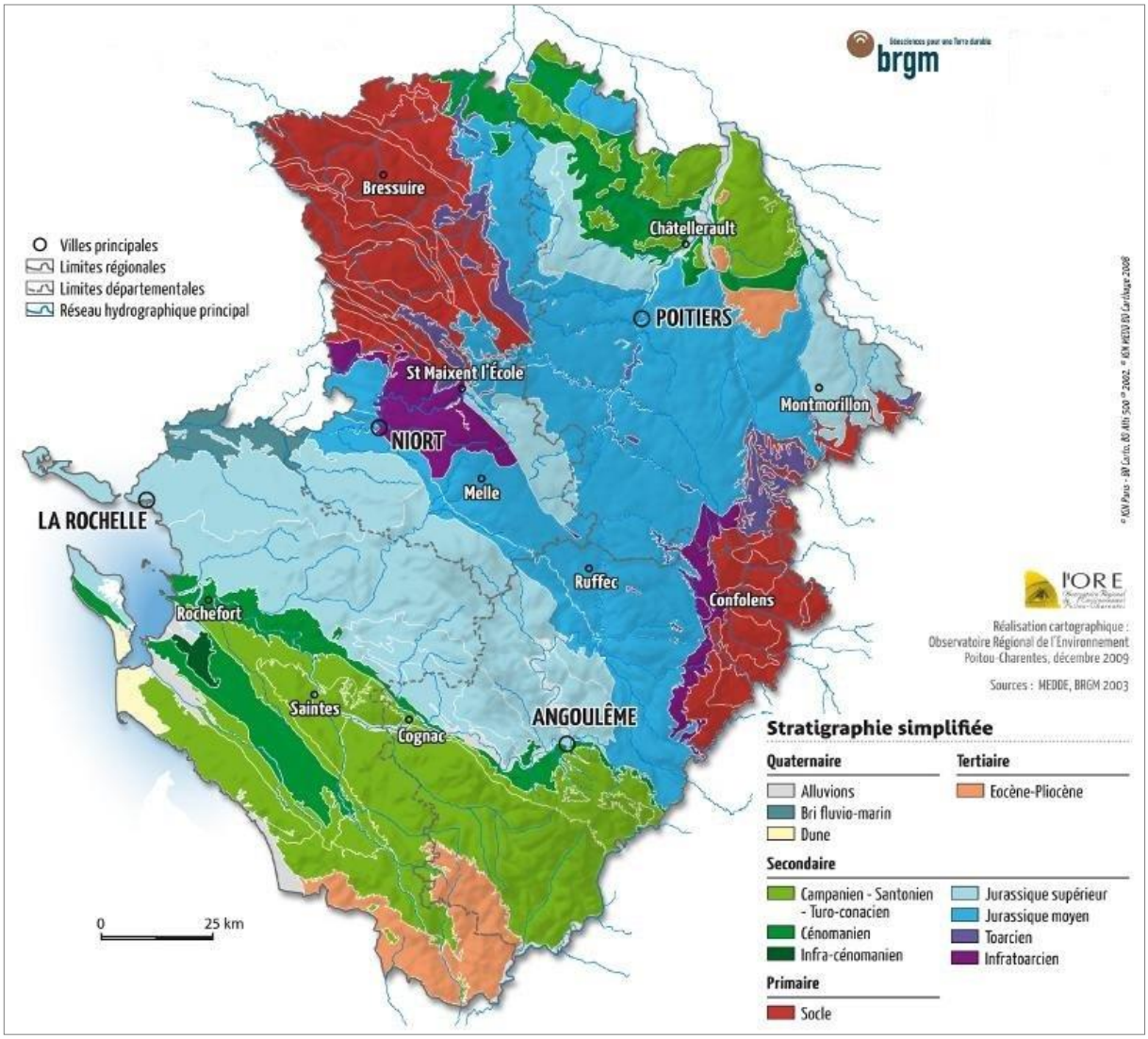


Figure 1 : Géologie et stratigraphie régionale (cartographie BRGM-ORE)

Peu d'évènements ont marqué la géologie régionale au Tertiaire hormis un dépôt de sable coquiller laissé par la « mer des faluns » au nord-est (Mirebalais), et des sables argileux dans les pointes sud charentaises (cf. Figure 2). Au Quaternaire, les avancées et reculs de la mer au niveau d'une zone déprimée et plus érodable (calcaires du Callovien-Oxfordien) ont ouverts le bassin de la Sèvre niortaise et formés une vaste cuvette à l'origine du Marais poitevin. À l'échelle régionale, il en découle une très grande diversité géologique depuis les roches cristallines jusqu'aux argiles des marais littoraux du Quaternaire récent*.

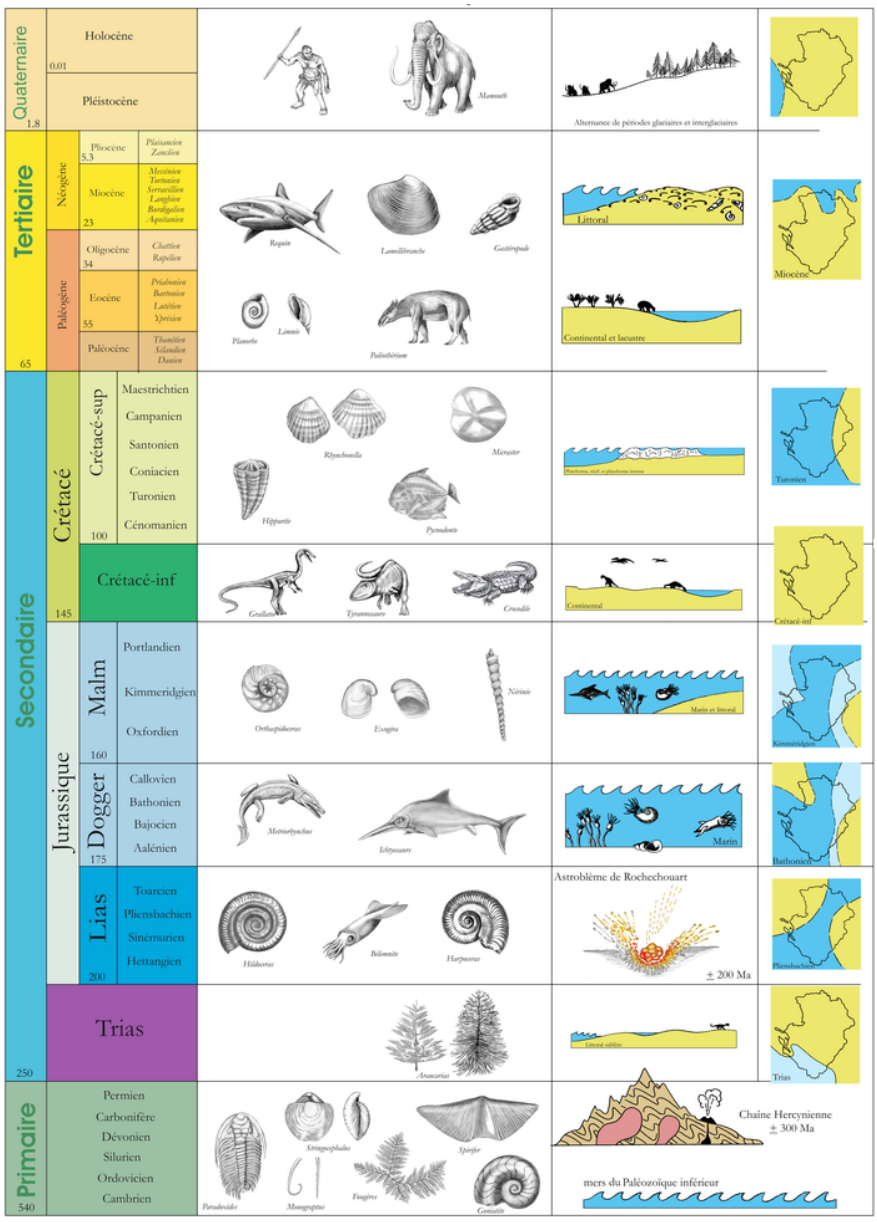


Figure 2 : Échelle des temps géologiques (illustration BRGM-PC)

---

* *la région abrite 4 sites et autant de couches qui servent de référence géologique internationale (stratotypes) : le Toarcien (-175 à -174 Ma, Secondaire Jurassique), le Coniacien (-90 à -87 Ma, Secondaire Crétacé), le Santonien (-83 à -87 Ma, Secondaire Crétacé), et le Campanien (-72 à -83 Ma, Secondaire Crétacé)*

En lien direct avec le faciès des roches en sous-sol, 4 grands types d'aquifères* sont identifiés en région Poitou-Charentes : aquifères de socle*, aquifères des calcaires karstiques*, aquifères des calcaires fissurés*, aquifères des formations sableuses et alluvionnaires* (nomenclature BRGM, cf. BICHOT & GENNAT, 2013). Les aquifères karstiques, par ailleurs très productifs, sont ici particulièrement bien représentés (cf. Figure 3) : les ressources en eau souterraine du Poitou-Charentes sont donc importantes, mais le plus souvent à faible profondeur, ce qui les rend vulnérables aux aléas climatiques et aux pollutions de surface (RPDE, 2011).

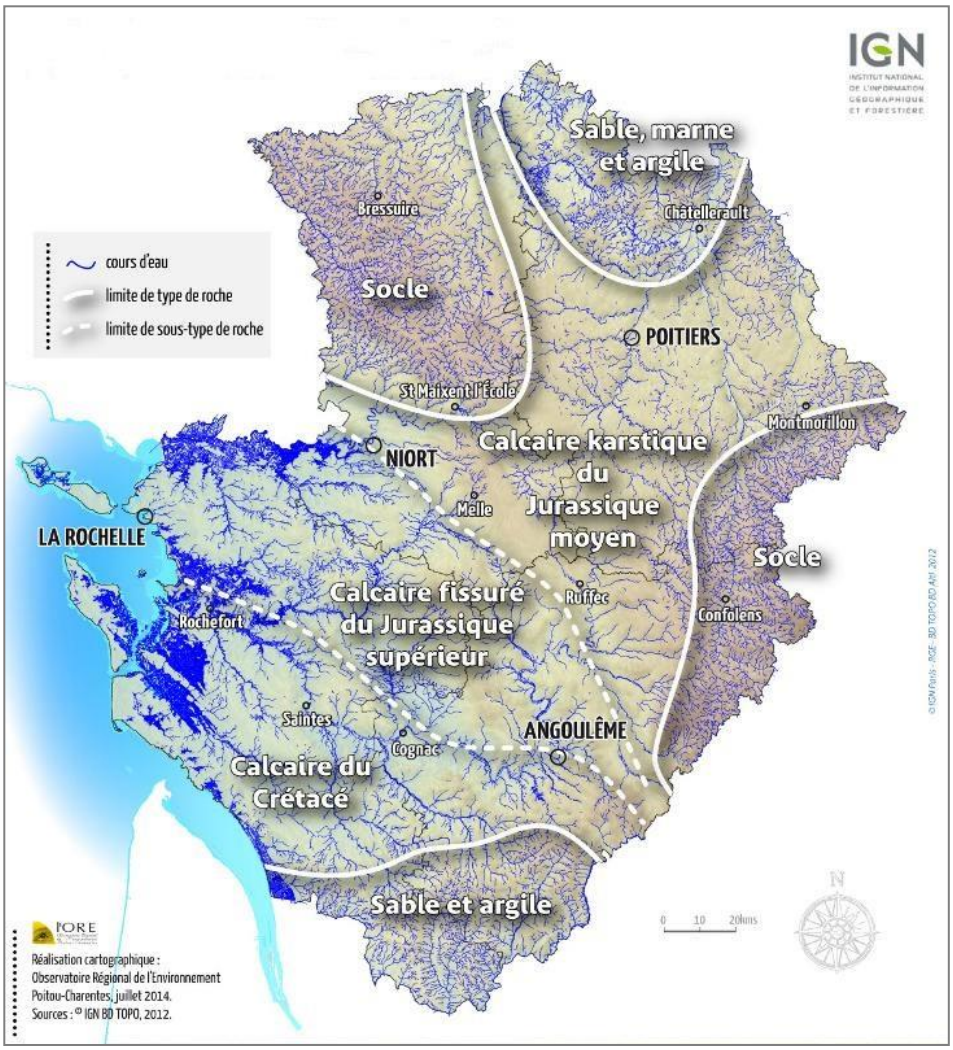


Figure 3 : Aquifères et hydro-géologie régionale (cartographie IGN-ORE)

Ces masses d'eau souterraine alimentent un réseau hydrographique de surface assez dense avec près de 17 000 km de linéaire au total (des sources aux estuaires), mais inégalement réparti sur le territoire régional. Il est particulièrement développé (chevelu important, cf. Figure 3 précédente) dans les zones où le ruissellement l'emporte sur l'infiltration, en zone de socle notamment, et dans la pointe sud charentaise (sables et argiles). Sur les calcaires et marnes du Jurassique, le réseau hydrographique est bien souvent limité à quelques grands cours d'eau ; il devient même quasi-inexistant dans les secteurs à dépôts sableux du littoral charentais (dunes et marais côtiers).

L'ensemble des cours d'eau du Poitou-Charentes convergent vers 5 fleuves majeurs qui définissent autant de grands bassins versants* (cf. Figure 4, ci-après) :

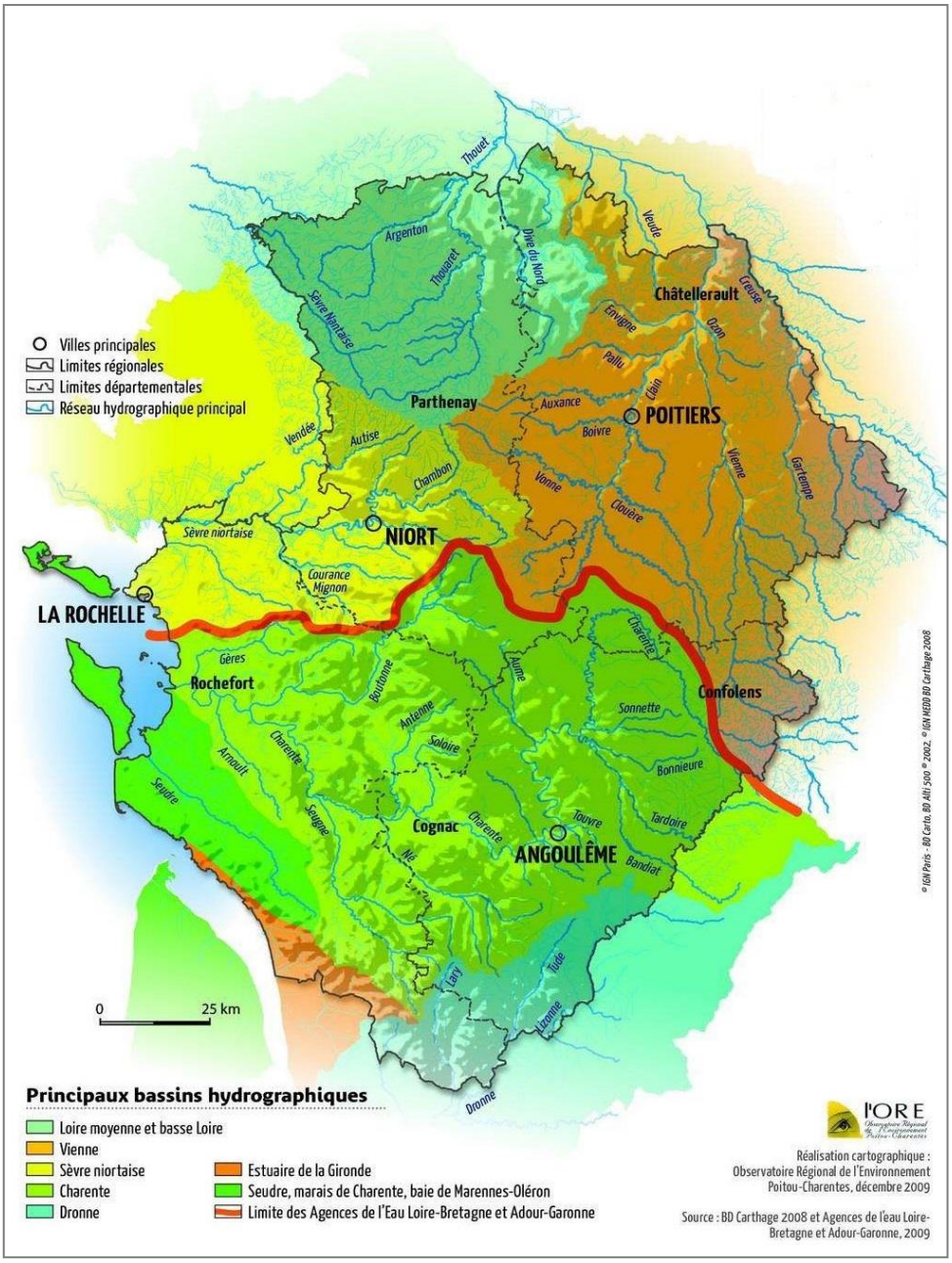


Figure 4 : Grands bassins versants régionaux (cartographie CARTHAGE-ORE)

• la Charente : fleuve de 380 km (bassin versant de 10 000 km^2) ; c'est la colonne vertébrale de la région ; prend sa source à Chéronnac (en limite régionale, 87), traverse la région d'est en ouest, débouche entre Fourras et Port-des-Barques (17) ; les 4 îles atlantiques (Oléron, Ré, Aix et Madame) sont pour partie dans son paléo-bassin ; s'étend sur les 4 départements ; ses principaux affluents sont la Boutonne, la Touvre et la Seugne ;

• la Loire : premier grand fleuve de France avec 1 000 km (bassin versant de 117 000 km² au total) ; s'étend au nord de la région sur 20 % de son territoire ; ses principaux affluents sont la Vienne, le Clain, la Creuse et le Thouet ;

• la Sèvre niortaise : fleuve de 158 km (bassin versant de 2 200 km²) ; sa source est en région (Sepvret, 79) et son estuaire entre Charron (17) et Puyravault (85) ; sa moyenne et basse vallée sont à l'origine du Marais poitevin ; ses principaux affluents sont l'Egray, l'Autize, le Lambon et le Mignon ;

• la Seudre : petit fleuve entièrement charentais de 68 km (bassin versant de 855 km^2) ; prend sa source à Saint-Genis-de-Saintonge (prox. Pons, 17) et débouche entre Marennes et La Tremblade (17) ;

• la Garonne/Gironde : grand fleuve de 722 km (bassin versant de 55 000 km^2) ; prend sa source en Espagne ; débouche dans l'estuaire de la Gironde, entre Les Mathes (17) et Le Verdon-sur-Mer (33) ; ses principaux affluents en région sont l'Isle et la Dronne (*via* la Dordogne)[*].

[*] *il existe aussi une multitude de petites rivières et canaux côtiers aux contours très changeants et anthropisés, notamment le long de l'estuaire de la Gironde*

3.2. Habitats aquatiques souterrains & stygo-faune

De par leur importance — 97 % du volume d'eau douce non englacée — les eaux souterraines constituent un véritable « océan continental » sous nos pieds. Ces aquifères***,** définis sur des bases physique et géologique, sont autant de milieux de vie pour tout un cortège d'espèces animales, collectivement appelés faune stygobie***** ou stygo-faune*.

Figure 5 : Représentation schématique d'un cortège d'espèces stygobies dans leur milieu naturel (ici, aquifère sableux / alluvionnaire*). A : crustacé isopode Asellidae, B : crustacé amphipode Niphargidae, C : crustacé syncaride Bathynellidae, D : crustacé copépode Parastenocarididae, E : crustacés ostracode Candonidae, F : crustacé copépode Cyclopidae, G : annélide oligochète, H : mollusque gastropode Bythinellidae, I : biofilm*. (d'après DANIELOPOL et al., 1994)*

Les ancêtres des stygobies***** étaient des animaux qui vivaient dans les eaux continentales de surface, et qui se sont secondairement adaptés (sous l'effet de différentes pressions climatiques, écologiques ou simplement par opportunisme) aux conditions de vie des milieux aquatiques souterrains (HOLSINGER, 2000).

---

* *en référence au « Styx », fleuve souterrain parcourant les enfers dans la mythologie grecque*

La première et plus évidente caractéristique de ces milieux souterrains est l'absence de rayonnement solaire (obscurité partielle ou totale permanente). Écologiquement, cela limite la production primaire (absence de fait de photosynthèse), et entraîne une extrême pauvreté en ressources nutritives comme en oxygène (MALARD & HERVANT, 1999). Physiologiquement, les stygobies* ont un métabolisme respiratoire et une activité motrice ralentis, à cause notamment des périodes de jeûne prolongé qu'ils peuvent subir (corrélativement, les organismes souterrains vivent généralement plus longtemps que les organismes de surface, GIBERT *et al.*, 1994). Morphologiquement, l'absence de lumière a rendu facultatif la présence de pigmentation et de récepteurs oculaires ; tous les animaux stygobies* sont donc aveugles et nous apparaissent blancs. Parallèlement, et sous l'effet de la pauvreté nutritionnelle, ils présentent des organes chémo-récepteurs souvent très développés, capables de les orienter à distance vers des sources de nourriture sur la base de quelques molécules dissoutes.

Malgré les apparences, et une taille contrainte, la stygo-faune présente une grande disparité de formes et diversité d'espèces (cf. encyclopédies biospéologiques de JUBERTHIE & DECU, 1994, 1998, 2001). Elle comprend peu de vertébrés (le plus célèbre d'entre eux étant sans aucun doute le protée, un amphibien que l'on ne retrouve plus aujourd'hui que dans les Balkans), mais tous les grands groupes d'"invertébrés" sont représentés : crustacés, insectes, arachnides, myriapodes, mollusques, annélides, helminthes, etc., sans compter les protistes et autres bactéries qui vivent librement de manière planctonique ou regroupés sous forme de biofilms* (cf. Figure 5 précédente).

Endémicité & rareté

Les espèces stygobies* sont souvent rares et endémiques* (70 % de la stygo-faune française n'est pas répertoriée hors de France !). Ce fort taux d'endémisme semble pouvoir s'expliquer par une très haute spécialisation (adaptation aux milieux souterrains) et par la nature fragmentée de leur habitat (pas ou peu de connectivité entre bassins versants*), ce qui favoriserait l'isolement des populations et les processus de spéciation (absence de flux génique). Par ailleurs, on compte dans les rangs des stygobies* de nombreuses formes relictes des temps anciens. La présence de ces "fossiles vivants" s'expliquerait par le maintien sur de très longs pas de temps (de l'ordre du million d'années) d'un milieu de vie tamponné et de conditions micro-climatiques constantes (alors que leurs proches parents de surface auraient disparu sous l'effet de conditions de vie extérieures plus changeantes).

Quelques 7 000 espèces stygobies* sont recensées de par le monde, et près de 400 en France (cf. FERREIRA *et al.*, 2007). À toutes les échelles, la stygo-faune est dominée par le groupe des crustacés (2 000 espèces dans le monde, 230 en France), et, dans une moindre mesure, par les mollusques (600 espèces dans le monde, 80 en France) puis les Annélides (500 espèces dans le monde, 25 en France) *.

* *ce qui fait dire « que les crustacés sont à la faune stygobie ce que les insectes sont à la faune terrestre »*

En France, la stygo-faune est relativement bien connue (comparativement aux autres pays) ; ceci est en partie dû à la présence historique d'une grande école biospéologique française, avec quelques laboratoires pionniers et autant de zones intensément inventoriées alentours : Moulis, pour les Pyrénées et le quart sud-ouest, Lyon pour le Rhône-Alpes et le quart sud-est, et Dijon pour le quart nord-est de la France (cf. Figure 6).

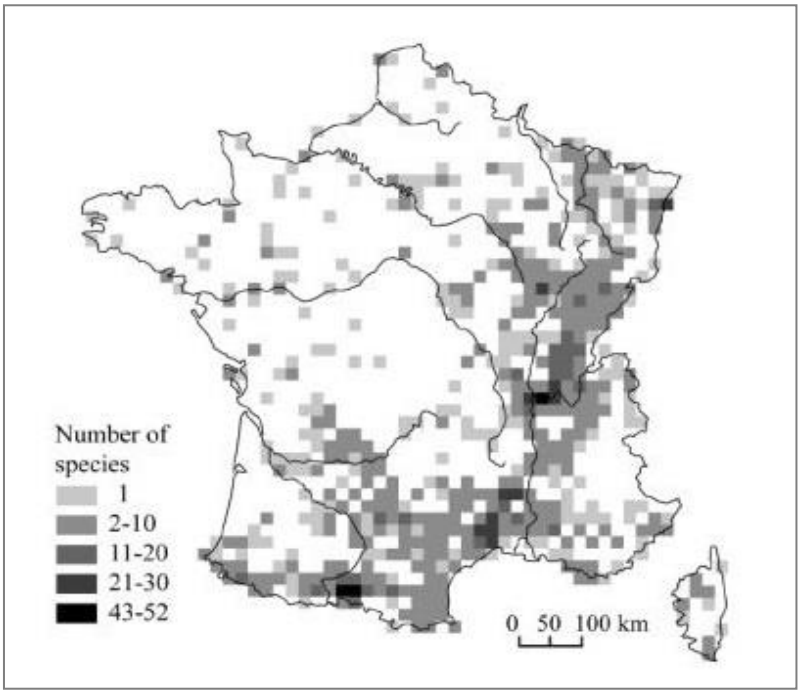


Figure 6 : Richesse spécifique de la stygo-faune française (d'après FERREIRA et al., 2007)

La stygo-faune régionale du Poitou-Charentes, et du grand quart nord-ouest en général, reste par contre relativement méconnue, faute de prospections et d'inventaires (et aussi de spécialistes locaux capables de les identifier). Tout juste connaissait-on avant étude une quinzaine d'espèces, pour l'essentiel des mollusques et de crustacés, dont la Bythinelle de Lusignan (cf. encart ci-dessous) et la Gallaselle (cf. bilan-inventaire LEFEBVRE, 2012).

La **Bythinelle de Lusignan** (*Bythinella jourdei*) est une espèce récemment découverte et décrite (BERNASCONI, 2000) à partir de spécimens collectés par Philippe JOURDE (LPO Rochefort) dans quelques sources aux alentours de Lusignan (Sud Vienne). En raison de son aire de distribution (connue et supposée) restreinte, cette espèce a – de fait – été classée « vulnérable » sur les Listes rouges mondiale et européenne (cf. UICN), et figure sur la liste des Espèces déterminantes en Poitou-Charentes (JOURDE & TERRISSE, 2001).

3.3. La Gallaselle, une spécificité (pas tout à fait) régionale

La Gallaselle est un petit crustacé endémique* du grand centre-ouest de la France qui a été découvert en 1955 dans la rivière souterraine de Bataillé (commune de Gournay-Loizé, Deux-Sèvres) par Gabriel HEILY†, spéléologue poitevin et technicien CNRS au laboratoire de Biologie animale de l'université de Poitiers. L'espèce fut officiellement décrite l'année suivante par le professeur Jean-Jacques LEGRAND† (directeur fondateur de ce même laboratoire) et dénommée *Asellus heilyi* en hommage à son découvreur (cf. LEGRAND, 1956).

C'est suite à de nouvelles collectes à la rivière souterraine de Bataillé, et à son exsurgence* aux fontaines de Sompt, dans les années 1970, qu'elle fut ré-étudiée par deux chercheurs dijonnais, Guy MAGNIEZ† et Jean-Paul HENRY, et placée dans un nouveau genre taxonomique spécifiquement créé, *Gallasellus* (étymologiquement, "Aselle de Gaule"), pour mieux rendre compte de son caractère unique en France et en Europe (HENRY & MAGNIEZ, 1977).

Depuis, elle a fait l'objet de quelques rares et sporadiques observations, en Charente-Maritime, toujours dans le bassin versant* de la Charente (sous-bassin* de la Boutonne), mais également sur l'Île d'Oléron (en fait le paléo-bassin de la Charente), dans le bassin versant* de la Sèvre niortaise, et enfin dans le département de l'Indre (hors Poitou-Charentes donc) dans le grand bassin versant* de la Loire (cf. Figure 7 et Historique des observations en Annexe 2, p. 77).

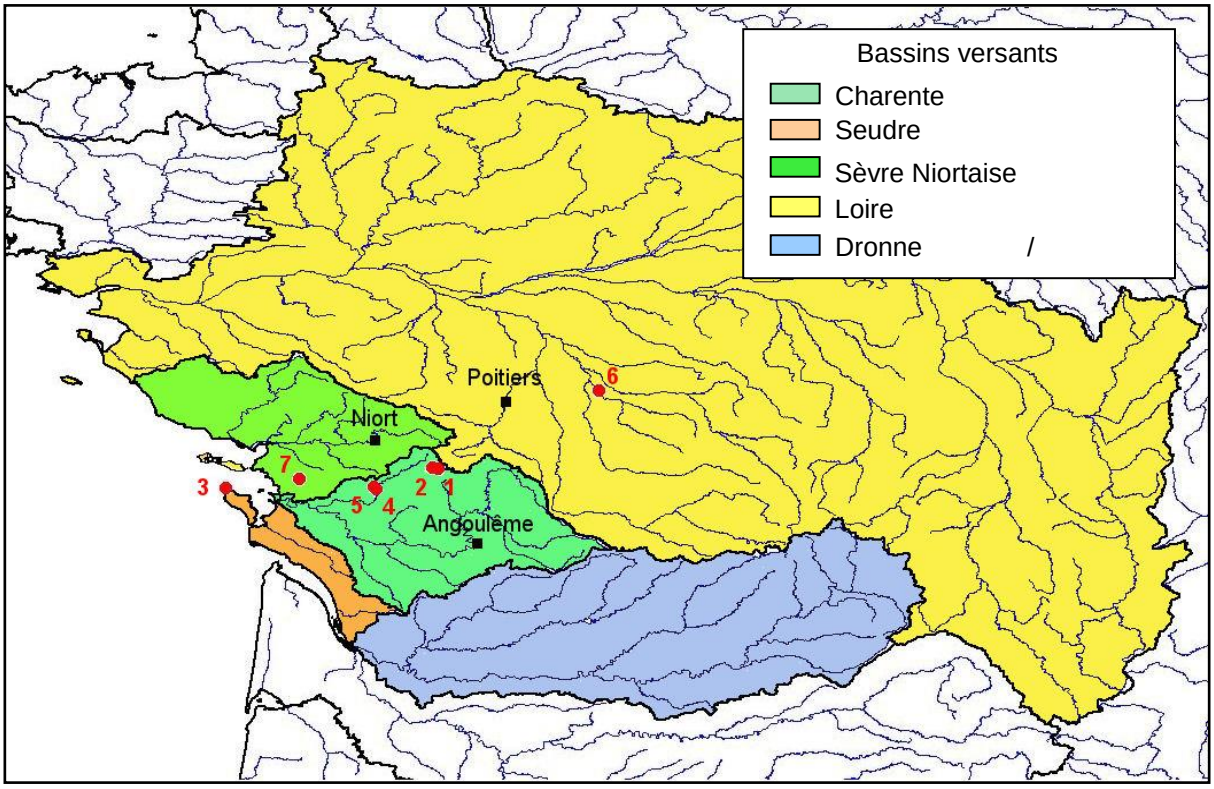


Figure 7 : Carte de répartition connue des gallaselles en 2012, par grand bassin versant, avec numérotation chronologique des collectes historiques : 1 - Gournay-Loizé (site de Bataillé, 79), 2 - Sompt (79), 3 - Saint-Denis-d'Oléron (17), 4 - Saint-Pierre-de-l'Isle (17), 5 - La Jarrie-Audouin (17), 6 - Mérigny (36), 7 - Le Thou (17)

Ci-dessus (Figure 7) la carte de répartition connue de l'espèce, telle que présentée en préambule de cette étude lors du Séminaire national Gallaselle, organisé à Poitiers en 2012 (cf. Actes LEFEBVRE *et al.*, 2013).

Lors de ce séminaire, les universitaires lyonnais Florian MALARD et Christophe DOUADY (laboratoire LEHNA, Lyon 1) nous avaient fait part des analyses ADN qu'ils menaient sur les échantillons de populations dont ils disposaient, avec des résultats préliminaires qui attestaient d'une proximité phylogénétique forte entre les spécimens picto-charentais et certains asellides nord-américains, filiation déjà pressentie sur la base de critères morphologiques et biogéographiques par son descripteur (cf. LEGRAND, 1956) et les universitaires dijonnais (cf. MAGNIEZ & HENRY, 2001). Aujourd'hui, ces liens phylogéniques sont scientifiquement reconnus sur des bases moléculaires (MORVAN *et al.*, 2013) de sorte qu'il existe assurément un bagage génétique commun entre le genre nord-américain *Caecidotea* (riche de plusieurs dizaines d'espèces) et le genre *Gallasellus*[*] qui aurait évolué à la marge à partir d'un stock ancien qui se serait fragmenté géographiquement lors de l'ouverture de l'Atlantique Nord à l'ère Secondaire.

C'est ce caractère d'espèce relique, endémique***** et patrimoniale, qui a été souligné dans la déclinaison régionale de la SCAP***** du 13/08/2010, et qui a justifié son classement en « espèce prioritaire » pour le Poitou-Charentes. Parallèlement, l'espèce *Gallasellus heilyi* a été classée dans la catégorie « vulnérable » de la liste des espèces menacées en France avec le caractère éligible 4-2 et la priorité N° 1, au même titre que plusieurs autres crustacés stygobies***** potentiellement présents en Poitou-Charentes (UICN-MNHN, 2012). Elle n'apparait par contre pas dans la liste régionale des espèces classées « déterminantes », seuls les crustacés décapodes ayant été pris en compte à cette date (cf. JOURDE & TERRISSE, 2001). Elle ne bénéficie pas non plus du statut réglementaire d' « espèce protégée », et peut donc légalement faire l'objet d'étude dans son milieu naturel comme en laboratoire, sans autorisation/dérogation spécifique préalable.

---

[*] *les données morphologiques et génétiques acquises récemment par l'équipe de Lyon 1 attestent de l'existence probable non pas d'une mais de plusieurs espèces de gallaselles (F. MALARD & C. DOUADY, comm. pers., 2012-2016). Dès lors, il convient de réserver le terme Gallaselle (au singulier – sensu* G. heilyi*) aux spécimens du site historique de Bataillé, et de préférer le pluriel gallaselles (ou* Gallasellus *spp.) pour faire référence à l'ensemble des individus et populations (sans distinction d'espèce) collectés dans le grand centre-ouest de la France.*

4. MÉTHODES & MOYENS MIS EN OEUVRE

4.1. Formation des acteurs

[en amont : séjour de François LEFEBVRE et Michel CAILLON auprès de Claude BOU (biospéologue), pour une formation initiale et prêt de matériel (18-19 décembre 2012, Albi) / formation au logiciel cartographique QGIS de François LEFEBVRE par Arnaud VAUDELET (ORE-PC) pour une préparation au "projet Gallaselle" (février – mai 2013, Chasseneuil-du-Poitou)]

- Initiation de François LEFEBVRE par Florian MALARD et Christophe DOUADY (université Lyon 1) aux techniques professionnelles d'échantillonnage en hydro-systèmes souterrains, préparation et conservation d'échantillons, tri et identification taxonomique de la stygo-faune sous matériel optique de laboratoire (Villeurbanne, 24 – 26 juillet 2013)

- Formation des spéléologues régionaux (SCP et CDS-79) par François LEFEBVRE aux techniques de prélèvements et conditionnements des échantillons, en vue d'une participation active et ciblée de la communauté spéléologique locale (Jazeneuil, 16 novembre 2013)

- Formation de l'étudiante Marjorie DELANGLE (filière Master 2 Génie Écologique de l'université de Poitiers) aux techniques d'échantillonnage en hydro-systèmes souterrains, à l'identification taxonomique des animaux collectés, à la mise au point d'un protocole expérimental d'étude en laboratoire, aux techniques d'analyses cartographiques et statistiques des données (co-tutelle VN & univ. Poitiers, 17 février – 17 août 2014).

- Formation de l'étudiant Nil GODÉ (filière Master 1 Génie Écologique de l'université de Poitiers) aux techniques de descente et progression spéléologiques (SCP), d'échantillonnage en hydro-systèmes souterrains et à l'identification taxonomique des animaux collectés (co-tutelle PCN & univ. Poitiers, 27 avril 2015 – 19 juin 2015).

4.2. Rencontres inter-partenariales

Présentation du programme, désignation de personnes ressources/référentes, rôles et retours attendus des partenaires

- Communauté spéléo CSR-PC (interlocuteur : François ALAMICHEL ; Biard, 10 juillet 2013 et 24 janvier 2014)

- BRGM-PC (interlocuteur : Francis BICHOT ; Saint-Benoît, 16 juillet 2013)

- Université Lyon 1 (interlocuteurs : Christophe DOUADY & Florian MALARD ; Villeurbanne, 26 juillet 2013)

• Université de Poitiers (interlocuteurs : Didier BOUCHON, Pierre GRÈVE & Catherine SOUTY-GROSSET ; Poitiers, 16 septembre 2013)

• Associations du réseau PCN (interlocuteurs : Nicolas COTREL, Michel BONNESSÉE, Jean-Michel AMIOT pour DSNE, Catherine DEMARCQ pour SOS-RE / NE-17 ; Niort, 6 novembre 2013)

4.3. Stratégie d'échantillonnage

La méthodologie appliquée répond à celle d'un échantillonnage multi-stratifié (conformément aux recommandations du programme européen PASCALIS ; cf. STOCH *et al.*, 2004), adapté aux caractéristiques locales. L'ensemble – très vaste et hétérogène – des sites potentiels est subdivisé en grandes unités primaires (ou strates), mutuellement exclusives et collectivement exhaustives. Au sein de la première strate, un second échantillonnage est effectué sur la base de la seconde strate, et ainsi de suite (dans la mesure du possible) de manière hiérarchique. L'une des principales qualités de la méthode est de prendre en compte les sources de variabilité (connues *a priori*), tout en optimisant l'effort d'échantillonnage (cf. COCHRAN, 1977). Ici, les grandes unités ainsi définies par ordre hiérarchique sont :

• le département (découpage purement administratif, N = 4) : à peu près homogènes en taille, et correspondant à des unités de travail effectives sur le terrain (structuration départementale des assos et clubs partenaires) ;

• le bassin versant* (découpage hydro-géographique, N = 5) : inégaux en taille, mais mutuellement exclusifs, et correspondant à des barrières d'isolement biologique ;

• l'aquifère* (découpage hydro-géologique, N = 4) : inégaux en volume, mais correspondant aux grands types de réservoirs d'eau souterraine ;

• la géologie (découpage géo-chronologique, N = 4 ères) : inégaux en amplitude, mais avec beaucoup de variabilité à l'échelle régionale.

4.4. Catégorisation des habitats

À plus petite échelle, 4 grands types d'habitats* peuvent être définis (d'après le contexte hydro-géologique local) comme milieu de vie potentiel pour les gallaselles et la stygo-faune :

---

* *catégorisation classiquement adoptée en hydrobiologie souterraine, mais par nature arbitraire ; ainsi, par exemple, les sources et rivières souterraines ne sont que les continuums d'un même hydro-système souterrain*

• source : exutoire (exsurgence*/résurgence*) d'un flux d'eau souterrain au niveau de la surface du sol, dans un environnement naturel (vasque, griffon) ou anthropisé (fontaine, bassin, lavoir). Écologiquement, c'est un habitat à faciès rhéotique* (pour les sources pérennes), en obscurité partielle ou totale, et en continuité directe avec les eaux de surface.

• nappe souterraine : masse d'eau sans flux et/ou exutoire connu, dont l'accès se fait *via* un puits ou un regard (= nappe phréatique*), un forage (= nappe captive profonde), une cavité artificielle (mine, carrière, cave) ou naturelle (gouffre, grotte). Écologiquement, c'est un habitat à faciès lentique*, en obscurité quasi-totale et permanente, et isolé (faunistiquement) des eaux de surface.

• rivière souterraine : cours d'eau souterrain dont l'accès se fait *via* une cavité naturelle (gouffre, grotte) ou artificielle (mine, carrière, cave) ; c'est la « cavité active » des spéléologues. Écologiquement, c'est un habitat à faciès rhéotique*, en obscurité totale et permanente, et généralement bien isolé (faunistiquement) des eaux de surface (si toutefois le point de collecte est suffisamment loin de l'exutoire ou de la perte amont s'il s'agit d'un méandre souterrain d'un cours d'eau de surface).

• sous-écoulement : lit hyporhéique* des cours d'eau de surface. Écologiquement, c'est un habitat à faciès rhéotique*, en obscurité quasi-totale et permanente (à partir de 10-15 cm), et en continuité directe (faunistiquement et physiquement) avec les eaux de surface sus-jacentes.

4.5. Modalités de prélèvement

À chacun de ces habitats, et de ses points d'accès, correspond un appareillage propre de prélèvement, tels que répertoriés dans le Protocole standard européen, développé lors du programme PASCALIS, piloté par l'équipe lyonnaise (cf. MALARD *et al*., 2002, et Figure 8 A).

Dans le cas des sources*, le protocole est à adapter au faciès de l'exutoire, en s'assurant de collecter au point le plus amont et obscur physiquement accessible, à l'aide d'un :

• « filet à mains » utilisé comme piège filtrant, et positionné (à la manière d'un filet Surber) 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 ;

• « filet à mains » 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 (concrètement quand un "œil de source" n'est pas individualisable ou accessible).

Remarques : relative facilité de mise en œuvre, mais problème de co-occurrence/concurrence avec des espèces aquatiques de surface (à l'exception notoire des sources vauclusiennes à très haut débit nécessitant l'intervention d'un spéléo-plongeur et dont la force du courant prévient toute mixité avec les biocénoses de surface).

Dans le cas des nappes souterraines, la collecte se fait typiquement par le dessus 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 (Figure 8 B).

  Remarques : accès et/ou échantillonnage parfois délicat (manipulation souvent à l'aveugle), mais pas de problème de co-occurrence/concurrence avec des espèces aquatiques de surface.

Dans le lit des cours d'eau de surface, la collecte s'opère au moyen d'une :

- sonde/pompe (de type Bou-Rouch) dont la manipulation consiste à enfoncer profondément dans le substrat (20-120 cm) un tube métallique muni d'une crépine, à aspirer l'eau à l'aide d'une pompe montée sur l'autre extrémité, et enfin à filtrer la collecte en sortie de pompe (cf. Figure 8 C).

  Remarques : accès en général assez facile au lit du cours d'eau de surface, mais logistique matérielle assez lourde (ensemble sonde/pompe d'environ 1.5 m, masse-maillet en fer de 3-4 kg, filet, seau 10 L), etc.) ; procédé invasif et destructeur pour la styofaune récoltée, et problème de co-occurrence/concurrence avec des espèces aquatiques de surface qui se trouvent aspirées par le flux d'eau.

Dans le cas des rivières souterraines, la méthodologie d'échantillonnage consiste à poser un :

- « filet à mains » positionné au travers du flux d'eau (à la manière d'un filet Surber en milieu rhéotique*) devant lequel on brasse la surface du sédiment ou tous supports de vie présents dans le lit du cours d'eau (pierres, rochers, bois morts, etc.).

  Remarques : accès et/ou échantillonnage souvent compliqué par la logistique spéléo nécessaire pour y accéder, mais peu de problème de co-occurrence/concurrence avec des espèces aquatique de surface (cf. Figure 8 D & E).

Remarques générales : possibilité de complémentation de l'échantillonnage par "une chasse/collecte à vue" (à l'œil nu ou à la loupe de poche) par l'observation minutieuse des parois, du substrat et de tous supports de vie (bois morts, pierres, etc.) quand les conditions d'observation le permettent (immersion en milieu souterrain ou quasi-obscur, non perturbation préalable du milieu) (cf. Figure 8 F). Cette méthode complémentaire et sélective peut s'appliquer à la plupart des habitats précités (fontaine couverte, nappe ou rivière souterraine physiquement accessibles), et permet de collecter en douceur les animaux pour éventuellement les observer/photographier vivants et/ou mettre en élevage/expérimentation. Elle ne peut s'appliquer toutefois aux sous-écoulements hyporhéique* des lits de ruisseaux/rivières pour lesquels nous ne disposons que de la méthode de sondage/pompage. À noter que sur quelques sites (substrat rocheux ou maçonné, espace confiné, etc.), devant l'impossibilité d'enfoncer la sonde suffisamment profondément (> 20 cm), la méthode alternative de Karaman-Chappuis a été adoptée : creusement d'un petit trou dans le lit mineur + collecte du sédiment profond + filtration.

4.6. Protocole de prélèvement

Pour chaque appareillage, le protocole de prélèvement a été adapté d'après le Protocole standard européen (cf. MALARD *et al*., 2002, EU projet PASCALIS), ainsi :

- filet Cvetkov : 2 descentes/remontées après brassage de la colonne d'eau pendant 5 min. + récolte des contenus dans le réservoir de fond de filet
- pompe/sonde Bou-Rouch : 2 pompages de 10 L, à 2 profondeurs différentes ou à 2 endroits du lit mineur + filtrations
- piège filtrant/filtrage substrat : effort de collecte (temps de pose, brassage amont, filtration) compris entre 5 et 10 min.

À noter que quelque soit les moyens mis en œuvre, le filtrage terminal des collectes s'est opéré *via* des tamis/filets dont le vide de maille est ≤ 300 µm, ce qui permet de retenir la quasi-intégralité de la macrofaune et de la méiofaune (à l'exception des stades embryonnaires et juvéniles qui de toutes façons sont très difficilement déterminables et hors de portée de cette étude).

4.7. Relevés de terrain & conditionnement

Après filtration, le culot de collecte est conditionné dans un flacon de moyenne contenance (200 à 500 ml, à double bouchonnage et labellisation), et fixé immédiatement sur site par ajout d'alcool 99.9 % en quantité suffisante (après dilution) pour obtenir une solution de conservation à 70 % d'alcool minimum.

Après tri sous loupe binoculaire, les spécimens sont conditionnés par grands groupes taxonomiques dans des microtubes 2 ml conçus pour la longue conservation (joint torique), labellisés intérieur-extérieur, et remplis en totalité avec de l'alcool 99.9 %. En milieu et fin d'échantillonnage, ils ont été envoyés pour confirmation/détermination auprès de spécialistes de groupes préalablement contactés (cf. Tableau 3).

À noter qu'une fois extraits de leur milieu, tous les spécimens doivent être conservés dans une solution ≥ 70 % d'alcool, au risque de voir dégrader leurs molécules ADN, et de compromettre les analyses génétiques (séquençage) ultérieures.

Avant collecte, les paramètres physico-chimiques de température (T°), d'acidité (pH), de conductivité (Ev) et de turbidité (TDS) sont pris sur site (au plus proche de la mi-hauteur de la colonne d'eau dans la mesure du possible) au moyen d'une sonde multiparamètres de terrain. Un grand volume d'eau est prélevé (toujours au plus proche de la mi-hauteur de la colonne d'eau) de manière à mesurer, au moyen de kits de terrain, les paramètres d'oxgène dissous (O_2), d'ammonium (NH_4^+), de phosphate (PO_4^{3-}), de carbonate ($CaCo_3$), de sulfate (SO_4^{2-}), de nitrate (NO_3^-) et de nitrite (NO_2^-). Un prélèvement de 1 l d'eau est réservé et conditionné dans un flacon (à double bouchonnage et labellisation) de manière à pouvoir vérifier ultérieurement, au besoin, les mesures enregistrées.

En parallèle, une "Fiche Collecte" de terrain est renseignée de manière à consigner immédiatement, outre les paramètres physico-chimiques des eaux mesurés, les conditions de prélèvement et les principales caractéristiques du point de collecte, ainsi qu'un relevé faunistique et floristique des alentours immédiats. Ces informations recueillies sur site serviront, entres-autres, à éditer une "Fiche Topo" pour chaque site qui regroupe des données de toponymie, topographie, géolocalisation, hydrogéologie, ainsi que données historiques et patrimoniales (sources diverses dont riverains et SIP-PC), et une illustration photographique des lieux.

Les données relatives à l'identification de la faune collectée sont quant à elles consignées dans une "Fiche Tri & Dét." qui, outre les effectifs dénombrés pour chacun des grands taxons identifiés, reproduit les clichés de travail sous la loupe, et attribue à chaque site et chaque spécimen un code unique de conservation.

Ces fiches de travail, une fois toutes informatisées sous format PDF, seront archivées en ligne, et diffusées pour retour d'information auprès des principaux contributeurs (propriétaires, municipalités, riverains) et partenaires concernés.

4.8. Personnes ressources & documentation consultées

François ALAMICHEL (spéléologue, SCP) ; site internet *Lavoirs de France* (ALLONNEAU, 2013-2016) ; Jean-Michel AMIOT (hydrogéologue, DSNE) ; Bernard BALUSSEAU (géologue) ; Michel BONNESSÉE (DSNE) ; Claude BOU (biospéologue) ; portail cartographique *InfoTerre* (BRGM, 2013-2016) ; Michel CAILLON (hydrogéologue, PCN) ; *Sous les Deux-Sèvres* (CDS-79, 1979) ; Serge CHAIGNEAU (ONF-17) ; Mathieu CHARNEAU (ONEMA-16) ; Catherine & Jean-Louis DEMARCQ (SOS-RE / NE17) ; Daniel DINAND (spéléologue, GBS / CDS-17) ; Christophe DOUADY (univ. Lyon 1) ; *Le Patrimoine des Communes de la Charente-Maritime* (FLOHIC, 2002) ; *Le Patrimoine des Communes de la Vienne* (FLOHIC, 2002) ; Pierre GUY (PCN) ; *Étude faunistique d'eaux souterraines à la lisière septentrionale du bassin d'Aquitaine* (HUBAULT, 1934) ; portail cartographique *Géoportail* (IGN, 2013-2016) ; Pierre LE GALL (biologiste, Ré Nat / NE-17) ; François-Marie PELLERIN (hydrogéologue, DSNE / APIEEE) ; Olivier RÉAU (spéléologue, SASM / CDS-79) ; *Dictionnaire topographique du département de la Vienne* (RÉDET, 1881) ; Pierre ROSSIGNOL ; *Compilation des principales cavités actives en Vienne* (SCP, 2013) ; *Patrimoine lié à l'eau* (SIP-PC, 2013) ; *Sources en Vienne* (VN, 2013).

4.9. Matériels & logiciels utilisés

Sonde/pompe Bou-Rouch (x2 modèles, développés, fabriqués et prêtés par Claude BOU) ; filet phréato-biologique de type Cvetkov (fabriqué et prêté par Claude BOU) ; filet à mains (x2 modèles, fabriqués sur le modèle des lyonnais) ; filet en nylon 200 µm vide de maille (NITEX®), sonde de mesures multiparamètres T°/pH/Ev/TDS (HANNA® HI9813-6) ; kit "Winkler " de dosage O_2 (HANNA® HI3810) ; languettes et solutions de dosage colorimétrique NH_4^+/PO_4^{3-}/$CaCo_3$/NO_3^-/NO_2^-/SO_4^{2-} (QUANTOFIX®) ; flacons stériles 500 ml et 1 l, double bouchonnage (SDMO QUINIOU) ; loupe

trinoculaire x10-x40 (OPTIKA® SZM 2LED) ; caméra numérique (AMSCOPE® 500MU) ; alcool non-denaturé de laboratoire ≥ 99.9 % (Carlo ERBA®) ; microtubes 2 ml à joint torique longue conservation (DUTSCHER®) ; logiciel cartographique QGIS version 1.8.0 et 2.16.0 (open source Geospatial Foundation Project, 2013-2016) ; logiciel statistique et graphique STATISTICA® version 6.0 (Statsoft, 2001) ; logiciel statistique et graphique R (open source R Core Team, 2014) ; logiciel de retouche graphique PAINT (Microsoft Windows 7 & 8) ; logiciels bureautique WRITER et CALC (OpenOffice, 2016), WORD® et EXCEL® (Microsoft Office, 2016).

A

B

C

D

E

F

Figure 8 : Illustrations collectes et collecteurs. A - Kit de travail de l'hydrobiologiste souterrain ; B : Prospection d'un puits communal au filet Cvetkov (Thénezay, 79) (photo : J.-P. BAUDOUIN / Asso THÉPACAP) ; C : Prospection à la Bou-Rouch (M. DELANGLE, stagiaire 2014) dans le lit profond du Puits d'Enfer (Exireuil, 79) ; D - Filtrage au filet à main (spéléologues du SCP), dans le lit souterrain du Gabouret (Cloué, 86) (photo : S. PERREAU / SCP) ; E - Descente de puits (N. GODÉ, stagiaire 2015), pour l'accès au site de Bataillé (Gournay-Loizé, 79) (photo : R. TURGNÉ / SCSM & CDS-79) ; F - Recherche à vue (F. LEFEBVRE, chargé de mission VN / PCN) dans le lit de la rivière souterraine de Bataillé (Gournay-Loizé, 79) (photo : F. GAY / SCT)

5. RÉSULTATS OBTENUS

5.1. Prospections & analyses des données de terrain

En chiffres, et de manière synthétique :

• 129 sites prospectés (N = 123 en région + 6 alentours, en limites départementales, cf. Figure 9 et Annexe 1), dont 22 % avec le concours de la communauté spéléologique régionale (cf. encart Contribution des spéléologues)

• 22 sites à gallaselles (fréquence d'occurrence = 17 %), dont 3 nouveaux en Deux-Sèvres, 4 nouveaux en Charente-Maritime, 3 totalement nouveaux en Charente et 9 totalement nouveaux en Vienne (inconnue de ces 2 derniers départements avant étude), + 2 sites hors région, en Vendée et Dordogne (cf. Figure 9 et Annexe 2)

• 4 sites ressources identifiés (avec effectifs abondants en gallaselles) et prospectés à plusieurs reprises (nécessité de matériel biologique pour les besoins des élevages et expérimentation en laboratoire), dont 1 à proximité de Bataillé en Sud Deux-Sèvres et 3 autour de l'agglomération de Poitiers en Vienne

• 228 spécimens de gallaselle(s) collectés au total, et immédiatement transportés au laboratoire pour élevage/expérimentation (université de Poitiers) ou immédiatement fixés dans l'alcool 99.9 % pour examens morphologiques et analyses moléculaires ultérieures (université Lyon 1).

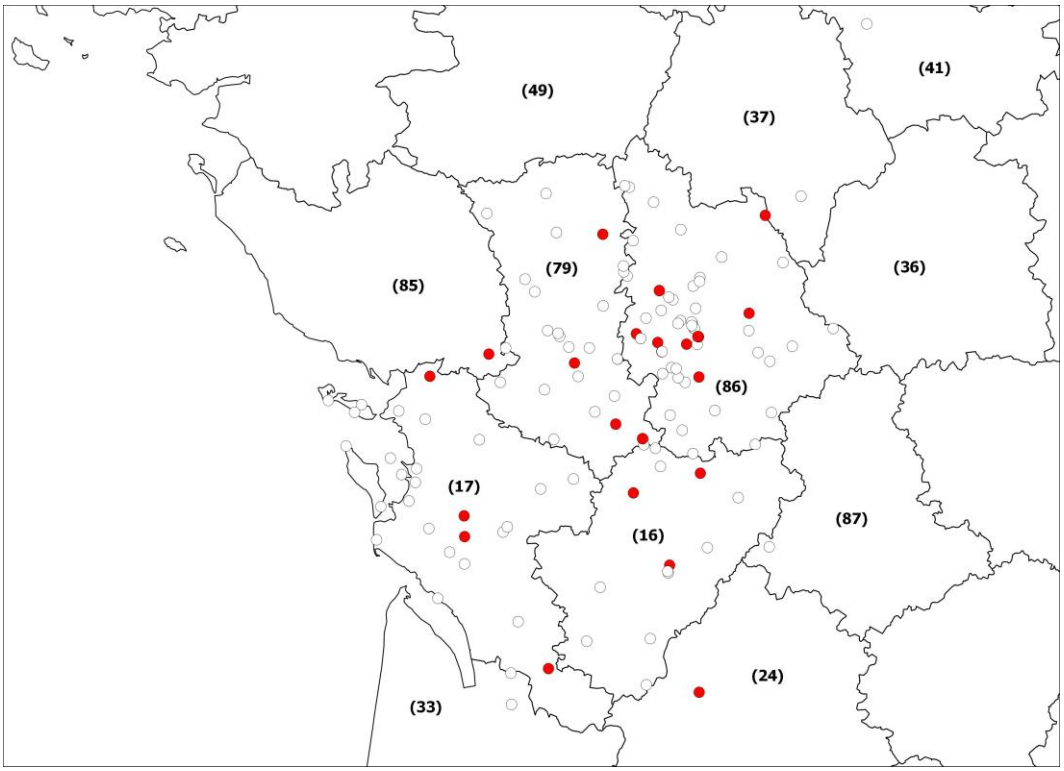


Figure 9 : Cartographie des sites prospectés et identification (en rouge) des sites à gallaselles

Tableau 1 : Fréquence d'occurrence des gallaselle(s) (% de sites positifs/prospectés) par grande unité d'échantillonnage

Grand Bassin versant					
Charente	Garonne	Loire	Seudre	Sèvre Niortaise	Autres
22.22 (8/36)	12.5 (1/8)	16.39 (10/61)	0.00 0/3	15.79 (3/19)	0.00 (0/2)

Aquifère			
Fissuré	Karstique	Socle	Sableux/Alluvionnaires
16.67 (3/18)	22.62 (19/84)	0.00 (0/4)	0.00 (0/23)

Département				
16	17	79	86	Autres
23.08 (3/13)	14.29 (4/28)	13.33 (4/30)	17.31 (9/52)	33.33 (2/6)

Géologie			
Primaire	Secondaire	Tertiaire	Quaternaire
0.00 (0/6)	21.75 (22/106)	0.00 (0/2)	0.00 (0/15)

Contribution des spéléologues. Il est à souligner le partenariat crucial opéré avec la communauté spéléologique locale. Le nombre de sites inventoriés par (ou avec l'aide) des spéléologues, voire de spéléo-plongeurs dans le cas des grandes sources vauclusiennes de Puy Rabier et de la Touvre, se portent à 28. Se sont personnellement et collectivement impliqués les membres du CSP, du CDS-79 et du GBS (sous l'égide du CSR-PC), mais aussi et ponctuellement quelques membres du SCT et le CDS-41. La majorité de ces sites (soit près de 20 % de l'échantillonnage total) n'auraient simplement pas pu être prospectée sans leur concours. Et il s'est avéré que leur contribution a été particulièrement fructueuse quant à l'inventaire de la stygofaune régionale (une photothèque commune est en cours d'élaboration). Ne serait-ce qu'en ce qui concerne les gallaselle(s), la découverte de 5 nouveaux sites régionaux est à mettre à leur crédit.

Un modèle logistique intégrant les 4 grandes unités d'échantillonnage préalablement définies à l'intérieur de la région Poitou-Charentes (à savoir : N = 4 départements, 5 bassins versants, 4 ères géologiques, et 4 aquifères) ne fait ressortir que la "géologie" des sites en paramètre significativement influent sur les probabilités d'occurrence en gallaselles (N = 123, log-likelihood = -50.48, $\chi 2 = 8.25$, $p < 0.05$). Dans le détail, 100 % des sites à gallaselles se trouvent en connexion directe avec des eaux circulant dans des couches géologiques datant du Secondaire, et jamais notamment dans des aquifères de socle* du Primaire, ni dans des aquifères sableux ou alluvionnaires* des ères Tertiaire ou Quaternaire (cf. Annexe 2).

En première approche, l'analyse comparative des paramètres physico-chimiques des eaux entre les sites à gallaselle(s) et les sites sans gallaselle(s) révèle une différence significative (uniquement) au niveau des nitrates. Les sites à gallaselle(s) présentent des concentrations supérieures en NO_3^- : 40.57 *vs* 30.97 mg/l (N = 129, U = 777.00, $p < 0.05$) (voir Tableau 2 ci-dessous).

Tableau 2 : Paramètres physico-chimiques des sites sans et avec gallaselle(s)

Paramètres	Sites sans gallaselle (N = 107)	Sites avec gallaselles (N = 122)	Significativité
T (°C)	13.60 ± 1.55 (13.60)	13.10 ± 0.98 (13.25)	p = 0.23
pH	7.21 ± 0.40 (7.20)	7.20 ± 0.20 (7.20)	p = 0.87
Ev (mS/cm)	0.85 ± 0.96 (0.71)	0.67 ± 0.12 (0.66)	p = 0.32
TDS (ppm)	535.64 ± 199.59 (508.00)	485.50 ± 84.59 (476.00)	p = 0.31
O_2 (mg/l)	6.21 ± 2.21 (6.50)	6.84 ± 1.56 (7.15)	p = 0.18
NH_4^+ (mg/l)	0.00 ± 0.00 (0)	0.00 ± 0.00 (0)	p = 1.00
PO_4^{3-} (mg/l)	1.84 ± 1.52 (1.50)	1.70 ± 0.70 (1.50)	p = 0.98
SO_4^{2-} (mg/l)	< 203.77 ± 38.85 (200)	< 200 ± 0.00 (200)	p = 0.94
NO_3^- (mg/l)	30.97 ± 18.54 (25.00)	40.57 ± 16.58 (43.75)	p = 0.01
NO_2^- (mg/l)	0.00 ± 0.00 (0)	0.00 ± 0.00 (0)	p = 1.00
$CaCO_3$ (mg/l)	223.51 ± 78.97 (267.00)	245.96 ± 73.88 (244.75)	p = 0.38

Moyennes ± écarts-types (médianes) et significativité statistique de comparaisons (tests de Mann-Whitney)

Les valeurs enregistrées pour les sites à gallaselle(s) restent cependant modérées et à 95 % inférieures (min–max : 10–75 mg/l ; médiane : 43.75 mg/l) aux normes de potabilité des eaux telles que définies par l'OMS (i.e., 50 mg/l). Il semble raisonnable à ce stade de parler de tolérance plutôt que de préférence des gallaselle(s) vis-à-vis des nitrates. Par ailleurs, le facteur nitrate est probablement lui-même auto-corrélé avec d'autres comme la nature géologique du sous-sol. Ainsi, la totalité des sites à gallaselle(s) correspondent à des aquifères calcaires du Jurassique (karstiques ou fissurés), particulièrement perméables aux intrants azotés des cultures en surface.

Un modèle logistique intégrant "en bloc" tous les paramètres physico-chimiques enregistrés (à l'exclusion de ceux non-informatifs car ne présentant pas de variance sur l'ensemble des sites, à savoir : ions ammonium, sulfate et nitrite) fait ressortir non seulement l'influence de la concentration en ions nitrates sur les probabilités d'occurrence en gallaselles (N = 129, Log-Likelihood = -54.01, $\chi 2$ = 4.24, $p < 0.05$), mais aussi et surtout l'influence de la concentration en ions carbonates (N = 129, Log-Likelihood = -49.90, $\chi 2$ = 8.23, $p < 0.01$), ces 2 facteurs se révélant fortement et positivement corrélés (N = 129, r = +0.26). Ainsi donc se trouve statistiquement confirmée l'influence première de la nature géologique du sous-sol dans les probabilités d'occurrence des gallaselles.

Ces résultats sont en accord avec les données historiques pré-existantes à l'étude (1955 – 2013) qui ne faisaient mention de gallaselles que dans des aquifères karstiques du Jurassique, avec une nette prépondérance dans les eaux du Dogger (Jurassique moyen, -175 à -160 millions d'années). Au terme de cette étude, les gallaselles ont cependant considérablement étendu leur "aire" géologique, puisque des individus été retrouvés dans un aquifère karstique* de l'Infra-Toarcien (Jurassique inférieur Sinémurien, -200 millions d'années ; source de Sainte-Néomaye, en Deux-Sèvres) et dans 2 aquifères karstiques* du Crétacé Campanien (-72 millions d'années ; fontaines de Pipou, en Charente-Maritime, et du Pinquet, en Dordogne).

5.2. Examens & analyses en laboratoire

La répétition des essais pour la mise au point des élevages et expérimentations sur les gallaselles (ci-après) permettent de rapporter ci-dessous en préambule les conditions optimales de collecte, de transfert et de maintien de ces animaux, du milieu d'origine au laboratoire :

- conditions optimales de collecte *in situ* :
  - approche : immersion totale dans le milieu (lit de rivière souterraine ou fontaine couverte)
  - recherche : sur support de vie facilement extirpable de l'eau (pierres, bois morts, feuilles)
  - observation : à l'œil nu ou à la loupe de poche (éclairage à la lampe frontale)
  - prélèvement : au pinceau fin ou avec fragment de support de vie (bois mort, morceau de feuille)
  - conditionnement : dans microtube entièrement rempli d'eau du milieu d'origine

- conditions optimales de transfert :
  - conditionnement : récipient opaque entièrement rempli avec grand volume d'eau du milieu
  - transport : en minimisant les vibrations et la durée

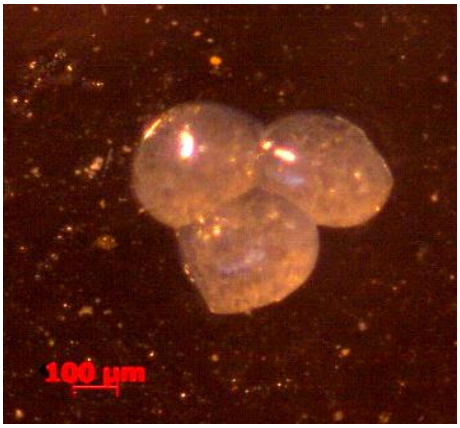
- conditions optimales de maintien *ex situ* :
  - aquarium avec eau filtrée du milieu d'origine (env. 1 L)
  - température : 11-12 °C (constante)
  - luminosité : 0 lux (obscurité permanente)
  - oxygène dissous : ≈ 5 mg/l (bulleur permanent)
  - substrat : matière organique du milieu d'origine (feuilles ou bois morts)

La mise au point des conditions de maintien en élevage a notamment permis de prendre les premiers clichés de ces animaux à différents stades de développement (cf. macro et microphotographies en Figure 10), et de consigner quelques premières observations biologiques et comportementales en milieu semi-naturel (cf. encart en Figure 10).

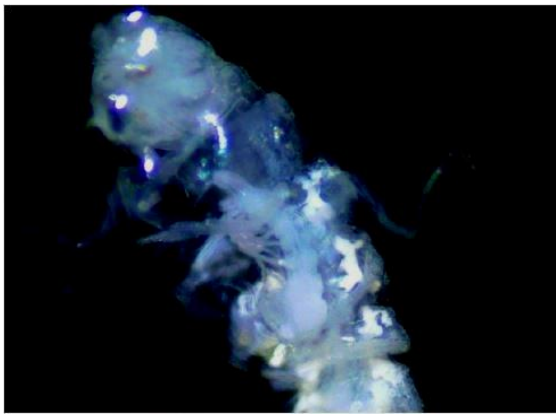
A

B

- *1re photos publiées (animaux adultes, œufs, embryons et jeunes à l'éclosion)*
- *1re observation du processus de mue, en 2 temps, typique des crustacés (exuviation antérieure puis postérieure ?)*
- *1re observation d'un comportement de défense, de type catalepsie ("faire le mort"), en réponse à un facteur de stress extérieur*
- *1re mise en évidence d'une sex-ratio populationnelle et d'un dimorphisme sexuel de taille significativement biaisés en faveur des femelles*
- *1re démonstration expérimentale de l'importance des biofilms* dans le régime alimentaire et la survie des individus adultes*



C



D

Figure 10 : Les premières (mondiales) autour des gallaselles. A - Gallaselle adulte sur bois mort (4-5 mm) (photo : M. DELANGLE / VN - univ. Poitiers) ; B - Œufs de gallaselle dans marsupium (0.2 mm) (photo : M. DELANGLE / VN - univ. Poitiers) ; C - Œufs de gallaselle ex situ (0.2 mm) (photo : M. DELANGLE / VN - univ. Poitiers) ; D - Embryon de gallaselle dans marsupium (0.5 mm) (photo : M. DELANGLE / VN - univ. Poitiers)

Régime alimentaire et niche trophique des gallaselles

Le régime alimentaire des gallaselles n'ayant jamais été spécifiquement étudié, alors que sa connaissance apparait comme cruciale dans un objectif de conservation de l'espèce à long terme, un rapprochement avec le laboratoire de Biologie animale de l'université de Poitiers s'est opéré, *via* notamment le recrutement d'un stagiaire Master 2 pour s'occuper principalement de cette question et de la mise en place d'expérience pour y répondre.

Avec l'étudiant-stagiaire (Marjorie DELANGLE) et ses co-encadrants du laboratoire EBI (Catherine SOUTY-GROSSET et Roland RAIMOND), il a été décidé de tester l'importance des biofilms* dans le régime alimentaire des gallaselles (rôle en partie démontré chez les *Caecidotea* américaines, cf. SIMON *et al.*, 2003 ; et fortement soupçonné chez les *Proasellus* européens, cf. Laurent SIMON, univ. Lyon 1, comm. pers., 26/02/2014, et FRANÇOIS *et al.*, 2016).

Pour cela un protocole expérimental a été mis au point dans le but de comparer le taux de survie d'animaux élevés dans un environnement naturel reconstitué à celui d'animaux élevés dans un même environnement préalablement aseptisé (cf. Figure 11 ci-dessous).

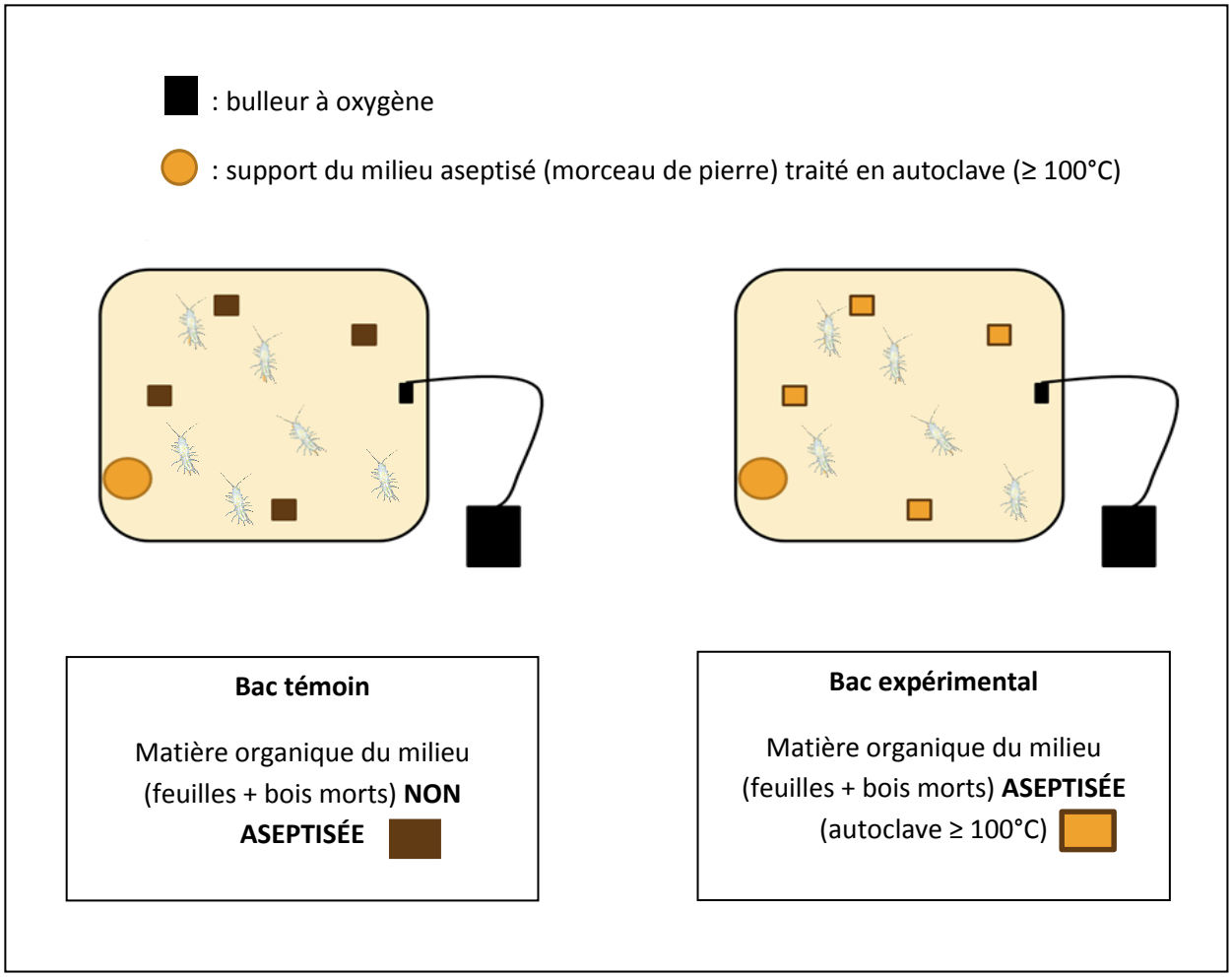


Figure 11 : Dispositif d'élevage et d'expérimentation (protocole n°3 : N exp. = 5 / N témoin = 6)

Les conditions d'aseptie ont été approchées par microfiltration de l'eau et traitement thermique en autoclave (≥ 100 °C) de tous les supports de vie introduits dans le milieu (pierres, feuilles et bois morts).

Après plusieurs essais, et au terme de 3 semaines de suivis, les résultats dans le protocole N° 3 (seul conclusif) font état d'une mortalité plus précoce et massive chez les individus élevés en milieu aseptisé (analyse comparative de survie Kaplan-Meier, p = 0.03 ; R packages Survival, Mass & KMsurv, 2014). Cela laisse entrevoir le rôle clé joué par les biofilms* dans la survie des gallaselles, et possiblement aussi dans leur régime alimentaire (cf. Figure 12, et détails d'analyse dans le rapport DELANGLE, 2014).

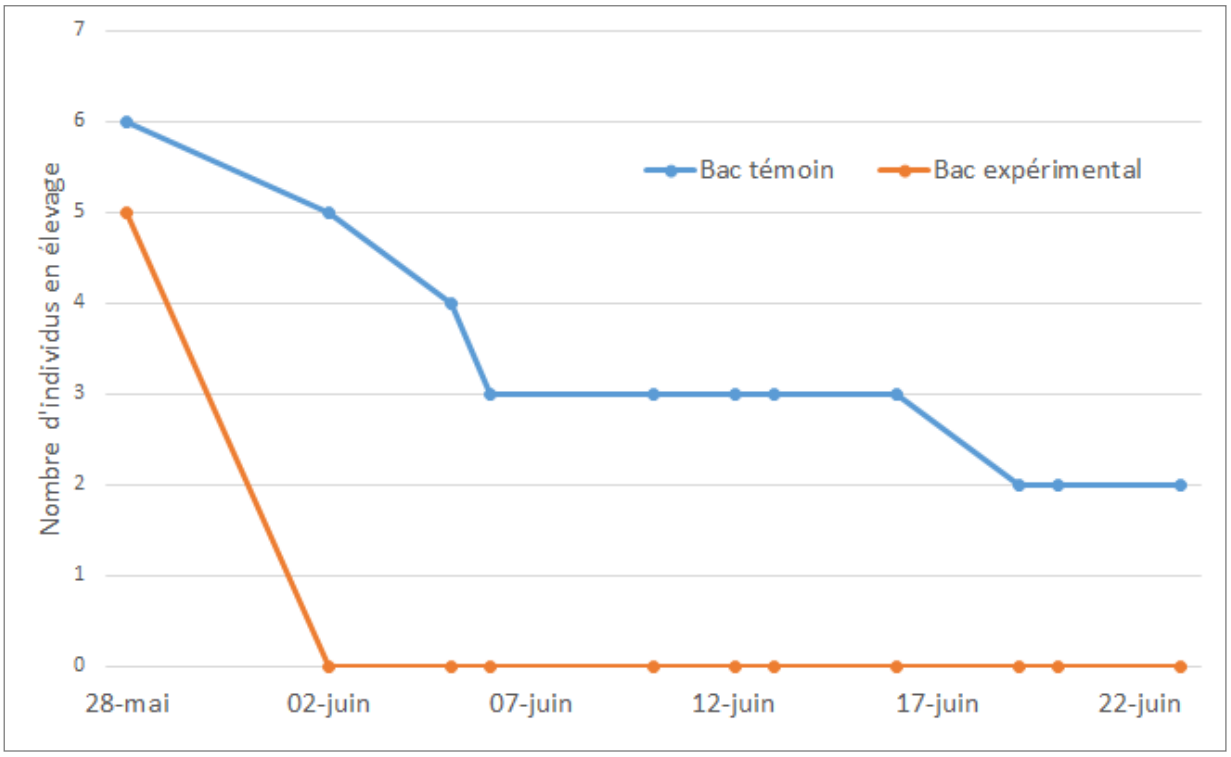


Figure 12 : Courbes de mortalité/survie des Gallaselles en fonction des conditions d'élevage

En complément, des analyses isotopiques ont été menées (collaboration université de Poitiers – université de Jyväskylä, Finlande) pour affiner/confirmer nos résultats, et tenter de retracer les réseaux trophiques des communautés d'espèces en place. Le principe de ce type d'analyse (ratio d'isotopes carbone $^{13}C/^{12}C$, et azote $^{15}N/^{14}N$), ainsi que le protocole appliqué, sont décrits en détail dans l'ébauche d'article joint en Annexe 3 (cf. ERCOLI, LEFEBVRE, DELANGLE *et al.*, manuscrit en préparation pour la revue *Endangered Species Research / Biological Conservation*, 2016).

Il a ainsi pu être révélé que les gallaselles se nourrissent principalement de matière organique en décomposition (à hauteur de 40 %) et de biofilms* (à hauteur de 33 %). Il se pourrait que les biofilms* interviennent dans la décomposition de la matière organique, en la rendant notamment plus assimilable, ce qui expliquerait le taux de survie plus faible des gallaselles en leur absence. Par ailleurs, nous avons pu démontrer par la même technique isotopique que les caecosphéromes ont un régime alimentaire plus large (biofilms à hauteur de 27 %, matière organique à hauteur de 22 %). Ces

2 espèces compagnonnes partagent donc plus ou moins la même niche trophique ; ce sont des décomposeurs primaires (détritivores), et des prédateurs primaires (biofilms*****). L'étude a aussi permis de confirmer que les niphargus occupent une position trophique terminale dans les hydro-systèmes étudiés (top prédateurs), et que leur régime alimentaire est à base notamment de gallaselles et de caecosphéromes (à hauteur, respectivement, de 50 % et 30 %).

Observations biologiques et comportementales sur les gallaselles

Les animaux utilisés pour les besoins des expériences ci-dessus ont fait l'objet d'examens complémentaires (sexage, biométrie, etc.) de manière à valoriser au mieux leur sacrifice (si tant est que cela soit possible).

L'examen morphologique des pléopodes 1 et 2 (différenciés en appendices copulateurs chez les mâles) de 81 individus (issus de 3 populations) a donné les valeurs suivantes : 40 ♀ pour 20 ♂ (+ 21 indifférenciés). La proportion ♀ / ♂ est donc de 66.67 %, révélant une sex-ratio significativement biaisée (par rapport à une situation à l'équilibre de 50 / 50) en faveur du sexe femelle (test Chi^2 : X^2 = 5.82, p = 0.02). Le rapport des sexes, ici de 2 femelles pour 1 mâle, est conforme à celui rapporté par LEGRAND (1956) dans la description originelle de l'espèce *G. heilyi*, à savoir : 5 femelles pour 2 mâles. À noter que les quelques tests réalisés de détection de la présence de bactéries féminisantes *Wolbachia*[*] se sont tous révélés négatifs (N = 13 individus, population des Roches-Prémarie-Andillé ; détails sur la méthode et les résultats consignés dans le rapport M. DELANGLE, 2014).

L'examen biométrique de 37 individus (issus de 3 populations) a révélé une distribution équilibrée des cohortes de taille (longueur en mm, hors antennes et uropodes), avec près de 90 % de l'effectif dans la gamme 3.0 – 5.0 mm (test de normalité de Shapiro-Wilk : W = 0.96, p = 0.85 ; cf. Figure 12 A). La longueur moyenne des 37 individus mesurés était de 3.73 mm ± 0.68 mm (± écart-type), avec des minima de 2.16 mm pour les plus petits et un maxima de 5.65 mm. L'analyse différenciée par sexe a révélé un dimorphisme de taille significativement biaisé en faveur des femelles (+17 % ; test t de comparaison de moyenne ♂ vs ♀ : t = 2.63, df = 33, p = 0.01). La longueur moyenne pour les mâles était de : 3.26 ± 0.61 mm (± écart-type, N = 8) et de 3.91 ± 0.62 mm (± écart-type ; N = 27) pour les femelles (cf. Figure 12 B). Les valeurs ici reportées sont légèrement inférieures à celles rapportées par LEGRAND (1956) dans la description originelle de l'espèce (longueur mâle : 4.2 mm, N = 2 / longueur femelle : 4.8 mm, N = 5), mais le dimorphisme sexuel de taille reste d'amplitude similaire (+12.5 %).

---

[*] *bactéries intracellulaires capable de féminiser les mâles génétiques à la naissance, très répandues chez les crustacés et les isopodes tout particulièrement*

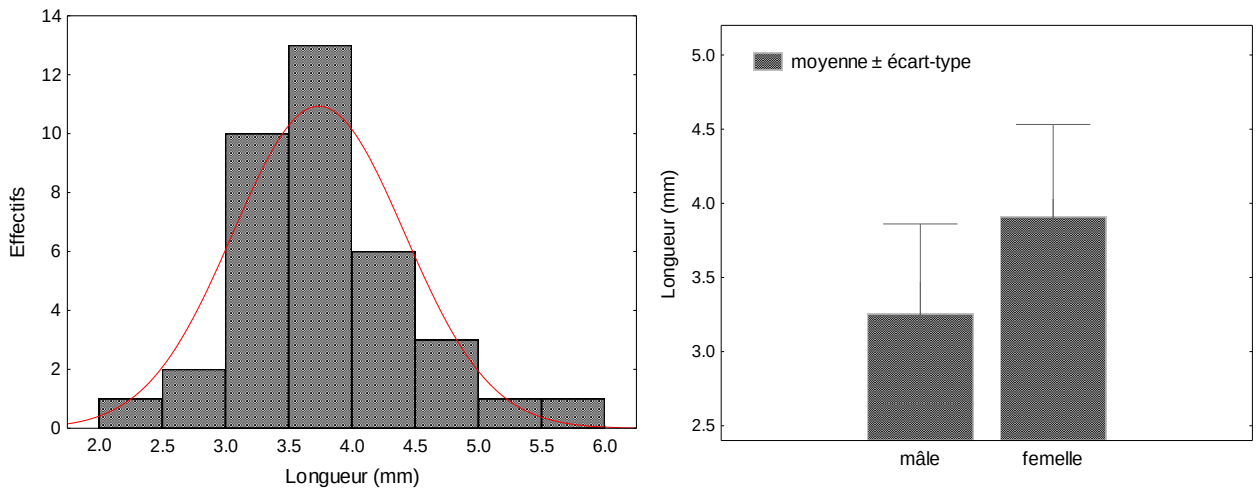


Figure 13 : A – Diagramme de taille (N = 37) ; B : Dimorphisme sexuel de taille (N = 35)

5.3. Inventaire de la stygo-faune associée

En chiffres, et de manière synthétique :

- 30 taxons identifiés (*a minima*, détermination encore en cours pour certains groupes)
- 1 500 micro-tubes longue conservation des spécimens collectés
- 2 000 macrophotographies des spécimens collectés

Parmi les taxons identifiés (espèce ou niveau supérieur), nous retrouvons par ordre numérique de fréquence d'occurrence les crustacés > les mollusques > les annélides (respectivement retrouvés sur 91 %, 74 % et 60 % des sites). Tous ces grands groupes faunistiques ont des représentants stygobies* à forte valeur patrimoniale et/ou scientifique (cf. Tableau 3). Ainsi des bythinelles par exemple, petits escargots inféodés aux émergences des eaux souterraines (aval et amont immédiats des sources*), dont la majorité de la quarantaine d'espèces aujourd'hui reconnues en France est hautement endémique* (voir encart sur la Bythinelle de Lusignan).

Tableau 3 : Récapitulatif sur les grands groupes taxonomiques inventoriés

Gds Taxons	Fréquence (% sites)	Effectif (N)	Nb taxons	Nb stygobies (% total)	Spécialistes/Taxonomistes
Annélides	77/129 (60 %)	≈ 1600	≥ 26	≥ 9 (35 %)	M. CREUZÉ DES CHÂTELLIERS (univ. Lyon 1), Franck NOËL (indépendant, 53)
Mollusques	96/129 (74 %)	≈ 1700	≥ 38	≥ 3 (8 %)	A. BERTRAND (CNRS, Moulis), P. JOURDE (LPO Rochefort)
Arachnides	12/129 (9 %)	≈ 80	≥ 10	≥ 2 (25 %)	M. BERTRAND (univ.

					Montpellier 3)
Crustacés	118/129 (91 %)	≈ 6000	≥ 33	≥ 15 (45 %)	F. MALARD, C. DOUADY, M.-J. DOLE-OLIVIER, P. MARMONIER (univ. Lyon 1), F. LEFEBVRE (VN / PCN)

Annélides

Des annélides oligochètes ont été récoltés avec une fréquence d'occurrence de près de 60 % (77/129 sites). Après examen morpho-anatomique d'environ 75 % des annélides oligochètes, 24 taxons *a minima* ont été identifiés sur la région (cf. Annexe 4, et Figure 13). Neuf de ces taxons peuvent être qualifiés de stygobies* ou stygophiles* : *Rhyacodrilus falciformis*, Phallodrilinae sp., *Trichodrilus* sp., et 6 espèces de Tubificinae sp. 1 à 6 (confirmation d'identification à l'espèce par séquençage ADN en cours). Certains sont potentiellement très intéressants, et « *peuvent réserver de belles surprises (…) d'autant plus que les échantillons viennent de karsts sur lesquels nous n'avions jusqu'à présent aucune donnée* » (Michel CREUZÉ DES CHÂTELLIERS, univ. Lyon 1, 10 sept. 2015).

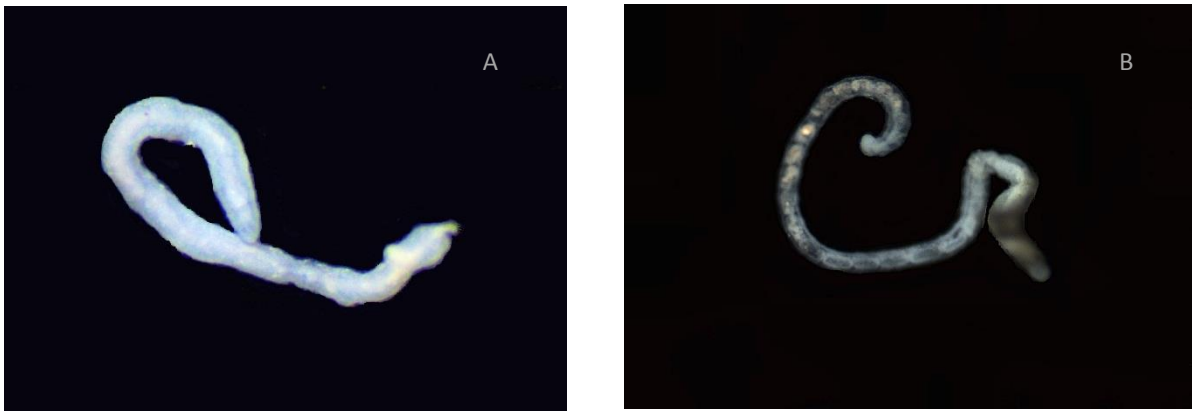


Figure 13 : Annélides oligochètes stygobies ; A - Phallodrilinae sp. (1 mm) – Fontaine de Joussé (86) ; B - Trichodrilus sp. (2 mm) – Puits de Coupé (86)

Après examen morpho-anatomique des annélides achètes, 2 taxons ont été identifiés, tous deux à l'espèce : *Glossiphonia complanata* et *Dina punctata*. Aucun ne peut être qualifié de typiquement stygobie*, mais d'après le spécialiste consulté, il est à souligner la présence de *D. punctata* sur 2 sites (sources de Liglet et de Celle-Lévescault, 86), une sangsue prédatrice, « *espèce pour laquelle on dispose de très peu d'observations, à priori restreinte à la façade ouest atlantique, de l'Espagne au Morbihan* » (cf. Franck NOËL, le 19 fév. 2016).

Mollusques

Les mollusques ressortent comme le premier grand taxon en terme de biodiversité inventoriée (N ≥ 38 espèces), et 2e grand taxon en terme de fréquence d'occurrence dans les collectes (présence sur plus de 70 % des sites prospectés). Cependant, ces chiffres sont biaisés à la hausse, car c'est le seul groupe avec persistance de trace fossile (coquilles), d'où une possible accumulation et une sur-

représentation dans les prélèvements. D'autre part, il est constaté une forte occurrence d'espèces de surface, aquatiques et/ou terrestres, dont les coquilles tombent au fond de l'eau et peuvent ainsi venir "contaminer" les prélèvements. Au final, après examen morphologique de la totalité de l'échantillonnage, seuls 2 taxons ou groupes d'espèces peuvent réellement être qualifiés de stygobies* ou stygophiles* : les globhydrobies et les bythinelles (cf. Figure 14 et Annexe 4). À noter que l'identification à l'espèce est particulièrement délicate chez ces 2 taxons, nécessitant l'examen biométrique de 20-30 coquilles, ce que les effectifs de collectes ne permettent que rarement (cf. Alain BERTRAND, comm. pers. 20 mai 2015 et 02 septembre 2016).

Les bythinelles (genre *Bythinella*, cf. Figure 14 A). Fréquence d'occurrence de 43 % sur l'ensemble des sites prospectés (présence dans 56/129 sites), avec 2 morphes différents (identification à l'espèce envisageable sur certains sites à effectifs abondants). Les spécimens collectés devraient permettre de mieux cerner l'aire de répartition des 4 espèces de bythinelles connues en région (à savoir : *B. jourdei*, *B. turriculata*, *B. vimperi, B. ferussina*), et donc de mieux appréhender leur vulnérabilité respective, et possiblement aussi de mettre à jour des morphotypes suffisamment divergents pour en faire des espèces nouvelles pour la Science (cf. Alain BERTRAND, comm. pers., 2015, 2016).

Les globhydrobies (genre *Islamia*, anciennement *Neohoratia*, cf. Figure 14 B). Fréquence d'occurrence de 9 % sur l'ensemble des sites prospectés (présence dans 12/129 sites). Les globhydrobies figurent sur la liste des espèces déterminantes du Poitou-Charentes (JOURDE & TERRISSE, 2001). Avant programme, seules 2 espèces étaient connues de quelques stations en Poitou-Charentes : *Islamia moquiniana* (= *Hauffenia minuta*) dans les charentes (et notamment à Saint-Savinien, 17) et *Islamia bourguignati* à en Deux-Sèvres (notamment à Lusseray, 79) (cf. JOURDE & TERRISSE, 2001 ; A. BERTRAND, comm. pers., le 29 janvier 2015). Outre l'extension du nombre de stations connues pour ces 2 espèces, une 3e globhydrobie, *I. emanuelei*, semble avoir été identifiée hors-région dans le lit de la rivière souterraine d'Orchaise (41, région Centre) (cf. det. A. BERTRAND, le 20 mai 2015).

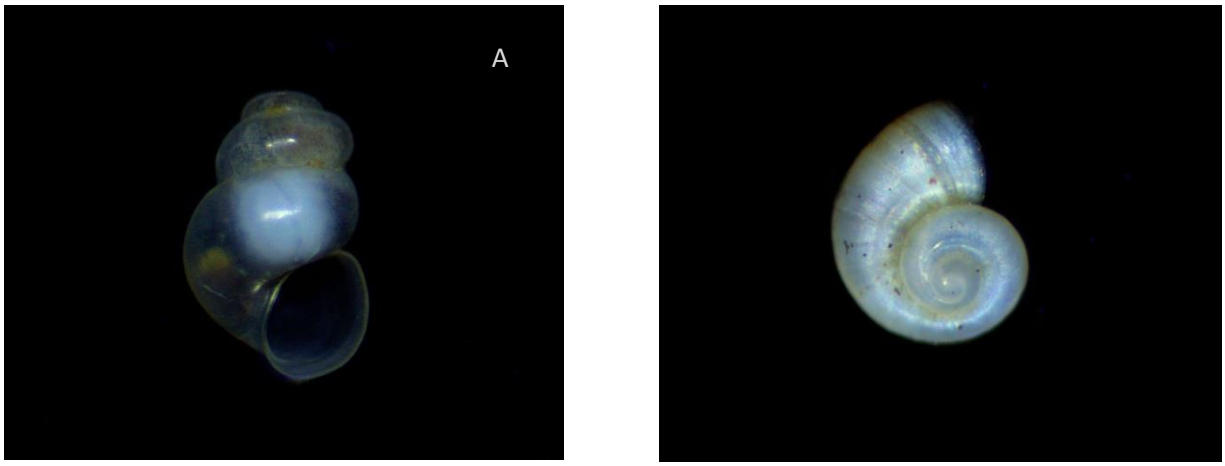
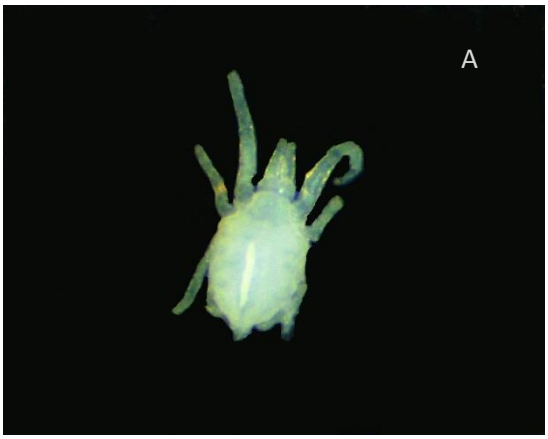


Figure 14 : Mollusques gastéropodes stygophile/stygobie. A - Bythinella sp. (2 mm) – Font Meursac (17) ; B - Islamia moquiniana (2 mm) – Puits du Caillaud (17)

Arachnides

Des acariens aquatiques ont été collectés avec une fréquence d'occurrence de 12 % (présence sur 15 des 129 sites). C'est un groupe d'arachnides secondairement retournés à la vie aquatique, dont certains sont parasites à l'état larvaire (ex. les hydracariens), d'autres libres à tous les stades (ex. les halacariens). Parmi les hydracariens collectés (N = 3 taxons identifiés au genre ou à l'espèce), citons *Hygrobates* cf *longiporus* (source vauclusienne de Puy Rabier, 86), *Piona* sp. (rivière souterraine de Font Serin, 86), et *Atractides* sp. (2 sites en Vienne, mais déjà connus en Charente, cf. HUBAULT, 1934), tous parasites de larves de diptères. À noter la présence significative d'halacariens (N = 5 taxons identifiés au genre ou à l'espèce) qui d'ordinaire, d'après notre spécialiste du groupe, « *colonisent plus volontiers les littoraux, les grands lacs ou les grands fonds océaniques* » (Michel BERTRAND, comm. pers., 2016). Ainsi en est-il de *Soldanellonyx monardi* (5 sites en Vienne et Deux-Sèvres), de *Parasoldanellonyx* cf *parviscutatus* (Parc des Sources à la Rochelle, 17) ou de *Porohalacarus* sp. (source des Gouillauds, Le Bois-Plage-en-Ré, 17). C'est d'ailleurs parmi ce dernier groupe (halacariens) que figurent les 2 seules espèces réellement stygobies* parmi les acariens identifiés au cours de cet inventaire : *Soldanellonyx chappuisi*, observée uniquement à la source des Varennes (Champagné-Saint-Hilaire, 86) et *Halacarellus subterraneus*, récoltée à la source des Fontenelles, sur l'estran, à proximité du phare de Chassiron (Saint-Denis-d'Oléron, 17) (cf. Figure 15).



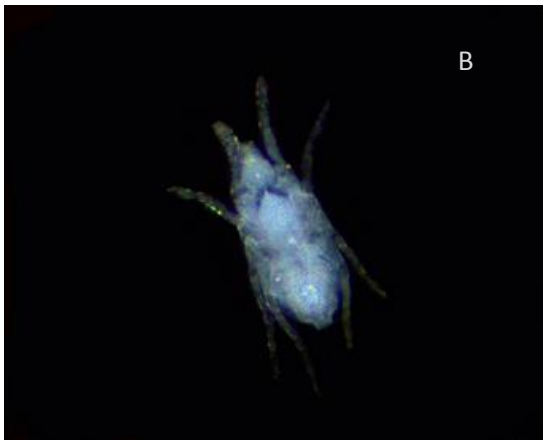


Figure 15 : Arachnides halacariens stygobies. A - Soldanellonyx chappuisi (env. 0.5 mm) – Source des Varennes (86) ; B - Halacarien Halacarellus subterraneus (0.5 mm) – Source des Fontenelles (17)

Crustacés

Fréquence d'occurrence de 91 % (présence sur 118 des 129 sites prospectés), ce qui fait des crustacés le groupe taxonomique le plus largement représenté parmi les collectes (cf. Tableau 3). C'est aussi numériquement le plus important avec quelques 6000 spécimens collectés et 33 taxons identifiés *a minima*. C'est enfin parmi les crustacés que figure le plus grand nombre de représentants stygobies (N = 15 a minima), soit près de la moitié de toutes espèces stygobies collectées.

Tableau 4 : Récapitulatif sur les crustacés et sous-groupes taxonomiques inventoriés

Sous-Taxons	Fréq. (% sites)	Effectifs (N)	Nb taxon ID	Nb stygo (% total)	Spécialistes/Taxonomistes
Ostracodes	69/129 (53 %)	2323	≥ 16	≥ 6 (38 %)	P. MARMONIER (univ. Lyon 1)
Copépodes	89/129 (69 %)	2139	≥2	?	-
Amphipodes	78/129 (60 %)	769	≥ 6	≥ 4 (67 %)	M.-J. DOLE-OLIVIER (univ. Lyon 1), F. LEFEBVRE (VN / PCN)
Isopodes	55/129 (43 %)	313	≥ 9	≥ 5 (56 %)	F. MALARD, C. DOUADY (univ. Lyon 1), F. LEFEBVRE (VN / PCN)

Ostracodes

Fréquence d'occurrence de 53 % (présence sur 69 des 129 sites prospectés), et 16 taxons identifiés (det. Pierre MARMONIER, univ. Lyon 1, 2015-2016 ; cf. Tableau 4).

La plupart des taxons (N = 10) sont des espèces épigées caractéristiques des eaux froides de surface (sources ou ruisseaux en tête de bassin) : *Candona neglecta*, *Pseudocandona albicans*, *Pseudocandona* sp., *Ilyocypris* cf *bradyi*, *Ilyocypris* cf *gibba*, *Cypria ophtalmica*, *Herpetocypris reptans*, *Cypridopsis vidua*, *Candona candida* et *Prionocypris zenkeri*. La plus commune et la plus abondante est le candonidae *Cypria ophtalmica* (occurrence sur 23/129 = 18 % des sites prospectés, et sur 23/62 = 37 % des sites à ostracodes).

Les 6 autres taxons (soit une proportion de 6/16 = 28 %) sont des formes hypogées que l'on peut qualifier de stygobies* : *Sphaeromicola topsenti*, *Fabaeformiscandona breuili*, *Fabaeformiscandona* sp., *Cryptocandona* sp. Candoninae sp., Candoninae cf. *Typhlocypris* (cf. Figure 16).

La plus abondante (occurrence sur 16/129 = 12 % des sites prospectés, et sur 16/62 = 26 % des sites à ostracodes), et probablement la plus intéressante, est un Candonidae proche du genre *Typhlocypris* (anciennement *Pseudocandona*). Pierre MARMONIER en fait « sans doute une nouvelle espèce proche de *Typhlocypris marmonieri* NAMIOTKO & DANIELOPOL, 2004, décrite du ruisseau souterrain d'Amiel dans le Tarn ». De nouveaux prélèvements notamment au niveau de la station la plus riche à ce jour avec 4 spécimens collectés, à savoir le lit de la rivière souterraine de Gabouret (Cloué, 86), permettraient de déterminer l'espèce, voire de la décrire s'il s'agit effectivement d'un nouveau taxon pour la Science.

Notons aussi :

- *Fabaeformiscandona breuili* (Paris, 1920), une espèce souterraine ubiquiste (rivières, sources, grottes) connue de la Pologne au Portugal, ici seulement retrouvée sur 3 sites (puits de Roche, à Mouterre-sur-Blourde, 86 ; puits du Caillaud, à Talmont-sur-Gironde, 17 ; fontaine de Condéon, 16).

- *Cryptocandona* sp. : une forme non identifiée à l'espèce (5 juvéniles) d'un genre largement réparti en Europe, dont la plupart des espèces sont stygobies* (sauf une, *C. vavrai*, vivant dans les sources). De nouveaux prélèvements aux 2 sites où ont été trouvés ces juvéniles (source de Pilon à Voulon, 86,

et lit hyporhéique* du Puits d'Enfer à Exireuil, 79) permettraient de disposer d'adultes en vue d'une identification à l'espèce.

- *Sphaeromicola topsenti* Paris, 1916 : une espèce commensale (parasite ou phorétique ?) vivant accrochée sous la face ventrale des caecosphéromes (cf. Figure 16 B). Ici les 2 individus identifiés avec certitude à l'espèce (un mâle et une femelle) ont été retrouvés au fond du tube ayant contenu des caecosphéromes collectés à la rivière souterraine de Bataillé (Gournay-Loizé, 79).

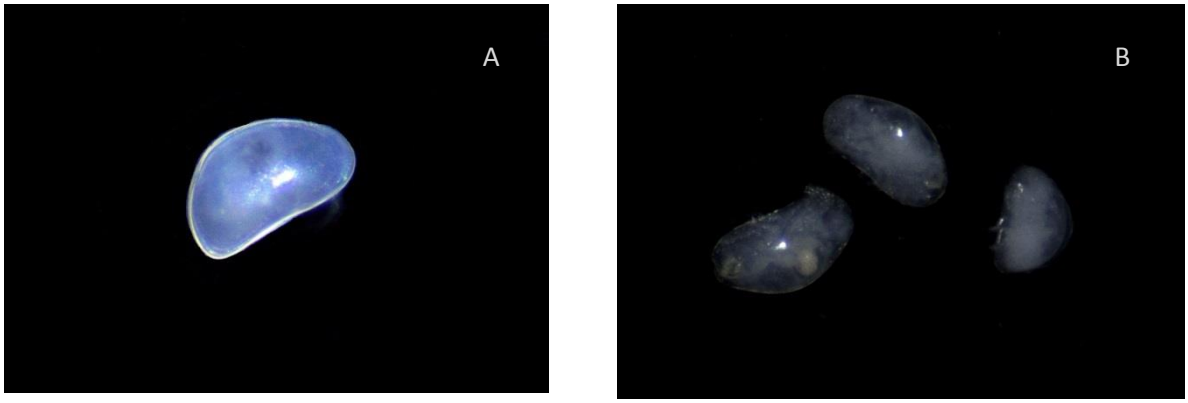


Figure 16 : Crustacés ostracodes stygobies. Typhlocypris sp. (env. 1 mm) – Puits Sureau (79) ; Ostracode Sphaeromicola topsenti (300 µm) – Rivière souterraine de Bataillé (79)

Amphipodes

Niphargus

Ce sont les « crevettes des cavernes » bien connues des spéléologues. Avec une taille pouvant atteindre 20-30 mm, ce sont les grands prédateurs des eaux souterraines, tout au sommet des chaines alimentaires propres à ces milieux. Une trentaine d'espèces a été recensée en France (cf. GINET, 1996 ; FERREIRA *et al*., 2007) ; à ce jour seul *Niphargus ladmiraulti*, décrit et endémique* du grand Ouest, était connu en Poitou-Charentes (Marie-José DOLE-OLIVIER, univ. Lyon 1, comm. pers., 2016).

Niphargus ladmiraulti, espèce largement répandue sur les 4 départements et récoltée sur environ 1/3 des sites prospectés (N = 42) (cf. Figure 17 A).

+ *Niphargus kochianus* (ou "groupe *kochianus*"), espèce non récoltée jusqu'à présent en Poitou-Charentes, connue de Grande-Bretagne, de Bretagne, du nord et de l'est de la France (1 station en Sud Vienne, à Pindray).

Salentinelle

Salentinella petiti, espèce rare et endémique* de France (par ailleurs décrite à partir de spécimens collectés par Claude Bou), et ici retrouvée à la source Bellefont (Chizé, 79), et à la Grotte Pampin (Nieul-lès-Saintes, 17) (cf. Figure 17 B).

Il est par ailleurs à signaler que nous avons récolté 1 spécimen d'*Ingolfiella* sp., à la fontaine du Pinquet, en limite de région (Douchapt, 24), dans le bassin versant* Garonne/Gironne. C'est un amphipode assez rare, avec seulement 2 espèces connues dans le sud de la France (*Ingolfiella thibaudi* et *Ingolfiella catalanensis*, classée Vulnérable), et jusque-là non répertoriées dans ce secteur (Marie-José DOLE-OLIVIER, univ. Lyon 1, 22 fév. 2016).

Figure 17 : Crustacés amphipodes stygobies. A - Niphargus ladmiraulti (env. 10 mm) – Rivière souterraine de Champdeniers (79) ; B - Salentinella sp. (env. 1 mm) – Source Bellefont (79)

Isopodes

Fréquence d'occurrence de 43 % (présence sur 55 des 129 sites prospectés) – 9 taxons identifiés dont *Gallasellus heilyi* et au moins 3 autres espèces potentiellement nouvelles (*Gallasellus rabier* n.sp., *Gallasellus* n. sp. 2, *Gallasellus* n. sp. 3), *Proasellus meridianus*, *Caecosphareroma burgundum*, *Idotea* sp., *Trachelipus rathkii*, *Trichoniscus* sp.

Parmi les plus gros marqueurs connus de la stygofaune française figurent les Caecosphéromes. Ils ressemblent aux cloportes de surface avec lesquelles ils partagent une convergence de taille et de forme (longueur adulte de 10-20 mm ; capacité de volvation en boule). Deux espèces ont été recensées en France, une seule est connue en Poitou-Charentes (HENRY & MAGNIEZ, 1983 ; F. MALARD, univ. Lyon 1, comm. pers., 2015).

Caecosphaeroma burgundum. Fréquence d'occurrence de près de 8 % (présence sur 10 des 129 sites prospectés). Un examen détaillé des individus collectés a permis de les rattacher à la sous-espèce *C. burgundum rupisfucaldi* (cf. HUBAULT, 1934) décrite à partir de spécimens collectés à la Rochefoucauld en Charente (cf. Figure 18 A). À noter que nous avons très probablement retrouvé (sur les indications laissées dans le papier de HUBAULT) la source de cette localité type (mentionnée « *Source supérieure d'Yvrac-Malleyrant* », au sud du petit village d'Yvrac, cf. photo), mais elle s'avère aujourd'hui en partie comblée, avec un débit faible, impropre au développement d'une faune stygobie* (cf. Figure 18 B).

Figure 18 : Crustacé isopode stygobie. A - Caecosphaeroma burgundum (env. 12 mm) – Fontaine de Prémarie (86) ; B - Source « HUBAULT », localité type de la sous-espèce locale du Caecosphérome C. b. rupisfucaldi (Yvrac-et-Malleyrand, 16)

À noter que sur l'ensemble de la région, le seul Asellidae de surface qui ait été déterminé avec certitude (sur les 3 espèces connues en France) est *Proasellus meridianus* ; c'est donc localement le plus proche taxon épigé des gallaselles, avec lesquelles il partage parfois les mêmes milieux hypogés (vasques de sources profondes, fontaines souterraines) et présentant alors des caractéristiques stygophiles (dépigmentation partielle, réduction de l'appareil oculaire).

5.4. Qualité des eaux souterraines & bio-indication

En plus des paramètres qui demandent à être suivis *a minima* conformément à la Directive Cadre sur l'Eau (DCE, 2000), à savoir oxygène, pH, conductivité, nitrate et ammonium, les valeurs de température et de turbidité, ainsi que les concentrations en nitrite, sulfate, phosphate et carbonate ont également été mesurées *in situ* au moment de la collecte. Les valeurs enregistrées sont présentées ci-dessous, sous forme de valeurs centrales avec quelques notions de dispersion et de seuil limite qualité (Tableau 5).

Les fortes variabilités observées autour des paramètres de conductivité et de turbidité sont à attribuer à quelques sites présentant des valeurs extrêmes, de par la nature particulière du sous-sol ou de l'environnement immédiat, et notamment à la source estuarienne des Gouillauds (Le Bois-Plage-en-Ré, 17) : Ev = 8.82 mS/cm et TDS > 1000 ppm ; et aux sources de socle des Fontaines Salées (Abzac, 16) : Ev = 5.63 mS/cm, TDS > 1000 ppm). Ces seuls 2 sites se situant au-delà des valeurs seuil de normalité pour des eaux douces continentales (i.e., conductivité de 4.00 mS/cm, cf. SEQ 2003).

Le taux d'oxygénation présente lui aussi une forte variabilité avec de nombreux sites (N = 10) qui tombent en dessous des valeurs seuil de la norme SEQ (définies avant tout pour les eaux courantes de surface). C'est en effet une des caractérisations des eaux souterraines que de présenter une faible concentration en oxygène dissous de par l'absence de photosynthèse, et une atmosphère souterraine généralement faiblement oxygénée. C'est le cas notamment pour les eaux des nappes

profondes (ex. captage de la Roche-Ruffin, dans l'infra-toarcien à -100 m : O_2 = 1.4 mg/l) et des nappes stagnantes de certains puits (puits de Brouage dans les marais littoraux atlantiques : O_2 = 2.2 mg/l).

Tableau 5 : Paramètres physico-chimiques enregistrés et valeurs seuils correspondantes

Paramètres	Valeurs enregistrées	Nb Occ. ≤ Valeurs seuils	Ref./Normes
T (°C)	13.51 ± 1.47 [9.60–17.70] (13.40)	129 (100 %)	-
pH	7.20 ± 0.37 [5.70–8.20] (7.20)	129 (100 %)	[4.50–10.00] (SEQ 2003)
Ev (mS/cm)	0.82 ± 0.87 [0.16–8.82] (0.70)	127 (98 %)	[0.00–4.00] (SEQ 2003)
TDS (ppm)	527.09 ± 185.80 [123–1348] (501.00)	?	≤ 100 NTU (SEQ 2003)
O_2 (mg/l)	6.32 ± 2.12 [1.25–11.60] (6.50)	118 (91 %)	≤ 3 mg/l (SEQ 2003)
NH_4^+ (mg/l)	0.00 ± 0.00	129 (100 %)	≤ 5 mg/l (SEQ 2003)
PO_4^{3-} (mg/l)	1.81 ± 1.41 [0.00–6.50] (1.50)	91 (71 %)	≤ 2 mg/l (SEQ 2003)
SO_4^{2-} (mg/l)	203.12 ± 35.36 [200–600] (200)	128 (99 %)	≤ 250 mg/l (SEQ 2003)
NO_3^- (mg/l)	32.62 ± 18.51 [0.00–100.00] (37.50)	122 (95 %)	≤ 50 mg/l (OMS)
NO_2^- (mg/l)	0.00 ± 0.00	129 (100 %)	≤ 1 mg/l (SEQ 2003)
$CaCO_3$ (mg/l)	227.37 ± 78.30 [26–356] (267.00)	129 (100 %)	-

Moyennes ± écarts-types [valeurs minimale – maximale] et (médianes), nombre de site (fréquence d'occurrence) en de ça des seuils de potabilité/normalité définis par les normes de référence en dernière colonne

Les concentrations en ions ammonium ne présentent aucune variabilité autour d'une valeur moyenne de 0, soit parce qu'aucun des sites ne présentait de signe de dysfonctionnement écologique, soit parce que les languettes utilisées n'y étaient pas assez sensibles (cf. Mme LECHARTRE, conseillère MACHEREY-NAGEL, comm. pers., le 01/09/2014).

De nombreux sites (N = 38, 29 %) présentaient des valeurs élevées en phosphates, au-delà des valeurs seuils de bonne qualité écologique (i.e., 2 mg/l, cf. SEQ 2003) ; c'est le cas notamment de nombreux puits de village et ou côtiers/insulaires où on peut supposer que les eaux d'égout domestiques contaminent les nappes sous-jacentes (par défaut ou absence de canalisation).

La totalité des sites présentaient des valeurs en sulfate inférieures au seuil de tolérance (i.e. 250 mg/l, cf. SEQ 2003), à l'exclusion d'un seul, la source estuarienne des Gouillauds (Le Bois-Plage-en-Ré, 17) dont la forte concentration enregistrée (SO_4^{2-} = 600 mg/l) peut s'expliquer par une contamination fortuite avec de l'eau de mer (titrée à 2 700 mg/l).

Les concentrations enregistrées en nitrate sont très variables avec 26 sites présentant des valeurs égales au seuil de potabilité défini par l'OMS (i.e., 50 mg/l), et 7 autres sites présentant des valeurs extrêmes entre 50 et 100 mg/l (ex. puits de Coupé à Pindray, 86 ; source du lavoir de Ranton, 86). En fait, à l'échelle régionale, seuls quelques sites insulaires et littoraux-dunaires (puits des maisons forestières de la Tremblade, et de Saint-Trojan-les-Bains, 17) ou sur socle en zone escarpée (sources des Fontaines Salées à Abzac, 16, sources de la Forêt à Roumazières-Loubert, 16) présentent des charges en nitrates nulles ou équivalentes aux concentrations naturelles (env. 5 mg/l). Aucun des sites n'a par contre révélé de trace de nitrites, un dérivé du nitrate à la toxicité plus marquée.

Près de la moitié des sites inventoriés présentent des eaux fortement chargées en carbonate (calcaire dissous), une dizaine avec des valeurs extrêmes enregistrées de 356 mg/l. Logiquement ces eaux dites « dures » circulent dans des couches sédimentaires carbonatées du Jurassique et du Crétacé.

Près d'un tiers des sites (N = 39, 30 %) présentaient des signes de macro-pollution évidente, décelable soit à l'œil lors de la collecte ou repérable lors de l'examen du prélèvement à la loupe (plastiques, verres, fibres synthétiques, etc.). Au final, en compilant un indice de pollution sur la base des phosphate, sulfate, nitrate et de la macro-pollution (indice variant de 0 à 4), seuls 62 sites soit un peu moins de la moitié de l'échantillonnage (48 %) ne présentaient aucun signe de pollution (dans la limite de nos seuils de détection et des paramètres suivis).

Sur la base de cet indice, aucun des groupes taxonomiques identifiés ne se révèlent particulièrement polluo-sensibles ou polluo-résistants (corrélation de Spearman avec l'abondance en gallaselles : $R = +0.02$, $p = 0.80$), à l'exception des annélides Tubificinae que l'on ne retrouve exclusivement (N = 7 sites) que dans des eaux ne présentant aucun signe de pollution par ceux suivis ($R = -0.28$, $p < 0.01$).

Stygo-faune & Bio-indication

Les espèces stygobies, de par leur haute spécialisation et exigence d'habitat, peuvent logiquement être envisagées en tant que marqueurs de la qualité des eaux souterraines, et la stygo-faune dans son ensemble utilisée à l'établissement d'indices biologiques souterrains (à l'image des macro-invertébrés des eaux de surface qui servent au calcul des indices IBGN de qualité des cours d'eau). L'avantage principal de tels indices tient dans leur nature intégrative qui traduit le bon fonctionnement (ou pas) d'un éco-système et peut ainsi révéler des perturbations/pollutions passées ce que ne détectent pas ou mal les prélèvements ponctuels et analyses physico-chimiques. L'analyse (stygo-)faunistique présente quant à elle des inconvénients méthodologique et logistique (liés notamment aux conditions d'échantillonnage) et fonctionnels (non-identification de l'origine des pollutions/perturbations en cause). Des mises au point et alternatives sont régulièrement mise à l'étude (cf. « espèces sentinelles » *in* MARMONIER *et al*., 2013), mais aucun "IBGN souterrain" n'est encore utilisé en routine par les organismes d'état en charge du suivi de la qualité des eaux souterraines.

L'analyse intégrée des occurrence/abondance de gallaselles avec celles des grands groupes taxonomiques inventoriés révèle une co-occurrence positive et significative uniquement avec les crustacés ostracodes (modèle logistique : N = 129, Log-Likelihood = -28.65, $\chi2 = 6.23$, $p < 0.05$). Dans le détail, une analyse fine au niveau spécifique à l'intérieur du groupe des ostracodes (N = 5 taxons stygobies identifiés, cf. det. P. MARMONIER, 2015) indique une corrélation forte (R Spearman = + 0.23, $p < 0.05$) avec les occurrences du Candonidae stygobie *Typhlocypris* sp. (N = 129, Log-Likelihood = -28.65, $\chi2 = 6.23$, $p < 0.05$). Toutefois, le pouvoir prédictif de la présence de cet ostracode reste faible puisque gallaselles et *Typhlocypris* ne co-occurrent que sur 6 sites et que ce taxon semble encore plus rare et d'identification plus délicate encore que les gallaselles. Plus intéressante, même si statistiquement moins influente, la corrélation avec les Caecosphéromes (R Spearman = + 0.17, $p < 0.05$) qu'il est assez aisé d'identifier dans un milieu de par leur taille notamment (1 seule espèce et même sous-espèce identifiée à l'échelle régionale, *Caecosphaeroma burgundum rupisfucaldi*).

L'absence de résolution taxonomique à l'espèce (analyses génétiques encore en cours pour la plupart des groupes) rend difficile à ce stade l'utilisation de la stygofaune en tant que bio-indicateur de la qualité des eaux souterraines. Il sera possible de le tester quand tous les retours de détermination

par les différents spécialistes taxonomiques seront disponibles. Tout du moins les gallaselles dans leur ensemble ne semblent-elles pas particulièrement sensibles aux variations des paramètres physico-chimiques suivis.

5.5. Actions de sensibilisation & communication

[en amont : article de Michel CAILLON : « *De la biodiversité dans les eaux souterraines* », La Lettre de l'Eau N° 60, revue de France Nature Environnement, 2012 (http://www.fne.asso.fr/fr/lettre-eau-n-60.html?cmp_id=170&news_id=12874) / organisation du Séminaire national Gallaselle, université de Poitiers, 20-21 septembre 2012 (actes consultables sur : http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00790213) / article internet de Michel CAILLON sur le site de Vienne Nature : « *La Gallaselle* », mis en ligne en janvier 2013 dans le cadre de l'Année Internationale de l'Eau (http://www.vienne-nature.asso.fr/news/448/187/La-Gallaselle/d,DetailEspeces.html) / visite et sensibilisation au projet en début 2013 par Michel CAILLON et François LEFEBVRE auprès des mairies (Gournay-Loizé) et acteurs de l'eau (SMAEP-4B) sur le secteur de Bataillé-Sompt (Sud Deux-Sèvres)]

- Diaporama de Michel CAILLON & François LEFEBVRE lors des Rencontres LISEA Biodiversité : « *Le projet Gallaselle* » (Poitiers, le 26 septembre 2013)

- Interview radiophonique de Michel CAILLON par France Bleu Poitou : « *Le projet Gallaselle* » (Émission Décodeur, le 26 septembre 2013, Poitiers, http://www.rpaceca.com/inc/download.php?dw=eaa0da4ae73de4564912b61dc733a897fdabd8a3)

- Article internet de François LEFEBVRE & Michel CAILLON sur le site de Vienne Nature : « *Première observation de la Gallaselle en Vienne* » (rubrique Actualités, http://www.vienne-nature.asso.fr/news/463/105/Premiere-observation-de-la-Gallaselle-en-Vienne-et-premiere-photo.html, mis en ligne le 26 novembre 2013) (cf. Annexe 5)

- Rapport d'étude de la Réserve Naturelle Nationale du Pinail (86) : « *Suivi écologique – Autres Crustacés* » ; GEREPI, Vouneuil-sur-Vienne, novembre 2013 (http://www.reserve-pinail.org/IMG/pdf_Rapport_d_etudes_2013_VFinale.pdf)

- Article de François LEFEBVRE dans le Bulletin semestriel de Deux-Sèvres Nature Environnement N° 42 – décembre 2013 : « *Un nouveau projet régional : Gallaselle(s), habitats et faune associée* » (pp. 18-19)

- Page internet de François LEFEBVRE & Thibaud DUMAS sur le site de Poitou-Charentes Nature : « *Gallaselles et habitats aquatiques souterrains* » (rubrique Actions, http://www.poitou-charentes-nature.asso.fr/-Gallaselle-Poitou-Charentes-.html, mis en ligne le 24 mars 2014) (cf. Annexe 5)

- Interview radiophonique de François LEFEBVRE par Radio Accords : « *Les habitats aquatiques souterrains dans le cadre de la Trame Verte et Bleue* » (Poitiers, enregistré le 03 juin 2014, diffusion la semaine du 24 juillet 2014)

• Diaporama de Marjorie DELANGLE : « *Écologie et biologie des populations de Gallaselles (*Gallasellus heilyi*) en Poitou-Charentes* » (pré-soutenance de stage Master 2, devant le corps enseignant et les autres étudiants de la filière Génie Écologique de l'université de Poitiers, Poitiers, le 16 juin 2014)

• Article de presse dans la Nouvelle République des Deux-Sèvres : « *Recherche de petits animaux aquatiques* » (édition du 23 août 2014) (cf. Annexe 5)

• Rapport de stage (mémoire écrit) de Marjorie DELANGLE dans le cadre du Master 2 de la filière Génie Écologique de l'université de Poitiers : « *Écologie et biologie des populations de Gallaselle(s)* » (Poitiers, le 25 août 2014, 50 p. + Annexes) – Noté 14.5/20 (https://drive.google.com/file/d/0B_USvRBvjHPiYW5ub01EMW13dVU/view?usp=sharing)

• Article de presse dans Le Courrier de l'Ouest, Deux-Sèvres : « *À la recherche du crustacé, l'*Asellus heilyi » (édition du 27 août 2014)

• Page internet du site de la commune de Thénezay : « *Peut-on trouver des Gallaselles à Thénezay ?* » (http://www.thenezay.fr/fr/actualite/97749/peux-t-on-trouver-gallaselles-thenezay, mis en ligne en août 2014)

• Soutenance publique (diaporama + présentation orale) de Marjorie DELANGLE dans le cadre du stage Master 2 de la filière Génie Écologique de l'université de Poitiers (Poitiers, le 10 septembre 2014) – Notée 15/20]

• Animation grand public sur la thématique « *Faune des eaux souterraines* » encadrée par François LEFEBVRE, et proposée dans le cadre des Sorties naturalistes de Vienne Nature sur la commune des Roches-Prémarie-Andillé le 11 octobre 2014 (16 participants)

• Opération nettoyage de la fontaine du Clos des Roches, co-animée par Alban PRATT et François LEFEBVRE dans le cadre des activités du Club Nature de l'Arantelle sur la commune des Roches-Prémarie-Andillé le 12 novembre 2014 (7 scolaires)

• Article dans Centre Presse et Nouvelle République Vienne « *À la découverte de la Gallaselle »* (édition du 14 novembre 2014)

• Chapitre dédié « *Les Crevettes cavernicoles* » *in* Le Horst de Champagné-Saint-Hilaire, P. ROSSIGNOL, B. BALUSSEAU & L. VIBRAC, Geste Editions (2014)

• Article de Marjorie DELANGLE dans le Bulletin semestriel de DSNE « *Écologie et biologie des populations de Gallaselle(s) en Poitou-Charentes* », N° 43-2 – décembre 2014, pp. 70-71

• Article dans la Nouvelle République Dimanche Deux-Sèvres « *Un crustacé de 5 mm brandit l'étendard de la biodiversité »* (édition du 18 janvier 2015)

• Rapport de "projet fictif" des étudiants Charlotte BONNEVALLE, Paul DEBRAY, Sophia MUNRO, David VALLECILLO et Camille VITET, dans le cadre d'un module du Master 1 de la filière Génie Écologique de l'université de Poitiers : « *Extension de l'inventaire de la faune stygobie aux sources de la Charente* » (univ. Poitiers, mars 2015, 17 p.)

• Rapport de stage (mémoire écrit + soutenance orale) de Nil GODÉ dans le cadre du Master 1 de la filière Génie Écologique de l'université de Poitiers : « *Contribution à l'inventaire de la faune aquatique souterraine et à l'étude de la Gallaselle en Poitou-Charentes* » (Poitiers, juin 2015, 20 p. + Annexes) – Noté 14.75/20

• Article par le journaliste Chris LUCK dans la revue anglaise Living Poitou-Charentes (sollicitation du journaliste) – Édition été 2015, p. 30-31

• Article de Daniel DINAND (référent spéléologue), à la demande du maire pour le Bulletin du Conseil municipal de Vénérand (17) : « *La vie cachée des sources* » (novembre 2015)

• Article de David NEAU et François LEFEBVRE dans la Lettre Mensuelle de Charente Nature – novembre 2015 : « *Portrait nature : les gallaselles, peuple de l'ombre* » (cf. Annexe 5)

[En prévision :

• ERCOLI F., LEFEBVRE F., DELANGLE M., GODÉ N., CAILLON M, RAIMOND R., SOUTY-GROSSET C., 2016. Diet and trophic niche of *Gallasellus heilyi*, a crustacean stygobite endemic to central-western France. Manuscrit en préparation pour *Endangered Species Research* ou *Biological Conservation* (2016-2017)

• Chapitre de livre « *La Gallaselle : une spécificité régionale ?* », in : Bêtes et Plantes de la Vienne, O. PRÉVOST, Vienne Nature (à paraître en 2017)

• Article de synthèse dans L'Actualités Poitou-Charentes – La revue de la recherche, de l'innovation, de la création et du patrimoine en Nouvelle-Aquitaine (publication trimestrielle de l'Espace Mendès France, Poitiers)

• Articles scientifiques en collaboration avec les universitaires lyonnais et poitevins sur la distribution du genre *Gallasellus* (revue Comptes rendus Biologies, Académie des Sciences, Paris), sur l'inventaire de la stygo-faune régionale et sur la description des nouvelles espèces identifiées au cours de l'étude (revue Zoosystema, MNHN)

• Mise en ligne et valorisation des résultats finaux sur le site internet de l'ORE]

6. COMMENTAIRES & PERSPECTIVES

6.1. Discussion des résultats obtenus

Le programme "gallaselle(s)" a permis d'identifier 23 nouveaux sites et de porter à 31 le nombre total de sites connus à gallaselle(s) sur l'ensemble du grand centre-ouest de la France. Il a substantiellement densifié les connaissances sur le territoire régional (premières mentions en Charente et en Vienne), et confirmé l'étendue de son aire de répartition au-delà même des limites départementales, au sud comme au nord (premières mentions en Dordogne et en Vendée). Près de la moitié des populations à gallaselle(s) identifiées à ce jour se concentre dans le grand bassin versant de la Charente (actuel et paléo-bassin, comprenant les 4 îles atlantiques), mais elles s'étendent également au nord à celui de la Sèvre niortaise et de la Loire, et au sud, désormais dans celui de la Garonne/Gironde (cf. cartographie de synthèse, en Figure 19, ci-après). D'un point de vue hydrogéologique, toutes les populations identifiées à ce jour se trouvent dans des eaux circulant dans des calcaires du Secondaire (aquifères karstiques du Jurassique, et nouvellement, au sein d'aquifères fissurés du Crétacé) (cf. Tableau 6 de synthèse). Aucune population n'a été mise à jour dans les petits aquifères de socle du Primaire, ni dans des aquifères sableux et alluvionnaires du Tertiaire et du Quaternaire (effort d'échantillonnage cependant proportionnellement moindre). Cela laisse à penser que leur habitat préférentiel reste les masses d'eau des sous-sols calcaires (nappes et rivières souterraines) qui assurent probablement mieux pérennité et stabilité de leurs milieux de vie.

Tableau 6 : Synthèse tous temps des fréquences d'occurrence des gallaselle(s) (% de sites positifs / prospectés)

Départements				
16	17	79	86	Autres
9.68 (3/31)	25.80 (8/31)	19.35 (6/31)	35.48 (11/31)	9.68 (3/31)

Grands Bassins Versants					
Charente	Garonne	Loire	Seudre	Sèvre Niortaise	Autres
45.16 (14/31)	3.23 (1/31)	38.71 (12/31)	0.00 (0/31)	12.90 (4/31)	0.00 (0/31)

Aquifères			
Fissuré	Karstique	Socle	Sableux/Alluvionnaires
19.35 (6/31)	80.65 (25/31)	0.00 (0/31)	0.00 (0/31)

Géologie			
Primaire	Secondaire	Tertiaire	Quaternaire
0.00 (0/31)	100 (31/31)	0.00 (0/31)	0.00 (0/31)

Ces masses d'eau circulant dans les calcaires en sous-sol sont par contre très perméables aux activités et pollutions de surface *via* le percement de puits/forages, d'orifices naturels (pertes et doline) ou simplement par infiltration. Et il se trouve qu'en surface les plateaux sédimentaires sont particulièrement propices à l'agriculture intensive, avec son lot d'intrants et de phytosanitaires. Bon nombre des sites prospectés en région présentent des valeurs en nitrates particulièrement élevées (en fait seuls quelques sites insulaire ou littoraux, ainsi que quelques-uns sur les contreforts du Massif central ne présentent pas de pollution en nitrate). Les gallaselles semblent s'en accommoder relativement bien (tout du moins les a-t-on contactées plus fréquemment sur des sites chargés en nitrates !). Il est peu probable par contre qu'elles résistent à des pollutions chimiques d'origine agricoles, industrielles, voir domestiques. De même, il est évident que les gallaselles ne peuvent survivent à des assecs prolongés, et c'est une des menaces majeures et chronique en région.

Les élevages et analyses en laboratoire (collaboration universités de Poitiers et Jyväskylä) ont permis d'acquérir des données inédites sur la biologie des populations de ces animaux (sex-ratio, diagramme de taille, etc.), et aussi de mettre en évidence une certaine ubiquité dans son régime alimentaire, à base de biofilms* complétés par des débris organiques si disponibles (coffrage en bois, dans certaines stations de captage, feuilles et bois morts au niveau des sources et fontaines ou à l'aplomb des puits, pertes et autres dolines). Par ailleurs, les analyses génétiques et morphologiques (université Lyon 1) de nos spécimens ont confirmé l'existence de plusieurs espèces (nouvelles pour la Science) au sein de ce que l'on considérait jusqu'alors comme des populations de l'espèce unique *Gallasellus heilyi*. Ces nouvelles espèces – dont plusieurs rien qu'en Vienne – resteront à décrire et nommer officiellement.

La stygo-faune associée s'est révélée riche d'une trentaine de taxons *a minima* (connaissances naturalistes multipliées par 3), parmi lesquels d'autres espèces rares et endémiques* ont été identifiées, comme les bythinelles et globhydrobies pour ne parler que des mollusques. L'absence de résolution taxonomique (identifications à l'espèce encore en cours), ne permet pas à ce stade d'utiliser les taxons stygobies comme marqueurs de la qualité des eaux souterraines, ni l'ensemble de la stygo-faune dans l'établissement d'un "IBGN souterrain" (cette potentialité restera à être investiguée plus avant). Par ailleurs, la majorité des sites inventoriés à l'échelle régionale a fait l'objet en parallèle d'un relevé botanique et faunistique de manière à caractériser l'habitat environnant immédiat (ripisylve des sources, fontaines et têtes de bassins, entrées et profondeurs des cavités souterraines). Au terme de ce programme, c'est quelques 2500 données d'observations qui viendront alimenter les bases de données naturalistes départementales, pour des milieux souvent méconnus et sous-prospectés.

Les ⊕ et les ⊖

(/ au programme prévu)

⊕

- ↗ de 300 % du nombre de sites connus à gallaselles (23 nouveaux sites)
- ↗ aire de répartition à de nouveaux départements et bassins versants
- ↗ connaissance des préférendums écologique et alimentaire
- ↗ diversité morphologique et génétique (complexe d'espèces *Gallasellus* ??)
- ↗ de 500 % du nombre de taxons connus dans la stygofaune régionale (25 nouveaux taxons)

⊖

- ↘ sous-échantillonnage, suite à sous-estimation du temps de travail nécessaire par site
- ↘ inégale couverture de prospection à l'échelle des 4 départements, suite à difficultés de mobilisation de certains partenaires initiaux
- ↘ sous-estimation du temps nécessaire à la résolution taxonomique pour certains groupes orphelins (pas de spécialiste locaux)
- ↘ inachèvement de la proposition du développement d'un IBGN souterrain basé sur la stygofaune

6.2. Sites & mesures de protection envisagés

La sélection des sites s'est basée sur les critères suivants, par ordre hiérarchique d'importance :

- effectif populationnel en gallaselle(s)
- richesse du cortège faunistique associé
- potentialité du site en termes de conservation/communication

Le nombre d'individus contactés pour chaque population inventoriée (tous morphotypes de gallaselles confondus à ce stade) doit bien évidemment constituer un critère de premier choix dans la sélection des sites proposés à protection. Cependant, il faut bien considérer que les effectifs obtenus sont basés sur un échantillonnage ponctuel (dans le temps et dans l'espace), par nature pas toujours le reflet des abondances réelles. Aussi, les données historiques d'observations – quand elles sont disponibles – permettent d'affiner le choix avec une notion de persistance/pérennité des populations en place. Par ailleurs, la présence associée d'un riche cortège d'espèces permet de s'assurer de la bonne santé du site en tant qu'habitat, et de la potentialité de conservation d'un hydro-système souterrain fonctionnel (avec tous les maillons d'une chaine alimentaire, brouteurs, décomposeurs, symbiotes, prédateurs, etc.). À cela s'ajoute un intérêt scientifique et patrimonial indéniable, avec la co-occurrence de taxons bien souvent identifiés comme rares, endémiques* ou menacés. Enfin, la sélection des sites doit être envisagée aussi en termes de potentiel de protection effective et durable, et de potentiel de communication/sensibilisation, et ainsi s'appuyer sur l'existence de structures et/ou volonté déjà en place localement.

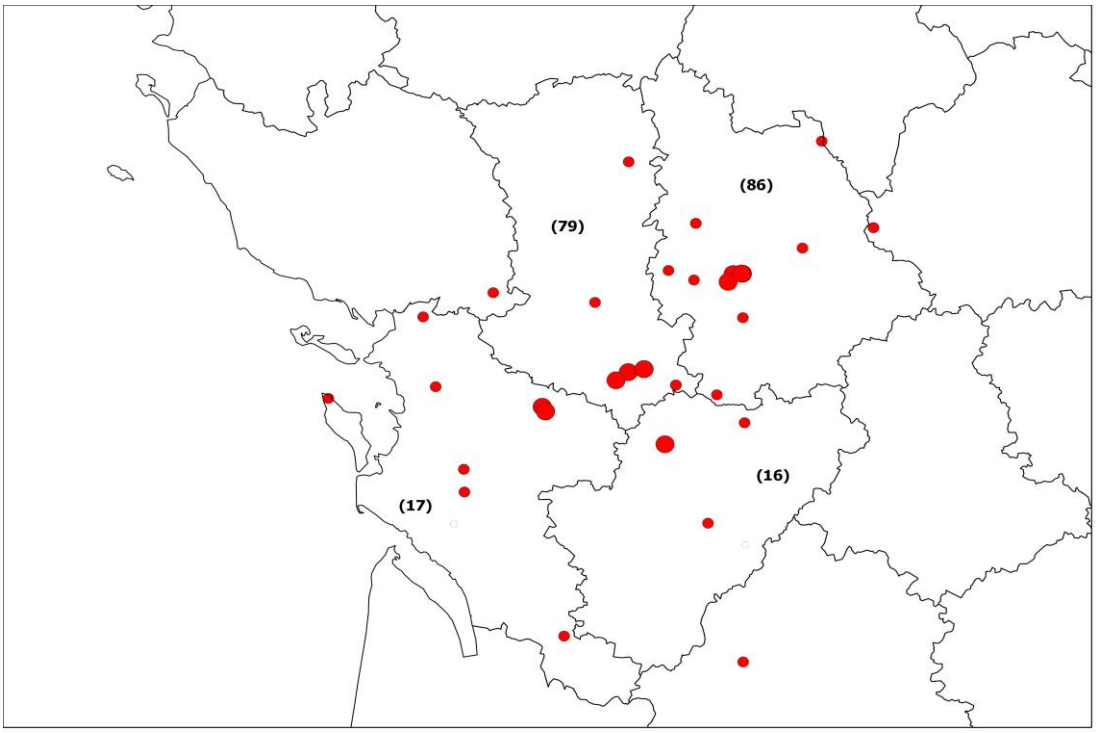


Figure 19 : Cartographie de la totalité des sites connus à gallaselles (données 1955-2016), avec identification des sites proposés à protection (points rouges élargis)

Au terme de ce processus, et pour coller aux réalités administratives de protection des espaces naturels, nous avons sélectionné 1 site (ou ensemble de sites) à protéger prioritairement par département :

- ***La rivière souterraine de Bataillé (79)***

C'est le site historique de découverte de la Gallaselle de Heily, et en tant que « station-type » de l'espèce, cette rivière souterraine du sud des Deux-Sèvres présente *de facto* un intérêt scientifique de tout premier plan (cf. F. MALARD et C. DOUADY, in LEFEBVRE *et al*., 2013). C'est aussi sur ce site que nous avons le plus de données historiques d'occurrence et d'abondance (N = 8 sur une période de 60 ans), avec des observations qui se répartissent en 2 points du parcours souterrain de la rivière, à l'aplomb du puit de descente (au lieu-dit Bataillé, cf. Figure 20) et à son exsurgence (site des lavoirs-fontaines de Sompt). Même si les efforts de recherches ne sont pas comparables, il est clair que les effectifs, du moins à l'aplomb et en aval immédiat du puits de descente "1894", sont en dramatique régression (« *des dizaines* » dans les années 1960 *versus* N = 1 à la dernière descente en 2015 !).

Stygo-faune associée : crustacés amphipode *Niphargus ladmiraulti*, isopode *Caecosphaeroma burgundum* (sous-espèce *rupisfucaldi*), ostracode *Sphaeromicola topsenti*

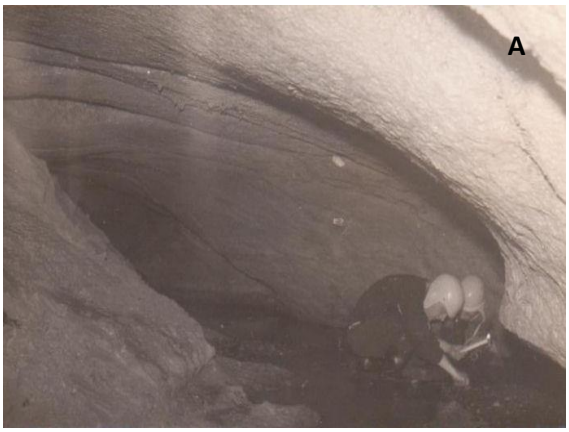


Figure 20 : Rivière souterraine de Bataillé (Gournay-Loizé, 79). A - Collecte par P. JUCHAULT et G. NOULIN dans les années 1960, en aval du puits "1894" (photo : M. CAILLON / PCN) ; B - Aplomb du puits "1883", en 2013

Ce site est déjà en partie sous la surveillance de la communauté spéléologique régionale qui contrôle son accès au puits de descente, et qui est bien consciente de sa richesse biologique (cf. Figure 21). En terme de conservation, il pourrait être envisagé dans un premier temps, puisqu'une faune riche et diversifiée y est encore présente, mais en abondance faible (et en forte régression en ce qui concerne la Gallaselle), de simplement ré-approvisionner le lit de la rivière avec de la matière organique sous forme de morceaux de bois morts (idée originale de Jean-Michel Amiot, DSNE). Cette matière organique pour partie naturellement présente (*via* des pertes et dolines en amont), mais

également issue de la dégradation de l'ancien coffrage en bois autour du puits de descente, avait été spécialement retirée lors d'une opération de « nettoyage » menée par les spéléologues locaux.

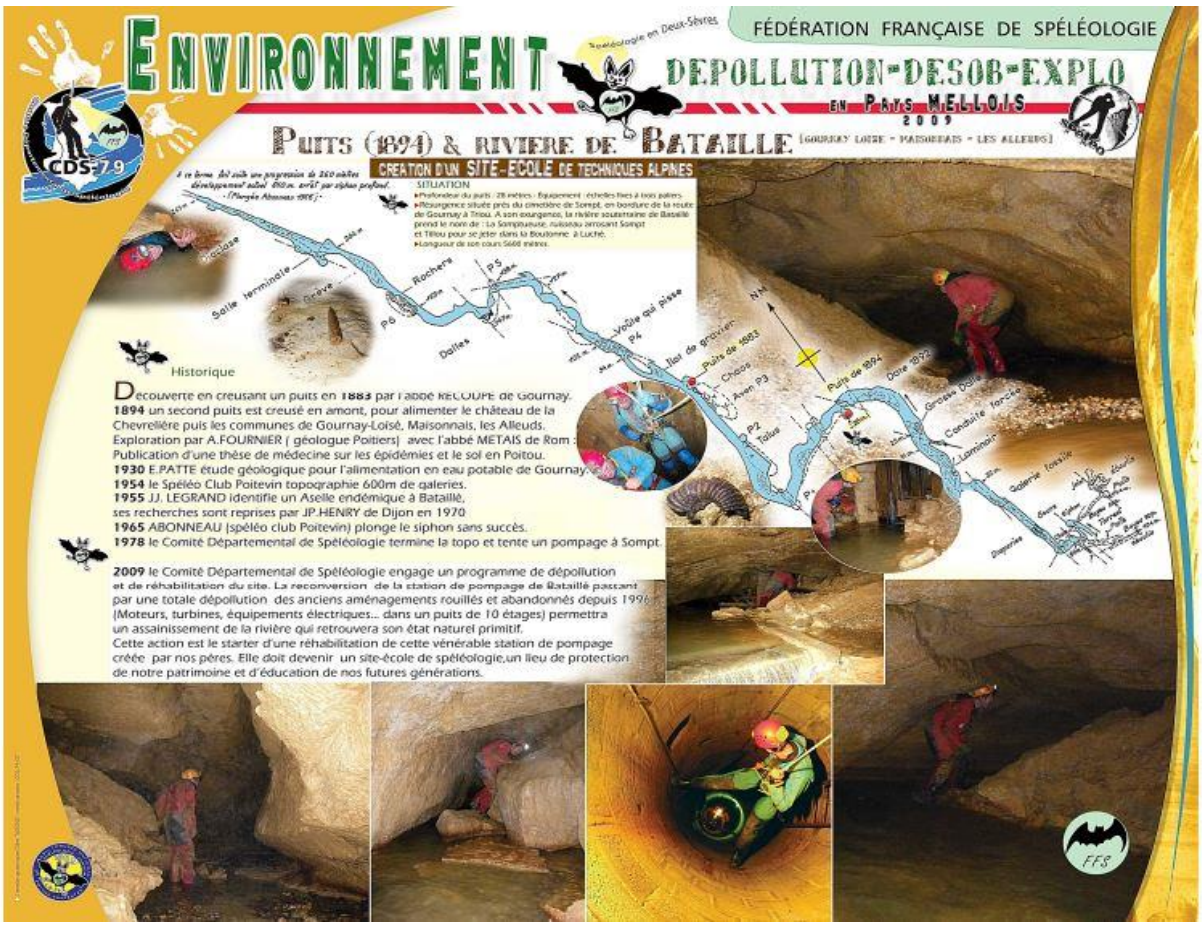


Figure 21 : Document réalisé par la communauté spéléologique régionale (G. TURGNÉ, CDS-79 et CSR-PC, à l'occasion des Rencontres Spéléologiques Nationale de Melle, en 2009) faisant état de l'intérêt patrimonial et pédagogique du site de Bataillé, et figurant toujours aujourd'hui sur le local abritant le puits de descente à la rivière souterraine (site école)

Aussi, puisque que c'est le plus ancien et seul site pour lequel nous avons des données historiques d'abondance, il serait pertinent de mettre ici en place un protocole de suivi qui permettrait d'évaluer l'efficacité de la mesure. Ce pourrait prendre la forme d'un comptage annuel non-invasif (à vue, sur site), soit par dénombrement sur un support organique clairement identifié (ex. planche de bois aux dimensions prédéfinies), soit après un effort de recherche constant d'une année sur l'autre. Cette mission pourrait être confiée aux spéléologues locaux sous l'expertise de naturalistes-hydrogéologues de DSNE. Par ailleurs, il pourrait être opportun, en accord avec les structures spéléologiques, de limiter le piétinement dans la partie amont du puits de descente "1894" (cf. recommandations C. JUBERTHIE, président du CNPS, lors du Séminaire national Gallaselle de 2012).

La principale menace identifiée sur ce site reste un risque de pollution massive (industrielle et/ou agricole), et il conviendrait d'un point de vue réglementaire de prendre les mesures nécessaires pour limiter ce risque sur l'ensemble du micro-bassin d'alimentation de la rivière souterraine. A minima et à court terme, il pourrait être envisagé de mener des actions d'information/sensibilisation auprès des propriétaires riverains concernés sur ce micro-bassin versant, et notamment auprès des

agriculteurs qui utilisent trop souvent encore les puits, pertes ou dolines comme dépotoirs. Ces actions pourraient être du ressort des municipalités concernées (cf. Tableau 7 ci-dessous). Nous avons dans ce sens, et dès 2013, rencontré monsieur Pierre BURGAUD, maire de Gournay-Loizé, qui s'est montré très sensible à la biodiversité présente sur sa commune et favorable à toute initiative qui irait dans le sens de sa conservation. À noter également que le bassin d'alimentation de la rivière souterraine est situé dans le périmètre d'action/protection du programme Re-Sources* « Boutonne Amont », porté localement par le syndicat d'eau SMAEP-4B (cf. cartographie en Figure 22). Il s'agit d'un programme régional qui court au moins jusqu'à 2021 et qui ambitionne « *une reconquête de la qualité des eaux* » en faisant « *changer significativement les pratiques à l'origine des pollutions* », notamment *via* une démarche de concertation locale.

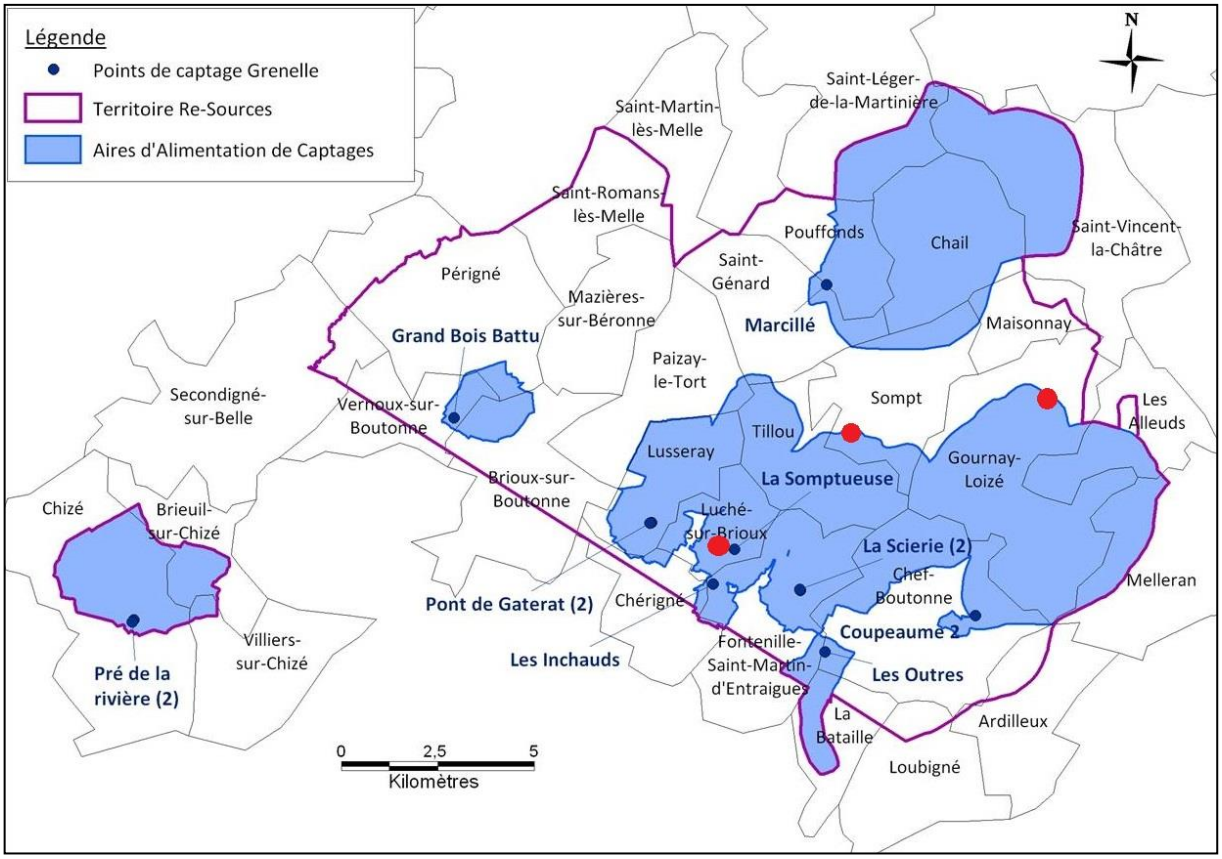


Figure 22 : Territoire d'actions Re-Sources « Boutonne Amont », avec localisation (points rouges) des 3 sites connus à gallaselles dans le micro-bassin versant de la rivière souterraine de Bataillé (cartographie d'après SMAEP-4B)

Enfin, à plus long terme et si cela s'avérait nécessaire en raison de menaces confirmées, une démarche vers la mise en place d'un Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB*) pourrait être étudiée. Cette solution demeure toutefois conditionnée à la présence d'espèces protégées, et devra définir les autorisations d'usages et pratiques sur le site et sur le périmètre du micro-bassin versant. À ce propos, il est important de souligner, comme déjà mentionné par le président du CNPS dans la circulaire SCAP de 2010 et comme reformulé aux cours du Séminaire préparatoire de 2012, la nécessité du maintien en ces lieux des activités de la communauté spéléologique locale et régionale (actuellement site école de descente). Les spéléologues, en fins connaisseurs de ces milieux

souterrains et de longues dates bien conscients de la richesse géologique et faunistique du site, doivent non seulement rester associés aux éventuelles décisions et mesures de conservation qui pourraient avoir lieu autour du réseau de Bataillé, mais le maintien de leur présence régulière *in situ* permettra d'assurer un rôle de veille et de premiers garants (sentinelles) du bon état écologique et fonctionnel de ces lieux [proposition en cours de relecture en date du 18 juillet 2016, et non-encore validée par le CSR-PC].

- ***Le bassin versant du Ruisseau de Dames (86)***

Ce micro-bassin versant s'est avéré comme le plus intéressant en terme de biodiversité rencontrée sur l'ensemble de la région Poitou-Charentes. Il y a été contacté 3 morphotypes différents de gallaselles (cf. données génétique et morphologique des universitaires lyonnais), avec des effectifs abondants (≥ 100 individus vus ou collectés), sur au moins 3 sites (fontaine-lavoirs de Prémarie, fontaine-lavoir d'Andillé, fontaine du Clos des Roches), et avec pérennité constatée des populations sur plusieurs années (2012, 2014, 2015, 2016).

Stygo-faune associée : annélide *Trichodrilus* sp., mollusque *Bythinella* sp., crustacés ostracode *Typhlocypris* sp., amphipode *Niphargus ladmiraulti*, et isopode *Caecosphaeroma burgundum* (sous-espèce *ruspisfucaldi*).

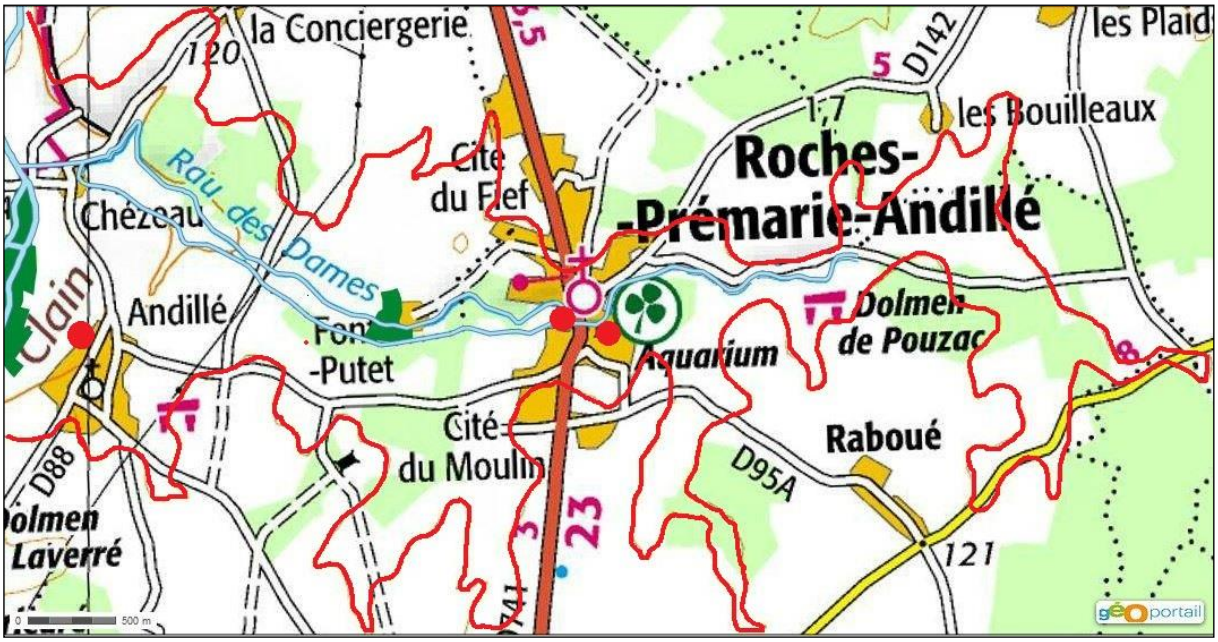


Figure 23 : Contour d'un possible périmètre de protection du micro-bassin versant du Ruisseau des Dames (basé sur la cote +120 m), incluant la haute vallée de Pouzac (à l'ouest), les 3 sites connus à gallaselles (points rouges) et les ZNIEFF(s) (en vert) de Font-Putet et du Divan (à la confluence avec le Clain)

La principale menace identifiée sur ce micro-bassin versant se situe non pas en terme de qualité des eaux mais plutôt en terme de quantité (niveau et débit), la tête de bassin étant dédiée à la maïsiculture intensive avec présence d'une bassine de rétention d'eau pluviale (au lieu-dit les

Bouilleaux) et d'une station de pompage puisant directement dans la nappe (aquifère* du Dogger, Supra-Toarcien) pour alimenter un système d'arrosage à grande échelle. L'assèchement de la moyenne vallée du ruisseau des Dames est d'ailleurs ce qui a valu le déclassement de la ZNIEFF du Clos des Roches en aval immédiat du centre-bourg, et qui menace actuellement les marais alcalins un peu plus bas au niveau de la ZNIEFF de type 1 encore existante de Font-Putet (cf. fiche DREAL-PC N° 540003375/00000179 ; et rapport RASSINEUX, 2011). Il conviendrait donc de s'appuyer sur ces zones reconnues d'intérêts faunistiques et floristiques pour étendre le périmètre de protection à l'ensemble du micro-bassin versant du Ruisseau des Dames depuis sa source (haute vallée de Pouzac) à sa confluence avec le Clain (à la limite des communes des Roches-Prémarie-Andillé et de Smarves, cf. Figure 23), et d'appliquer des mesures de restriction d'eau, avec comme objectif chiffré d'assurer un débit constant de 10-15 l/s au niveau des lavoirs de Prémarie (débits actuellement mesurés manuellement par A. PRATT, employé communal, mais qu'il conviendrait de faire surveiller de manière automatisée et indépendante par un organisme d'État). En terme de conservation, il s'agirait ici d'assurer la pérennité des marais et ZNIEFF(s) qui en dépende(nt), et quant à la stygo-faune associée de maintenir *a minima* en l'état l'habitat de la plus grosse population de gallaselle(s) identifiée à ce jour en Poitou-Charentes.

C'est aussi le site avec le plus grand potentiel de communication/sensibilisation : aux portes de Poitiers (15 km au sud), avec 3 points d'accès facile et "grand public" à la biodiversité souterraine (cf. Figure 24 A). Ainsi, par exemple, des lavoirs couverts au pied du château de Prémarie qui ont été spécialement aménagés pour présenter au public/scolaires la faune aquatique locale *via* des expositions et des élevages en aquariums, auxquels il pourrait être envisagé d'intégrer la faune des eaux souterraines (volonté affichée de son gérant A. PRATT, comm. pers., 2015-2016 ; cf. Annexe 6). Pour les autres sites (fontaine du Clos des Roches et lavoir-fontaine d'Andillé), il pourrait être envisagé – en accord avec la commune et son maire M. MARCHADIER – de mettre en valeur le petit patrimoine architectural à travers un programme d'aménagement/restauration des fontaines (cf. Figure 24 B).

Figure 24 : Sources du Ruisseau des Dames (Roches-Prémarie-Andillé, 86). A - Lavoirs-fontaine de Prémarie ; B - Fontaine du Clos des Roches

➢ ***Fontaine et aqueduc souterrain de Tusson (16)***

Sur la base de notre échantillonnage mené en Charente (aucun site à gallaselle connu avant étude), il s'avère que l'ensemble médiéval de Tusson est à la fois le plus riche en terme d'effectif contacté (N = 15 individus), et le plus propice en termes de protection/sensibilisation (village médiéval classé avec 2 sites inscrits aux Monuments historiques dans le centre-bourg ; cf. Figure 25).

Faune associée (identification encore en cours pour certains taxons) : mollusques *Bythinella* sp. et *Islamia* sp. + chiroptère *Rhinolophus hipposideros*, espèce protégée au niveau national et classée en « *priorité 2+* » dans la déclinaison régionale de la circulaire SCAP* (2010).

Figure 25 : Ensemble médiéval de Tusson. A - Escaliers de descente à proximité du lavoir communal ; B - Fontaine et aqueducs souterrains

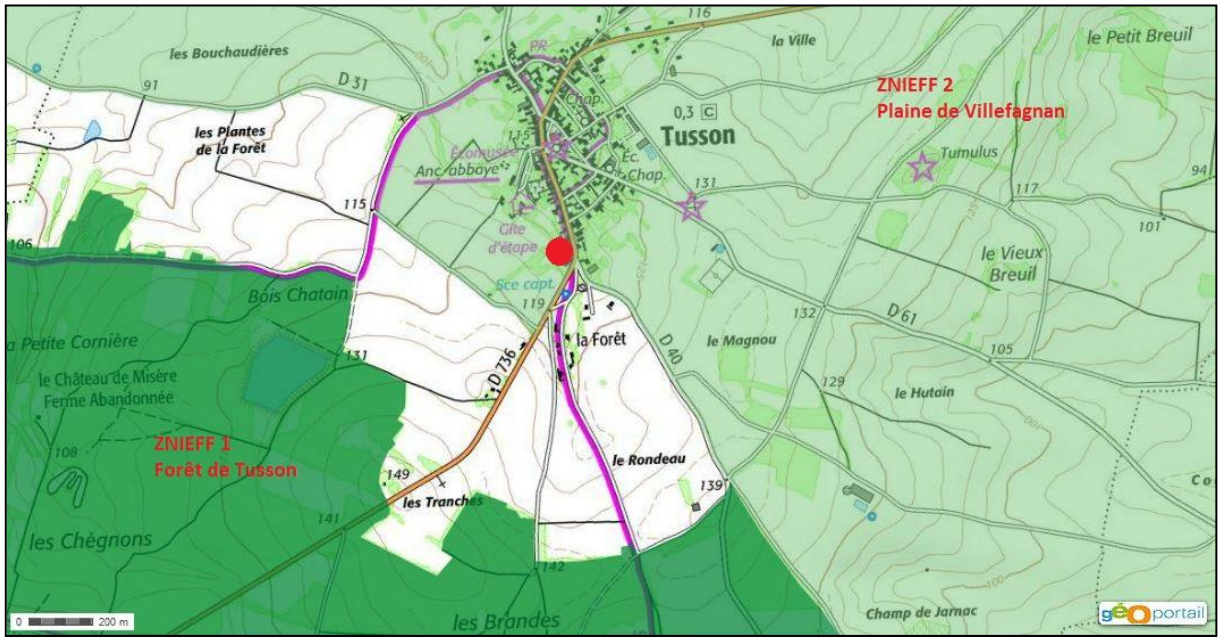


Figure 26 : Localisation de la fontaine et aqueducs souterrains de Tusson, au sud du village médiéval (2 sites classés aux Monuments historiques), dans le périmètre d'une ZNIEFF 2, avec bassin d'alimentation en partie sur une ZNIEFF 1

Nous n'avons pas identifié de menace particulière et imminente sur ce site (cf. relevés et analyses physico-chimiques), mais les habitants du bourg ne consomment plus l'eau de cette fontaine depuis des années, pour cause de nitrates (cf. riverains comm. pers., sur site, le 04/02/2015). L'accès à l'ensemble souterrain (fontaine et aqueducs) se fait par des escaliers (à côté du lavoir communal), non protégés et ouverts au public (cf. Figure 25 A). Une signalétique pourrait être apposée à proximité pour sensibiliser locaux et visiteurs à cette double richesse communale. Ces actions pourraient être menées en lien avec le Club MARPEN qui a son siège dans la commune et qui œuvre en Nord Charente pour la préservation du Patrimoine en général.

Par ailleurs, le bassin d'alimentation des aqueducs et de la fontaine souterraine, au sud du village (cf. Figure 26), est en partie couvert par un massif forestier classé en ZNIEFF de type 1 (Forêt de Tusson N° 540004562/00000471). La fontaine et tout le village sont quant à eux inclus dans le territoire d'une grande ZNIEFF de type 2 (Plaine de Villefagnan N° Z540120098/08600000).

- ***Le bassin versant du Ruisseau du Roi (17)***

Suite à l'observation inédite de gallaselles par Claude BOU, en 1992, au nord de l'Île d'Oléron (puits de « la Garenne », Saint-Denis-d'Oléron, N = 4), il avait été pressenti de proposer à protection au moins un site insulaire au terme de ce programme (intérêts paléo-biogéographiques notamment, cf. MAGNIEZ & HENRY, 2001). Malheureusement la réalité du terrain a fait que nous n'avons pas re-contacté de gallaselle, ni dans le puits originel qui semble avoir été comblé depuis (cf. échanges avec C. BOU), ni ailleurs sur la commune ou sur l'Île (N = 2 sites prospectés), ni même sur les autres îles de la façade atlantique (Ré, N = 3 sites / Île d'Aix, N = 1 site / Île Madame, N = 1 site) !

À défaut donc, et en l'absence de collecte en effectifs conséquents par ailleurs (N ≤ 3), nous nous retournons pour la Charente-Maritime vers 2 sites contigus, prospectés avant programme par les universitaires lyonnais et présentant des abondances intéressantes (cf. Figure 27 et 28). C'est en effet dans le micro-bassin versant du Ruisseau du Roi, au niveau de 2 de ses sources d'alimentation, à la Fontaine au Roi (commune de la Jarrie-Audouin) et à la Fontaine des Veuves (commune de Saint-Pierre-de-l'Isle) que Christophe DOUADY (univ. Lyon 1) avait collecté en décembre 2008 un nombre conséquent de gallaselles (respectivement, 15 et 40 individus). Une visite et des prospections récentes à ces 2 stations (le 11/04/2016) ont permis de confirmer la présence et la persistance ici d'une belle population de gallaselles (N = 13 à la Fontaine au Roi / N = 3 à la Fontaine aux Veuves).

Stygo-faune associée : mollusque *Bythinella* sp. + crustacé *Niphargus* sp. + halacarien *Soldanellonyx chappuisi*.

Le choix de ces sites est conforté par la volonté affichée des municipalités concernées de s'approprier, de valoriser et de protéger ces richesses, dans le cadre notamment de la Trame Verte et Bleue (TVB*), et à travers un projet de restauration/valorisation des lavoirs et fontaines (cf. Naïs AUBOUIN, NE 17, comm. pers., 3 février 2016 ; Jacky RAUD, maire de La Jarrie-Audouin, visite du 11 avril 2016 ; Jean-Pierre CHATELIER, maire de Saint-Pierre-de-l'Isle).

Figure 27 : Sources du Ruisseau du Roi. A - Fontaine au Roi (La Jarrie-Audouin, 17) ; B - Fontaine des Veuves (Saint-Pierre-de-l'Isle, 17)

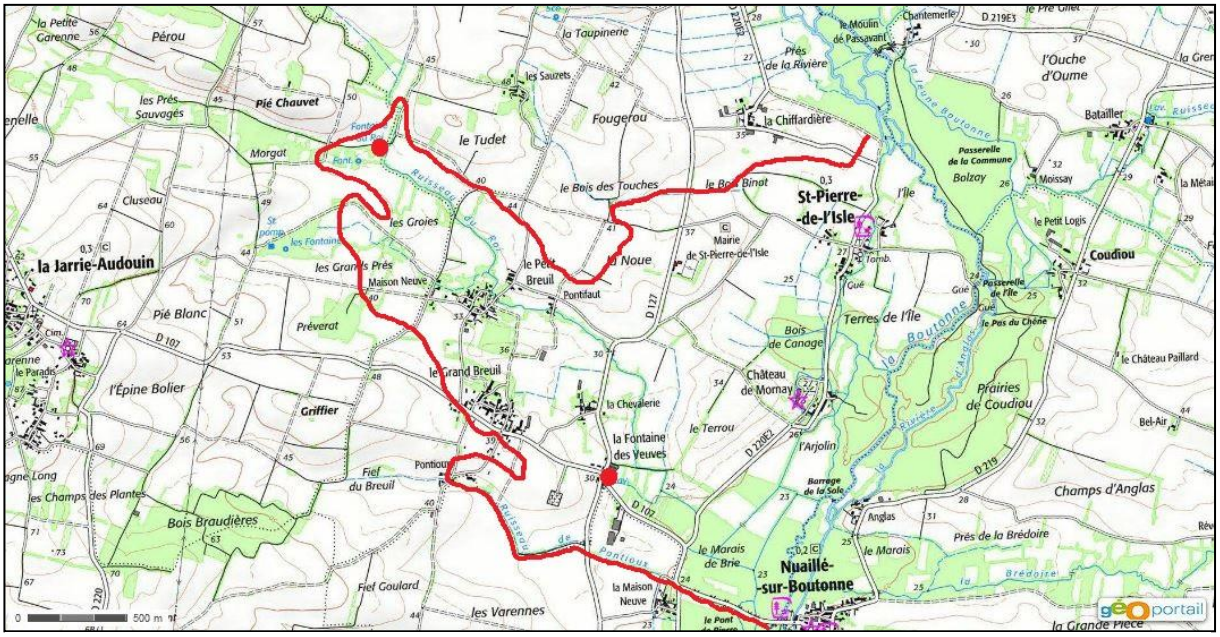


Figure 28 : Contour d'un possible périmètre de protection (a minima) autour du micro-bassin versant du Ruisseau du Roi (basé sur la cote +45 m en amont), incluant les 2 sites connus à gallaselles (points rouges), et la confluence avec la Boutonne

Considérations sur les mesures de protection réglementaire à mettre en place :

De par sa richesse et son historique d'études biospéologiques, la Grotte de Hautecourt (Ain) a été le premier écosystème souterrain à bénéficier en France du statut réglementaire fort de Réserve Naturelle Nationale (RNN*****) (création en 1980, à l'initiative de l'équipe des universitaires lyonnais notamment). À ce jour, avec la Grotte du T.M. 71 (Aude), elle reste une des seules RNN***** à protéger également et avant tout un hydro-système souterrain (riche d'une vingtaine d'espèces inventoriées). Et d'une manière générale, hors gîtes à chauves-souris, la protection du milieu souterrain en tant que biotope reste exceptionnelle en France (JUBERTHIE, 1995 ; C. JUBERTHIE, comm. pers., 2012).

Le développement récent des Réserves Naturelles Régionales (RNR*****) pourrait être une solution adaptée à moyen terme pour une protection intégrale d'un micro-bassin versant et son hydro-système souterrain. En effet, depuis 2002, les Conseils régionaux peuvent faire classer à ce titre tout site présentant « un intérêt pour la faune, la flore, le patrimoine géologique ou paléontologique ». Cependant cela reste une démarche lourde et longue à mettre en place, nécessitant une pluralité d'enjeux en terme de biodiversité (flore, faune), et l'historique Région Poitou-Charentes, malgré une volonté affichée d'aller dans ce sens depuis plusieurs années, n'a créé à ce jour que 3 RNR* (La Massonne et la Vallée de la Renaudie en 2012, et le Bocage des Antonins en 2015).

La mise en place d'un Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB*****) semble à court terme la mesure réglementaire la plus susceptible de répondre aux objectifs de conservation des gallaselles (et de la stygo-faune associée) *via* la protection de ses habitats aquatiques souterrains. En outre, le récent décret N° 2015-1787 du 28 décembre 2015 offre désormais la possibilité aux préfets de prendre des arrêtés de protection ciblés sur le patrimoine géologique (APPG*****). C'est un outil supplémentaire mobilisable notamment dans le cadre de la SCAP*****, et en l'occurrence une justification de référence pour la protection de sites patrimoniaux d'intérêt international (scientifique, pédagogique et historique) qui associent étroitement le contenant géologique (nappes aquifères***** des calcaires jurassiques) au contenu biologique (stygo-faune endémique***** au centre-ouest de la France).

Une mesure d'APPB***** est généralement motivée par la présence d'espèces protégées réglementairement, ce qui n'est le cas d'aucun des crustacés stygobie***** en France (seules les 3 écrevisses autochtones bénéficient de ce statut, cf. Arrêté du 21 juillet 1983), mais qui concerne par contre certains des mollusques associés de notre stygo-faune (*Bythinella* spp., *Islamia moquiniana* sous le terme *Hauffenia minuta*, cf. Arrêté du 23 avril 2007).

Il pourrait paraître pertinent alors, fort des données nouvellement acquises au cours de cette étude, de lancer une procédure de classement en « espèce protégée » pour la Gallaselle (ou le complexe *Gallasellus*), et à plus court terme de retenir ce taxon dans la future Liste rouge régionale actuellement en préparation et prévue pour être délivrée en 2017 (IUCN-MNHN).

Les propositions ci-dessus de faire protéger des micro-bassins et des vallées entières (cf. récapitulatif en Tableau 7 ci-dessous), plus petites unités fonctionnelles de protection effective dans le cas des hydro-systèmes souterrains, s'inscrivent parfaitement dans le cadre de l'orientation politique de la Trame Verte Bleue (TVB*), une des mesures phares du Grenelle Environnement (2007/2009). Dans le

cas présent, les corridors en question sont à la fois aquatiques et terrestres, et concourraient effectivement à protéger de véritables réservoirs de biodiversité (cf. circulaire Articulation SCAP*-TVB*, 2010).

Tableau 7 : Entités hydro-géologiques proposées à protection en Poitou-Charentes

Site nominal (Dpt)	Communes concernées	Habitat à protéger
Rivière souterraine de Bataillé (79)	Maisonnay, Chail, Les Alleuds, Gournay-Loizé, Sompt	lit souterrain + micro-bassin versant des dolines amont aux exsurgences
Ruisseau des Dames (86)	Roches-Prémarie-Andillé, Smarves	sources & fontaines + micro-bassin versant de Pouzac au Clain
Fontaine et aqueducs de Tusson (16)	Tusson	ensemble médiéval d'alimentation en eau du centre-bourg
Fontaine au Roi et Fontaine des Veuves (17)	La Jarrie-Audouin, Saint-Pierre-de-l'Isle	sources et micro-bassin amont de la vallée du Roi

À noter enfin que de par leur géolocalisation au cœur de l'historique région Poitou-Charentes (sud 79, sud-ouest 86, nord 16 et centre-est 17), les 4 sites proposés offrent en outre un maillage intéressant en termes de complémentarité et de couverture de territoire sous protection forte (cf. cartographie régionale p. 260 - circulaire SCAP*, 2010).

RÉSUMÉ / ABSTRACT

Français. Un échantillonnage stratifié de 129 sites à l'échelle régionale (couvrant les 4 départements, les 4 grand types d'aquifères et les 5 grands bassins versants) a permis de dresser un premier inventaire de la faune stygobie ou stygofaune locale (ensemble des invertébrés inféodés aux eaux souterraines : nappes phréatiques, rivières souterraines, sources et sous-écoulements de ruisseaux). La Gallaselle (*Gallasellus heilyi*), petit crustacé découvert en Deux-Sèvres et pour lequel l'historique région Poitou-Charentes a une responsabilité forte et un devoir d'actions, a été contactée sur 23 nouveaux sites, portant à 31 le nombre total de sites connus sur l'ensemble du grand centre-ouest de la France. Son aire de répartition s'est considérablement étendue au nord, jusqu'au nord du Marais poitevin (dans sa partie vendéenne), et au sud jusque dans le grand bassin versant de la Garonne. En fait, des analyses morphologiques et génétiques menées en parallèle semblent attester de l'existence non pas d'une espèce mais de plusieurs espèces de gallaselles.

Des expériences et élevages menés en laboratoire (populations de Vienne et Deux-Sèvres) ont mis en évidence l'importance des biofilms (couche gélatineuse de micro-organismes) dans leur régime alimentaire, et révélés une position trophique basale au sein des hydro-systèmes souterrains. Leur habitat préférentiel semble être les grandes masses d'eau des aquifères karstique et fissuré circulant dans des calcaires du Jurassique et du Crétacé (ère Secondaire). L'analyse physico-chimique des eaux n'a pas permis de mettre en évidence de polluo-sensibilité particulière, si ce n'est une certaine tolérance – heureuse – vis-à-vis des nitrates.

L'inventaire de la stygo-faune associée a permis d'identifier *a minima* 30 taxons (pour moitié des crustacés, mais aussi des mollusques, des annélides et des arachnides), pour la plupart inconnus jusque-là en région, et dont certains sont possiblement des espèces nouvelles pour la Science (aux dires des experts consultés), et qu'il conviendra – un jour – de décrire et nommer officiellement. L'absence de résolution taxonomique, entre-autres raisons, ne permet pas à ce stade d'utiliser les taxons stygobies comme marqueurs de la qualité des eaux souterraines, ni l'ensemble de la stygo-faune dans l'établissement d'un "IBGN souterrain" (même si sa potentialité reste à être investiguée plus avant).

Au terme de cette étude, en prenant prioritairement en compte la biodiversité spécifique inventoriée (*Gallasellus* spp. et autres taxons stygobies particulièrement remarquables) ainsi que la potentialité des sites en termes de communication/sensibilisation, 4 entités hydro-géologiques sont proposés à protection, à raison d'une par département, dont 3 dans le grand bassin versant de la Charente, colonne vertébrale de l'historique Région, et qui concentre près de 50 % des populations et effectifs connus en gallaselle(s) :

- l'ensemble fontaine et aqueducs souterrains de Tusson (16) ;
- le micro-bassin versant de la rivière souterraine de Bataillé (79) ;
- le micro-bassin versant du Ruisseau du Roi (17) ;
- le micro-bassin versant du Ruisseau des Dames (86, grand bassin versant de la Loire).

Anglais. A stratified sampling of 129 sites in the region Poitou-Charentes (central-western France), covering the 4 departments, the 4 recognized types of aquifers, and the 5 major watersheds, allowed to make the first inventory of local stygobites (or stygofauna, i.e., all invertebrates living in the subterranean aquatic environment, such as underground rivers, phreatic waters, springs or sub-flows of rivers). The Gallaselle (*Gallasellus heilyi*), a small endemic crustacean for which the region has a strong responsibility, was contacted on 23 new sites, bringing to 31 the total number of known localities (since its discovery in 1955). Its range thus expanded considerably to the north up to northern Marais poitevin, and to the south up to the watershed of the Garonne River. In fact, morphological and genetic analyzes conducted in parallel tend to reveal the existence not only of one species but several species of gallaselles.

Experiments conducted in the laboratory (populations of Vienne and Deux-Sèvres departments) highlighted the importance of biofilms (gelatinous layer of micro-organisms) in the diet of gallaselles, and revealed their basal trophic position in the subterranean hydro-systems. Their main habitat seems to be the large water bodies of karstic and fractured aquifers from the Jurassic and Cretaceous period (Secondary era). The physico-chemical analysis of water did not highlight particular polluo-sensitivity, if not a certain tolerance to the nitrates.

The inventory of the associated stygofauna identified a minimum 30 taxa (half crustaceans but also molluscs, annelids and arachnids), most locally unknown, and some possibly new for Science. The lack of taxonomic resolution, among others reasons, do not allow at this stage using stygobites and stygo-fauna as bio-indicators of groundwater quality (although it remains to be investigated further).

At the end of this study, taking into account the biodiversity inventoried (*Gallasellus* spp. and other noteworthy stygobites) and the potentiality in terms of communication, 4 hydro-geologic areas are suggested to protection (one per department), including 3 in the watershed of the Charente River, the backbone of the Region, which concentrates nearly half of the known populations:

• the fountain and underground aqueducts of Tusson (Charente department);

• the micro-watershed of the underground river of Bataillé (Deux-Sèvres department);

• the micro-watershed of the Ruisseau du Roi (Charente-Maritime department);

• the micro-watershed of the Ruisseau des Dames (Vienne department).

GLOSSAIRE

*Termes marqués d'un * dans le texte*

APPB (Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope) : arrêté, pris par un préfet, pour protéger un habitat naturel ou biotope abritant une ou plusieurs espèces animales et/ou végétales sauvages et protégées. C'est une mesure de réglementaire forte (qui peut inclure l'interdiction de certaines activités), assez facilement mobilisable, et non associée à la mise en place de mesures de gestion sur le long terme (cf. Articles L.411-1 et L.411-2, R.411-15 à R.411-17 du Code de l'environnement + circulaire N° 90-95 du 27 juillet 1990).

APPG (Arrêté Préfectoral de Protection de Géotope) : arrêté, pris par un préfet, pour protéger le patrimoine géologique dans le but de conserver en l'état un site d'intérêt géologique qu'il soit une référence internationale, d'intérêt scientifique ou pédagogique majeur ou un objet géologique rare. Comme son équivalent Biotope (APPB*****), c'est une mesure de réglementaire forte (qui peut inclure l'interdiction de certaines activités), assez facilement mobilisable, et non associée à la mise en place de mesures de gestion sur le long terme (instauré par la loi Grenelle 2, loi du 28 septembre 2015).

Aquifère (littéralement « roche qui contient l'eau ») : formation géologique perméable permettant l'écoulement d'une masse d'eau souterraine.

Aquifère de socle : aquifère***** dans lequel l'eau circule par de petites fractures ou fissures au sein d'une roche primaire dure, et peu perméable (exemple : granite des massifs montagneux).

Aquifère fissuré : aquifère***** dans lequel l'eau s'écoule à travers un réseau de fissures ouvertes et connectées entre elles (exemple : calcaires marneux).

Aquifère karstique : aquifère***** dans lequel de grande masse d'eau s'écoulent rapidement par des conduits interconnectés (exemple : en terrain calcaire, suite à dissolution des carbonates de calcium).

Aquifère sableux et alluvionnaire : aquifère***** dans lequel l'eau est contenue dans les pores ouverts d'une roche (milieu interstitiel) et peut y circuler librement (exemples : sables, graviers, matière organique).

Bassin versant (= bassin hydrographique) : zone au sein de laquelle toutes les eaux de ruissellement convergent à travers un réseau de cours d'eau (ruisseaux, rivières, et fleuves) vers un unique exutoire. Le cours d'eau terminal qui débouche à la mer ou à l'océan est appelé fleuve. Chaque grand bassin versant se subdivise en un certain nombre de bassins élémentaires (parfois appelés « sous-bassins » ou « micro-bassins ») correspondant à la surface d'alimentation des affluents du cours d'eau principal.

Biofilms : couche gélatineuse de micro-organismes (bactéries, champignons, protozoaires, etc.) se développant sur tout support en milieu aqueux (sédiment, parois, cailloux, matière organique, etc.).

Endémique : adjectif qualifiant une espèce inféodée à une aire biogéographique donnée, en général de faible étendue.

Exsurgence : type de source* correspondant à émergence à l'air libre d'eaux souterraines issues d'un réseau karstique alimenté uniquement par percolation des eaux pluviales (par opposition à résurgence*).

Hyporhéique (littéralement, « sous-écoulement ») : qualifie la zone correspondant au lit profond des ruisseaux de surface.

Lentique : qualifie une masse d'eau stagnante ou à très faible flux (typiquement nappe phréatique, gour, flaque)

Nappe phréatique (littéralement « nappe de puits ») **:** première masse d'eau souterraine rencontrée lors du creusement d'un puits ou d'un forage ; cette nappe peut être captive (sous pression) ou libre (à la pression atmosphérique).

Stygobie : qualifie un taxon qui dépend obligatoirement du milieu aquatique souterrain et qui y passe l'intégralité de son cycle vital (se définit aussi en complément des termes stygophile* et stygoxène*).

Stygoxène : qualifie un taxon qui n'a pas d'affinité avec le milieu aquatique souterrain, et qui ne s'y retrouve que de manière occasionnelle ou accidentelle (se définit aussi en complément des termes stygobie* et stygophile*).

Stygophile : qualifie un taxon qui exploite activement les ressources du milieu aquatique souterrain durant une partie seulement de son cycle vital (se définit aussi en complément des termes stygobie* et stygoxène*).

Programme Re-Sources : projet régional, initié en 2002, qui a pour but de préserver et de reconquérir la qualité des ressources en eau, tant superficielles que souterraines, destinée à l'alimentation en eau potable. L'objectif prioritaire du programme vise à responsabiliser les acteurs des bassins d'alimentation et à les orienter vers une démarche plus respectueuse de l'eau et de l'environnement (en réponse à la Directive Européenne sur l'eau potable N° 98/83/CE, la DCE 2000/60/CE et la loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques de 2006).

Rhéotique (= lotique) : qualifie une masse d'eau animée d'un flux (typiquement tête de ruisseau et rivière souterraine)

Résurgence : type de source* correspondant à l'émergence à l'air libre d'un cours d'eau superficiel en amont qui a été englouti dans les fissures et pertes d'un réseau karstique (par opposition à exsurgence*).

RNN (Réserve Naturelle Nationale) : aire protégée dont le statut a été défini par la première loi de protection de la nature datant de juillet 1976, puis par la loi de « Démocratie de proximité » du 27 février 2002. C'est un outil de protection à long terme d'espaces, d'espèces ou d'objets géologiques.

RNR (Réserve Naturelle Régionale) : réserve naturelle gérées par les Régions, suite à la loi « Démocratie de proximité » du 27 février 2002, qui leur a donné compétence soit pour créer de nouvelles réserves naturelles, soit pour administrer les anciennes Réserves Naturelles Volontaires.

SCAP* (Stratégie de Création d'Aires Protégées) : stratégie nationale issue du Grenelle Environnement (2007/2009), et visant à placer 2 % au moins du territoire terrestre métropolitain sous protection forte (RNN*, RNR*, APPB*, APPG*, etc.). En ce qui concerne la Géo-Biodiversité, un Comité National du Patrimoine Souterrain (CNPS) a identifié une trentaine de sites et d'espèces souterraines à protéger nationalement (dont la Gallaselle pour le Poitou-Charentes).

Source : lieu d'apparition et d'écoulement d'eau souterraine à la surface du sol (exsurgence* ou résurgence*), à l'origine en général d'un cours d'eau de surface ; l'écoulement pouvant se faire par une ou plusieurs issues à débit individualisé (ex. griffon des sources rhéotique*, vasque des sources vauclusiennes) ou par un suintement diffus (marais et marécages).

TVB (Trame Verte et Bleue) : mesure adoptée lors du Grenelle Environnement (2007/2009) et qui ambitionne d'enrayer le déclin de la biodiversité au travers de la préservation et de la restauration des continuités écologiques (terrestres et aquatiques). Concrètement cette trame est constituée de réservoirs de biodiversité et des corridors qui les relient.

ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique) : espace naturel ayant fait l'objet d'un inventaire scientifique et abritant des espèces et/ou des milieux remarquables, rares ou menacés. Concrètement, le classement en ZNIEFF est conditionné à la présence d'au moins une espèce dite « déterminante » (statut défini *a priori* parmi les espèces les plus remarquables et les plus menacées régionalement). Une ZNIEFF est avant tout un outil de travail et de connaissance ; elle n'est pas assortie de mesures de protection réglementaire.

(*d'après le dictionnaire RAMADE, 1998, le dictionnaire du CNFSH www.hydrologie.org, le glossaire BICHOT & GENNAT, 2013, et le référentiel de l'INPN https://inpn.mnhn.fr*)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BICHOT F. & GENNAT A., 2013. *Les eaux souterraines en Poitou-Charentes*. Brochure BRGM, 72 p. (http://sigespoc.brgm.fr/IMG/pdf/brochure_es_pch.pdf).

COCHRAN W., 1977. *Sampling Techniques*. John Wiley & Sons, New York, 428 p.

DANIELOPOL D. L., MARMONIER P., BOULTON A. J. & BONADUCE G., 1994. World subterranean ostracod biogeography: dispersal or vicariance. *Hydrobiologia*, 287 : 119–129.

ERCOLI F., LEFEBVRE F., DELANGLE M., GODÉ N., CAILLON M, RAIMOND R., SOUTY-GROSSET C., 2016. Diet and trophic niche of *Gallasellus heilyi*, a crustacean stygobite endemic to central-western France. Manuscrit en préparation pour *Endangered Species Research* ou *Biological Conservation*.

UICN-MNHN, 2012. *La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Crustacés d'eau douce de France métropolitaine*, 25 p. (www.uicn.fr/Liste-rouge-crustaces-d-eau-douce.html)

FERREIRA D., MALARD F., DOLE-OLIVIER M.-J. & GIBERT J., 2007. Obligate groundwater fauna of France: diversity patterns and conservation implications. *Biodiversity and Conservation*, 16 : 567–596.

FRANÇOIS C. M., MERMILLOD-BLONDIN F., MALARD F., FOUREL F., LÉCUYER C., DOUADY C. J. & SIMON L., 2016. Trophic ecology of groundwater species reveals specialization in a low-productivity environment. *Functional Ecology*, 30 : 262–273.

GIBERT J., DANIELOPOL D. L. & STANFORD J. A., 1994. *Ground Water Ecology*. Academic Press, San Diego., 571 p.

GINET R., 1996. *Bilan systématique du genre Niphargus en France (Crustacés Amphipodes Gammaridea Niphargidae) - Espèces répertoriées jusqu'en 1990 dans les eaux souterraines de la France*. Société linnéenne de Lyon, Lyon, 242 p.

HENRY J-.P. & MAGNIEZ G., 1977. Observations sur *Gallasellus heilyi* (Legrand, 1956) représentant d'un nouveau genre d'asellide souterrain de France. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 102 : 215–222.

HENRY J.-P. & MAGNIEZ G., 1983. Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. 4. Crustacés isopodes (principalement Asellotes). *Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon*, 52 : 319–357.

HOLSINGER J. R., 2000. Ecological derivation, colonisation and speciation. In: Wilkens H., Culver D. C, & Humphreys W. F. (eds). *Caves and other subterranean ecosystems*. Ecosystems of the World 30, Elsevier, Amsterdam, pp. 399–416.

HUBAULT E., 1934. Étude faunistique d'eaux souterraines à la lisière septentrionale du bassin d'Aquitaine. *Bulletin Biologique de la France et de la Belgique*, 68 : 59–76.

JOURDE P. & TERRISSE J. (coord.), 2001. *Espèces animales et végétales déterminantes en Poitou-Charentes*. Coll. Cahiers techniques du Poitou-Charentes, Poitou-Charentes Nature, Poitiers, 154 p. (http://www.poitou-charentes-nature.asso.fr/IMG/pdf_faune-det-complet.pdf)

JUBERTHIE C. & DECU V. (coord.), 1994, 1998, 2001. *Encyclopedia Biospeleogica I, II, III*. Société de Biospéléologie, Moulis & Bucarest, 2294 p.

JUBERTHIE C., 1995. *Les habitats souterrains et leur protection*. Collection *Sauvegarde de la Nature* N° 72, Conseil de l'Europe, Strasbourg, 101 p.

LEFEBVRE F., 2012. Les Crustacés en Vienne. *Bulletin Vienne Nature*, Hiver 2011-2012 : 10–12 (https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00677945).

LEFEBVRE F., FILLON B. & CAILLON M., 2013. *Actes du Séminaire national Gallaselle (20-21 septembre 2012, Université de Poitiers)* – Poitou-Charentes Nature, 33 p. (https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00790213).

LEGRAND J.-J., 1956. Contribution à l'étude de la faune cavernicole de l'Ouest de la France. II. - *Asellus Heilyi*, n. sp. *Notes Biospéologiques*, 11 : 43–51.

MAGNIEZ G. & HENRY J.-P., 2001. Présence d'un Asellide stygobie dans une île : causes et conséquences. *Mémoires de Biospéologie*, 28 (55) : 143–147.

MALARD F., DOLE-OLIVIER M.-J., MATHIEU J., STOCH F. *et al.*, 2004. *Sampling manual for the assessment of regional groundwater biodiversity*. EU PASCALIS Project Report, 74 p.

MALARD F. & HERVANT F., 1999. Oxygen supply and the adaptations of animals in groundwater. *Freshwater Biology*, 41 : 1–30.

MARMONIER P., MAAZOUZI C., FOULQUIER A., NAVEL S., FRANÇOIS C., HERVANT F., MERMILLOD-BLONDIN F., VIENEY A., BARRAUD S., TOGOLA A., PISCART C., 2013. The use of crustaceans as sentinel organisms to evaluate groundwater ecological quality. *Ecological Engineering*, 57 : 118–132.

MEDD & Agences de l'eau, 2003. *Systèmes d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau* (SEQ-Eau -version 2), 40 p.

MEEDDM, 2010. *Circulaire du 13 août 2010 relative aux déclinaisons régionales de la stratégie nationale de création des aires protégées terrestres métropolitaines*. 275 p. (www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr/fiches/BO201016/DEVN1016789C.pdf)

MORVAN C., MALARD F., PARADIS E., LEFÉBURE T., KONECNY-DUPRÉ L. & DOUADY C. J., 2013. Timetree of Aselloidea reveals species diversification dynamics in groundwater. *Systematic Biology*, 62 : 512–522.

RAMADE F., 1998. *Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Biogéochimie et écologie des eaux continentales et littorales.* Ediscience International, Paris, 786 p.

RASSINEUX M., 2011. *Restauration et entretien du bon état écologique du bassin versant du Ruisseau des Dames et du Chezeau sur les communes des Roches-Prémarie-Andillé et de Smarves dans la Vienne (86)*, Rapport BTS GPN / mairie des Roches-Prémarie-Andillé, 82 p.

RPDE, 2011. *L'eau et ses usages en Poitou-Charentes* (http://usages.eau-poitou-charentes.org)

SIMON K. S., BENFIELD E. F. & MACKO S. A., 2003. Food web structure and the role of epilithic biofilms in cave streams. *Ecology*, 84 : 2395–2406.

STOCH F., MALARD F., CASTELLARINI F., DOLE-OLIVIER M.-J. & GIBERT J., 2004. *Statistical analyses and identification of indicators*. EU PASCALIS Project Report, 156 p.

ANNEXE 1 : SITES PROSPECTÉS

Date	N°	Commune (Dpt)	Localité	X Lambert 93	Y Lambert 93	Aquifère* (Géologie)	Gd Bassin Versant*
13/08/2013	1	Fontaine-le-Comte (86)	lavoir de la Gassouillette	491446,32	6607635,61	karstique (Aalénien)	Loire
25/08/2013	2	Gournay-Loizé (79)	rivière souterraine de Bataillé ●	465920,36	6567616,93	karstique (Bajocien)	Charente
13/10/2013	3	Champdeniers-Saint-Denis (79)	rivière souterraine de Champdeniers	439072,46	6603829,78	karstique (Sinémurien)	Sèvre niortaise
16/11/2013	4	Jazeneuil (86)	fontaine de la Roche Perrin	491446,32	6607635,61	alluvionnaire (Holocène)	Loire
16/11/2013	5	Curzay-sur-Vonne (86)	rivière souterraine du Château de Curzay ●	474021,54	6602552,90	karstique (Bajocien)	Loire
16/01/2014	6	Champagné-Saint-Hilaire (86)	puits de Bois Vert	493274,27	6583785,64	karstique (Pliensbachien)	Loire
16/01/2014	7	Champagné-Saint-Hilaire (86)	source des Varennes	490514,67	6585582,68	alluvionnaire (Holocène)	Loire
16/01/2014	8	Voulon (86)	source de Pilon	487932,31	6589453,42	karstique (Aalénien)	Loire
03/02/2014	9	Sauzé-Vaussais (79)	lit de la Péruse	476729,01	6561702,90	alluvionnaire (Holocène)	Charente
03/02/2014	10	Sauzé-Vaussais (79)	lavoir Saint-Junien	476729,02	6561702,91	karstique (Bajocien)	Charente
03/02/2014	11	Sauzé-Vaussais (79)	puits Sureau ●	476486,30	6561987,36	karstique (Bathonien)	Charente
17/02/2014	12	Sauzé-Vaussais (79)	source de Foncaltrie	476992,62	6559646,52	karstique (Bajocien)	Charente
25/02/2014	13	Fontaine-le-Comte (86)	fontaine de Malakoff	490476,31	6606547,89	karstique (Aalénien)	Loire
04/03/2014	14	Montalembert (79)	puits d'Anteruan	481555,94	6558283,14	karstique (Aalénien)	Charente
12/03/2014	15	Roches-Prémarie-Andillé (86)	fontaine de Prémarie ●	498515,33	6601408,12	karstique (Aalénien)	Loire
12/03/2014	16	Aslonnes (86)	source de Font-Mart ●	493830,97	6598540,78	karstique (Aalénien)	Loire
14/03/2014	17	Smarves (86)	puits de Moulin	496072,53	6606665,25	karstique (Bajocien)	Loire
14/03/2014	18	Smarves (86)	puits des Coteaux	496657,10	6604692,37	karstique (Aalénien)	Loire
14/03/2014	19	Smarves (86)	puits des Écoles	496980,64	6604586,86	karstique (Aalénien)	Loire
15/03/2014	20	Anché (86)	nappe de la Morinière	489756,00	6589041,00	karstique (Aalénien)	Loire
15/03/2014	21	Payré (86)	source du Fontou	484385,00	6587147,00	karstique (Aalénien)	Loire
15/03/2014	22	Cloué (86)	rivière souterraine de Gabouret ●	482472,00	6599185,00	karstique (Aalénien)	Loire
19/03/2014	23	Vouillé (86)	puits de la Soule ●	483102,57	6619255,27	karstique (Bajocien)	Loire
19/03/2014	24	Quinçay (86)	puits de Quinçay	488476,00	6615718,00	karstique (Bajocien)	Loire
19/03/2014	25	Quinçay (86)	source de Ringère	486844,63	6616709,20	karstique (Bajocien)	Loire
20/03/2014	26	Naintré (86)	puits à Naintré	507693,00	6632247,00	sableux (Cénomanien)	Loire
25/03/2014	27	Ligugé (86)	puits de la Grenouillère	495930,79	6605756,02	alluvionnaire (Pléistocène)	Loire
25/03/2014	28	Ligugé (86)	puits de Givray	495836,39	6607132,00	karstique (Bajocien)	Loire
27/03/2014	29	La Villedieu-du-Clain (86)	puits à La Villedieu	498026,00	6598461,00	karstique (Bajocien)	Loire

02/04/2014	30	Valdivienne (86)	puits Saint-Martin	518391,62	6603788,80	alluvionnaire (Holocène)	Loire
02/04/2014	31	Pindray (86)	puits de Coupé	535493,51	6597702,14	karstique (Bajocien)	Loire
08/04/2014	32	Jaunay-Clan (86)	puits du Bourgcanin	499112,51	6624282,74	fissuré (Oxfordien)	Loire
08/04/2014	33	Chasseneuil-du-Poitou (86)	puits de Martigny	496425,84	6621014,56	fissuré (Oxfordien)	Loire
08/04/2014	34	Jaunay-Clan (86)	puits de la Payre	498967,50	6622827,03	fissuré (Oxfordien)	Loire
11/04/2014	35	Chauvigny (86)	rivière souterraine des Basses Plantes ●	518482,00	6610474,00	karstique (Bathonien)	Loire
13/04/2014	36	La Chapelle-Bâton (79)	rivière souterraine de Saint-Christophe	443799,78	6601598,61	karstique (Sinémurien)	Sèvre niortaise
14/04/2014	37	Magné (86)	source du Puy Rabier ●	498725,06	6585845,81	karstique (Bajocien)	Loire
19/05/2014	38	Pleumartin (86)	fontaine de la Pirouse	531867,36	6630129,89	alluvionnaire (Pléistocène)	Loire
22/05/2014	39	Glénouze (86)	souterrain du lavoir	471290,32	6659266,45	sableux (Cénomanien)	Loire
24/05/2014	40	Civaux (86)	rivière souterraine de la Font Chrétien	522049,00	6595319,00	karstique (Bajocien)	Loire
29/05/2014	41	Ranton (86)	souterrain du lavoir	469494,45	6659792,06	sableux (Cénomanien)	Loire
31/05/2014	42	Lussac-les-Châteaux (86)	rivière souterraine de Font Serin	526674,00	6591927,00	karstique (Bajocien)	Loire
07/06/2014	43	Angliers (86)	puits de la ferme du château	480834,47	6653461,11	fissuré (Oxfordien)	Loire
18/06/2014	44	Liglet (86)	source de Glandon	551640,47	6604593,95	karstique (Bajocien)	Loire
20/06/2014	45	Argenton-les-Vallées (79)	glacière du château de Sanzay	438430,72	6656805,09	alluvionnaire (Holocène)	Loire
21/06/2014	46	Cherves (86)	rivière souterraine de la Joussamière	470431,02	6624923,11	karstique (Bathonien)	Loire
21/06/2014	47	Lavausseau (86)	source de Fleury	477856,24	6608613,09	karstique (Bajocien)	Loire
01/07/2014	48	Roches-Prémarie-Andillé (86)	fontaine du Clos des Roches ●	498249,24	6601500,31	karstique (Aalénien)	Loire
08/07/2014	49	Jazeneuil (86)	source Mélusine	475769,00	6600735,00	karstique (Aalénien)	Loire
11/07/2014	50	La Chapelle-Bâton (79)	gouffre du Pâtis	443173,96	6602743,18	karstique (Sinémurien)	Sèvre niortaise
16/07/2014	51	Saint-Martin-du-Fouilloux (79)	source de la Favrelière	460957,96	6613350,75	sableux (Miocène)	Loire
16/07/2014	52	Sainte-Néomaye (79)	lavoir de Fontcreuse ●	449654,28	6591245,52	karstique (Sinémurien)	Sèvre niortaise
16/07/2014	53	Exireuil (79)	ruisseau du Puits d'Enfer	455526,67	6597080,36	alluvionnaire (Quaternaire)	Sèvre niortaise
20/07/2014	54	Aigonnay (79)	la Roche du Pré Noir	451107,18	6586073,21	karstique (Sinémurien)	Sèvre niortaise
30/07/2014	55	La Petite-Boissière (79)	puits du cimetière	415156,89	6649103,51	alluvionnaire (Holocène)	Loire
04/08/2014	56	Doussay (86)	fontaine du lavoir de Doussay	491581,47	6642835,22	sableux (Cénomanien)	Loire
04/08/2014	57	La Grimaudière (86)	lit de la source de La Grimaudière	472760,72	6638557,10	karstique (Bathonien)	Loire
05/08/2014	58	Surin (86)	fontaine du château de Cibioux	496354,78	6556223,00	karstique (Bajocien)	Charente
11/08/2014	59	Airvault (79)	fontaine souterraine d'Airvault ●	460821,77	6641046,08	karstique (Bajocien)	Loire
11/08/2014	60	Thénezay (79)	puits de Thénezay	468965,05	6628779,55	karstique (Bajocien)	Loire
11/08/2014	61	Thénezay (79)	puits de Puysan	469075,68	6626537,43	karstique (Bajocien)	Loire
20/09/2014	62	Leugny (86)	fontaine souterraine Saint-Hilaire ●	524868,68	6648348,58	karstique (Turonien)	Loire
18/10/2014	63	Montroy (17)	puits de la Maison Neuve	390846,52	6569514,57	fissuré (Kimméridgien)	Sèvre niortaise

20/10/2014	64	Fontcouverte (17)	source de la Font Morillon	421486,66	6525905,30	karstique (Coniacien)	Charente
26/10/2014	65	Orchaise (41)	rivière souterraine d'Orchaise	564879,55	6722409,59	karstique (Sénonien)	Loire
01/11/2014	66	Béruges (86)	fontaine Saint-Marc	483844,00	6611592,00	karstique (Aalénien)	Loire
01/11/2014	67	Celle-Lévescault (86)	source Saint-Macou	484217,00	6595703,00	karstique (Aalénien)	Loire
01/11/2014	68	Celle-Lévescault (86)	fontaine Renaudette	484019,00	6595604,00	karstique (Aalénien)	Loire
17/11/2014	69	Saint-Laurent-de-la-Prée (17)	puits "Augraud"	387374,94	6550402,90	karstique (Cénomanien)	Charente
18/11/2014	70	Port-des-Barques (17)	puits de la ferme de l'Île Madame	381510,55	6548135,05	karstique (Cénomanien)	île marine
18/11/2014	71	Saint-Nazaire-sur-Charente (17)	fontaine de Fontpourry	386891,73	6545121,27	karstique (Turonien)	Charente
19/11/2014	72	La Rochelle (17)	fontaine du Parc des Sources	380387,91	6572727,00	fissuré (Kimméridgien)	Sèvre niortaise
13/01/2015	73	Joussé (86)	fontaine de Joussé	504998,80	6572880,79	karstique (Bajocien)	Loire
13/01/2015	74	Savigné (86)	source prairiale de Savigné	492156,96	6565255,81	karstique (Bajocien)	Charente
13/01/2015	75	Mouterre-sur-Blourde (86)	puits de Roche	527302,19	6572073,58	karstique (Pliensbachien)	Loire
16/01/2015	76	Ferrière-Larçon (37)	puits de la carrière de Bel-Air	538948,90	6655753,76	karstique (Turonien)	Loire
19/01/2015	77	Néré (17)	fontaine du lavoir de Néré	449271,46	6546401,15	fissuré (Kimméridgien)	Charente
19/01/2015	78	Varaize (17)	source de Galanchat	436309,57	6542574,07	fissuré (Portlandien)	Charente
19/01/2015	79	Saint-Porchaire (17)	source de la Grotte de la Vauzelle ●	406140,11	6532142,79	karstique (Coniacien)	Charente
20/01/2015	80	La Tremblade (17)	puits de la Bouverie	371626,50	6522893,56	sableux (Holocène)	Seudre
31/01/2015	81	Azay-le-Brûlé (79)	fontaine de Coutard	447435,24	6597400,91	karstique (Hettangien)	Sèvre niortaise
03/02/2015	82	Blanzay (86)	puits de Chez Mauduit	487341,59	6571094,92	karstique (Callovien)	Charente
03/02/2015	83	Ruffec (16)	source du Lien	483538,44	6551247,86	karstique (Bathonien)	Charente
04/02/2015	84	Tusson (16)	fontaine souterraine de Tusson ●	472875,53	6541007,22	fissuré (Oxfordien)	Charente
17/02/2015	85	Mornac (16)	Font Michaud ●	487145,79	6513060,96	fissuré (Kimméridgien)	Charente
17/02/2015	86	Touvre (16)	source de la Lèche	486623,23	6510079,83	karstique (Oxfordien)	Charente
18/02/2015	87	Yvrac-et-Malleyrand (16)	source "Hubault"	502065,11	6519859,80	karstique (Bajocien)	Charente
10/03/2015	88	Abzac (16)	Fontaines Salées	520909,50	6559771,75	socle (Primaire)	Loire
12/03/2015	89	Roumazières-Loubert (16)	sources de la Forêt	514196,53	6539195,10	socle (Primaire)	Charente
12/03/2015	90	Chéronnac (87)	source de la Charente	526431,53	6520182,92	socle (Primaire)	Charente
30/03/2015	91	Saint-Trojan-les-Bains (17)	puits de la maison forestière	373335,68	6535736,01	sableux (Quaternaire)	paléo-Charente
31/03/2015	92	Saint-Denis-d'Oléron (17)	source des Fontenelles	359592,55	6559150,78	fissuré (Portlandien)	paléo-Charente
31/03/2015	93	Hiers-Brouage (17)	puits à Brouage	384378,33	6537886,33	alluvionnaire (Quaternaire)	marais côtier
01/04/2015	94	Vanneau-Irleau (79)	puits à Vanneau	420387,63	6583824,51	fissuré (Oxfordien)	Sèvre niortaise
13/04/2015	95	L'Absie (79)	lit de la Sèvre nantaise	430152,00	6623652,44	alluvionnaire (Quaternaire)	Loire
14/04/2015	96	Secondigny (79)	lit du Thouet	433997,47	6618808,11	alluvionnaire (Quaternaire)	Loire
14/04/2015	97	Saint-Pompain (79)	puits de Sainte-Sabine	422513,20	6597035,33	karstique (Bathonien)	Sèvre niortaise

15/04/2015	98	Bouillé-Courdault (85)	source du Poué-Qui-Bouille ●	415893,27	6594694,34	karstique (Callovien)	Sèvre niortaise
29/04/2015	99	Poitiers (86)	Fontaine du Pont Joubert	497416,67	6612406,12	karstique (Bajocien)	Loire
11/05/2015	100	Aiffres (79)	puits de Martigny	437828,50	6580946,13	karstique (Callovien)	Sèvre niortaise
11/05/2015	101	Marans (17)	puits de la rue des Assises ●	392636,90	6586127,60	fissuré (Oxfordien)	Sèvre niortaise
12/05/2015	102	Île d'Aix (17)	puits des Remparts	377090,02	6554474,88	karstique (Cénomanien)	Île marine
13/05/2015	103	Nieul-lès-Saintes (17)	nappe de la Grotte Pampin ●	406340,79	6524108,22	karstique (Coniacien)	Charente
27/05/2015	104	Lezay (79)	fontaine de Tabuteau	465404,38	6578497,53	karstique (Toarcien)	Loire
03/06/2015	105	Pamproux (79)	captage de la Roche-Ruffin	466608,37	6592815,39	karstique (Lias)	Sèvre niortaise
03/06/2015	106	Pamproux (79)	nappe de la grotte de la Roche-Ruffin	466680,30	6592782,08	karstique (Callovien)	Sèvre niortaise
03/06/2015	107	Melle (79)	source de Fontegrive	457691,65	6572377,08	karstique (Aalénien)	Charente
06/06/2015	108	Champagne-Mouton (16)	rivière souterraine de Grosbot ●	499272,21	6548629,50	karstique (Bajocien)	Charente
09/06/2015	109	La Flotte (17)	puits de la Maladrerie	365689,28	6575127,01	fissuré (Kimméridgien)	paléo-Sèvre niortaise
09/06/2015	110	Le Bois-Plage-en-Ré (17)	source des Gouillauds	362959,56	6572173,62	fissuré (Kimméridgien)	paléo-Charente
10/06/2015	111	Ars-en-Ré (17)	puits du Pays Gagné	352616,17	6576775,48	fissuré (Kimméridgien)	paléo-Charente
10/06/2015	112	Chizé (79)	source Bellefont	441494,00	6561761,00	fissuré (Oxfordien)	Charente
11/06/2015	113	Boisredon (17)	lit du Bondou	423040,00	6474256,00	alluvionnaire (Éocène)	Garonne/Gironde
13/06/2015	114	Clion (17)	source Saint-Fort	427460,27	6491251,13	karstique (Turonien)	Charente
14/06/2015	115	Sousmoulins (17)	fontaine de Pipou ●	439397,99	6473072,08	karstique (Campanien)	Charente
15/06/2015	116	Talmont-sur-Gironde (17)	puits du Caillaud	395759,29	6500261,58	karstique (Campanien)	Gironde
17/06/2015	117	Condéon (16)	fontaine de Condéon	454464,79	6483673,11	karstique (Campanien)	Charente
18/06/2015	118	Douchapt (24)	fontaine du Pinquet ●	498801,79	6463914,58	karstique (Campanien)	Gironde
18/06/2015	119	Aubeterre-sur-Dronne (16)	fontaine du lavoir de Jean Martin	477965,75	6466768,21	karstique (Campanien)	Gironde
19/06/2015	120	Touvre (16)	source de Font-de-Lussac	486416,61	6510693,14	karstique (Kimméridgien)	Charente
24/06/2015	121	Faye-l'Abbesse (79)	puits de Chaume	442544,36	6641714,43	socle (Primaire)	Loire
26/06/2015	122	Saint-Mard (17)	lit de la Gères	412117,12	6561602,49	alluvionnaire (Holocène)	Charente
26/06/2015	123	Saint-Sornin (17)	fontaine de la Grande Mauvinière	392248,00	6527236,81	karstique (Cénomanien)	bassin côtier
27/06/2015	124	Saugon (33)	fontaine Saint-Louis	424822,71	6459217,16	alluvionnaire (Pléistocène)	Garonne/Gironde
27/06/2015	125	Saint-Amant-de-Montmoreau (16)	lit de la Gace	479518,60	6484660,35	alluvionnaire (Holocène)	Garonne/Gironde
27/06/2015	126	Châteauneuf-sur-Charente (16)	source de la Font-qui-Pisse	459802,00	6504537,22	karstique (Turonien)	Charente
14/11/2015	127	Meursac (17)	source de La Font	406300,00	6513572,00	karstique (Cénomanien)	Seudre
14/11/2015	128	Saint-Romain-de-Benet (17)	la Grande Fontaine	400449,00	6518099,00	karstique (Cénomanien)	Seudre
15/11/2015	129	Vénérand (17)	rivière souterraine du Moulin	423168,21	6527882,61	karstique (Turonien)	Charente

Liste des sites prospectés (classés par ordre chronologique des visites), et principales caractéristiques géographique et géologique du milieu. Les sites marqués d'un point rouge (●) sont des sites à gallaselles.

ANNEXE 2 : SITES À GALLASELLES

Date	N°	Commune (Dpt)	Localité	Aquifère* (Géologie)	Gd Bassin Versant*	Référence & Droits
10/07/1955	1	Gournay-Loizé (79)	rivière souterraine de Bataillé	karstique (Bajocien)	Charente	LEGRAND, 1956
début 1960	1	Gournay-Loizé (79)	rivière souterraine de Bataillé	karstique (Bajocien)	Charente	P. JUCHAULT, 2012 [1]
?/06/1970	1	Gournay-Loizé (79)	rivière souterraine de Bataillé	karstique (Bajocien)	Charente	HENRY & MAGNIEZ, 1977
?/06/1970	2	Sompt (79)	fontaines de Sompt	karstique (Bajocien)	Charente	HENRY & MAGNIEZ, 1977
?/08/1992	3	Saint-Denis-d'Oléron (17)	puits de "la Garenne"	fissuré (Portlandien)	paléo-Charente	MAGNIEZ & HENRY, 2001
29/12/2008	2	Sompt (79)	fontaines de Sompt	karstique (Bajocien)	Charente	C. DOUADY & F. MALARD, 2012 [2]
29/12/2008	4	La Jarrie-Audouin (17)	fontaine au Roi	fissuré (Kimméridgien)	Charente	C. DOUADY & F. MALARD, 2012 [2]
29/12/2008	5	Saint-Pierre-de-l'Isle (17)	fontaine des Veuves	fissuré (Kimméridgien)	Charente	C. DOUADY & F. MALARD, 2012 [2]
?/08/2009	6	Mérigny (36)	résurgence de "Cul Froid"	karstique (Oxfordien)	Loire	C. DOUADY & F. MALARD, 2012 [2]
23/12/2009	6	Mérigny (36)	résurgence de "Cul Froid"	karstique (Oxfordien)	Loire	C. DOUADY & F. MALARD, 2012 [2]
28/12/2009	7	Le Thou (17)	puits du Thou	fissuré (Kimméridgien)	Sèvre niortaise	C. DOUADY & F. MALARD, 2012 [2]
21/09/2012	8	Roches-Prémarie-Andillé (86)	fontaine d'Andillé	karstique (Aalénien)	Loire	C. DOUADY & F. MALARD, 2012 [2]
?/02/2013	9	Luché-sur-Brioux (79)	lavoir de la Fontaine	karstique (Bajocien)	Charente	J.-M. AMIOT (DSNE)
28/02/2013	10	Lizant (86)	source les Collineaux	karstique (Bajocien)	Charente	VN / PCN
26/05/2013	1	Gournay-Loizé (79)	rivière souterraine de Bataillé	karstique (Bajocien)	Charente	F. LEFEBVRE & M. CAILLON (VN / PCN)
25/08/2013	1	Gournay-Loizé (79)	rivière souterraine de Bataillé	karstique (Bajocien)	Charente	DSNE / PCN
16/11/2013	11	Curzay-sur-Vonne (86)	rivière souterraine de Curzay	karstique (Bajocien)	Loire	VN / PCN
03/02/2014	12	Sauzé-Vaussais (79)	puits Sureau	karstique (Bathonien)	Charente	DSNE / PCN
17/02/2014	12	Sauzé-Vaussais (79)	puits Sureau	karstique (Bathonien)	Charente	DSNE / PCN
04/03/2014	12	Sauzé-Vaussais (79)	puits Sureau	karstique (Bathonien)	Charente	DSNE / PCN
12/03/2014	13	Roches-Prémarie-Andillé (86)	fontaine des lavoirs de Prémarie	karstique (Aalénien)	Loire	VN / PCN
12/03/2014	14	Aslonnes (86)	source Font Mart	karstique (Aalénien)	Loire	VN / PCN
15/03/2014	15	Cloué (86)	rivière souterraine du Gabouret	karstique (Bajocien)	Loire	VN / PCN
19/03/2014	16	Vouillé (86)	puits de la Soule	karstique (Bajocien)	Loire	VN / PCN
01/04/2014	16	Vouillé (86)	puits de la Soule	karstique (Bajocien)	Loire	VN / PCN
11/04/2014	17	Chauvigny (86)	rivière souterraine des Basses Plantes	karstique (Bathonien)	Loire	VN / PCN
14/04/2014	18	Magné (86)	source de Puy-Rabier	karstique (Bajocien)	Loire	VN / PCN
15/04/2014	19	Roches-Prémarie-Andillé (86)	fontaine des lavoirs de Prémarie	karstique (Aalénien)	Loire	VN / PCN
22/04/2014	19	Roches-Prémarie-Andillé (86)	fontaine des lavoirs de Prémarie	karstique (Aalénien)	Loire	VN / PCN
25/04/2014	19	Roches-Prémarie-Andillé (86)	fontaine des lavoirs de Prémarie	karstique (Aalénien)	Loire	VN / PCN

28/05/2014	19	Roches-Prémarie-Andillé (86)	fontaine des lavoirs de Prémarie	karstique (Aalénien)	Loire	VN / PCN
01/07/2014	19	Roches-Prémarie-Andillé (86)	fontaine du Clos des Roches	karstique (Aalénien)	Loire	VN / PCN
16/07/2014	20	Sainte-Néomaye (79)	lavoir de Fontcreuse	karstique (Sinémurien)	Sèvre niortaise	DSNE / PCN
11/08/2014	21	Airvault (79)	fontaine souterraine d'Airvault	karstique (Bajocien)	Loire	DSNE / PCN
20/09/2014	22	Leugny (86)	fontaine souterraine Saint-Hilaire	karstique (Turonien)	Loire	VN / PCN
19/01/2015	23	Saint-Porchaire (17)	grotte de la Vauzelle	karstique (Coniacien)	Charente	NE17 / PCN
03/02/2015	24	Tusson (16)	fontaine souterraine de Tusson	fissuré (Oxfordien)	Charente	CN / PCN
17/02/2015	25	Mornac (16)	source de Font Michaud	fissuré (Kimméridgien)	Charente	CN / PCN
15/04/2015	26	Bouillé-Courdault (85)	source du Poué-qui-Bouille	karstique (Callovien)	Sèvre niortaise	VN / PCN
11/05/2015	27	Marans (17)	puits de la rue des Assises	fissuré (Oxfordien)	Sèvre niortaise	NE17 / PCN
13/05/2015	28	Nieul-lès-Saintes (17)	nappe de la Grotte Pampin	karstique (Coniacien)	Charente	NE17 / PCN
05/06/2015	1	Gournay-Loizé (79)	rivière souterraine de Bataillé	karstique (Bajocien)	Charente	DSNE / PCN
06/06/2015	29	Champagne-Mouton (16)	rivière souterraine de Grosbot	karstique (Bajocien)	Charente	CN / PCN
14/06/2015	30	Sousmoulins (17)	fontaine de Pipou	karstique (Campanien)	Charente	NE17 / PCN
18/06/2015	31	Douchapt (24)	fontaine du Pinquet	karstique (Campanien)	Garonne/Gironde	VN / PCN
11/04/2016	4	La Jarrie-Audouin (17)	fontaine au Roi	fissuré (Kimméridgien)	Charente	F. LEFEBVRE (VN / PCN)
11/04/2016	5	Saint-Pierre-de-l'Isle (17)	fontaine des Veuves	fissuré (Kimméridgien)	Charente	F. LEFEBVRE (VN / PCN)

Historique (quasi-exhaustif) des observations (connues/publiées) de gallaselles. [1] donnée communiquée par Pierre JUCHAULT, chercheur retraité du laboratoire universitaire de Poitiers, [2] données communiquées par Christophe DOUADY et Florian MALARD, université Lyon 1 (DEEP Project Data Base).

ENDANGERED SPECIES RESEARCH

Diet and trophic niche of *Gallasellus heilyi*, a crustacean stygobite endemic to central-western France

Fabio Ercoli[1], François Lefebvre[2], Marjorie Delangle[2], Nil Godé[2], Michel Caillon[2], Roland Raimond[3], Catherine Souty-Grosset[3]

[1] Department of Biological and Environmental Science, P.O. Box 35, 40014 University of Jyväskylä, Finland, E-mail: fabio.f.ercoli@jyu.fi
[2] Vienne Nature / Poitou-Charentes Nature, 14 rue Jean Moulin, 86240 Fontaine-le-Comte, E-mail : francois.lefebvre@eco-analyses.com
[3] Laboratoire Écologie et Biologie des Interactions, UMR-CNRS 7267, Équipe Écologie Évolution Symbiose, 5 rue Albert Turpain, Bât. B8-B35, TSA 51106, 86073 Poitiers Cedex 9, E-mail : catherine.souty@univ-poitiers.fr

ABSTRACT:

KEYWORDS: vulnerable species, groundwater ecosystem, food chain, food sources, biofilms, survival analysis, stable isotopes partitioning.

INTRODUCTION

Gallasellus heilyi (Legrand, 1956) is a small crustacean living in subterranean waters of central-western France. It is considered a relictual species of an ancient lineage, now separated from its closest relatives (the North American *Caecidotea* spp.) by the Atlantic Ocean (Magniez & Henry, 2001; Morvan et al., 2013). As a true stygobite, it has evolved to live exclusively in groundwater environments, that remained probably unchanged for millions years (possibly since the Cretaceous period, 150 Myr). It is considered "vulnerable" by international standards because of its restricted distribution (UICN/MNHN, 2012), but is likely also threatened by recent human water usages and pollutions, particularly when living in karstic – poriferous – aquifers.

Nothing is really none about its ecological preferendum and diet, although it is assumed that such species must have a large trophic niche as an adaptation to low-productivity habitats (along with other biological traits such as high food-finding abilities and low metabolic rates) (Culver 1985; Gibert & Deharveng 2002); they are considered 'detrital' primary consumers (Simon et al., 2003).

In the underground habitat of its original description (Bataillé River), specimens of *G. heilyi* were found and collected on the rocks and woody debris lying in the riverbed (Legrand, 1956; Henry & Magniez, 1977), but likely also because they were easier to spot on such substrates (Pierre Juchault, one the pioneering collectors, comm. pers., 2014).

In the laboratory, *G. heilyi* can be reared on a variety of food sources including dead leaves, woody debris and clayey mud (Henry & Magniez, 1977), although no study determined on which food sources the species really feed and perform best.

It is particularly unclear whether they eat pieces of organic matters or use it indirectly by grazing biofilms growing on them (Simon et al., 2003). In 2 other subterranean asellids (*Proasellus* cavaticus and *P. valdensis*), a field sampling in the French Alps recently revealed that sedimentary biofilms made up more than 80% of their diets (François et al., 2016). Also, when given choice in the laboratory, it was demonstrated, by the use of a $^{13}C/^{15}N$-labelling experiments, that both species assimilated about 10 times more carbon and at least 4 times more nitrogen from biofilm than from organic matter (fine and coarse pieces of dead leaves of *Alnus* sp.).

In this study we used two complementary approaches to determine the diet and the trophic niche of *Gallasellus heilyi*. First, considering the increased recognized importance of biofilms for stygobites, we set up a laboratory experiment in which we intended to compare the survival rate of animals reared in previously aseptized *versus* normal mediums. Second, we applied stable isotopes method to chemically determine the diet of *G. heily* and 2 other crustacean stygobites living in sympatry, and to compare the diet between those species.

MATERIAL & METHODS

Sampling of stygobite species and food sources

Field sampling was taken place at 2 study sites, so to encapsulate the diversity of *Gallasellus* habitats. The first one was a spring called Prémarie Fountain (town of Roches-Prémarie-Andillé; 46°28'57.0''N / 0°22'23.1''E) where subterranean waters arrive in a small pool (1 m^2), protected from direct light by a small stone construction. It was chosen because of sheltering one of the biggest known populations of *Gallasellus*, and also because of its easiness for collect. The second site is an underground stream called Bataillé River (town of Gournay-Loizé; 46°10'04.40''N / 0°02'04.4''O), chosen for representing the typical habitat of *Gallasellus* (actually the type station of its original description by Legrand, 1956).

At the 2 sites, *Gallasellus* specimens were localized by visual search in their natural habitat, carefully looking on elements laying on the substrate (pieces of rock, dead woods, etc.), at naked eyes (or with the help of a field loop), then grabbed with either a forceps or a pencil.

In addition to *Gallasellus*, at the 2 sites, 2 other companion stygobites were collected as they appeared during the search: *Caecosphaeroma burgundum* (Custacea: Isopoda) and *Niphargus ladmiraulti* (Crustacea: Amphipoda). Also, potential food sources of the 3 stygobites were collected: dead organic material (= thereafter "detritus"; i.e. dead stick of woods, dead leaves, etc.), biofilm (complex layered communities of microorganisms - bacteria, archaea, protozoa, fungi, algae - that form on

solid surface of the substrate, e.g. pieces of rock, walls of the pool/river), and green algae (at the Prémarie fountain only).
Stygobites as well as their potential food sources were separated into small tubes (2 ml), all put in a larger and opaque container filled with water at the temperature of the collecting site (around 13°C), and immediately bring back to the laboratory.

Survival experiment analysis

...

Stable isotope analysis

Stygobite species and their putative food sources were dried for 48 h at 60° C and ground to homogeneous powder. Around 0.5 mg for animals and 1.5 mg for algae, detritus and biofilm were weighted into tin cups. Small sized stygobite individuals were pulled together in the same tin cup, in order to be able to run stable isotope analysis.
Stable isotope analyses were conducted using a Carlo Erba Flash EA 1112 elemental analyser connected to a Thermo Finnigan DELTA plus Advantage continuous-flow isotope ratio mass spectrometer (CF-IRMS).
The relative difference in isotope ratio between the samples and known standards is expressed as δ (‰) notation according to:
$\delta X = ((R_{sample} = R_{standard})-1) \times 1000$
where X is either ^{13}C or ^{15}N and the corresponding ratio is either $R = {}^{13}C/{}^{12}C$ or $R = {}^{15}N/{}^{14}N$.
The standards used as reference materials were Vienna Pee Dee belemnite for carbon and atmospheric N_2 for nitrogen. White muscle tissue of pike (*Esox lucius*) or potato leaves (*Solanum tuberosum*) of known isotopic compositions were run as internal working standards for animal and plant samples respectively after every 6 samples to control for instrument stability. Analytical precision was < 0.1 ‰ for $\delta^{13}C$ and < 0.2 ‰ for $\delta^{15}N$.

Trophic niche

We calculate trophic niche widths of the three stygobites species depicted in a $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ bi-plot space using SIBER-package (Stable Isotope Bayesian Ellipses in R) (Jackson et al. 2012). The corrected version of the standard ellipse area (SEA_c) was performed to be able to calculate the trophic niche widths when the sample sizes are small (Jackson et al. 2011).

Mixing model

We used Bayesian SIAR mixing model (Parnell et al. 2010) run in R (R Development Core Team 2016) to estimates the proportions of potential food resources exploited by *Gallasellus*, *Caecosphaeroma* and *Niphargus*.
We used three different food sources available at the study site algae, detritus (composed by leaves and sticks) and biofilm for *Gallasellus* and *Caecosphaeroma*, whereas for the *Niphargus* species, *Gallasellus* and *Caecosphaeroma* were added as its potential preys. The models were performed using fractionation factors of 3.23 ± 0.41 ‰ for $\delta^{15}N$ and 0.47 ± 1.23 ‰ for $\delta^{13}C$ for animals as recommended by Vander Zanden and Rasmussen (2001) and 2.4 ± 0.42 ‰ for $\delta^{15}N$ and 0.40 ± 0.28 ‰ for $\delta^{13}C$ for algae, detritus and biofilm (McCutchan et al. 2003).

Statistical analysis

We tested for differences in $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ between *Gallasellus*, *Caecosphaeroma* and *Niphargus* species using one-way analysis of variance (Anova), when significant differences were detected, Tukey's Honestly significant Difference (HSD) post hoc pairwise comparisons was performed to compare diet and trophic position between the three species population in the study site.

	Year	N.	$\delta^{13}C$ (‰)	$\delta^{15}N$ (‰)
Gallasellus	*2014*	*6*	*-21.61*	*7.35*
	2014	*4*	*-24.01*	*8.20*
	2015	*3*	*-27.52*	*5.53*
	2015	*4*	*-28.80*	*6.88*
	2014	*5*	*-28.72*	*7.58*
	2015	*5*	*-30.72*	*7.44*
	2014	*6*	*-27.01*	*7.23*
	2015	*5*	*-26.24*	*6.92*
	2014	*5*	*-25.25*	*6.87*
			-26.65 ± 2.7	*7.11 ± 0.7*
Caecosphaeroma	*2015*	*4*	*-22.17*	*8.01*
	2015	*3*	*-21.83*	*9.81*
	2014	*2*	*-18.22*	*7.37*
	2014	*3*	*-33.42*	*8.76*
	2014	*1*	*-21.64*	*7.58*
	2015	*1*	*-16.46*	*9.19*
	2014	*3*	*-21.79*	*7.32*
	2015	*3*	*-21.21*	*8.01*
			-22.09±5.01	*8.25 ± 0.9*
Niphargus	*2015*	*1*	*-25.07*	*9.94*
	2014	*2*	*-23.54*	*11.69*
	2015	*1*	*-18.74*	*12.12*
	2014	*1*	*-17.20*	*12.68*
	2015	*1*	*-17.06*	*12.96*
	2014	*1*	*-19.23*	*11.54*
	2014	*1*	*-20.64*	*11.96*
	2015	*1*	*-18.98*	*10.98*
			-20.06 ± 2.8	*11.73 ± 0.9*

Table 1. Stable isotope of carbon and nitrogen results and their respective mean values with standard deviation per each species. N. indicate the number of specimens polled together in the same tin cap for the stable isotope analysis.

All statistical analyses and models were conducted in R 3.2.4 (R Development Core Team 2016).
The significance level was set at α = 0.05.

RESULTS

Our results shown that the three species differ in respect to their trophic levels and in food sources consumption. In particular, *Gallasellus* and *Caecosphaeroma* indicated comparable mean values of $\delta^{15}N$ (7.11 ± 0.7, 8.25 ± 0.9) but they differ with that of *Niphargus* (11.73 ± 0.9). *Niphargus* and *Caecosphaeroma* species indicated similar mean values of $\delta^{13}C$ (-22.09 ± 5.01, -20.06 ± 2.8), which differed from that of *Gallasellus* (-26.65 ± 2.7). *Gallasellus* and *Caecosphaeroma* indicated comparable mean values of $\delta^{15}N$ (7.11 ± 0.7, 8.25 ± 0.9) but they differ with that of *Niphargus* (11.73 ± 0.9). *Niphargus* and *Caecosphaeroma* species indicated similar mean values of $\delta^{13}C$ (-22.09 ± 5.01, -20.06 ± 2.8), which differed from that of *Gallasellus* (-26.65 ± 2.7).
Stable isotope mean values of food sources (detritus, biofilm and algae) shown comparable $\delta^{15}N$ mean values (4.5 ± 0.5, 4.3 ± 0.9, 4.5 ± 0.4) but distinct for $\delta^{13}C$ (-29.08 ± 0.3, -12.64 ±0.1, -45.59 ± 0.3).
Statistical analysis results shown significant differences in $\delta^{13}C$ ($F = 14.03$, $df = 2$, $P < 0.001$) and in $\delta^{15}N$ values ($F = 65.37$, $df = 2$, $P < 0.001$), (Figure 1) between the three stygobite species. Tukey post hoc test revealed significant differences in $\delta^{13}C$ between *Gallasellus* and *Caecosphaeroma* ($p < 0.001$) and between *Gallasellus* and *Niphargus* ($p < 0.001$), but not between *Caecosphaeroma* and *Niphargus* ($p = 0.9$). Moreover significant differences were detected in $\delta^{15}N$ (trophic position) between *Gallasellus* and *Niphargus* ($p < 0.001$) and between *Caecosphaeroma* and *Niphargus* ($p < 0.001$), whilst *Gallasellus* and *Caecosphaeroma* indicated

comparable trophic position (p = 0.1) Mixing model results indicated that detritus and biofilm food sources were the main resources exploited by *Gallasellus* (40%, 33%) and *Caecosphaeroma* (22%, 30%) species, (Table 2, Figure 3A,B). Furthermore, model revealed that although biofilm was considered important in the diet of *Niphargus* (27%), *Caecosphaeroma* and *Gallasellus* were the main food sources exploited contributing with

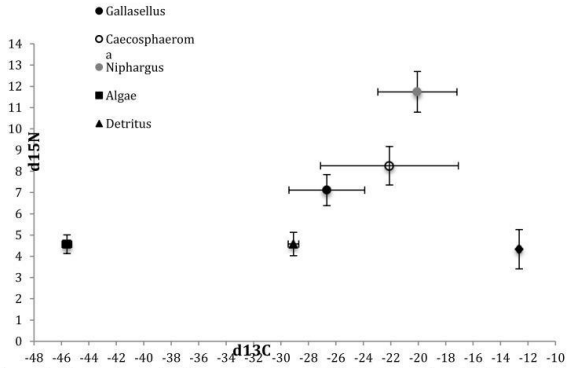


Figure 1. Mean values of carbon and nitrogen stable isotope values (‰) for the three species (*Gallasellus*, *Caecosphaeroma* and *Niphargus*, black, open and grey circles respectively) and for their putative diet sources (algae, detritus and biofilm).

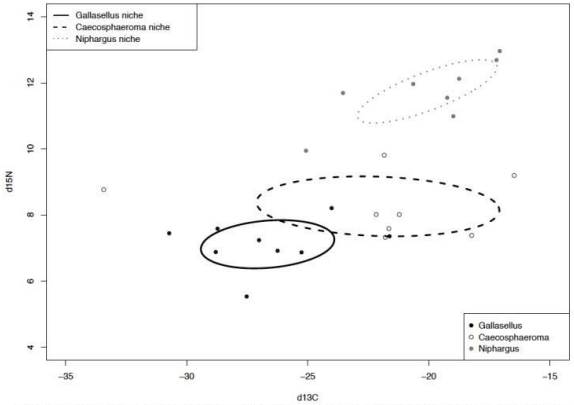


Figure 2. Trophic niche widths of the three species *Gallasellus*, *Caecosphaeroma* and *Niphargus*, estimated by SIBER model ellipses. Ellipses represent the feeding niche areas of the three species.

an average of 30% and 50% respectively (Table 2, Figure 3C)..

However, results shown that algae seemed not to be included in the diet of the three stygobites species populations studied (Figure 3A, B, C). The trophic niche of *Gallasellus*, *Caecospaeroma* and *Niphargus* populations, represented by their respective standard ellipse area, were distinctively placed in the isotope bi-plot area, although those of *Gallasellus* and *Caecosphaeroma* seemed to be more grouped in comparison with that of *Niphargus*, which clearly separated by the two previous ones. (Figure 2).
SIBER model results indicated that *Caecosphaeroma* displayed a trophic niche width wide more than two times (SEA_c = 16.53 ‰^{2}) (Figure 2, Table 1) respect to that of *Gallasellus* (SEA_c = 7.05 ‰^{2}) and *Niphargus* (SEA_c = 6.43 ‰^{2}) which are comparable (Figure 2, Table 1).

DISCUSSION

Gallasellus heilyi may well be a true opportunistic species; its diet depending on the actual resources available in the medium, as it is the case for the close relative stygobite *Stenasellus virei*, that can be limnivorous when reared on muddy clay, detritivorous if guano or detritus are present, carnivorous on occasion or even cannibalist (Racovitza, 1950; Magniez, 1975). In laboratory at least, *Gallasellus* specimen are able to live, dig and reproduce only on muddy clay (with the micro-organisms associated to it; cf. Henry & Magniez, 1977). This seems to be the case in the very subterraneous environments where *Gallasellus* specimens were then found with red-orange intestines, as was the color as the substrate (F. Lefebvre, M. Delangle, N. Godé, unpublished, field observations, 2013-2015)…
The American close relatives *Caecidotea* species also feeds on biofilms (Simon et al., 2003)…

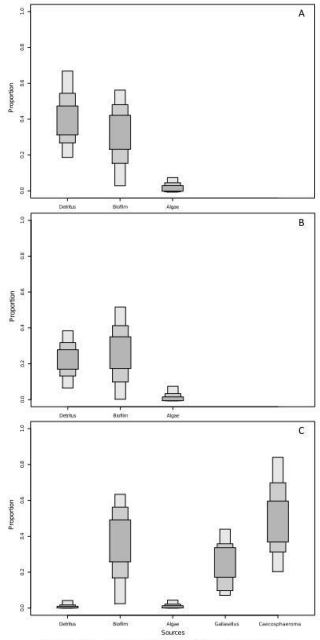


Figure 3. Proportion of food sources exploited by *Gallasellus* (A), *Caecosphaeroma* (B) and *Niphargus* (C) according to SIAR modelling of stable isotope data. Dark grey, light grey and outer light grey boxes represent 50 %, 75 % and 95 % of data respectively.

Caecosphareroma burgundum was known to feed most exclusively on plant detritus, acting as true detritivores (Husson & Daum, 1953)…

Niphargus known to be carnivorous, acting as top predators when adults (Fišer et al., 2010), but with young also feeding on biofilms… (Laurent Simon, comm. pers. 2014??).

Key roles of biofilms at all levels of the local stygobic communities, and also in the process of water epuration (Simon et al., 2003; Wilhartitz et al., 2013).

Species	Sources	Low 95% hdr	Mean (%) contribution	High 95% hdr
Gallasellus	Algae	0.012	0.04	0.072
	Detritus	0.32	0.4	0.47
	Biofilm	0.24	0.33	0.42
Caecosphaeroma	Algae	0.0	0.02	0.05
	Detritus	0.17	0.22	0.28
	Biofilm	0.17	0.27	0.35
Niphargus	Algae	0.0	0.005	0.01
	Detritus	0.0	0.005	0.01
	Biofilm	0.24	0.27	0.49
	Gallasellus	0.15	0.3	0.42
	Caecosphaeroma	0.37	0.5	0.6

Table 2. The relative percentage contribution (means with upper and lower 95% highest density region (hdr)) of the potential food sources to the three species diets.

Acknowledgements
We are in great debt with the speleologic communities, and particularly the Spéléo-Club Poitevin and the Club Alpin Français de Niort, for sharing their field knowledge and for helping collecting animals at the Bataillé River. We are also grateful to Alban Pratt and Rémy Marchadier (town of Roches-Prémaries-Andillé) for helping collecting animals at the Prémarie Fountain, and their willingness to act for the conservation of these sensible habitats. This study was supported by the DREAL Poitou-Charentes, the Foundation LISEA Biodiversity, the Region Council Poitou-Charentes, and the Agence de l'Eau Adour-Garonne.

LITERATURE CITED

Culver DC (1985) Trophic relationships in aquatic cave environments. Stygologia 1:43–53

Fišer C, Kovačec Ž, Pustovrh M, Trontelj P (2010) The role of predation in the diet of *Niphargus* (Amphipoda: Niphargidae). Speleobiology Notes 2:4–6

François CM, Mermillod-Blondin F, Malard F, Fourel F, Lécuyer C, Douady CJ, Simon L (2016) Trophic ecology of groundwater species reveals specialization in a low-productivity environment. Functional Ecology 30:262–273

Gibert J & Deharveng L (2002) Subterranean ecosystems: a truncated functional biodiversity. BioScience, 52: 473–481

Henry J-P & Magniez G (1977). Observations sur *Gallasellus heilyi* (Legrand, 1956), représentant d'un nouveau genre d'Asellide souterrain de France. Bull. Soc. Zool. Fr. 102:215–222

Husson R. & Daum J., 1953. The biology of *Caecosphaeroma burgundum*. C R Hebd Seances Acad Sci 236:2345–2347

Jackson AL, Inger R, Parnell AC, Bearhop S (2011) Comparing isotopic niche widths among and within communities: SIBER—stable isotope Bayesian ellipses in R. J Anim Ecol 8:595–602

Jackson MC, Donohue I, Jackson AL, Britton JR, Harper DM, Grey J (2012) Population-level metrics of trophic structure based on stable isotopes and their application to invasion ecology. PLoS One 2:e31757

Legrand J-J (1956) Contribution à l'étude de la faune cavernicole de l'Ouest de la France. II. - *Asellus Heilyi*, n. sp. Notes Biospéologiques 11:43–51

Magniez G (1975) Observations sur la biologie de *Stenasellus virei* (Crustacea Isopoda Asellota des eaux souterraines). Journal de Spéléologie 7:79–22

McCutchan JH Jr, Lewis WM, Kendal C, McGrath CC (2003) Variation in trophic shift for stable isotope ratios of carbon, nitrogen and suphur. Oikos 102:378–390

Morvan C, Malard F, Paradis E, Lefébure T, Konecny-Dupré L, Douady CJ, 2013. Timetree of Aselloidea reveals species diversification dynamics in groundwater. Systematic Biology 62:512–522

Parnell AC, Inger R, Bearhop S, Jackson AL (2010) Source partitioning using stable isotopes: coupling with too much variation. PLoS One 5:e9672

Racovitza E. G. (1950) Biospeologia LXX. Asellides, Première Série : *Stenasellus*. Arch Zool Exp. Gén Paris, 87:1–9

R Development Core Team (2016) R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. ISBN 3-900051-07-0. http://www.Rproject.org

Simon KS, Benfield EF, Macko SA (2003) Food web structure and the role of epilithic biofilms in cave streams. Ecology 84:2395–2406

UICN/MNHN, 2012. La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Crustacés d'eau douce de France métropolitaine, 25 p. (www.uicn.fr/Liste-rouge-crustaces-d-eau-douce.html)

Vander Zanden JM, Shuter BJ, Lester N, Rasmussen JB (1999) Patterns of food chain length in lakes: as stable isotope study. Am Nat 154:406–416

Wilhartitz IC, Kirschner AKT, Brussaard CPD, Fischer UR, Wieltschnig C, Stadler H & Farnleitner A H (2013) Dynamics of natural prokaryotes, viruses, and heterotrophic nanoflagellates in alpine karstic groundwater. Microbiologyopen 2:633–643

ANNEXE 4 : STYGO-FAUNE INVENTORIÉE

Taxons identifiés			Nb sites	Effectifs	Nb espèces
Annélides		*Rhyacodrilus falciformis*	1	1	1
		Trichodrilus sp.	23	65	1
		Phallodrilinae sp.	6	15	≥ 1
		Tubificinae sp. (6 morphes)	7	18	6
Mollusques		*Islamia moquiniana*	11	≈ 30	1
		Islamia emanuelei (?)	1	2	1
		Bythinella sp. (2 morphes)	56	≈ 500	2
Arachnides		*Soldanellonyx chappuisi*	1	2	1
		Halacarellus subterraneus	1	2	1
Crustacés	Isopodes	*Gallasellus heilyi* + *Gallasellus* spp.	22	228	≥ 4
		Caecosphaeroma burgundum	10	29	1
	Amphipodes	*Niphargus ladmiraulti*	17	59	1
		Niphargus kochianus	1	6	1
		Salentinella sp.	2	4	≥ 1
		Ingolfiella sp.	1	1	1
	Ostracodes	*Fabaeformiscandona breuili*	3	3	1
		Fabaeformiscandona sp.	1	2	≥ 1
		Cryptocandona sp.	2	5	≥ 1
		Typhlocypris sp.	15	19	≥ 1
		Candoninae sp.	1	2	≥ 1
		Sphaeromicola topsenti	1	3	1
Total			129	≈ 1000	≥ 30

Grands taxons et espèces stygobies (ou stygophiles) identifiés dans les collectes (identifications et effectifs provisoires ; collections non-entièrement examinées par tous les spécialistes de groupes ou nécessitant des colorations et/ou analyses génétiques complémentaires

ANNEXE 5 : PRESSE & MÉDIAS

Site internet de Poitou-Charentes Nature (conception-réalisation : T. DUMAS & F. LEFEBVRE, 2014)

Site internet de Vienne Nature (rédaction : F. LEFEBVRE & M. CAILLON, 2013)

Lettre mensuelle

Charente Nature

Portrait nature

Les gallaselles, peuple de l'ombre...

Pour ce mois de novembre, nous vous proposons une immersion dans le monde de l'infiniment petit, à la découverte de la faune qui peuple les eaux souterraines, appelée faune stygobie ou stygofaune. Parmi elle, la Gallaselle, un petit invertébré découvert dans les années 1950 en Poitou-Charentes, première région au monde à révéler l'existence de ces étranges petits animaux.

Les tréfonds de la terre

La Gallaselle est un crustacé qui peuple les nappes phréatiques, les ruisseaux souterrains, et évolue également en surface, dans les fontaines ou le lit profond des cours d'eau, mais toujours à l'abri de la lumière directe. Elle ne mesure pas plus de 5 à 6 mm à l'âge adulte. Morphologiquement, elle ressemble aux cloportes, mais elle est totalement dépigmentée et aveugle. Son corps mou est protégé par une carapace articulée, appelée exosquelette, que l'individu perd régulièrement en fonction de sa croissance. Elle possède de très longues antennes, 7 paires de fines pattes et se nourrit essentiellement de micro-organismes et de débris végétaux.

Jusqu'à peu, on ne connaissait que quelques stations à gallaselles dans le monde (essentiellement en Deux-Sèvres et en Charente-Maritime), mais on suspectait déjà l'existence de plusieurs espèces qui ne peuvent être déterminées avec certitude que par leur profil ADN, une carte d'identité génétique propre à chaque espèce vivante. Ces études ont également permis de les comparer avec des espèces américaines de la même famille, et les conclusions sont étonnantes : une base génétique commune mais des différences notables. En somme, la séparation des continents américain et eurasiatique a fait son office, isolant à jamais deux groupes d'espèces de part et d'autre de l'océan Atlantique. En plus d'être des espèces reliques, les gallaselles sont également endémiques. D'où leur grande rareté et leur découverte récente.

Galaselle - taille réelle 5 mm
© M Delangle/Vienne Nature

Seule(s) au monde

Une espèce endémique ne vit que dans une localité donnée. Cet isolement géographique a entrainé, sur une échelle de temps équivalente à plusieurs millions d'années, des spécificités génétiques et morphologiques particulières. En France, on compte plusieurs "isolés" comme le Narcisse des Glénans, une plante qui ne pousse que sur l'Archipel des Glénans, en Bretagne. La Sittelle corse préfère la chaleur de l'Ile de beauté, à nulle part ailleurs. Le département de la Charente abrite même plusieurs espèces floristiques localisées en France, comme l'Ophrys de Saintonge et l'Odontite de Jaubert. Le niveau d'endémisme et de diversité des gallaselles est tel qu'il est primordial d'étudier en détail leur biologie et leur répartition pour une meilleure protection de ses populations.

Petites espèces, grands projets

Pendant 2 ans, François Lefebvre, chargé de mission pour Poitou-Charentes Nature, a piloté un programme d'étude des gallaselles et de la stygofaune associée (pour l'essentiel d'autres petits crustacés et des mollusques). En collaboration avec de multiples partenaires (universités, groupes spéléologiques, associations naturalistes...), ils ont pu révéler la présence de gallaselles sur une vingtaine de sites à l'échelle régionale, dont les 3 premières stations connues en Charente, sur les communes de Tusson, Mornac et Champagne-Mouton. « *On les trouve essentiellement dans des eaux souterraines qui filtrent à travers le karst, une roche calcaire très présente en Poitou-Charentes* ». Mais c'est aussi une roche très "poreuse" aux activités humaines en surface. Que penser alors des arrosages agricoles et de la consommation industrielle, grande gaspilleuse de cet élément vital pour tout le monde, gallaselles y compris ? Quelle sera l'influence du réchauffement climatique ? Pour le chargé de mission, les conclusions pour les prochaines années sont aussi claires que l'eau où il plonge pour les capturer : « *Protéger les gallaselles, c'est d'abord pérenniser leur habitat* », et cela voudra dire préserver des micro-bassins versants entiers de toutes pollutions et prélèvements, pour maintenir les conditions qui ont permis à ces animaux de traverser des millions d'années jusqu'à nos jours. D'ores et déjà, les gallaselles bénéficient d'un statut de conservation spécifique ; elles sont classées « vulnérables » sur la Liste Rouge Nationale des espèces menacées en France. Mais il faudra peut-être aller plus loin encore, en leur donnant le statut réglementaire d' « espèce protégée » (comme les chauves-souris par exemple) pour pouvoir préserver durablement leur milieu de vie. Et il en va aussi de la qualité de notre eau du robinet...

David NEAU - Chargé d'études
François LEFEBVRE - Chargé de mission à Poitou-Charentes Nature

Note dans la Lettre Mensuelle de Charente Nature, suite à la découverte des premiers spécimens de gallaselles en Charente (N° de novembre 2015)

thénezay

Recherche de petits animaux aquatiques

Dernièrement, le botaniste Michel Bonnessée et quelques membres de l'association « Poitou Charente nature » de Poitiers se sont retrouvés pour procéder à des prélèvements dans les puits de Thénezay, et voir si on pouvait trouver un petit crustacé appelé « Gallaselle » qu'on ne trouve qu'en Poitou-Charentes et au Canada (séparation des continents). La France a donc une responsabilité particulière pour aménager des zones de protection. D'autres petits animaux, sont aussi recherchés, par exemple des petits gastéropodes vivant dans le noir au fond des puits. Avec des cordes lestées, des seaux et une sorte de filet en entonnoir, avec au bout une boite transparente, plusieurs tentatives ont permis de remonter des indices très intéressants à Puysan, dont un spécimen de 7 mm, ayant la forme d'une minuscule crevette, il s'agit certainement d'un « Niphargus ». Des études plus poussées seront faites en laboratoire avec les équipements nécessaires. La profondeur des puits se situe entre 20 et 30 mètres, la température de l'eau est de 14 à 15° et l'analyse des nitrates a été faites sur place avec un résultat plutôt satisfaisant. D'autres analyses vont être effectuées avec les nombreux flacons collectés... L'association « Thépacap » qui est très intéressée par tout ce qui concerne les puits était sur place et pour suivre la méthode des prélèvements.

Prélèvement sur le puits de l'Espace Saint-Johann, exceptionnellement ouvert.

Article de presse dans la Nouvelle République des Deux-Sèvres, suite à prospection dans le puits communal de Thénezay (édition du 23 août 2014)

roches-prémarie-andillé

Centre Presse Vendredi 14 novembre 2014

A la découverte de la Gallaselle

Sept enfants, de 8 à 12 ans, du club « Nature de l'Arantelle » sont partis à la découverte de la faune stygobie (qui vit dans les eaux souterraines), plus particulièrement de la Gallaselle. Alban Pratt, animateur du club : *« Nous avons donc décidé, avec le chargé d'étude à Vienne Nature sur cette question, de faire une petite animation conjointe pour aller la découvrir et l'observer. Nous en profitons pour faire un petit chantier de nettoyage de la source, très polluée où la Gallaselle est présente. »*

La curiosité et l'impatience des enfants au moment de la descente à la source ne sont pas feintes.

Un crustacé rare, unique en Poitou-Charentes

La Gallasele est un petit crustacé très rare dans le monde, unique espèce endémique de la région. Un programme d'action porté par Poitou-Charentes Nature et plus de 20 partenaires scientifiques et financiers, porte sur l'étude de cet animal. François Lefebvre chargé de mission au sein de Vienne Nature dresse l'inventaire des eaux souterraines, faune et flore : *« A l'âge adulte il mesure 5mm. Cette étude a révélé la présence de cet animal dans les sources de Roches-Prémarie. La Gallaselle, crustacé isopode (Asellidae), présente un intérêt scientifique et patrimonial de tout premier plan, classée " Vulnérable " sur la liste rouge nationale. Son aire de distribution est restreinte au grand centre-ouest de la France, et une proximité phylogénétique forte avec des espèces nord-américaines ! Un stock commun qui s'est séparé il y a 150 millions d'années avec création du continent américain et l'apparition de l'océan Atlantique. »*

Lieu unique

Initialement centré sur la Gallaselle ce programme vise aujourd'hui à dresser un premier inventaire systématique de la faune aquatique souterraine à l'échelle du Poitou-Charentes (nappes phréatiques, rivières souterraines, sous-écoulement des cours d'eau, etc.).Les enfants sont descendus près de la source et ont pu voir ce minuscule crustacé avant de ramasser bouteilles, plastiques et autres objets polluants jetés a travers les grilles qui pourtant protègent ce lieu unique.

Correspondante Michèle Colas

Contact. Tél. 05.49.42.05.74.

Article de presse dans la Nouvelle République / Centre Presse de la Vienne, suite à une action de sensibilisation-nettoyage à la fontaine du Clos des Roches (édition du 14 novembre 2014)

environnement

la NRD du 18/01/15 8413

Un crustacé de 5 mm brandit l'étendard de la biodiversité

La gallaselle, petit animal aquatique souterrain découvert en 1955 à Gournay-Loizé, classée espèce vulnérable, fera l'objet d'un programme de protection.

Quoi de plus répandu qu'un crustacé, une sacrée famille qui peut s'enorgueillir d'embrasser plus de 50.000 espèces. Dès lors, pourquoi flasher sur la gallaselle, un animal de 5 mm de long, revêtu d'un exosquelette, cette forme de carapace qui rend nécessaire le recours à des mues pour sa croissance ?

Repéré sur six sites en Deux-Sèvres

C'est que la petite bête, découverte pour la première fois en 1955 dans une rivière souterraine à « Bataillé », commune de Gournay-Loizé, s'est révélé, depuis, le crustacé endémique des eaux souterraines du seul Poitou-Charentes, et nulle part ailleurs dans le monde. Depuis sa description en 1956 par le professeur Legrand, directeur du laboratoire de biologie animale de l'université de Poitiers, ce même labo où a œuvré le découvreur, Gabriel Heily, un spéléologue poitevin et technicien CNRS, *Asellus heilyi* a captivé deux générations de spéléologues et d'universitaires.

Une gallaselle trouvée au Puits Sureau à Sauzé-Vaussais. (Photo Vienne Nature)

Cousins américains

Dans les années soixante-dix, deux chercheurs de l'université de Dijon, MM. Henry et Magniez, ont déniché la bestiole à Sompt, dans la résurgence de la rivière souterraine de « Bataillé ». Ils constatèrent alors qu'elle présentait des similitudes avec des genres nord-américains, des lignées apparues au Crétacé, lors de l'ouverture de l'Atlantique nord il y a 65 millions d'années. *Asellus heilyi* fut débaptisée et appelée *Gallasellus* (« Aselle de Gaule ») *heilyi*. Dans les années quatre-vingt-dix, un biospéléologue albigeois trouva un exemplaire dans un puits de Saint-Denis-d'Oléron. Puis, entre 2008 et 2010, un enseignant-chercheur lyonnais récolta des gallaselles dans quatre nouvelles stations : à Saint-Jean-d'Angély, au sud de La Rochelle et à Mérigny (Indre), en limite est du Poitou.

Le séquençage en 2012 de l'ADN de ces populations ainsi que des espèces nord-américaines démontra l'existence dans notre région d'au moins trois espèces cryptiques (morphologiquement identiques). Au début de 2012, la direction régionale de l'Environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) Poitou-Charentes a confié à l'association Poitou-Charentes Nature et à Vienne Nature une mission en vue d'établir un état de lieux et de concevoir un projet de protection de la gallaselle et de ses habitats. Le petit crustacé isopode a désormais été décelé sur dix-neuf sites (rivières souterraines ou eaux de source), dont six en Deux-Sèvres : outre « Bataillé » et Sompt, le lavoir de la fontaine à Luché-sur-Brioux, le Puits Sureau à Sauzé-Vaussais, le lavoir de Fontcreuse à Sainte-Néomaye, la fontaine souterraine à Airvault.

Pourquoi un tel intérêt ? Réponse de Marjorie Delangle, contractuel sur le projet à Vienne Nature : « *Classée vulnérable sur la liste rouge des espèces menacées de France, la gallaselle est, peut-être, un bioindicateur des eaux souterraines et une espèce parapluie protégeant tous les milieux aquatiques.* »

Daniel Dartigues
nr.niort@nrco.fr

••• Second volet d'études jusqu'en juin 2015

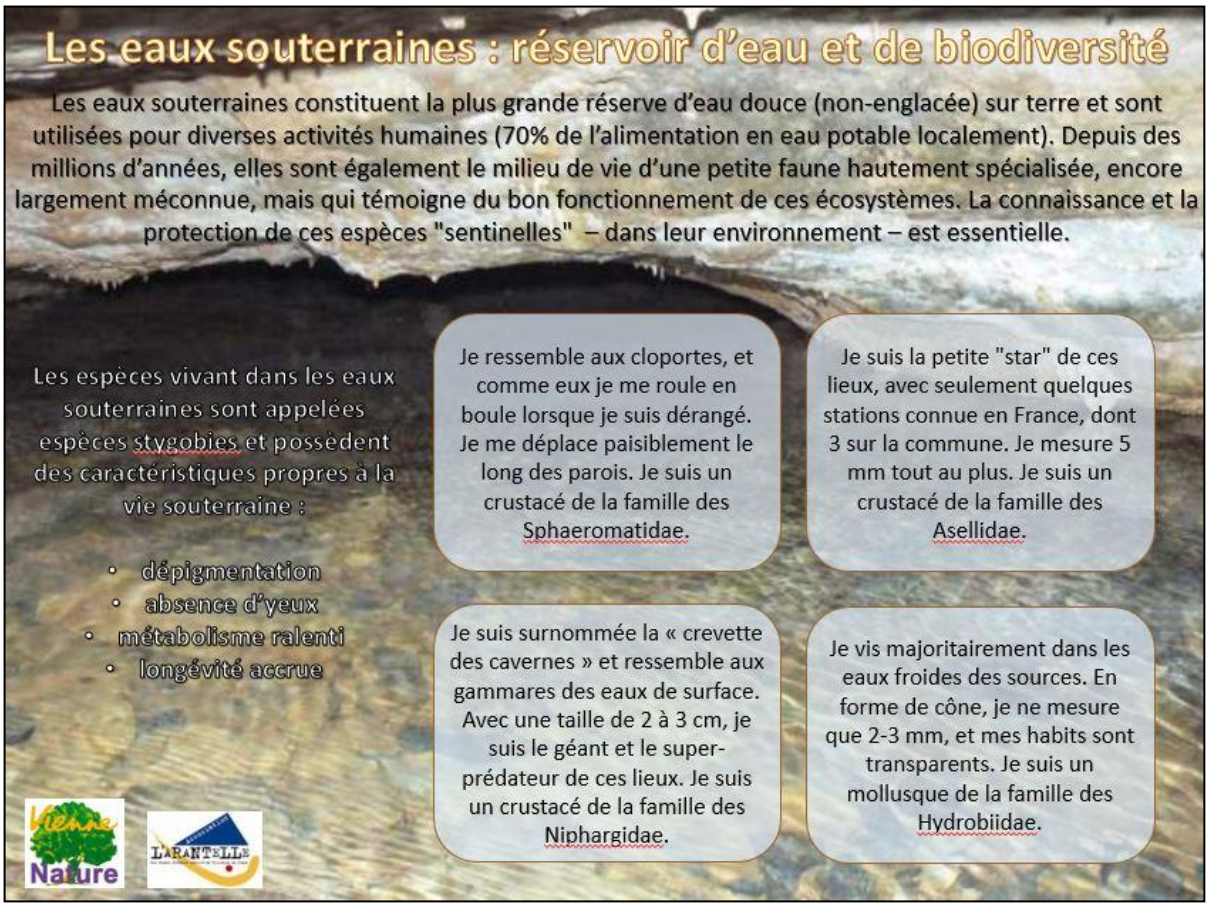
Après un premier volet d'actions de juillet 2013 à août 2014, avec une sensibilisation des collectivités et des partenaires techniques, la diffusion de plaquettes, un recensement cartographique, un échantillonnage sélectif, l'étude en laboratoire des espèces et l'analyse d'échantillons (eau et flore), une seconde phase se déroule depuis septembre 2014 et s'achèvera en juin 2015.

Ce nouveau volet comprend : une extension de la zone d'échantillonnage en Charente et Charente-Maritime (y compris les îles atlantiques) ; l'envoi de spécimens à des spécialistes français et européens pour complément de classification, voire d'identification d'espèces nouvelles ; l'envoi de prélèvements d'eau à des laboratoires pour analyses complémentaires et recherche de polluants ; la réalisation d'une banque de données cartographiques et de la stygofaune (l'ensemble des espèces inféodées au milieu souterrain), avec intégration des données aux niveaux régional et national ; le développement d'un indice biologique de qualité des eaux souterraines ; la diffusion et la restitution des résultats via des publications scientifiques, des communiqués au réseau associatif régional et des interventions auprès des médias.

Les études et conclusions nourriront un programme de protection de la gallaselle et de ses habitats.

Article de presse dans la Nouvelle République des Deux-Sèvres, suite à interview téléphonique de M. DELANGLE (édition du 18 janvier 2015)

ANNEXE 6 : SIGNALÉTIQUE PROPOSÉE



Panneau d'information à destination du grand public (conception-réalisation : M. DELANGLE & F. LEFEBVRE, d'après le modèle en place aux Aquariums publics des Roches-Prémarie-Andillé (86)

Principaux organismes partenaires

Deux-Sèvres Nature Environnement

NATURE ENVIRONNEMENT 17

SOS Rivières & Environnement

Charente nature

Comité Régional de Spéléologie Poitou-Charentes

SPELEO - CLUB POITEVIN

CDS-79 Comité Départemental de Spéléologie Deux-Sèvres

Fédération Française de Spéléologie

Université de Poitiers 1431

LEHNA

UNIVERSITÉ DE LYON

cnrs dépasser les frontières

l'ORE Observatoire Régional de l'Environnement Poitou-Charentes

Géosciences pour une Terre durable brgm