

Accord de consortium

Projet « VulQuaN »

Entre, de première part,

La Régie de l'Eau de Bordeaux Métropole, établissement public à caractère industriel et commercial (numéro SIRET 895 134 674 00020 ; code APE 3600Z), dont le siège est domicilié 91 rue Paulin – CS 42086 – 33081 Bordeaux CEDEX, représentée par Monsieur Nicolas Gendreau, agissant en qualité de Directeur général de la Régie, habilité aux fins des présentes par délibération n°en date du 30 juin 2025 ;

Ci-après désignée la « **REBM** »,

Et, de deuxième part,

Le Bureau de Recherches Géologiques et Minières, établissement public à caractère industriel et commercial, (immatriculé au registre du commerce et des sociétés d'Orléans sous le numéro 582 056 149 et le code APE 7219Z), dont le siège est domicilié 3 avenue Claude-Guillemin - BP 36009 - 45060 Orléans CEDEX 2, représenté par Madame Catherine LAGNEAU, agissant en sa qualité de Présidente-Directrice générale, ou par délégation par Monsieur Christophe POINSSOT, Directeur général délégué ayant tous pouvoirs à cet effet ;

Ci-après désigné le « **BRGM** »

Et, de troisième part,

L'université de Bordeaux, établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel (numéro SIRET 130 018 351 00010 ; code APE 8542Z), dont le siège est domicilié 35 place Pey-Berland - 33000 Bordeaux, représentée par son Président dûment habilité aux fins des présentes, Monsieur Dean LEWIS,

Ci-après désigné l'« **UBx** »,

Et, de quatrième part,

Le Centre national de la recherche scientifique, établissement public à caractère scientifique et technologique (numéro SIRET 180 089 013 03720 ; code APE 7219Z), dont le siège est domicilié 3 rue Michel-Ange - 75794 Paris CEDEX 16, représenté par son Président-Directeur général, Monsieur Antoine PETIT, lequel a délégué sa signature pour la présente convention au Délégué régional de la circonscription Aquitaine, Monsieur Younis HERMES,

Ci-après désigné le « **CNRS** »,

Et, de quatrième part,

L'Institut polytechnique de Bordeaux, établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel (numéro SIRET 130 006 356 00013 ; code APE 8542Z), dont le siège est domicilié 1 avenue du Docteur Albert Schweitzer – 33400 Talence CEDEX, représenté par son Directeur général dûment habilité aux fins des présentes, Monsieur Marc PHALIPPOU,

Ci-après désigné « **Bordeaux INP** ».

L'UBx, le CNRS et Bordeaux INP sont ci-après désignés ensemble les « **Etablissements** ».

Les Etablissements agissent tant en leurs noms que pour la mise en œuvre des activités de :

- L'équipe Physico et Toxicologie Chimie de l'environnement (LPTC) ; et de
- l'équipe « PProcessus Observation Modélisation des Sols et des Eaux Souterraines » (PROMESS) ;

rattachées à l'unité mixte de recherche « Environnements et paléoenvironnements océaniques et continentaux » (EPOC – UMR5805), dirigée par sa Directrice, Madame Hélène BUDZINSKI.

Dans le cadre du partenariat renforcé entre le CNRS et l'UBx en date du 5 décembre 2023, le CNRS, en tant que cotutelle de l'UMR EPOC, a donné mandat à l'UBx pour élaborer, négocier et signer en son nom et pour son compte les contrats de recherche impliquant cette unité.



La REBM, le BRGM et les Etablissements sont ci-après désignés collectivement les « Parties » ou individuellement la « Partie ».

CONVENTION



VISAS

Vu la convention cadre de partenariat d'innovation et de recherche signée par la REBM et le BRGM le 5 octobre 2023 ;
Vu l'accord Tremplin signé le 5 février 2025 par la REBM et l'UBx.

PREAMBULE

Avec près de dix millions de mètres cubes produits en moyenne chaque année pour un débit autorisé de 1 300 m³/h, la source de Budos est le captage le plus productif exploité par la REBM pour l'alimentation en eau potable.

Le territoire qu'occupe le bassin d'alimentation supposé de la source est aujourd'hui soumis à des activités principalement agri-viticoles et forestières. La présence dans l'eau brute de certaines molécules (nitrates en faibles concentrations et traces de pesticides) démontre une certaine vulnérabilité de la nappe exploitée. Les évolutions futures, qu'elles soient d'ordre climatique (diminution de la recharge des nappes du fait du changement climatique), d'exploitation (création de nouveaux ouvrages à proximité) ou d'occupation du territoire (changement des pratiques agri-viticoles, création de nouvelles activités, urbanisation croissante) pourraient entraîner des conséquences graves sur la qualité de cette ressource comme sur les quantités disponibles.

Dans ce contexte, il apparaît indispensable de protéger au mieux ce captage stratégique. La source de Budos, étant donné la complexité du système géologique dont elle émerge et les origines supposées de l'eau qui l'alimente (mélange d'eau de surface et d'eau profonde), nécessite un travail de recherche spécifique.

Le projet de recherche intitulé « évaluation des Vulnérabilités Quantitative et qualitative des Nappes exploitées par émergence » (VulQuaN) permettra d'apporter des connaissances cruciales pour la compréhension de ce système complexe pour une gestion opérationnelle d'une ressource stratégique pour l'alimentation en eau potable de la population desservie par la REBM au regard de sa vulnérabilité.

En plus de leurs fonds propres, les Parties ont sollicité et obtenu des subventions de la part ;

- de l'Agence Eau Adour Garonne (AEAG) en ce qui concerne la REBM ;
- de la région Nouvelle-Aquitaine en ce qui concerne le BRGM et l'UBx.

Les Parties entendent désormais, dans le présent accord de consortium, fixer les modalités d'exécution du projet « VulQuaN » ainsi que leurs droits et obligations respectifs en résultant.

ARTICLE 1 : DEFINITIONS

Dans le présent accord de consortium, les termes énumérés ci-dessous, lorsqu'ils débiteront par une majuscule, auront la signification suivante tant au singulier qu'au pluriel.

Accord : le présent accord de consortium ainsi que ses annexes et/ou ses avenants éventuels.

Comité de Suivi : l'instance de gouvernance décrite à l'article 6.3 des présentes.

Comité Technique : l'instance de gouvernance décrite à l'article 6.2 des présentes.

Communication : tout mode écrit ou oral de diffusion des connaissances et d'informations tel que – sans que cette liste soit limitative - exposés, conférences, publications de diverses natures (livres, articles, etc.), mise en accès public sur l'internet etc.), à l'exclusion des soutenances de thèses.

Connaissances Propres : ensemble des connaissances, des informations, des logiciels et des éléments de savoir-faire (procédés, méthodes, algorithmes, spécifications, données, etc.) quels qu'en soient leur nature, leur forme et/ou leur support, protégés ou non par un droit de propriété intellectuelle, appartenant à une Partie ou détenue par elle antérieurement à la date de prise d'effet du présent Accord ou obtenus, créés ou élaborés par une Partie indépendamment de l'exécution du présent Accord ou sur lesquels elle détient des droits d'utilisation.

Les Connaissances Propres des Parties sont listées en annexe 2 des présentes.

Coordonnateur : la Partie dont l'identité et les fonctions sont déterminées par l'article 6.1 des présentes.

Financeurs publics : l'AEAG et la région Nouvelle-Aquitaine.

Informations Confidentielles : les Connaissances Propres et les Résultats ainsi que toutes informations quels qu'en soient leur nature, leur objet, leur origine, leur support, leur mode de transmission, protégées ou non par un droit de propriété intellectuelle, divulguées par une Partie aux autres Parties au titre du présent Accord, sous réserve :

- qu'elles soient clairement identifiées comme confidentielles lors de leur communication par notification écrite de la Partie émettrice et/ou par apposition de la mention « CONFIDENTIEL » sur les documents considérés ; ou
- que la Partie émettrice fasse connaître oralement leur caractère confidentiel au moment de la divulgation puis ait confirmé par écrit ce caractère dans un délai de cinq (5) jours ouvrés.

Les Connaissances Propres constituent des Informations Confidentielles.

Projet : le projet de recherche détaillé en annexe 1 des présentes.

Rapports : rapports relatifs au Projet que le Coordonnateur devra remettre aux Financeurs Publics.

Résultats : ensemble des connaissances, des informations, des bases de données, des brevets et des éléments de savoir-faire (procédés, connaissances, méthodes, algorithmes, spécifications, données, etc.) directement issus du Projet, quels qu'en soient la forme, la nature et/ou le support, protégés ou non par le droit de la propriété intellectuelle.

Résultats Communs : Résultats développés par au moins deux Parties.

Résultats Propres : Résultats développés par une seule Partie, dans le concours d'une autre Partie.

Travaux : travaux des sous-tâches du Projet incombant à chaque Partie et détaillés en annexe 1 du présent Accord.

ARTICLE 2 : OBJET DE L'ACCORD

Le présent Accord a pour objet de définir les modalités d'exécution conjointe du Projet par les Parties et de fixer en particulier les règles relatives à la propriété intellectuelle, à l'utilisation des Connaissances Propres et des Résultats.

ARTICLE 3 : PIECES CONTRACTUELLES

Les pièces contractuelles régissant le présent Accord sont, par ordre de priorité décroissante :

- le présent Accord et ses éventuels avenants ;
- ses annexes ;

Annexe 1 : descriptif technique et scientifique du Projet

Annexe 2 : convention de partenariat entre le REBM - BRGM

Annexe 3 : Convention de partenariat REBM - UBx

Annexe 4 : plan de financement général

- les conventions ou décisions attributives d'aides signées avec les Financeurs publics.

Ces pièces ont un caractère contractuel. En cas de non-conformité ou de divergence d'interprétation entre leurs stipulations, chaque document prévaut sur le suivant dans l'ordre de l'énumération ci-dessus.

ARTICLE 4 : ENTREE EN VIGUEUR ET DUREE DE L'ACCORD

Le présent Accord prend effet à la signature de sa signature par la dernière des Parties.

A compter de sa date d'entrée en vigueur, il se déroulera pendant quatre (4) ans. Il n'y a pas de tacite reconduction.

Les stipulations prévues aux articles 10, 11, 12 et 13 survivront à l'expiration ou à la résiliation du présent Accord pour la durée qui leur est propre ou pour celle des droits concernés.

ARTICLE 5 : NATURE JURIDIQUE DE L'ACCORD

La nature juridique de l'Accord est celle d'une cotraitance ne créant aucune personnalité morale.

Les Parties déclarent que l'Accord ne peut en aucun cas être interprété ou considéré comme constituant un acte de société, l'*affectio societatis* étant formellement exclu.

Aucune Partie n'a le pouvoir d'engager les autres Parties ni de créer des obligations à leur charge, à l'exception du Coordonnateur dans le seul cadre de la mission qui lui est confiée et dans la limite des droits qui lui sont conférés ci-après.

L'Accord ne crée aucune solidarité entre les Parties, en particulier dans leurs obligations respectives vis-à-vis des Financeurs publics.

ARTICLE 6 : STRUCTURES DE GOUVERNANCE

6.1 Coordonnateur

6.1.1 Désignation du Coordonnateur

D'un commun accord entre les Parties, la REBM est désignée Coordonnateur.

6.1.2 Fonction du Coordonnateur

Le Coordonnateur a pour fonction :

- la diffusion aux Parties dans un délai raisonnable de toutes correspondances d'intérêt commun en provenance de tiers intéressés au Projet ;
- d'être l'intermédiaire entre les Parties et entre les Parties et le Comité de Suivi ;
- l'établissement, la diffusion et la mise à jour du calendrier général et du contrôle de son respect par les Parties ;
- en cas de difficulté et/ou de divergence entre les Parties, de collecter les propositions de solutions émanant de chacune, d'en assurer la diffusion entre les Parties, d'en élaborer éventuellement la synthèse et de veiller à la mise en œuvre de la solution retenue par le Comité Technique.

6.2 Comité Technique

6.2.1 Organisation

Le Comité Technique sera formé d'un (1) représentant de chacune des Parties, à savoir :

- **pour la REBM** : Monsieur Jessy JAUNAT ;
- **pour le BRGM** : Monsieur Marc SALTEL ;
- **pour les Etablissements** : Madame Hélène BUDZINSKI.

Les représentants peuvent se faire assister d'un spécialiste de leur choix n'appartenant pas au personnel d'une Partie, sous réserve :

- d'en informer préalablement les autres représentants ; et

- que ces personnes, si elles n'appartiennent pas au personnel des Parties, signent un accord de confidentialité dont les stipulations seront au minimum aussi strictes que celles de l'article 11 ci-après.

Une Partie peut s'opposer à la présence d'un spécialiste s'il y a un conflit d'intérêt entre ses activités et celles dudit spécialiste ou de son employeur.

Les spécialistes n'interviennent qu'à titre consultatif.

Le Comité Technique sera présidé par le représentant du Coordonnateur.

6.2.2 Fonctionnement

Le Comité Technique se réunira *a minima* quatre (4) fois par an ou à la demande de l'une des Parties.

Les réunions seront convoquées par le à l'initiative du représentant du Coordonnateur ou à la demande de l'une des Parties avec un préavis d'au moins trente (30) jours. En cas de nécessité d'une réunion urgente entre les Parties, ce délai est raccourci à cinq (5) jours.

La convocation se fait par lettre simple ou par courrier électronique. Elle sera accompagnée de l'ordre du jour établi par le représentant du Coordonnateur en concertation avec les autres représentants des Parties.

Le Comité Technique ne délibère valablement que si toutes les Parties sont présentes ou représentées par des personnes habilitées à cet effet.

Les décisions sont prises à la majorité des voix des membres présents ou représentés, étant précisé que les représentants des Parties disposent chacun d'une (1) voix de même valeur.

Chaque membre dispose cependant d'un droit de veto dans l'hypothèse où la décision aurait pour conséquence de porter atteinte à ses intérêts légitimes, d'augmenter sa participation financière au Projet, de modifier significativement ses Travaux ou l'échéancier de leur réalisation, ses responsabilités ou ses droits de propriété intellectuelle.

Une Partie défaillante ne dispose pas de droit de vote.

Chaque réunion du Comité Technique fera l'objet d'un compte rendu rédigé par le le représentant du Coordonnateur et communiqué par courriel à l'ensemble des Parties.

Ce compte rendu sera réputé approuvé soit par signature des Parties apposée sur ce document, soit à défaut d'observations de celles-ci dans un délai de trente (30) jours à compter de sa transmission.

6.2.3 Rôle

Le Comité Technique sera chargé de :

- suivre l'avancement et le bon déroulement des différents Travaux et de prendre toutes dispositions utiles pour l'exécution du Projet ;
- se prononcer sur les modifications qui interviendraient dans la répartition des Travaux entre les Parties, sous réserve d'obtenir l'accord préalable des Financeurs publics et des Parties, y compris dans l'hypothèse où la résiliation du présent Accord interviendra de plein droit à l'égard d'une Partie défaillante ;
- de décider de mettre en demeure une Partie défaillante ;
- de tenir, au fur et à mesure de l'avancement du Projet, le recensement des Résultats obtenus et des Parties qui en sont propriétaires en application de l'article 12 du présent Accord.

6.4 Comité de Suivi

6.4.1 Organisation

Le Comité de Suivi sera formé des membres du Comité Technique et d'un représentant de chaque Financier public.

Des représentants d'autres instances pourront être invités, notamment :

- un représentant du Syndicat mixte d'étude et de gestion de la ressource en eau du département de la Gironde (SMEGREG) ;
- un représentant de l'équipe PROMESS de l'UMR EPOC.

La liste des membres du Comité de Suivi n'est pas exhaustive et pourra être étoffée aux besoins.

6.4.2 Fonctionnement

Le Comité de Suivi se réunira une (1) fois par an ou à la demande de l'une des Parties.

Les réunions seront convoquées à l'initiative du représentant du Coordonnateur ou à la demande de l'une des Parties avec un préavis d'au moins trente (30) jours. En cas de nécessité d'une réunion urgente entre les Parties, ce délai est raccourci à cinq (5) jours.

La convocation se fait par lettre simple ou par courrier électronique. Elle sera accompagnée de l'ordre du jour établi par le représentant du Coordonnateur en concertation avec les autres représentants des Parties.

Chaque réunion du Comité de Suivi fera l'objet d'un compte rendu rédigé par le représentant du Coordonnateur et communiqué par courriel à l'ensemble des Parties.

Ce compte rendu sera réputé approuvé soit par signature des Parties apposée sur ce document, soit à défaut d'observations de celles-ci dans un délai de trente (30) jours à compter de sa transmission.

6.4.3 Rôle

Le Comité de Suivi est un lieu d'information et de dialogue entre toutes les parties prenantes concernées par le Projet (organismes de recherche, collectivités partenaires et financeurs).

Les objectifs du Comité de Suivi sont les suivants :

- présenter régulièrement l'état d'avancement du Projet ;
- créer un canal d'échanges neutre et respectueux qui encourage les différents acteurs à exprimer leurs attentes, leurs préoccupations et leurs recommandations à l'égard du Projet ;

7. MODIFICATIONS AU SEIN DES PARTIES

7.1 Entrée d'une nouvelle partie

L'entrée d'une nouvelle partie dans le Consortium est subordonnée à un accord unanime des membres du Comité Technique. Elle deviendra effective le jour de la signature par celle-ci d'un avenant à l'Accord, étant précisé qu'il formera un tout indivisible avec ce dernier.

À compter de cette date, la nouvelle partie sera tenue par les obligations fixées dans l'Accord.

Les Travaux de la nouvelle partie seront décrits dans une annexe jointe à l'avenant susmentionné.

7.2 Retrait et exclusion d'une Partie

7.2.1 Retrait d'une Partie

Toute Partie peut décider de mettre fin à sa participation au Consortium. Elle adressera sa demande au Coordonnateur au moyen d'une lettre recommandée avec avis de réception.

Dans les quinze (15) jours suivant la réception de ladite lettre, le Coordonnateur convoquera une réunion exceptionnelle du Comité Technique, qui se réunira afin de statuer sur les conséquences d'un tel retrait.

La Partie qui souhaite se retirer ne prend pas part au vote.

L'exécution des Travaux de la Partie souhaitant se retirer pourra, après décision du Comité Technique, être confiée à une autre Partie ou à un tiers désigné par le Comité Technique. À l'issue de la tenue de ce dernier, le Coordonnateur transmettra le compte rendu des décisions à l'ensemble des membres du Comité Technique pour approbation ; la Partie désirant se retirer pourra alors lui notifier sa décision.

Il est entendu entre les Parties qu'aucune d'entre elles ne sera jamais contrainte de demeurer dans le Projet.

7.2.2 Exclusion d'une Partie

En cas de défaillance de l'une des Parties dans l'exécution de ses obligations contractuelles (notamment dans la réalisation de ses Travaux), le Coordonnateur (ou une autre Partie désignée par le Comité Technique et agissant pour le compte de l'ensemble des Parties si le Coordonnateur est la Partie faisant l'objet de l'exclusion) lui adressera, par lettre recommandée avec avis de réception, une mise en demeure d'avoir à exécuter ses obligations.

Faute pour la Partie concernée de remédier à la défaillance ou de justifier d'un événement constitutif de force majeure au sens de l'article 15 du présent Accord dans un délai de quinze (15) jours à compter de la date de réception de la mise en demeure, la Partie sera considérée comme défaillante.

À compter de cette date, ses droits seront suspendus et plus aucune Information Confidentielle ne lui sera communiquée.

Il pourra en outre voir sa responsabilité engagée à raison du préjudice subi par les autres Parties (dans les limites définies dans l'article 10 des présentes).

Le Comité Technique devra se réunir dans un délai de dix (10) jours maximums à compter de la constatation de la défaillance en présence de la Partie défaillante (cette dernière ne prenant pas part au vote) afin de statuer sur les conséquences de la défaillance de cette dernière.

Le Comité Technique pourra décider d'exclure la Partie défaillante par une décision prise à l'unanimité – la Partie défaillante ne prenant pas part au vote.

Le Comité Technique statuera à l'unanimité également pour l'attribution des obligations de la Partie défaillante à une ou plusieurs autres Parties ou à un tiers.

L'attribution sera effective dès l'approbation de cette décision par l'AEAG.

7.2.3 Droits de la Partie sortante

La Partie sortante conservera le bénéfice des droits concédés sur les Connaissances Propres et les Résultats des autres Parties, conformément aux modalités définies dans le présent Accord ou aux termes des licences concédées.

La Partie sortante conservera ses droits de propriété sur ses Résultats Propres, qu'il exploitera comme il l'entend.

S'agissant des Résultats Communs dont il est copropriétaire, elle pourra continuer à les exploiter conformément aux modalités définies dans le présent Accord et, le cas échéant, dans les accords de copropriété passés.

7.2.4 Obligations de la Partie sortante

La Partie sortante s'engage à communiquer aux autres Parties ou au tiers remplaçant désigné par le Comité Technique, gratuitement et sans délai, tous les dossiers et toutes les informations nécessaires à la poursuite de l'exécution de des Travaux, conformément à la décision du Comité Technique statuant sur sa sortie.

Les droits accordés, avant sa sortie du consortium, par la Partie sortante aux autres Parties sur ses Connaissances Propres et/ou Résultats Propres en exécution de l'Accord resteront valables jusqu'au terme des licences en question.

La Partie sortante sera tenue de restituer ou de détruire à ses propres frais, selon la demande de la Partie propriétaire, tout équipement, tout matériel ou tout document qu'elle lui aurait remis.

La Partie sortante restera tenue par ses engagements pris au titre des article 10 et 12 de l'Accord.

ARTICLE 8. MODALITES D'EXECUTION DU PROJET

8.1 Obligations des Parties

8.1.1 Organisation des Travaux entre les Parties

La répartition des Travaux ainsi que le calendrier de leurs réalisations sont précisées en Annexe 1 du présent Accord.

Le BRGM intervient dans les WP0 et WP2 tandis que l'UBx réalise le WP3.

8.1.1.1 Obligations du BRGM

Le BRGM s'engage à réaliser, dans le respect des règles de l'art, les tâches prévues pour la réalisation de ses Travaux conformément contenu de l'annexe 1 des présentes. Aussi le BRGM s'engage-t-il :

- à participer aux réunions de lancement et de restitution du Projet (les supports des présentations réalisés par le BRGM seront transmis aux Parties à l'issue de chaque réunion) ;
- à participer à la réunion annuelle du Comité de Suivi (soit deux (2) réunions en plus de la réunion de lancement et de la réunion de restitution) : les supports des présentations réalisés par le BRGM seront transmis aux Parties à l'issue de chaque réunion ;
- à produire et restituer aux Parties un document synthétique des résultats de la thèse de doctorat conduite dans le cadre du WP2.

Le BRGM s'engage en outre à assurer la transmission des justificatifs attendus par la région Nouvelle-Aquitaine aux fréquences mentionnées dans la décision attributive d'aide ou dans tout autre document encadrant l'utilisation de l'aide octroyée par ce Financier public.;

8.1.1.2 Obligations des Etablissements (par l'intermédiaire de l'UMR EPOC)

Les Etablissements s'engagent à réaliser, dans le respect des règles de l'art, les tâches prévues pour la réalisation de ses Travaux conformément aux stipulations de l'annexe 1 des présentes.

La durée prévisionnelle de réalisation de leurs Travaux est de vingt-quatre mois (24) mois à compter du 1^{er} janvier 2026.

Conformément au programme technique visé à l'annexe 1 des présentes, les Etablissements s'engagent :

- à participer aux réunions de lancement et de restitution du Projet (les supports des présentations réalisés par l'UMR EPOC seront transmis aux Parties à l'issue de chaque réunion ;
- à participer aux réunions annuelles du Comité de Suivi (soit deux (2) réunions en plus de la réunion de lancement et de la réunion de restitution) : les supports des présentations réalisés par l'UMR EPOC seront transmis aux Parties à l'issue de chaque réunion ;
- à remettre les résultats analytiques bruts et interprétés : dix (10) points de mesures par mois pendant dix (10) mois dont :
 - Fourniture et participation à la mise en place des capteurs passifs ;
 - Participation à la relève des échantillons ;
 - Analyse en mode non ciblé des échantillons par spectrométrie de masse haute résolution ;
 - Fourniture des résultats bruts sous format .xlsx ;
 - Fourniture des résultats traités et interprétés ;
- à remettre un rapport final à l'issue du Projet.

L'UBx s'engage en outre à assurer la transmission des justificatifs attendus par la Région Nouvelle Aquitaine aux fréquences mentionnées dans la décision d'attribution d'aide ou tout autre document encadrant l'utilisation de l'aide.

8.1.1.3 Obligations de la REBM

La REBM s'engage à assurer la transmission des justificatifs attendus à l'AEAG aux fréquences mentionnées dans la décision attributive d'aide ou dans tout autre document encadrant l'utilisation de l'aide octroyée par ce Financier public.

La REBM s'engage à communiquer aux autres Parties toutes les données, toutes les informations et toutes les études qui sont en sa possession, dans la mesure où elles sont utiles à la réalisation du Projet. La REBM et le BRGM les garantit de toute action relative aux droits de propriété associés auxdites données, auxdites informations et auxdites études mises à leur disposition.

La REBM s'engage à faciliter l'accès des autres Parties aux informations relatives au Projet détenues par ses soins ou par tous tiers à l'Accord.

La REBM s'engage à participer au financement du Projet pour la part qui lui revient dans les conditions exposées dans les conventions figurant en annexes 2 et 3 au présent Accord.

La REBM pourra solliciter des soutiens financiers auprès d'agences de financement ou de collectivités territoriales (notamment le département de la Gironde, le SMEGREG...) pour contribuer au financement du Projet.

8.1.2 Engagements communs aux Parties

Chacune des Parties s'engage à :

- collaborer avec les autres Parties ;
- apporter tout le soin nécessaire à l'exécution de ses Travaux ;
- le cas échéant, exécuter les tâches organisationnelles qui lui sont attribuées ;
- exécuter, dans les délais fixés, les tâches et les Travaux qui lui sont assignés ;
- transmettre au Coordonnateur les éléments et les documents nécessaires à l'établissement des Rapports à remettre aux Financeurs publics ;
- collaborer avec le Coordonnateur dans l'hypothèse où les Financeurs publics demanderaient de modifier les Rapports. Chaque Partie s'engage, pour la part du Rapport lui incombant, à apporter les modifications nécessaires et à coopérer avec les autres Parties afin de répondre dans les plus brefs délais aux Financeurs publics ;

- communiquer au Coordonnateur, sur sa simple demande et dans les plus brefs délais, tous les éléments, tous les documents, toutes les informations exigées par les Financeurs publics ;
- fournir, dans le délai imparti, les éléments permettant au Coordonnateur de répondre à toute demande formulée par les Financeurs publics ;
- s'assurer de l'exactitude de toute information, de tout élément, de toute donnée communiqué aux autres Parties et, au cas où ils contiendraient une erreur, faire ses meilleurs efforts pour la corriger dans les meilleurs délais dès qu'elle en aura la connaissance ;
- ne pas utiliser, pour les besoins de l'exécution du présent Accord, toute propriété intellectuelle d'un tiers dont elle n'a pas acquis le droit d'usage pour elle-même, pour les besoins et dans les limites de l'objet du présent Accord ;
- indiquer au Coordonnateur l'état d'avancement des Travaux qu'elle exécute ;
- notifier dans les meilleurs délais au Coordonnateur et à chacune des autres Parties tout retard d'exécution, toute difficulté pouvant compromettre l'exécution normale du Projet ou toutes informations relatives à des faits susceptibles d'avoir une influence importante sur l'exécution du Projet ;
- déclarer aux autres Parties dans les vingt-quatre (24) heures de leur survenance les sinistres de toute natures engendrés à l'occasion de l'exécution du présent Accord.

8.2 Sous-traitance

Toute sous-traitance qui serait nécessaire à une Partie pour la réalisation de ses Travaux devra faire l'objet d'une information préalable par cette Partie aux autres Parties *via* le Coordonnateur.

L'accord des autres Parties sera réputé acquis à l'issue d'un délai de quinze (15) jours calendaires, sauf si l'une d'elles faisait valoir dans ce délai auprès du Comité Technique un intérêt légitime justifiant son opposition.

Chaque Partie sera pleinement responsable de la réalisation de la partie de ses Travaux qu'elle sous-traitera à un tiers, auquel elle imposera les mêmes obligations que celles qui lui incombent au titre du présent Accord (notamment en matière de confidentialité).

Chaque Partie s'engage, dans ses relations avec ses sous-traitants, à prendre toutes les dispositions pour acquérir les droits de propriété intellectuelle sur les Résultats obtenus par lesdits sous-traitants dans le cadre du Projet, de façon à ne pas limiter les droits conférés aux autres Parties dans le cadre de l'Accord.

La Partie qui sous-traite devra s'assurer que son sous-traitant ne prétende à un quelconque droit de propriété intellectuelle ou d'exploitation au titre des articles ci-après.

Dans le cas d'une telle sous-traitance, toute utilisation par le sous-traitant des Connaissances Propres ou des Résultats appartenant à une autre Partie sera subordonnée à l'accord préalable écrit de cette autre Partie. Elle sera limitée aux seuls besoins de l'exécution de la partie des Travaux concernée.

8.3 Présence de personnels de l'une des Parties dans les locaux d'une autre Partie

La présence de personnels de l'une des Parties dans les locaux de l'une des autres Parties pour les besoins d'exécution du Projet obéira aux stipulations suivantes.

La présence de personnel devra faire l'objet de l'accord préalable écrit de la Partie accueillante, étant entendu que cet accord ne sera donné qu'en fonction des dates de disponibilités existant sur le site d'accueil. Tous les frais afférents à ce déplacement seront à la charge de la Partie employant ce personnel.

Lesdits personnels devront respecter les stipulations non-disciplinaires du règlement intérieur ainsi que toutes les règles générales ou particulières d'hygiène et de sécurité en vigueur sur le(s) site(s) de la Partie accueillante et les directives y afférentes qui leur seraient notifiées par son référent au sein de la Partie accueillante.

La Partie employeur dont le personnel est accueilli chez une autre Partie pour les besoins de la réalisation des Travaux conserve à l'égard de celui-ci les prérogatives de l'employeur. En particulier, elle assure seule l'organisation du travail, le contrôle, la surveillance et la discipline dudit personnel, elle assume seule toutes les obligations lui incombant en sa qualité d'employeur et reste également responsable en matière d'assurances et de couverture sociale.

ARTICLE 9. FINANCEMENT

9.1 Montant total

Le budget estimatif du Projet s'élève à un million trois cent trois mille quatre cents euros hors taxe (1 303 400 € HT), répartis selon le tableau ci-dessous, incluant la masse salariale correspondant à deux thèses de doctorat (REBM et BRGM) et un post-doctorat de 18 mois (UMR EPOC (LPTC)).

Partenaires	Dépenses (€ HT)
REBM	270 000
BRGM	818 000
UBx	215 400
Total (€ HT)	1 303 400

9.2 Montants financés par les Financeurs publics

Le Projet fait l'objet :

- d'une aide de l'AEAG à hauteur de cinq soixante-dix-sept mille deux cents euros hors taxe (577 200 € HT) ;
- d'une subvention de la de la région Nouvelle-Aquitaine d'un montant de soixante-dix-neuf mille deux cent cinquante euros hors taxe (79 250 € HT).

La répartition des montants financés par les Financeurs publics est détaillée dans le tableau ci-dessous.

Partenaires	AEAG (€ HT)	Région Nouvelle Aquitaine (€ HT)
REBM	75 000	0
BRGM	389 500	19 500
UBx	112 700	59 750
Total (€ HT)	577 200	79 250

9.3 Montants financés par les Parties

9.3.1 Montants financés par les organismes de recherche

Le BRGM participe financièrement au Projet à hauteur de trois cent neuf mille euros hors taxe (309 000 € HT) sur ses fonds propres.

9.3.2 Montants financés par la REBM

L'aide de l'AEAG est perçue par la REBM et reversée en partie aux Parties.

Afin de compléter le budget du BRGM et de l'UBx, une participation de la REBM sur ses fonds propres est nécessaire au-delà de l'aide apportée par l'AEAG. Par conséquent, en sus du reversement de leur quote-part respective de l'aide reçue de l'AEAG visées à l'article 9.2 des présentes, la REBM versera :

- au BRGM la somme de cent mille euros hors taxe (100 000 € HT) ;
- à l'UBx la somme de quarante-deux mille neuf cent cinquante euros hors taxe (42 950 € HT).

Deux conventions de partenariat sont donc conclues (l'une entre la REBM et l'UBx ; l'autre entre la REBM et le BRGM) afin d'encadrer le reversement de l'aide de l'AEAG ainsi que le versement d'une aide sur fonds propres de la REBM (annexes 2 et 3 des présentes). Le détail et le total des montants sont récapitulés dans le tableau-ci-dessous :

	BRGM	UBx	Total (€ HT)
Aide AEAG	389 500	112 700	502 200
Aide REBM	100 000	42 950	142 950
Total (€ HT)	489 500	155 650	645 150

La participation sur fonds propres de la REBM s'élève à trois cent trente-sept mille neuf cent cinquante euros hors taxe (337 950 € HT).

ARTICLE 10. RESPONSABILITE ET ASSURANCE

10.1 Responsabilité entre les Parties

10.1.1 Stipulations générales

Chaque Partie exécutera sous son entière responsabilité la totalité des obligations mises à sa charge dans le cadre des conventions attributives d'aides signées avec les Financeurs publics comme du présent Accord.

Il est entendu de façon expresse entre les Parties que chacune est tenue à une obligation de moyens qui consiste à mettre en œuvre au mieux ses compétences ainsi que ses connaissances scientifiques et techniques en vue de la réalisation de ses Travaux dans la limite des moyens convenus entre les Parties et de la durée prévue.

Chaque Partie n'est responsable que des dommages qui sont la conséquence directe d'un manquement caractérisé à ses obligations contractuelles.

En cas de manquement caractérisé à une obligation contractuelle, elle ne pourra être tenue responsable que des seuls dommages directs subis par les autres Parties - et ce tous chefs de préjudice confondus - dans la limite maximum du montant total des subventions reçues des Financeurs Publics par ladite Partie au titre du Projet.

Si une Partie est mise en cause par un Financeur public pour une cause imputable à une ou plusieurs autres Parties, cette ou ces dernière(s) s'engage(nt) à en faire immédiatement leur affaire personnelle et à couvrir, dans la limite définie ci-dessus, la Partie mise en cause de toutes les conséquences financières ou autres pouvant résulter des décisions, des réclamations ou des mesures coercitives du Financeur public.

10.1.2 Dommages indirects

Les Parties renoncent mutuellement à se demander réparation des préjudices indirects qui pourraient survenir dans le cadre de l'Accord.

Sont expressément qualifiés de préjudices indirects tout dommage commercial ou financier, toute perte de chiffre d'affaires, de bénéfice, de données, de commande, de clientèle.

10.1.3 Dommages aux biens des Parties

Chacune des Parties est responsable, dans les conditions de droit commun, des dommages qu'elle cause du fait ou à l'occasion de l'exécution du présent Accord aux biens mobiliers ou immobiliers d'une autre Partie.

10.1.4 Dommages corporels

Chacune des Parties prend en charge la couverture de son personnel conformément à la législation applicable dans le domaine de la sécurité sociale, du régime des accidents du travail et des maladies professionnelles dont elle relève. Elle procède conséquemment aux formalités qui lui incombent.

Chaque Partie est responsable, dans les conditions de droit commun, des dommages de toute nature causés par son personnel au personnel de toute autre Partie.

10.1.5 Garantie

Pendant toute la durée du Projet et la période de douze (12) mois qui suit la fin du Projet, chaque Partie s'engage, dans la limite définie à l'article 10.1.1, à rembourser les autres Parties de tous dommages et intérêts, de tous débours, de tous frais de procédure et de conseil que les autres Parties seraient amenées à supporter du fait de la réclamation ou du recours contentieux d'un tiers au présent Accord fondé sur une quelconque violation de droits de propriété intellectuelle ou d'un engagement de confidentialité. En cas de faute avérée et uniquement imputable à la Partie faisant l'objet du recours ou de la réclamation, elle assume seule la charge des dommages et intérêts, des débours, des frais de procédure et des conseil mis à sa charge.

10.1.6 Exclusion de la responsabilité du fait des Connaissances et des Résultats

Sans préjudice de l'article 10.1.5, les Connaissances Propres et les Résultats communiqués par une des Parties à toute autre Partie dans le cadre de l'exécution de l'Accord sont communiqués en l'état, sans autre garantie que celle spécifiée aux présentes.

Sont notamment expressément exclues toutes garanties relatives à l'exploitation des Résultats, à leur compatibilité ou à leur conformité à un usage spécifique, à une absence d'erreur ou de défauts.

Chaque Partie reconnaît avoir les compétences professionnelles nécessaires pour analyser et interpréter les Connaissances Propres et les Résultats. Par conséquent, chaque Partie reconnaît que l'utilisation qu'elle fera de ces Connaissances Propres et de ces Résultats comme les décisions qu'elle sera amenée à prendre en considération de ceux-ci relèveront de sa seule responsabilité.

Ces Connaissances Propres et ces Résultats sont utilisés par les Parties dans le cadre de l'Accord à leurs seuls frais, risques et périls respectifs. En conséquence, aucune des Parties n'engagera de recours contre les autres Parties en raison de l'usage de ceux-ci, à quelque titre et à quelque motif que ce soit.

10.2 Responsabilité à l'égard des tiers

Chaque Partie supporte en ce qui la concerne toutes les conséquences pécuniaires de la responsabilité civile qu'elle encourt en vertu du droit commun en raison de tous dommages corporels, matériels ou immatériels causés aux tiers à l'occasion des Travaux effectués dans le cadre de l'Accord.

10.3 Assurances

Chaque Partie doit, en tant que de besoin et dans la mesure où cela est compatible avec ses statuts, souscrire et maintenir en cours de validité les polices d'assurance nécessaires pour garantir les éventuels dommages aux biens et aux personnes qui pourraient survenir dans le cadre de l'exécution de sa part du Projet.

ARTICLE 11. CONFIDENTIALITE

11.1 Chacune des Parties, dans la limite de ses droits, transmettra aux autres Parties les seules Informations Confidentielles jugées nécessaires à la poursuite des objectifs décrits dans le Projet.

Aucune stipulation de l'Accord ne peut être interprétée comme obligeant l'une des Parties à divulguer des Informations Confidentielles à une autre Partie, en dehors de celles qui sont nécessaires à l'exécution du Projet.

Chaque Partie recevant une Information Confidentielle dans le cadre du Projet reconnaît que l'Information Confidentielle reçue reste, en tout état de cause, la propriété de la Partie qui l'a communiquée et s'engage :

- à ne pas en faire d'autre usage que celui pour lequel ladite Information Confidentielle lui fut communiquée ;
- à ne la communiquer qu'aux seuls employés ou collaborateurs ayant à en connaître pour la réalisation de leurs Travaux et à prendre toutes mesures utiles auprès de ceux-ci pour garantir le respect du présent article 11 ;
- à ne la copier, la reproduire ou la dupliquer totalement ou partiellement qu'aux fins de la réalisation du Projet ;
- à ne pas la divulguer, à ne pas l'intégrer dans des Communications, à ne pas la transférer en tout ou partie à des tiers, sauf autorisation écrite et préalable de la Partie émettrice ;
- à prendre toutes les mesures nécessaires pour en protéger le caractère confidentiel, avec les mêmes précautions que celles prises pour ses propres informations confidentielles de même qualité.

11.2 Les stipulations ci-dessus ne s'appliqueront pas aux informations suivantes, à charge pour la Partie qui invoque un de ces cas d'en apporter la preuve :

- les informations entrées dans le domaine public préalablement à leur divulgation ou postérieurement mais, dans ce dernier cas, en l'absence de toute faute imputable à la Partie réceptrice ; ou
- les informations déjà connues de la Partie réceptrice ou obtenues indépendamment de l'exécution du Projet, cela pouvant être démontré par l'existence de documents appropriés dans ses dossiers ; ou
- les informations reçues d'un tiers libre d'en disposer ; ou
- les informations dont l'utilisation ou la divulgation furent autorisées préalablement par écrit par la Partie dont elles émanent
- qu'elles furent développées de manière indépendante et de bonne foi par des membres du personnel de la Partie Réceptrice, ces derniers n'ayant pas eu accès à ces Informations Confidentielles ;
- qu'elles furent divulguées en application d'ordonnances, de règlements, de règles juridiques ou administratives, ou dans le cadre d'une procédure judiciaire, administrative ou arbitrale, sous réserve que la Partie tenue de les divulguer ait préalablement informé la Partie propriétaire desdites Informations Confidentielles puis ait convenu avec cette dernière des moyens légaux permettant de limiter autant que possible leur divulgation.

Les exceptions précitées ne sont pas cumulatives.

11.3 Les Informations Confidentielles nécessitant un degré de protection particulièrement élevé seront clairement signalées comme telles lors de leur transmission à la Partie réceptrice.

11.4 Toutes les Informations Confidentielles et leurs reproductions, copies, duplications et tous droits s'y rapportant restent propriété de la Partie émettrice. Elles devront être restituées à cette dernière ou détruites sur sa demande. Cette restitution ou cette destruction devra être certifiée par écrit par la Partie réceptrice dans les trente (30) jours suivant ladite demande. Toutefois, chaque Partie peut conserver les Informations Confidentielles nécessaires à l'accomplissement de ses obligations réglementaires de suivi et d'archivage, de sécurité et de traçabilité requises par la réglementation. Dans ce cas, lesdites Informations Confidentielles sont conservées dans des conditions garantissant leur stricte confidentialité.

11.5 La présente obligation de confidentialité prendra effet à la même date que le présent Accord et s'éteindra deux (2) ans après la fin du présent Accord.

11.6 En tout état de cause, les Parties veilleront à exercer les droits conférés par les articles 12 et 13 dans le respect du présent article.

ARTICLE 12. PROPRIETE INTELLECTUELLE

12.1 Connaissances Propres

12.1.1 Propriété des Connaissances Propres

Chaque Partie conserve la propriété exclusive de ses Connaissances Propres.

Chaque Partie dispose librement de ses Connaissances Propres. Elle décide à sa seule discrétion des Connaissances Propres à communiquer aux autres Parties pour les besoins du Projet.

La communication et/ou la mise à disposition par une Partie de ses Connaissances Propres ne pourra en aucun cas être interprétée comme une divulgation au sens du droit des brevets, ni comme conférant à la Partie réceptrice un droit quelconque autre que celui stipulé expressément aux présentes.

12.1.2 Droit d'utilisation des Connaissances Propres

Dans la mesure où des Connaissances Propres sont nécessaires à la réalisation du Projet, chaque Partie propriétaire concède, sans contrepartie financière, aux autres Parties, sur demande écrite de celles-ci démontrant l'intérêt à les utiliser, un droit d'utilisation non exclusif, intransférable (par quelque moyen que ce soit) et sans droit de sous-licence de ses Connaissances Propres strictement nécessaires à l'exécution de ses Travaux, sous réserve des droits des tiers existants à la date de la demande et dans la mesure où cette Partie en a le droit et la capacité.

Ce droit d'utilisation exclut toute exploitation commerciale directe ou indirecte des Connaissances Propres.

Chaque Partie s'engage à ne pas réutiliser dans un autre contexte les Connaissances Propres qui lui sont communiquées par l'autre Partie dans le cadre du Projet. Elle cessera de les utiliser à l'issue du Projet.

Plus particulièrement, lorsque ces Connaissances Propres sont des logiciels, la Partie qui les reçoit ne pourra les utiliser que sur ses propres matériels et ne sera autorisée qu'à réaliser la reproduction strictement nécessitée par le chargement, l'affichage, l'exécution la transmission et le stockage de ces logiciels aux seules fins de son utilisation pour la réalisation de ses Travaux, ainsi qu'une copie de sauvegarde.

La Partie qui les reçoit s'interdit tous autres actes d'utilisation de ces logiciels (notamment tout prêt ou divulgation à des tiers) ainsi que toute exploitation commerciale, sauf autorisation préalable de la Partie détentrice.

Le droit d'utilisation ainsi conféré n'inclut pas l'accès aux codes sources des logiciels considérés, sauf autorisation préalable et écrite de la Partie titulaire des droits sur lesdits logiciels.

12.2 Résultats

12.2.1 Propriété des Résultats

Les Résultats Propres sont la propriété de la Partie qui les a obtenus. En cas de volonté établie par écrit de la Partie propriétaire d'abandonner la protection ou la propriété de Résultats Propres, les autres Parties bénéficient d'un droit de préemption à exercer sous trente (30) jours à compter la réception de la notification écrite susmentionnée.

Les Résultats Communs sont la copropriété des Parties qui les ont obtenus.

La quote-part de copropriété de chacune des Parties copropriétaires est déterminée d'un commun accord en tenant compte de leurs apports humains, intellectuels, matériels et financiers respectifs.

Pour les Résultats Communs relevant du droit d'auteur (à l'exception des logiciels), chaque Partie copropriétaire fait son affaire d'obtenir la cession de l'intégralité des droits patrimoniaux appartenant aux personnes physiques auteur de ces Résultats Communs.

Les Parties copropriétaires d'un Résultat Commun se concerteront librement - et sans avoir à rendre compte aux autres Parties non-propriétaires - pour convenir entre elles au cas par cas de l'opportunité et de la nature des éventuelles mesures de protection à prendre. Elles engageront à leurs frais les éventuelles procédures nécessaires.

12.2.2 Utilisation et exploitation des Résultats

Les Parties pourront librement utiliser les Résultats pour leur besoins propres d'enseignement ainsi que pour leurs activités de recherche interne, sous réserve de respecter les stipulations prévues aux articles 11 et 13 des présentes.

Les Parties propriétaires de Résultats Propres sont libres de les utiliser et de les exploiter comme bon leur semble.

Les Résultats Communs n'ont pas vocation à faire l'objet d'une exploitation commerciale, sauf accord préalable de l'ensemble des Parties copropriétaires concernées. Le cas échéant elles conviendront par accord ultérieur des modalités d'exploitation de ces Résultats Communs.

Les Parties copropriétaires détermineront d'un commun accord les Résultats Communs qu'elles souhaitent garder strictement confidentiels.

ARTICLE 13. COMMUNICATION

13.1 Communication interne

Toute notification relative à l'exécution ou à l'interprétation du présent Accord sera valablement faite aux coordonnées respectives des Parties indiquées ci-après. Toute notification devra, pour être valablement opposée aux autres Parties, être faite par lettre recommandée avec avis de réception ou par courrier électronique avec accusé de réception immédiatement confirmé par courrier simple dans ce dernier cas. Elle sera réputée valablement faite à compter de sa réception par la Partie émettrice.

REBM

91 rue Paulin

CS 42086

33081 Bordeaux CEDEX

BRGM

3 avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 Orléans CEDEX 2

Université de Bordeaux

S'agissant des aspects scientifiques

UMR EPOC

Université de Bordeaux – Campus Bordes – Bâtiment B18N

A l'attention de Madame Hélène BUDZINSKI

Allée Geoffroy Saint-Hilaire

CS 50023

33615 Pessac CEDEX

S'agissant des aspects juridiques

Université de Bordeaux – CoREV/DRV/RIPI

Domaine du Haut-Carré – Bâtiment C5

351 cours de la Libération

33405 Talence CEDEX

S'agissant des aspects administratifs et financiers

UMR EPOC

Université de Bordeaux – Campus Bordes – Bâtiment B18N

A l'attention de Madame Sandrine FERNANDEZ-SANCHEZ-CAMINS

Allée Geoffroy Saint-Hilaire

CS 50023

33615 Pessac CEDEX

Bordeaux INP

Affaires scientifiques

Avenue des Facultés

CS 60099

33405 Talence

13.2 Communication externe

13.2.1 Les Communications relatives au Projet et/ou aux Résultats obéiront aux principes ci-dessous.

Les Parties conviennent expressément que les Résultats ont vocation à être, dans l'intérêt général, rendus accessibles au grand public.

Les Parties s'engagent à mettre à disposition du public les Résultats à des fins de réutilisation à titre gratuit. Les Parties soumettront tous les Résultats à la licence ouverte/*open licence* Etalab Version 2.0. Ainsi, les utilisateurs seront libres d'utiliser tous les Résultats, gratuitement et sans restriction d'usage, à la condition de citer les Parties comme source ainsi que la date de dernière mise à jour. En outre, conformément à l'article L. 322-1 du code des relations entre le public et l'administration, les Résultats ne devront pas être altérés et leur sens ne devra pas être dénaturé.

13.2.2 Pendant toute la durée du Projet et pendant les deux (2) ans qui suivent son expiration, chaque Partie s'engage à demander aux autres Parties leur autorisation préalable et écrite au cas où elle désirerait effectuer une Communication relative au Projet et/ou aux Résultats.

Ces dernières feront connaître leur décision dans un délai maximum de trente (30) jours calendaires (quinze (15) jours calendaires pour un abstract) à compter de la notification de la demande. En cas d'absence de réponse, l'acceptation est réputée acquise.

Dans le délai imparti, les Parties consultées pourront :

- accepter sans réserve le projet de publication ou de communication ; ou
- demander que les Informations Confidentielles lui appartenant soient retirées du projet de publication ou de communication ; ou
- demander des modifications, en particulier si certaines informations contenues dans le projet de publication ou de communication sont de nature à porter préjudice à l'exploitation des Connaissances Propres ; ou
- demander que la publication ou la communication soit différée ou annulée.

Cependant, de telles modifications ou suppressions ne devront pas porter atteinte à la valeur scientifique de la publication.

Ces Communications devront mentionner les concours apportés par chacune des Parties à la réalisation du Projet ainsi que le soutien apporté par les Financeurs publics.

13.2.3 Toutefois, les stipulations du présent article ne pourront faire obstacle :

- à l'obligation qui incombe à chacune des personnes participant à la Part du Programme d'établir un rapport d'activité confidentiel à l'organisme dont elle relève, dans la mesure où cette communication ne constitue pas une divulgation au sens des lois sur la propriété industrielle ;
- à la soutenance de thèses par les chercheurs ou doctorants dont l'activité scientifique est en relation avec l'objet de la Convention. Cette soutenance sera organisée à huis clos chaque fois que nécessaire de façon à garantir la confidentialité de certains Résultats tout en respectant la réglementation universitaire en vigueur.

13.2.4 Les Communications ne devront citer aucun nom de fabricant de produits, de marques d'industriels ni nom de modèle de produit.

ARTICLE 14. NON RENONCIATION

Le fait qu'une Partie n'insiste pas pour faire strictement appliquer l'une des stipulations du présent Accord n'implique pas renonciation par cette Partie à invoquer ultérieurement cette stipulation ou à se prévaloir de l'éventuel manquement d'une autre Partie à cette stipulation.

ARTICLE 15. FORCE MAJEURE

Aucune Partie ne sera responsable de l'inexécution totale ou partielle de ses obligations due à un événement constitutif d'un cas de force majeure au sens de l'article 1218 du code civil et de la jurisprudence de la Cour de cassation.

La Partie invoquant un événement constitutif d'un cas de force majeure devra en aviser le Coordonnateur par courriel comportant un accusé de lecture dans les cinq (5) jours calendaires suivant la survenance de cet événement. Le Coordonnateur devra ensuite en informer les Financeurs publics dans les meilleurs délais.

Les délais d'exécution de la part du Projet concernée pourront être prolongés pour une période déterminée d'un commun accord entre les Parties et les Financeurs publics.

Les obligations suspendues seront exécutées à nouveau dès que les effets de l'événement de force majeure auront cessé. Dans le cas où l'événement de force majeure perdurerait pendant une période de plus de trois (3) mois, les Parties se réuniront au sein du Comité Technique afin de retenir une solution pour permettre la réalisation du Projet, y compris par l'exclusion de la Partie qui subit la force majeure.

Le Coordonnateur informera les Financeurs publics de la solution retenue pour assurer la continuité du Projet.

En cas d'exclusion de la Partie subissant la force majeure, celle-ci s'engage, dans la mesure du possible et eu égard à l'événement de force majeure qu'elle subit, à communiquer aux autres Parties ou au tiers remplaçant, gratuitement et dans des délais raisonnables, tous les dossiers et toutes les informations nécessaires à l'exécution de la part du Projet concernée dans le respect des articles 10 et 11 du présent Accord.

ARTICLE 16. CESSION A DES TIERS

Les Parties déclarent que le présent Accord est conclu *intuitu personae*.

En conséquence, aucune Partie n'est autorisée à transférer à un tiers tout ou partie des droits et des obligations qui en découlent pour elle sans l'accord préalable et écrit des autres Parties.

ARTICLE 17. RESILIATION

17.1 Défaillance d'une Partie

Au cas où l'une des Parties manquerait aux obligations qui lui incombent et après une mise en demeure du Coordonnateur, envoyée par lettre recommandée avec accusé de réception, restée sans effet pendant un délai d'un (1) mois à compter de la réception du courrier, le Comité Technique se réunira en présence de la Partie défaillante qui ne prendra pas part au vote.

Le Comité Technique pourra décider sous réserve de l'accord des Financeurs publics d'exclure la Partie défaillante du Projet. Dans ce cas, il décidera de la date d'effet de la résiliation de l'Accord à son égard et de la nouvelle répartition de la part du Projet de la Partie défaillante.

17.3 Conséquences de la résiliation

Dans les cas prévus aux articles 16, 17.1 et 17.2, le Coordonnateur fera part aux Financeurs publics de la solution retenue par le Comité Technique.

Dans le cas où le Comité Technique désigne un tiers pour remplacer la Partie exclue, le Coordonnateur demandera son approbation aux Financeurs publics.

Dans les cas prévus aux articles 16, 17.1 et 17.2, la Partie exclue s'engage à communiquer aux autres Parties ou au tiers remplaçant, gratuitement et sans délai, tous les dossiers et informations nécessaires à l'exécution de la part du Projet concernée.

En outre, la Partie exclue s'engage à ne pas opposer aux autres Parties ou au tiers remplaçant ses droits de propriété intellectuelle, relatifs à ses Connaissances Propres et Résultats pour la poursuite du Projet et s'engage à négocier les termes d'une licence pour l'utilisation de ses Résultats et/ou de ses Connaissances Propres, dans les conditions de l'article 12 ci-avant.

L'exclusion d'une Partie ne dispense pas ladite Partie de remplir les obligations contractées jusqu'à la date d'effet de la résiliation et ne saurait en aucun cas être interprété comme une renonciation des autres Parties à l'exercice de leurs droits et à d'éventuels dommages et intérêts.

La Partie exclue ou qui se retire de l'Accord perd le bénéfice des droits concédés ou qui auraient pu lui être concédés, sur les Connaissances Propres et/ou les Résultats des autres Parties au titre de l'article 12 ci-avant.

La résiliation de l'Accord prendra effet de plein droit à la date de réception de la notification de la décision du Comité Technique.

Dans le cas de l'impossibilité de trouver une solution de remplacement (c'est-à-dire si aucune Partie ni aucun tiers n'est en mesure de se substituer à la Partie exclue au titre des articles 16, 17.1 et 17.2) et dans la mesure où l'abandon de la part du Projet en question affecte la réalisation du Projet dans son ensemble, le Comité Technique proposera les modalités d'arrêt du Projet aux Financeurs publics.

Après décision des Financeurs publics, l'Accord prendra alors fin avec l'apurement des comptes.

ARTICLE 18. MODIFICATIONS

Le présent Accord ne peut être modifié que par un avenant écrit et signé par les représentants légaux dûment habilités des Parties.

ARTICLE 19. NULLITE

Si une ou plusieurs stipulations de l'Accord sont tenues pour invalides en application d'une loi, d'un règlement ou à la suite de la décision définitive d'une juridiction, les autres stipulations garderont toute leur force et leur portée.

Les Parties s'efforceront alors de leur substituer des stipulations de portée équivalente reflétant leur commune intention dans les meilleurs délais.

ARTICLE 20. LITIGES ET LOI APPLICABLE

Le présent Accord est soumis à la loi française.

En cas de difficulté sur l'existence, l'interprétation, l'exécution, la validité ou la rupture du présent Accord, les Parties s'efforceront de résoudre leur différend à l'amiable.

Au cas où les Parties ne parviendraient pas à résoudre leur différend dans un délai de trois (3) mois à compter de sa survenance, le litige sera porté par la Partie la plus diligente devant les tribunaux français compétents.

ARTICLE 21. DONNEES A CARACTERE PERSONNEL

Les Parties s'engagent à se conformer aux dispositions légales et réglementaires relatives à la protection des données à caractère personnel.

Les données à caractère personnel recueillies par les Parties dans le cadre de l'Accord font l'objet d'un traitement informatique par les Parties en tant que responsable de traitement pour la gestion et le suivi de l'Accord et le respect de ses obligations légales.

Dans les limites posées par la loi, les personnes concernées disposent d'un droit d'accès, de rectification et d'effacement de leurs données à caractère personnel. Elles peuvent également s'opposer au traitement réalisé, en demander la limitation, formuler une demande de portabilité de leurs données à caractère personnel ainsi que déterminer leur sort *post-mortem*.

Il leur est possible d'exercer ces droits par courriel adressé à :

- pour la REBM : dpo@leaubm.fr;
- pour le BRGM : dpo@brgm.fr
- pour les Etablissements : dpo@u-bordeaux.fr.

La Charte sur la protection des données à caractère personnel de chaque Partie est téléchargeable sur les sites internet suivants :

- pour la REBM : <https://leaubordeauxmetropole.fr/politique-de-protection-des-donnees>
- pour le BRGM :
- pour les Etablissements : <https://www.u-bordeaux.fr/donnees-personnelles/dcp>

Fait à :

Le :

Le présent Accord est établi en autant d'exemplaires originaux que de signataires.

Le directeur général de la Régie de L'Eau Bordeaux
Métropole,

Le directeur général délégué du BRGM,

Nicolas GENDREAU

Christophe POINSSOT

Le Président de l'Université de Bordeaux UBx

Le Directeur général de l'Institut polytechnique de
Bordeaux

Dean LEWIS

Marc PHALIPPOU

Annexe 1 : descriptif technique et scientifique du projet

1. PRESENTATION SYNTHETIQUE DU PROJET

1.1. RESUME DU PROJET

La source de Budos, localisées au sud-est de Bordeaux émerge de l'aquifère des calcaires karstifiés de l'Oligocène, affleurant à l'est de la structure de Villagrains-Landiras à cœur créacé (Labat et al., 2021 ; Saltel, 2008). Ce réservoir est constitué de calcaire marin sédimenté durant l'Oligocène pouvant montrer une importante porosité due à une forte dissolution et une importante karstification (Capdeville, 2006).

De nombreux questionnements persistent sur son fonctionnement hydrogéologique, du point de vue de l'origine de l'eau comme de celui de son bassin d'alimentation. Il est reconnu que l'eau prélevée à la source de Budos résulte d'un mélange entre une eau actuelle et une eau plus ancienne, sans pouvoir définir précisément la proportion de cette eau plus ancienne (Chery et al., 2001). Bien que la source soit issue de la nappe de l'Oligocène, l'analyse des chroniques piézométriques et des mesures de débit à la source ont permis de montrer une contribution de la nappe du Campanien (Bourbon et al., 2022) qui expliquerait la constance des débits observés. Cependant, à proximité de la source, les études réalisées dans les cours d'eau ont mis en évidence une large zone de perte, localisée au droit des affleurements oligocènes que recoupe les cours d'eau du Tursan et de la Mouliasse (Saltel, 2008). En contexte karstique, ces pertes sont susceptibles de venir également alimenter les sources de Budos. Les différents compartiments évoqués ici, sont donc susceptibles d'interagir avec les eaux de la source de Budos, sans que les volumes en jeux et leurs variations temporelles au cours du cycle hydrologique ne soient maîtrisés.

Le projet VulQuaN permettra d'apporter des connaissances cruciales pour la compréhension de ce système complexe pour une gestion opérationnelle d'une ressource stratégique pour l'alimentation en eau potable de la population desservie par la Régie de l'Eau Bordeaux Métropole au regard de sa vulnérabilité. Il s'avère aujourd'hui indispensable de parfaitement maîtriser le contexte hydrogéologique permettant l'émergence de la source de Budos en identifiant et en quantifiant les différents termes du bilan hydrique pour préciser la vulnérabilité de cette ressource stratégique afin d'assurer la pérennité de sa qualité et anticiper les effets des changements globaux sur les volumes disponibles à long terme.

Nous proposons ainsi un projet de recherche transversale surface/souterrain pour étudier les apports de chaque compartiment dans un contexte géologique complexe. Des approches novatrices issues de l'hydrogéologie, de l'hydrochimie, de l'hydrologie isotopique et de la chimie analytique seront mises en place. Le projet VulQuaN a pour vocation d'apporter des éléments de gestion opérationnelle indispensables à la préservation de la qualité et de la quantité d'une ressource vulnérable fournissant près de 10 millions de m³/an dans un contexte de changement climatique très sensible dans la région.

1.2. MOTS-CLES

Ressource en eau souterraine, nappe de l'Oligocène, nappe du Campanien, hydrogéologie, hydrologie isotopique, hydrochimie, hydrodynamique, piézométrie, micropolluants, spectrométrie de masse haute résolution, empreinte, relations/nappe-rivière, Sud-Gironde, recharge, temps de résidence, vulnérabilité, géomorphologie, karst.

2. PRESENTATION DETAILLEE DU PROJET

2.1. PRESENTATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

2.1.1. Contexte et objectifs scientifiques

La source de Budos, émergeant des formations de l'Oligocène, est caractérisée par un débit élevé relativement constant dans le temps (Schoeller, 1968). Les eaux ont une origine multiple, incluant une recharge locale et actuelle ainsi qu'une alimentation par des eaux plus anciennes. Situé à l'est de l'anticlinal de Villagrains-Landiras marqué par une évolution tecto-sédimentaire complexe, la source de Budos est localisée dans un contexte géologique fortement structuré et karstifié.

Compte-tenu de l'importance de cette ressource pour l'alimentation en eau potable de la métropole bordelaise, de sa vulnérabilité vis-à-vis des activités conduites en surface (nappe localement libre avec une alimentation en partie météorique, échanges nappe/rivière probables et peut-être très rapides en cas de karstification forte) et des projets futurs d'exploitation des nappes adjacentes (projet CSG – Cénomaniens Sud Gironde - porté par le SMEGREG, Bourbon et al., 2022), il s'avère aujourd'hui indispensable de parfaitement maîtriser le contexte hydrogéologique permettant l'émergence de la source de Budos en identifiant et en quantifiant les différents termes du bilan hydrique pour :

- Préciser la vulnérabilité de cette ressource stratégique et assurer la pérennité de sa qualité ;
- Anticiper les effets des changements globaux sur les volumes disponibles à long terme.

Dans le cadre de ce projet de recherche, la ressource de Budos sera considérée comme un site pilote sur lequel sera mis en œuvre une approche pluridisciplinaire (hydrologie, hydrogéologie, géochimie) permettant d'améliorer la connaissance de la structure et du fonctionnement de cet hydrosystème complexe, en précisant les termes du bilan hydrogéologique de cette ressource en eau souterraine à alimentation mixte (flux profond, recharge sur l'impluvium, échanges avec les cours d'eau).

Afin d'atteindre cet objectif, nous proposons une méthodologie alliant des outils classiquement utilisés en hydrologie et hydrogéologie qui seront complétés par des approches novatrices issues de l'hydrochimie, de l'hydrologie isotopique et de la chimie analytique, dont certaines sont rarement utilisées à ces fins. Le projet VulQuaN a vocation à apporter des éléments de gestion opérationnelle indispensables à l'exploitant, en permettant le développement de la connaissance géologique et hydrogéologique sur des aquifères clés à l'échelle régionale. Ce projet permettra de développer une méthodologie reproductible et des outils nouveaux pour l'hydrogéologie moderne.

2.1.2. Etat actuel des connaissances

Le bassin de la source de Budos, datant de la fin du XIX^{ème} siècle, abrite des émergences naturelles d'eau souterraine alimentées par l'aquifère des calcaires oligocènes inférieurs, par l'intermédiaire de 27 barbacanes plus ou moins productives. Avec un volume prélevé moyen de près de 8,6 Mm³/an (moyenne 2015-2019) pour un débit autorisé de 1 300 m³/h, la source de Budos correspond au captage le plus productif exploité par la Régie de l'Eau Bordeaux Métropole pour l'alimentation en eau potable. Les sources sont localisées à l'est de l'anticlinal de Villagrains-Landiras (Blanc, 1973; Lubet, 1948; Vigneaux, 1953, 1950) dans un environnement géologique largement structuré et karstifié. Ainsi, dans la partie orientale de l'anticlinal (secteur Landiras - Budos), une zone de fracturation a pu être mise en évidence par l'études des profils sismiques réalisés sur la zone (Figure 1). A noter qu'un réseau de failles a été mis en évidence dans la zone des sources de Budos et du Batan par une campagne de géophysique réalisée par la Safege en 1993 (Lyonnaise des Eaux, 2000), en lien potentiel avec les débits observés au droit de la source de Budos (Bourbon *et al.*, 2022).

La source de Budos présente un débit élevé relativement stable dans le temps (Schoeller, 1968). Plusieurs hypothèses ont été évoquées pour expliquer l'importance et la stabilité des débits au regard de la taille du bassin versant topographique : apport de la nappe du Plio-Quaternaire, échange avec le cours d'eau du Tursan, contribution de la nappe du Campanien. L'eau captée à Budos est peu minéralisée, la conductivité électrique à 25° varie de 415 à 480 µS/cm, elle présente un faciès géochimique bicarbonaté calcique. Le pH est proche de la neutralité, compris entre 7,3 et 7,89. La présence de fer en quantité variable (0,07 à 0,5 mg/l), la mesure du potentiel d'oxydo-réduction (85 mV, même éventuellement non corrigée du potentiel d'électrode) et de l'oxygène dissous (2,2 mg/l) témoignent d'un milieu réducteur.

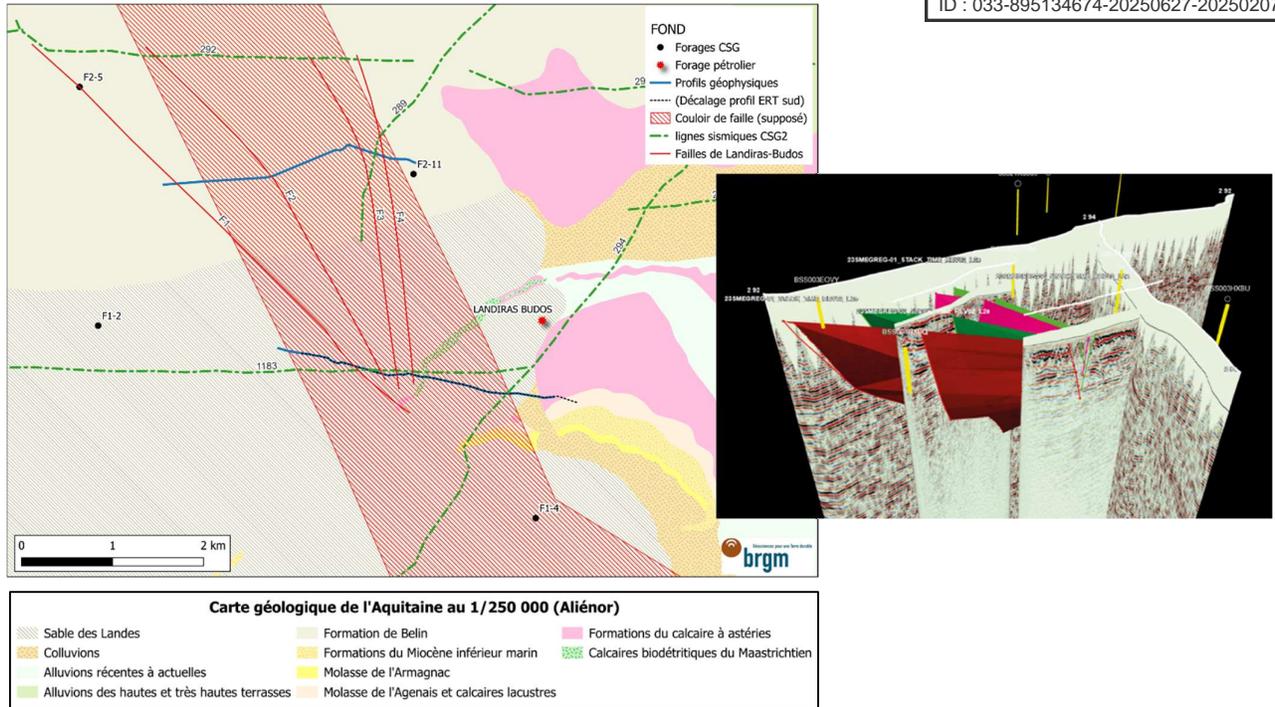


Figure 1 : Emplacement des lignes sismiques et Vue 3D des principaux accidents (N-O de Budos)

Le long de l'axe de la structure anticlinale de Villagrains-Landiras, l'analyse de différentes chroniques piézométriques montre des réactions similaires au sein du Campanien. Ces points présentent des charges variables, avec les valeurs les plus fortes observées vers l'ouest (point BSS003HXDY valeurs moyennes supérieures à 52,5 m NGF) et les moins fortes à l'est (près de Budos, au point 08518X0002, valeurs de l'ordre de 20 m NGF). Les directions d'écoulement sont donc orientées vers l'est, comme l'indique la carte piézométrique ci-dessous (Figure 2).

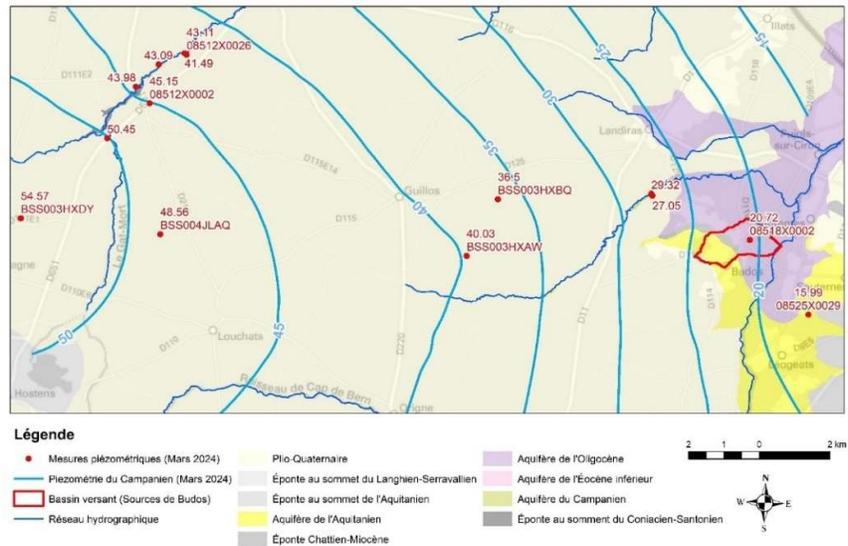


Figure 2 : Carte piézométrique du Campanien en amont de Budos (Mars 2024)

La comparaison avec les débits mesurés à Budos et la chronique du point 08512X0002 montre une forte similitude, qui pourrait traduire des apports de l'aquifère du Campanien au débit de cette source (Figure 3).

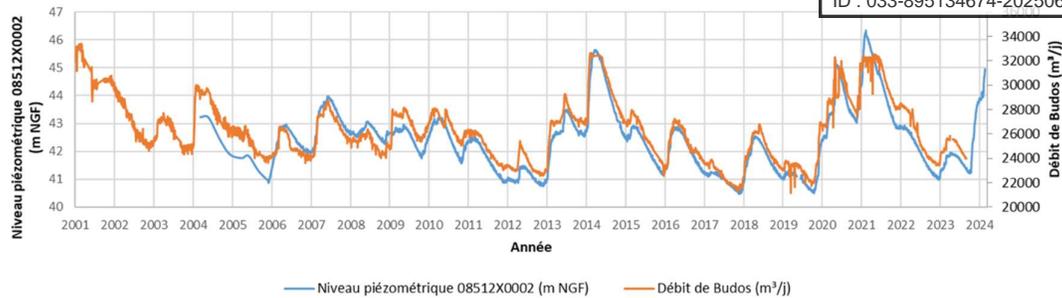


Figure 3 : Comparaison de la piézométrie du Campanien à Villagrains et du débit des sources de Budos

Comme subodoré par les analyses isotopiques, les eaux prélevées à Budos résulteraient d'un mélange entre des eaux anciennes et des eaux actuelles, ayant alimenté la nappe il y a plus de 50 ans (Chery *et al.*, 2001). La proportion d'eau actuelle dans ce mélange n'est pour l'instant pas accessible, mais elle est très probablement inférieure à 50 % (Chery *et al.*, 2001). L'eau proviendrait pour partie du Campanien (Bourbon *et al.*, 2022) et remonterait de la profondeur pour se déverser dans le calcaire oligocène, comme le proposait déjà Schoeller en 1968. Cela expliquerait le maintien du débit du captage de Budos. Dans le secteur de Budos, les charges mesurées dans l'Oligocène sont inférieures à celles enregistrées dans le Crétacé. Le comportement n'est pas similaire, ce qui laisse supposer que l'apport de l'aquifère du Campanien au débit des sources de Budos est relativement important. Bien que ces débits montrent une certaine stabilité, des variations saisonnières sont malgré tout observées sur les chroniques. Les augmentations de débit s'accompagnent d'une hausse de la turbidité (Figure 4) et d'une légère diminution du pH. Il semble également que la conductivité électrique augmente ainsi que la teneur en nitrates. Ces éléments vont également dans le sens d'une alimentation mixte avec une proportion d'eau récente variable selon, notamment, les conditions de recharge.

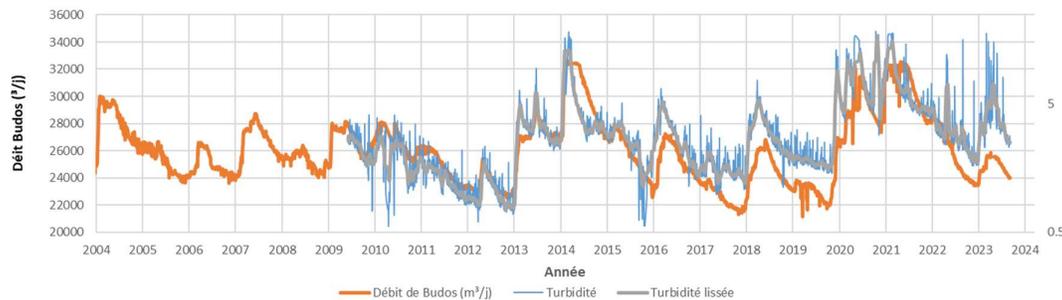


Figure 4 : Comparaison de la turbidité et du débit des sources de Budos

La présence de nitrate traduit une certaine vulnérabilité de la source aux pollutions de surface. A noter que dans le ruisseau du Tursan, les investigations, réalisées au cours de la période 2006-2007 (Saltel, 2008), montrent une large zone de perte, localisée au droit des affleurements oligocènes que recoupent le cours d'eau. Ces pertes, actives tout au long de l'année, peuvent induire des baisses de débits importantes du cours d'eau, allant jusqu'à 200 l/s. Le volume d'eau infiltré est donc relativement conséquent à l'échelle annuelle. Cette surface d'échange entre les eaux de surface et les eaux souterraines se situe seulement à 3 km des sources de Budos et il est possible qu'il existe une relation entre les deux zones. Des émergences ont également été mises en évidence à l'aval du cours d'eau.

Par ailleurs, des dolines avaient été observées à l'ouest de la source de Budos (4 dolines à Fontbanne, 7 à Lapeyrouse, 1 à Duverger, 1 à Lauchet, et 1 à la Laguë au SW de Lauchet). Ces dolines, implantés dans le calcaire à astéries oligocène, s'alignent assez bien avec les affleurements campaniens dans le cours d'eau du Tursan selon un axe ONO à ENE et marquent potentiellement le trajet des eaux de la source dans le calcaire à astéries. Ces dolines se sont effondrées très brusquement et ont été rebouchées par la compagnie des eaux alors exploitante (Schoeller, 1968). Aujourd'hui encore, des épisodes de turbidités récurrents au sein de la source de Budos sont attribués par l'exploitant à l'effondrement de bétoires, sans que ces manifestations karstiques n'aient été identifiées sur le secteur d'étude.

2.2. METHODOLOGIE ET ORGANISATION PROPOSEES

Ce projet sera organisé selon trois Work Packages technique et un WP 0 de coordination de projet :

- **WP 1** – Approche holistique du cycle de l'eau pour la caractérisation des échanges eaux de surface – eau souterraine en domaine sédimentaire et karstifié complexe.
 - o Thèse CIFRE REBM + PROMESS
 - o Partenariat BRGM (Bordeaux + Montpellier)

- **WP 2** – Dynamique des flux inter-nappes en domaine à porosité multiple.
 - o Thèse BRGM (Bordeaux + Montpellier)
 - o Partenariat REBM + PROMESS

- **WP 3** – Outils novateurs pour une meilleure compréhension du fonctionnement des hydrosystèmes complexes
 - o Post-doc + master LPTC
 - o Partenariat REBM

2.2.1. WP 0 – Coordination du projet.

Le WP0 servira à la coordination du projet. Il intégrera un comité technique (COTECH) incluant les différents partenaires scientifiques du projet : Régie de l'Eau Bordeaux Métropole, BRGM, l'équipe de recherche PROMESS (Processus Observation Modélisation des Sols et des Eaux souterraines) de l'UMR 5805 CNRS EPOC et le LPTC (L'équipe de Physico- et Toxicologie-Chimie de l'environnement) de l'UMR 5805 CNRS EPOC.

Il comprendra également un comité de suivi (COSUI) intégrant les membres du COTECH ainsi que les partenaires financiers : Agence de l'Eau Adour-Garonne, Région Nouvelle Aquitaine, ainsi que le SMEGREG et le département de la Gironde. La liste des membres du COSUI n'est pas exhaustive et pourra être étoffée aux besoins.

2.2.2. WP 1 – Approche holistique du cycle de l'eau pour la caractérisation des échanges eaux de surface – eau souterraine en domaine sédimentaire et karstifié complexe.

La première sous-tâche du WP1 portera sur la caractérisation du signal d'entrée de la nappe de l'Oligocène par infiltration directe. L'installation d'une station météorologique complète au cœur du site d'étude permettra de suivre en continue l'ensemble des paramètres météorologiques nécessaires au calcul des précipitations efficaces. Ainsi, la mesure de la température atmosphérique, de la pression atmosphérique, de l'humidité relative, de la vitesse du vent et de l'ensoleillement servira de base au calcul de l'évapotranspiration potentielle (ETP). L'ETP, associée à la mesure des hauteurs d'eau précipitées servira à déterminer les hauteurs de précipitations efficaces, c'est-à-dire participant effectivement aux écoulements de surface et à l'infiltration. Cette donnée, mesurée au cœur du territoire étudié, est particulièrement importante pour mettre en relation les hauteurs d'eau précipitées avec les variations piézométriques d'une part et les variations de débits des cours d'eau qui seront mesurés par ailleurs.

Cette mesure des débits constitue la seconde sous-tâche du WP1. Ainsi, des sondes de hauteurs d'eau seront implantées sur des sites choisis dans les différents cours d'eau susceptibles de participer aux échanges avec l'hydrosystème étudié. L'implantation de ces sondes se fera au cours des premiers mois de la thèse et les sites seront choisis sur la base des données précédemment acquises par le BRGM mais également en fonction de critères pragmatiques d'accessibilité et de mise en sécurité. En se basant sur les travaux précédents (Saltel, 2008), 3 points sont prévus sur le Tursan et 3 autres sur la Mouliasse. Des reconnaissances de terrain préalables seront effectuées pour valider ces points.

Des jaugeages des cours d'eau sur les sites d'implantation des sondes seront effectués une fois par mois au cours de deux premières années du projet afin de réaliser des courbes de tarages qui nous permettront de relier directement les hauteurs d'eau mesurées en continue avec les débits écoulés. Les sondes implantées dans ces cours d'eau seront de type CTD et offriront donc, en plus de la hauteur d'eau, des données de température et de conductivité électrique. L'observation de la variation temporelle des débits permettra de déterminer la réactivité des écoulements superficiels aux événements météorologiques et de faire le lien avec la variation de la piézométrie. Le suivi en continue de la température et de la conductivité électrique permettra d'observer d'éventuelles arrivées d'eau plus minéralisées qui pourraient être le signe d'un apport d'eau souterraine au cours d'eau. Ces suivis devront perdurer pendant au moins deux cycles hydrologiques afin d'assurer au mieux l'observation de situations représentatives des variations temporelles classiquement observées sur l'hydrosystème étudié.

Dans ces mêmes cours d'eau, des campagnes de mesures de débits, spatialement répartis sur les linéaires des ruisseaux, devront permettre de clarifier certains échanges nappe-rivière et notamment le sens de ces échanges et les volumes mis en jeu. Au moins quatre campagnes devront être réalisées, dans des situations hydrologiques contrastées. Cela permettra d'observer de localiser et de quantifier les pertes en nappes ou au contraire les venues

d'eau souterraine. Ces jaugeages permettront également d'établir les profils en long des cours d'eau afin de relier les niveaux observés avec les cartes piézométriques du WP2.

La mise en place d'un suivi automatique et la réalisation de campagnes de mesures multiples doit permettre de quantifier la variabilité saisonnière des échanges.

Enfin, l'ensemble des points de suivi dans les cours d'eau feront l'objet de prélèvements mensuels pour analyses des ions majeurs et traces. Ces mesures permettront de comprendre l'origine des variations de minéralisation observées grâce au suivi de conductivité électrique, mais également de relier la minéralisation des eaux de surface avec celle des eaux souterraines. Le rapport isotopique du strontium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) dissous dans l'eau sera également mesuré dans les cours d'eau, de même que la signature en isotopes stables de l'eau ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$). Ces isotopes sont d'excellents traceurs de l'origine de l'eau et la connaissance de la minéralisation et de la signature isotopique de l'ensemble des compartiments impliqués dans l'alimentation de la source de Budos permettra de calculer des proportions de mélanges, et d'évaluer la participation de chacun de ces compartiments. Un suivi de ces paramètres pendant au moins deux cycles hydrologiques est indispensable pour observer la variabilité temporelle des échanges.

La troisième sous-tâche du WP1 porte sur la caractérisation géomorphologique de la zone d'étude. Les dolines sont des dépressions fermées, souvent de forme circulaire ou elliptique, et de taille généralement petite à modérée (allant de quelques mètres à 50 m), avec une profondeur souvent inférieure à leur largeur. Elles se forment à la surface de roches solubles, comme le calcaire, en raison de leur dissolution chimique. Dans les zones cryptokarstiques, la dissolution des roches carbonatées peut provoquer la formation de dépressions ou de dolines dans les formations meubles de couverture. La suffosion se produit lorsque le terrain meuble recouvre et remplit les cavités sous-jacentes préexistantes. Des dolines ont déjà été observées en amont des sources de Budos dans le calcaire à astéries oligocène et ont été rebouché (Schoeller, 1968). D'autre part, la présence de cryptokarst est également soupçonnée sans jamais avoir été clairement mise en évidence. Ces marqueurs de morphologie karstiques peuvent pourtant constituer des points d'infiltrations préférentiel vers la nappe exploitée à la source de Budos. Une cartographie des figurés karstiques apparaît essentielle pour identifier les zones préférentielles d'échange entre la surface et le souterrain afin de cartographier les zones de vulnérabilité en amont de la source. Afin de clarifier le rôle de la karstification et du cryptokarst dans la recharge de l'aquifère alimentant la source de Budos, nous proposons l'utilisation de la technologie LiDAR (Light Detection and Ranging) aéroportée. Les systèmes LiDAR présentent l'avantage de collecter des données d'altitude extrêmement précise et elles permettent surtout de s'affranchir de la couverture végétale. La précision des données LiDAR pourrait permettre de situer précisément les zones de dolines et de karst, même rebouchés ou sous couverture. D'autre part, la précision du modèle numérique de terrain ainsi acquis pourrait permettre de préciser l'extension du bassin d'alimentation de la source et apporter des informations sur la présence de failles et faisceaux de failles tels que décrits plus haut.

2.2.3. WP 2 – Dynamique des flux inter-nappes en domaine à porosité multiple.

L'objectif de ce Work Package est d'évaluer par une approche pluridisciplinaire les interactions entre les différentes nappes en amont hydraulique des sources de Budos.

Des cartes piézométriques en hautes eaux et basses eaux seront réalisées sur deux cycles hydrologiques pour préciser la piézométrie des nappes du secteur (Campanien, Oligocène, Miocène et Plio-Quaternaire) et les interrelations avec les cours d'eau du Tursan et de la Mouliasse (WP1). L'objectif pour les nappes de l'Aquitainien et de l'Oligocène est de réaliser un travail spécifique sur les zones d'affleurement pour affiner les directions d'écoulement à proximité des sources de Budos tout en intégrant le schéma de circulation régional. L'étude de l'ensemble des nappes pourra mettre en évidence les différences de charge entre les nappes et fera le lien avec le WP1 pour évaluer les échanges nappes/rivières sur quatre situations hydrologiques différentes. Par ailleurs, cette approche cartographique sera complétée par un suivi en continu sur différents points d'observation en nappe et en rivière (voir WP1).

Lors des travaux de recherche effectués sur la structure de Villagrains-Landiras (Labat, 2021), des forages carottés ont été réalisés pour la reconnaissance géologique. Certains ont été équipés comme piézomètre pour suivre l'évolution de la nappe du Campanien. Dans le cadre ce Work Package des piézomètres complémentaires seraient réalisés pour étudier les interactions entre nappes par une approche pluridisciplinaire. Sur des sites prédéfinis ou des forages captent déjà la nappe du Campanien (BSS003HXAW/F1-1 et BSS003HXBQ/F1-2 et BSS002AEDK/08518X0002).

Un total de 6 piézomètres complémentaires seraient réalisés pour suivre les nappes sus-jacentes. Sur chaque site, 2 piézomètres supplémentaires seront réalisés. Le premier forage correspondra au forage le plus profond pour permettre la reconnaissance géologique et la réalisation de diagraphies afin d'effectuer le deuxième forage en suivant. Sur ces forages, un total de 9 capteurs (2 au Plio-Quaternaire, 2 aux Miocène, 1 à l'Oligocène, 1 à l'Éocène et 3 au Campanien) seraient mis en place regroupant un suivi de la piézométrie, de la température et de la conductivité (Figure 2). Un suivi de la conductivité serait mis en place sur la source de Budos en complément des

paramètres déjà suivi à l'heure actuel pour comparer les évolutions entre les valeurs mesurées en amont dans les différentes nappes et dans les cours d'eau. L'objectif du suivi dans les différents piézomètres est d'observer le comportement de ces nappes et leurs interactions sur différents sites à proximité de la source. L'analyse du déphasage entre les ondes de marées terrestres et les variations de niveau piézométrique dans un forage permettront une meilleure caractérisation des propriétés hydrodynamiques des nappes captives et de leur évolution dans le temps. En domaine continental, ces variations sont induites par les marées terrestres, qui présentent l'avantage d'être prévisible. En effet, en comparant les variations de niveau d'eau enregistrées dans un forage avec les prédictions de marées terrestres, il est alors possible de calculer la perméabilité de l'aquifère (Doan *et al.*, 2006; Hsieh *et al.*, 1987; Vittecoq *et al.*, 2020). Des slug-tests pourront être réalisés en complément, sur ces forages et sur les points sur lesquels des tests de perméabilités sur carottes avaient été effectués lors de la thèse de Cloé Labat (BSS003HXDY/F1-5, BSS004JLAQ/F2-10, BSS003HXAW/F1-1, BSS003HXBQ/F1-2, BSS003EOVY/F2-5, BSS003EPBM/F2-11, BSS003EPGW/F2-14). Ces tests servent à estimer les paramètres hydrodynamiques des réservoirs en suivant dans un forage une variation brusque de la charge en fonction du temps. Ces tests fournissent des estimations de la conductivité hydraulique horizontale moyenne in situ du réservoir à proximité immédiate des puits. Un pompage longue durée pourra être réalisé sur le forage BSS002AEDK/08518X0002 pour évaluer les propriétés du Campanien et les effets de drainage sur les nappes sus-jacentes de l'Oligocène et de l'Éocène. Un pompage sera également effectué dans les autres nappes au droit du site de Budos. Les résultats seront comparés aux valeurs issues de la méthodologie relative aux ondes de marées. D'un point de vue qualitatif, l'ensemble des 9 points de suivi de niveau d'eau présenté ci-dessus ainsi que la source de Budos feront l'objet de prélèvements en hautes eaux et basses eaux sur 2 années pour analyse des éléments majeurs et traces, les isotopes stables de l'eau ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$), du strontium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$), et les gaz dissous (CFC, SF₆, Ar, Ne, ^4He , N₂)

Deux campagnes complémentaires seraient réalisées en hautes eaux et basses eaux pour réaliser des datations sur les différentes nappes présentent en amont des sources :

- Les points captant la nappe du Campanien : BSS003HXDY/F1-5, BSS004JLAQ/F2-10, BSS003HXAW/F1-1, BSS003HXBQ/F1-2 et BSS002AEDK/08518X0002.
- Les points captant la nappe de l'Éocène : BSS003EPBM/F2-11 et un nouveau piézomètre sur le site de Budos à proximité de BSS002AEDK.
- Les points captant l'Oligocène : BSS003EPGW/F2-14 et un forage à venir sur le site de Budos à proximité de BSS002AEDK.
- Les points captant la nappe du Miocène : BSS003HXBQ/F1-4 et les forages à venir à proximité des points BSS003HXAW/F1-1 et BSS003HXBQ/F1-2.

Sur ces 12 points, les prélèvements effectués permettront l'analyse des éléments majeurs (anions/cations) et d'éléments traces, ainsi que certaines analyses isotopiques (^{13}C , ^{14}C , ^{18}O , ^2H , $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) et gaz anthropiques (CFC, SF₆). Les isotopes stables de la molécule d'eau, $\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^2\text{H}$, permettent de tracer l'origine de la recharge à la fois de manière spatiale (zone de recharge) et temporelle, de mettre en évidence des hétérogénéités spatiales entre aquifères mais aussi au sein d'un même niveau aquifère. La méthode de datation à l'aide du $\delta^{13}\text{C}$ et de l'activité du ^{14}C permet d'approcher un temps de résidence des eaux souterraines, pour des âges compris entre quelques dizaines d'années jusqu'à 40 000 ans. Pour identifier les apports d'eau plus récentes, de l'ordre de quelques années ou dizaines d'années, les chlorofluorocarbones (CFC) et l'hexafluorure de soufre (SF₆), témoins de l'activité humaine sont de bons traceurs.

Le rapport isotopique du strontium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) dissous dans l'eau est directement lié à celui du minéral ou de l'assemblage minéralogique avec lequel l'eau a interagi. Ainsi, les eaux qui drainent des roches silicatées (granite par exemple) présentent des rapports $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ relativement élevés, celles qui drainent des roches carbonatées ont des signatures plus faibles (moins radiogéniques). Ainsi il est intéressant de prélever des eaux souterraines issues dans chaque réservoir aquifère identifié en amont des sources et de comparer les signatures entre elles afin de reconstituer le parcours de l'eau à travers les interactions eau roche. De par leur stabilité et leur inertie chimique, les gaz nobles (Ne – Ar – K – Xe) sont d'excellents traceurs des conditions de pression et de température au moment de la recharge (Chatton *et al.*, 2016; Katz *et al.*, 1995; Plummer *et al.*, 2012, 2004). L'azote (N₂) peut également être utilisé à condition qu'aucun processus de dénitrification n'ait lieu en souterrain. La méthode de datation par les gaz nobles nécessite néanmoins l'absence de contamination du milieu par une source géogénique, urbaine, agricole, industrielle, et/ou une contamination par l'atmosphère lors de l'échantillonnage (Busenberg *et al.*, 1992). L'acquisition de la composition en gaz dissous des eaux souterraines résulte de leur dissolution, selon la loi de Henry, à l'interface entre la zone non saturée (ZNS) et la zone saturée de l'aquifère (Ayraud, 2005). Ces processus sont fonction de la température, de la pression et de la salinité lors de la recharge.

Ces traceurs du cycle de l'eau apporteront des indices permettant de différencier et d'évaluer la participation des différents compartiments à l'alimentation des sources de Budos. Les approches multi-traceurs sont des techniques bien éprouvées pour évaluer les modalités de recharge et de circulation des eaux souterraines (Erostate *et al.*, 2020; Jaunat, 2012). Des écoulements rapides, de type karstique, sont soupçonnés au sein de l'hydrosystème étudié, et

des pertes ont été observées dans les cours d'eau du Tursan et du Gat-Mort. Afin d'identifier les directions et vitesses des écoulements liées à ces pertes, des traçages colorés seront réalisés. Un suivi de la fluorescence naturelle au droit des sources de Budos serait mis en place sur un cycle hydrologique démarrant en basses eaux (achat d'un fluorimètre installé au droit des source de Budos). Un double traçage serait réalisé avec deux types de traceurs injectés dans les zones de perte sur les cours d'eau de la Mouliasse et du Tursan. A l'aval de ces cours d'eau des fluorimètres loués pour une période de 1 à 2 mois seraient installés à l'aval des cours d'eau pour mesurer les éventuelles sorties sur ces zones d'émergences. Ces traçages permettront d'identifier les relations entre le principal captage étudié au sein de ce projet et les pertes cartographiées. Ils permettront de préciser la cartographie du bassin d'alimentation du captage des sources de Budos et la vulnérabilité de cette ressource. L'ensemble des données collectées dans le cadre des WP 1 et WP2 permettra d'aboutir à un modèle de fonctionnement conceptuel de l'aquifère qui permettra intégrant les connaissances acquises sur les modalités d'alimentation locales de l'aquifère oligocène en général et de la source de Budos en particulier.

En fonction des données acquises au cours du programme et de la complexité du système à modéliser, un modèle réservoir de type GARDÉNIA (Amraoui *et al.*, 2023; Boisson *et al.*, 1991) sera mis en place pour confronter les hypothèses issues des investigations sur le fonctionnement de l'hydrosystème. Le code de calcul GARDÉNIA (Global A Réservoirs pour la simulation des DÉbits et des Niveaux Aquifères) est un modèle hydroclimatique global à réservoirs pour la simulation de l'hydrologie des bassins versants. À partir de la séquence des données météorologiques (précipitation, évapotranspiration potentielle) sur un bassin d'alimentation, le modèle permet de calculer le débit à l'exutoire d'une source et le niveau piézométrique en un point de la nappe libre du bassin versant considéré. Le modèle GARDÉNIA peut intégrer plusieurs schémas de fonctionnement plus ou moins complexe allant des cas les plus simples à des modèles présentant deux réservoirs souterrains ou un seul réservoir présentant des écoulements plus ou moins rapides. Plusieurs approches pourront ainsi être testées pour caractériser au mieux le fonctionnement et la réalimentation des sources du Budos.

2.2.4. WP 3 – Outils novateurs pour une meilleure compréhension du fonctionnement des hydrosystèmes complexes

La pertinence des méthodes hydrochimiques pour la compréhension du fonctionnement de systèmes aquifères n'est plus à démontrer (e.g. Cao *et al.*, 2023; Erostate *et al.*, 2019; Jaunat *et al.*, 2012; Santoni *et al.*, 2016). Les traceurs les plus pertinents sont bien connus et seront utilisés au cours de cette étude (cf. WP1 et WP2). Cependant, la plupart de ces traceurs souffrent de nombreuses contraintes : prélèvements parfois complexes (pas de contacts avec l'atmosphère pour les gaz nobles par exemple), contaminations locales, manque de précisions, nécessité d'utiliser des modèles d'écoulements parfois peu réalistes (piston, exponentiel ou mélange binaire par exemple). D'autre part, ces méthodologies nécessitent la réalisation de prélèvements ponctuels qui n'apportent une information qu'à un instant t alors que le fonctionnement des hydrosystèmes, souterrains comme superficiels, est rarement stable à l'échelle du cycle hydrologique comme à plus long terme. Afin d'éviter ces différents écueils, nous proposons au sein du projet VulQuaN de développer une nouvelle approche faisant appel à des technologies novatrices dont l'utilisation pour comprendre les modalités de recharge d'un aquifère sont en plein essor. Les contaminants émergents (micropolluants d'origine urbaines et agricoles principalement dont la présence est démontrée dans les eaux de surface depuis une vingtaine d'année) sont utilisés depuis récemment dans les études hydrogéologiques pour tracer l'origine de l'eau, en particulier depuis le développement de techniques analytiques permettant de mesurer leur présence dans des concentrations très faibles (Richardson and Ternes, 2018). Par exemple, Müller *et al.*, (2012), ont utilisé des produits pharmaceutiques (carbamazépine, sulfaméthazine et sulfaméthoxazole) comme traceurs des interactions entre eaux de surface et eaux souterraines. De même, Newman *et al.*, (2021) ont récemment utilisé une combinaison de traceurs, comprenant les ions majeurs, les isotopes stables de la molécule d'eau, les composés pharmaceutiques et des indicateurs de présence d'eaux usées pour caractériser également les interactions nappe-rivière. Moeck *et al.*, (2017) ont utilisé l'acésulfame (édulcorant) en complément des ions majeurs et des isotopes stables de la molécule d'eau pour mettre en évidence un mélange entre une eau récente et une masse d'eau inertielle d'écoulement régional. Des revues bibliographiques réalisées par Currell *et al.*, 2022 et McCance *et al.*, (2020, 2018) illustrent l'applicabilité des contaminants émergents en tant que de nouveaux « co-traceurs » des eaux souterraines. Erostate *et al.* (2019), Lapworth *et al.*, (2015) ou encore Sorensen *et al.*, (2015) ont constaté que, dans certains contextes, l'utilisation des contaminants émergents comme traceurs complémentaires pouvait offrir un niveau de résolution plus élevé que les traceurs hydrochimiques et isotopiques seuls, notamment pour préciser les relations nappe-rivière mais également pour identifier les zones des aquifères qui sont les plus vulnérables aux contaminations.

L'ensemble de ces travaux démontre la pertinence des contaminants émergents, en complément des traceurs hydrochimiques et isotopiques courant, comme un outil prometteur d'identification d'eau souterraine récente lorsqu'elles sont soumises à des contraintes anthropiques, même faibles, pour des ressources en zones urbaines, périurbaines ou rurales, en contextes agricoles, viticoles ou industriels par exemple.

Néanmoins, les méthodes d'échantillonnage conventionnelles (prélèvements ponctuels et analyse de molécules présélectionnées) peuvent souffrir d'un manque de sensibilité et de résolution. Les contaminants émergents dans les eaux souterraines se trouvent généralement à de faibles concentrations (ng/L à pg/L), potentiellement en dessous des limites de détection de la plupart des méthodes analytiques courantes. D'autre part, ces méthodes analytiques ne couvrent généralement que quelques dizaines à quelques centaines de contaminants (Erostate et al., 2019; Newman et al., 2021; Pinasseau et al., 2023). La résolution peut donc ne pas être suffisante pour établir une empreinte chimique suffisamment précise des eaux souterraines permettant de discriminer des masses d'eau présentant de faibles contrastes géochimiques. Dans ce contexte, les échantillonneurs passifs tels que les POCIS (Polar Organic Chemical Integrative Sampler) ou les TSP (Tige Silicone Polaire, Margoum et al., 2021) peuvent être des outils pertinents permettant d'accumuler les molécules d'intérêts sur des périodes allant de plusieurs jours à plusieurs semaines (Page et al., 2014; Shaw and Mueller, 2009; Vrana et al., 2005).

La préconcentration des contaminants émergents sur ces capteurs intégratifs permet ainsi une sensibilité analytique accrue pour l'évaluation des concentrations dans les eaux souterraines (Brack et al., 2017; Jones et al., 2015; Miège et al., 2015). Ces outils permettent également d'observer des événements rapides qui ne pourraient pas être mesurés par des prélèvements ponctuels courants. Parmi les méthodes analytiques développées pour la mesure des contaminants historiques et émergents dans l'eau, la spectrométrie de masse haute résolution (HRMS, High Resolution Mass Spectrometry) dont l'approche non ciblée permet la détection d'un très grand nombre de composés (jusqu'à plusieurs milliers), sans étalons de référence ni présélection (Leendert et al., 2015; Pinasseau et al., 2023, 2019; Richardson and Ternes, 2018; Taylor et al., 2021) et l'obtention d'une empreinte informative complexe et représentative. Bien que cette méthode ne permette pas la quantification des molécules dans un premier temps, cette approche qualitative présente l'avantage de ne pas nécessiter de liste de composés à rechercher a priori. Dans un second temps, si cela s'avère utile, une approche de type ciblée peut être utilisée pour quantifier les molécules d'intérêt. La combinaison de l'échantillonnage passif avec une approche non ciblée peut être un outil puissant pour caractériser avec précision l'empreinte chimique d'une masse d'eau pour rechercher cette signature dans un autre hydrosystème issu d'un mélange. Un test réalisé au sein du captage de Budos entre mai 2024 et juillet 2024 a permis de valider cette méthode. Des TSP ont été implantés sur des périodes de 15 jours au sein du captage pour ensuite faire l'objet d'analyse HRMS. Les résultats présentés dans la Figure 5 démontrent la pertinence de cette approche.

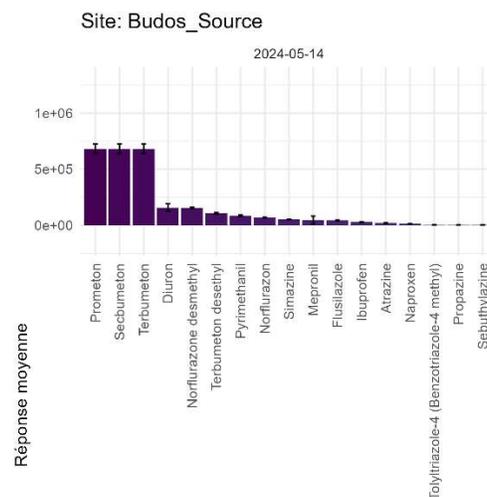


Figure 5 : Réponse moyenne mesurées par HRMS sur les TSP implantés dans la source de Budos (attention, la réponse moyenne ne peut en aucun cas être interprétée comme une concentration ; ces données signifient seulement la présence de ces molécules dans l'échantillon analysé)

En effet, alors que les campagnes biannuelles de mesures de concentrations en contaminants émergents réalisées par la Régie de l'Eau Bordeaux Métropole ne permettent pas, dans la majorité des cas, d'observer la moindre molécule émergente, l'approche TSP+HRMS a permis de mettre en évidence la présence de 17 à 31 molécules selon les campagnes. Les molécules observées sont majoritairement des pesticides et leurs métabolites ou des résidus médicamenteux. Cela s'explique par le fait que le partenaire de cette étude était spécialisé dans ce type de molécules, via une bibliothèque de l'ordre de 700 molécules. Le LPTC, partenaire du projet VulQuaN, propose une bibliothèque analytique plus large en termes de nombre (plus de 1000) et de types de molécules, permettant vraisemblablement d'affiner ces premiers résultats. L'objectif est ici d'utiliser cette combinaison (échantillonneurs passif – HRMS non ciblée) pour obtenir une signature représentative des masses d'eau en interaction avec la nappe de l'oligocène.

Ainsi, pendant la durée de l'étude des échantillonneurs passifs seront immergés, sur des périodes de 1 mois à la fois dans le captage de la source de Budos, dans les cours d'eau en interaction avec la nappe et dans une sélection d'ouvrages captant les aquifères sus et sous-jacents à celui de l'oligocène, pour un total de 10 points. En parallèle de l'échantillonnage passif, l'échantillonnage actif grand volume sera aussi mis en œuvre (notamment pour les molécules les plus hydrophiles comme les métabolites des pesticides, e.g. métabolites du chlorothalonil). L'expérimentation durera un an et permettra de déterminer l'empreinte chimique de ces masses d'eau pour finalement confronter les hypothèses de mélanges alimentant la source de Budos. L'utilisation complémentaire des échantillonneurs passifs et des prélèvements actifs grand volume devrait permettre de dépasser les seuils de détection des méthodes plus classiques, au moins pour les masses d'eau en relation avec la surface ; la stratégie d'analyse non ciblée permettra d'éviter de biaiser les résultats par des sélection de composés; enfin, le déploiement d'échantillonneurs passifs pendant au moins un cycle complet offrira une visibilité sur la variabilité temporelle de ces échanges. Selon les résultats, des approches ciblées seront proposées afin d'identifier et de quantifier certaines molécules d'intérêts, pour préciser la qualité de l'eau exploitée mais également pour quantifier les échanges entre les différents compartiments. Cette quantification des échanges passera également par la combinaison de cette méthode nouvelle avec l'utilisation des traceurs courants. Au-delà de son utilité pour la compréhension des échanges au sein de l'hydrosystème étudié, cette donnée permettra aussi à la Régie de l'Eau Bordeaux Métropole d'acquérir des connaissances sur la qualité de l'eau exploitée, avec des mesures sur des molécules encore jamais recherchées.

2.3. Résumé de l'organisation du projet

WP 0 - Coordination du projet VulQuaN	
Comité technique COTECH	Régie de l'Eau Bordeaux Métropole / BRGM /PROMESS /LPTC
Comité de suivi COSUI	COTECH et Agence de l'eau /Région NVA / SMEGREG /Département 33
WP 1 - Approche holistique du cycle de l'eau pour caractériser les échanges nappe-rivière en milieu karstique complexe - Thèse CIFRE	
Contexte hydroclimatique	Mise en place d'une station météorologique complète sur le BAC Entretien + Acquisition + traitement des données Interprétation des données de suivi et calcul du bilan hydrique
Caractérisation du ruissellement et de l'infiltration directe	Identification des sites d'implantation des capteurs Mise en place des capteurs et début du suivi Relève des données et entretiens réguliers Mesures ponctuelles cours d'eau (établissement des courbes de tarage + profils en long) Alimentation de la base de données et interprétation
Signatures physico chimiques des compartiments de surface	Mise en place des protocoles de mesure et d'analyse Campagnes de prélèvements + analyses chimie classique Traceurs complémentaires Interprétation des données
Cartographie des formes exo karstiques	Acquisition + traitement données LIDAR + validation terrain Cartographie précise des zones de pertes / émergences
Thèse CIFRE	50 % ANRT 50% REBM
WP 2 - Dynamique des flux inter-nappes en domaine à porosité multiple - Thèse BRGM	
Piézométrie et hydrodynamique inter nappes	Identification des sites d'implantation des capteurs Réalisation de 6 nouveaux piézomètres (2 au Plio-Quaternaire, 2 au Miocène, 1 à l'Éocène et 1 à l'Oligocène) Mise en place des capteurs et début du suivi Relève des données et entretiens réguliers Mesures ponctuelles réalisation de deux piézométries HE/BE Alimentation de la base de données et interprétation
Signatures physico chimiques des compartiments souterrains	Mise en place des protocoles de mesure et d'analyse Campagnes de prélèvements + analyses chimie classique Traceurs complémentaires
Quantification et cartographie des zones d'échanges nappe-rivière rapides	Gestion administrative traçages sur ressource exploitée Réalisation de traçages colorés Interprétation des données
Conceptualisation des données	Réalisation d'un modèle conceptuel des échanges inter nappes
Thèse BRGM	Encadrement BRGM Thèse



WP 3 - Outils novateurs pour une meilleure compréhension du fonctionnement des hydrosystèmes complexes

Campagnes et analyses - polluants émergents (souterrain + surface) Extracteur/re-concentrateur d'eau, nécessaire pour concentrer l'eau en amont de l'analyse HRMS

Post-Doc 18 mois

2.4.

Calendrier prévisionnel

	Trimestres											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
WP 0: Coordination du projet VulQuaN												
Comité technique (COTECH)												
Comité de suivi (COSU)												
WP 1 – Approche holistique du cycle de l'eau pour caractériser les échanges nappes-Mère en milieu karstique complexe - Thèse CIFRE												
Contexte hydroclimatique												
Caractérisation du ruissellement et de l'infiltration directe												
Signature physico-chimiques des compartiments de surface												
Cartographie des formes exokarstiques												
Thèse CIFRE												
WP 2 – Dynamique des flux (nappes en domaine à porosité multiple - Thèse BRGM												
Piezométrie et hydrodynamique interappes												
Signature physico-chimiques des compartiments souterrains												
Quantification et cartographie des zones d'échanges nappe-rivière rapides												
Conceptualisation des données												
Thèse BRGM												
WP 3 – Outils novateurs pour une meilleure compréhension du fonctionnement des hydrosystèmes complexes												
Campagnes-analyses - polluants émergents (souterrain + surface)												
Post-Doc												

3. Moyens des équipes participantes utilisés dans le cadre du projet

3.1. REBM

- Accès aux installations et données d'exploitation
- Véhicules de terrain
- Petit matériel de terrain
- Sondes de mesures automatiques (Divers, CTD Divers et Baro-Diver)

3.2. Equipe PROMESS

- Chromatographie ionique Thermo – Scientific : 4 appareils,
- Spectromètre laser pour l'analyse de l'oxygène et du deutérium dans la molécule d'eau : LGR instruments,
- ICP optique Thermo – Scientific pour l'analyse des métaux,
- Diffraction X pour l'analyse des sédiments et échantillons de roches – Bruker instruments.
- Perméamètre Gaz – Vinci technology,

3.3. BRGM

- Courantomètre OTT Nautilus C2000 / SENSZA Z300

3.4. LPTC

- Couplage chromatographie en phase gazeuse - spectrométrie de masse en tandem triple quadrupôle
- Couplage chromatographie en phase liquide - spectrométrie de masse en tandem triple quadrupôle
- Couplage chromatographie en phase gazeuse - spectrométrie de masse haute résolution (GC/QTOF)
- Couplage chromatographie en phase liquide - spectrométrie de masse haute résolution (LC/QTOF)
- Extracteurs sous solvants pressurisé et extracteurs micro-ondes
- Bains à ultrasons, centrifugeuses
- Matériel d'extraction automatisée (SPE, SPME et SBSE)
- Evaporateurs Speedvac et RapidVap
- Congélateurs à -20°C et – 80°C
- Matériel de prélèvement de terrain, véhicules mission

4. REFERENCES CITEES DANS LE TEXTE

Amraoui, N., Neveux, A., 2023. Modélisation GARDENIA de la chronique du piézomètre de Saclay BSS000RJMD. Rapport final (Etude BRGM/RP-72788-FR). BRGM, Orléans, France.

Ayraud, V., 2005. Détermination du temps de résidence des eaux souterraines : application au transfert d'azote dans les aquifères fracturés hétérogènes.

Blanc, P.L., 1973. Le Crétace terminal des rides de Villagrains - Landiras (Gironde) et Roquefort - Creon (Landes) - Cezan - Lavardens (Gers). Université Paris VI.

Bodinet, J., Godinaud, D., Labat, G., Chevalier-Lemire, G., 2017. Etude de faisabilité d'un champ captant au Cénomani en Sud Gironde – Etude des relations eaux souterraines – eaux superficielles – phase 5 : interprétation et bilan hydrologique A89021.

Boisson, M., Thiéry, D., 1991. Logiciel GARDENIA, Modèle global à réservoirs pour la simulation des niveaux et des débits- Guide d'utilisation - R32 209.

Bourbon, P., Bordenave, A., Lasseur, E., Saltel, M., Capar, L., Marc, S., Jacob, T., 2022. Etude géologique et hydrogéologique de l'anticlinal de Villagrains-Landiras : Synthèse et valorisation des données existantes (Projet CSG 2 - phase 1). Rapport final. BRGM/RP-71679-FR, 127 p.

Brack, W., Dulio, V., Ågerstrand, M., Allan, I., Altenburger, R., Brinkmann, M., Bunke, D., Burgess, R.M., Cousins, I., Escher, B.I., Hernández, F.J., Hewitt, L.M., Hilscherová, K., Hollender, J., Hollert, H., Kase, R., Klauer, B., Lindim, C., Herráez, D.L., Miège, C., Munthe, J., O'Toole, S., Posthuma, L., Rüdél, H., Schäfer, R.B., Sengl, M., Smedes, F., Van De

- Meent, D., Van Den Brink, P.J., Van Gils, J., Van Wezel, A.P., Vethaak, A.D., Vermeirssen, E., Von Der Ohe, P.C., Vrana, B.,** 2017. Towards the review of the European Union Water Framework Directive: Recommendations for more efficient assessment and management of chemical contamination in European surface water resources. *Science of The Total Environment* 576, 720–737. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.104>
- Busenberg, E., Plummer, L.N.,** 1992. Use of chlorofluorocarbons (CCl₃F and CCl₂F₂) as hydrologic tracers and age-dating tools: The alluvium and terrace system of central Oklahoma. *Water Resour. Res.* 28, 2257–2283.
- Cao, F., Jaunat, J., Ollivier, P.,** 2023. A conceptual model of hydrogeological function and perchlorate transfer in the unconfined Champagne Chalk aquifer (NE France). *SP* 517, 449–462. <https://doi.org/10.1144/SP517-2020-153>
- Capdeville, J.P.,** 2006. Approche géologique et hydrogéologique de la source de Fontbanne-Budos - Gestion des eaux souterraines en Aquitaine - Réunion du comité de pilotage du 5 juillet 2006 - Note BRGM Aquitaine 06 AQI 11.
- Chatton, E., Aquilina, L., Petelet-Giraud, E., Cary, L., Bertrand, G., Labasque, T., Hirata, R., Martins, V., Montenegro, S., Vergnaud, V., Aurouet, A., Kloppmann, W., Pauwels, J.,** 2016. Glacial recharge, salinisation and anthropogenic contamination in the coastal aquifers of Recife (Brazil). *Sci. TOTAL Environ.* 569, 1114–1125. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.180>
- Chery, L., Gadalia, A.,** 2001. Aide à la définition du périmètre de protection de la source de Fontbanne à Budos (33) - Interprétation des résultats d'analyses chimiques et isotopiques - Note technique EAU/GRI N° 2001/32.
- Currell, M., McCance, W., Jones, O.A.H.,** 2022. Novel molecular tracers for the assessment of groundwater pollution. *Current Opinion in Environmental Science & Health* 26, 100331. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2022.100331>
- Doan, M.-L., Brodsky, E.E., Prioul, R., Signer, C.,** 2006. Tidal analysis of borehole pressure A tutorial.
- Erostate, M., Huneau, F., Garel, E.,** 2020. Spatio-temporal dynamics of natural and anthropogenic flows towards coastal groundwater-dependent hydrosystems : Isotopic and geochemical investigations for the understanding of aquifer-lagoon interactions within the Biguglia system (Haute-Corse), Dynamique spatio-temporelle des flux naturels et anthropiques vers les hydrosystèmes littoraux tributaires des eaux souterraines : Investigations isotopiques et géochimiques pour la compréhension des interactions aquifères-lagune sur le site de Biguglia (Haute-Corse). Université Pascal Paoli.
- Hsieh, P.A., Bredehoeft, J.D., Farr, J.M.,** 1987. Determination of aquifer transmissivity from Earth tide analysis. *Water Resour. Res.* 23, 1824–1832. <https://doi.org/10.1029/WR023i010p01824>
- Jaunat, J., Huneau, F., Dupuy, A., Celle-Jeanton, H., Vergnaud-Ayraud, V., Aquilina, L., Labasque, T., Le Coustumer, P.,** 2012. Hydrochemical data and groundwater dating to infer differential flowpaths through weathered profiles of a fractured aquifer. *Applied Geochemistry* 27, 2053–2067. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2012.06.009>
- Jones, L., Ronan, J., McHugh, B., McGovern, E., Regan, F.,** 2015. Emerging priority substances in the aquatic environment: a role for passive sampling in supporting WFD monitoring and compliance. *Anal. Methods* 7, 7976–7984. <https://doi.org/10.1039/C5AY01059D>
- Katz, B.G., Plummer, L.N., Busenberg, E., Revesz, K.M., Jones, B.F., Lee, T.M.,** 1995. Chemical Evolution of Groundwater Near a Sinkhole Lake, Northern Florida: 2. Chemical Patterns, Mass Transfer Modeling, and Rates of Mass Transfer Reactions. *Water Resour. Res.* 31, 1565–1584. <https://doi.org/10.1029/95WR00220>
- Labat, C.,** 2021. Fonctionnement hydrogéologique d'un système aquifère multicouche aux abords d'une structure anticlinale : le cas de l'anticlinal de Villagrains-Landiras en Gironde. Université Bordeaux Montaigne.
- Labat, C., Larroque, F., de Grissac, B., Dupuy, A., Saltel, M., Bourbon, P.,** 2021. Influence of an anticline structure on hydrogeological functioning and aquifer interactions in a multilayered aquifer system: the case of Villagrains-Landiras anticline (Gironde, France). *Hydrogeol. J.* 29, 1711–1732.
- Lapworth, D.J., Baran, N., Stuart, M.E., Manamsa, K., Talbot, J.,** 2015. Persistent and emerging micro-organic contaminants in Chalk groundwater of England and France. *Environmental Pollution* 203, 214–225. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.02.030>
- Leendert, V., Van Langenhove, H., Demeestere, K.,** 2015. Trends in liquid chromatography coupled to high-resolution mass spectrometry for multi-residue analysis of organic micropollutants in aquatic environments. *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 67, 192–208. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2015.01.010>
- Lubet, P.,** 1948. Sur la découverte de l'Éocène inférieur à Landiras. *C. r. Somm. Séances Société Géologique Fr.* 18, 309–311.
- Lyonnaise des Eaux,** 2000. Source d'eau potable de Fontbanne, dossier préalable à la déclaration d'utilité publique, autorisation de prélèvement d'eau dans la nappe souterraine de l'Oligocène, périmètres de protection du captage.
- Margoum, C., Ba-Haddou, H., Guillemain, C., Musso, R.,** 2021. Evaluation des performances des échantillonneurs passifs Tige Silicone Polaire (TSP) en conditions contrôlées de laboratoire – Rapport SQUAREF.
- Marson, P., Corre, L., Soubeyroux, J.-M., Sauquet, É.,** 2024. Rapport de synthèse sur les projections climatiques régionalisées. <https://doi.org/10.57745/PUR7ML>
- McCance, W., Jones, O.A.H., Cendón, D.I., Edwards, M., Surapaneni, A., Chadalavada, S., Wang, S., Currell, M.,** 2020. Combining environmental isotopes with Contaminants of Emerging Concern (CECs) to characterise wastewater derived impacts on groundwater quality. *Water Research* 182, 116036. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116036>
- McCance, W., Jones, O.A.H., Edwards, M., Surapaneni, A., Chadalavada, S., Currell, M.,** 2018.

Contaminants of Emerging Concern as novel groundwater tracers for delineating wastewater impacts in urban and peri-urban areas. *Water Research* 146, 118–133.

- Miège, C., Mazzella, N., Allan, I., Dulio, V., Smedes, F., Tixier, C., Vermeirssen, E., Brant, J., O'Toole, S., Budzinski, H., Ghestem, J.-P., Staub, P.-F., Lardy-Fontan, S., Gonzalez, J.-L., Coquery, M., Vrana, B.,** 2015. Position paper on passive sampling techniques for the monitoring of contaminants in the aquatic environment – Achievements to date and perspectives. *Trends in Environmental Analytical Chemistry* 8, 20–26. <https://doi.org/10.1016/j.teac.2015.07.001>
- Moeck, C., Radny, D., Popp, A., Brennwald, M., Stoll, S., Auckenthaler, A., Berg, M., Schirmer, M.,** 2017. Characterization of a managed aquifer recharge system using multiple tracers. *Science of The Total Environment* 609, 701–714. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.211>
- Müller, B., Scheytt, T., Asbrand, M., De Casas, A.M.,** 2012. Pharmaceuticals as indicators of sewage-influenced groundwater. *Hydrogeol J* 20, 1117–1129. <https://doi.org/10.1007/s10040-012-0852-4>
- Newman, C.P., Paschke, S.S., Keith, G.,** 2021. Natural and Anthropogenic Geochemical Tracers to Investigate Residence Times and Groundwater–Surface–Water Interactions in an Urban Alluvial Aquifer. *Water* 13, 871. <https://doi.org/10.3390/w13060871>
- Page, D., Miotliński, K., Gonzalez, D., Barry, K., Dillon, P., Gallen, C.,** 2014. Environmental monitoring of selected pesticides and organic chemicals in urban stormwater recycling systems using passive sampling techniques. *Journal of Contaminant Hydrology* 158, 65–77. <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2014.01.004>
- Pinasseau, L., Mermillod-Blondin, F., Fildier, A., Fourel, F., Vallier, F., Guillard, L., Wiest, L., Volatier, L.,** 2023. Determination of groundwater origins and vulnerability based on multi-tracer investigations: New contributions from passive sampling and suspect screening approach. *Science of The Total Environment* 876, 162750. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162750>
- Pinasseau, L., Wiest, L., Fildier, A., Volatier, L., Fones, G.R., Mills, G.A., Mermillod-Blondin, F., Vulliet, E.,** 2019. Use of passive sampling and high resolution mass spectrometry using a suspect screening approach to characterise emerging pollutants in contaminated groundwater and runoff. *Science of The Total Environment* 672, 253–263. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.489>
- Plummer, L.N., Busenberg, E., Widman, P.K.,** 2004. Applications of Dissolved N₂ and Ar in Groundwater.
- Plummer, L.N., Eggleston, J.R., Andreasen, D.C., Raffensperger, J.P., Hunt, A.G., Casile, G.C.,** 2012. Old groundwater in parts of the upper Patapsco aquifer, Atlantic Coastal Plain, Maryland, USA: evidence from radiocarbon, chlorine-36 and helium-4. *Hydrogeol. J.* 20, 1269–1294.
- Richardson, S.D., Ternes, T.A.,** 2018. Water Analysis: Emerging Contaminants and Current Issues. *Anal. Chem.* 90, 398–428. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.7b04577>
- Saltel, M.,** 2008. Impact de structures géologiques sur l'alimentation de systèmes aquifères profonds - Fonctionnement hydrogéologique des antifformes du sud de Bordeaux. Thèse de doctorat, Université Michel de Montaigne - Bordeaux 3, 268p.
- Santoni, S., Huneau, F., Gareil, E., Vergnaud-Ayraud, V., Labasque, T., Aquilina, L., Jaunat, J., Celle-Jeanton, H.,** 2016. Residence time, mineralization processes and groundwater origin within a carbonate coastal aquifer with a thick unsaturated zone. *Journal of Hydrology* 540, 50–63. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.06.001>
- Schoeller, H.,** 1968. Rapport sur la nécessité de création d'un périmètre de protection autour des sources de Budos.
- Shaw, M., Mueller, J.F.,** 2009. Time Integrative Passive Sampling: How Well Do Chemcatchers Integrate Fluctuating Pollutant Concentrations? *Environ. Sci. Technol.* 43, 1443–1448. <https://doi.org/10.1021/es8021446>
- Sorensen, J.P.R., Lapworth, D.J., Nkhuwa, D.C.W., Stuart, M.E., Gooddy, D.C., Bell, R.A., Chirwa, M., Kabika, J., Liemisa, M., Chibesa, M., Pedley, S.,** 2015. Emerging contaminants in urban groundwater sources in Africa. *Water Research* 72, 51–63.
- Taylor, A.C., Mills, G.A., Gravell, A., Kerwick, M., Fones, G.R.,** 2021. Passive sampling with suspect screening of polar pesticides and multivariate analysis in river catchments: Informing environmental risk assessments and designing future monitoring programmes. *Science of The Total Environment* 787, 147519. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147519>
- Vigneaux, M.,** 1953. L'anticlinal de Villagrains - Landiras (Gironde).
- Vigneaux, M.,** 1950. A propos de la ride de Villagrains - Landiras (Gironde). *CR Somm. Scéances Soc Géol Fr.* 5ème série, 173–174.
- Vittecoq, B., Fortin, J., Maury, J., Violette, S.,** 2020. Earthquakes and extreme rainfall induce long term permeability enhancement of volcanic island hydrogeological systems. *Sci. Rep.* 10, 20231. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76954-x>
- Vrana, B., Allan, I.J., Greenwood, R., Mills, G.A., Dominiak, E., Svensson, K., Knutsson, J., Morrison, G.,** 2005. Passive sampling techniques for monitoring pollutants in water. *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 24, 845–868. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2005.06.006>

Annexe 2 : Convention de partenariat REBM – BRGM

Annexe 3 : Convention de partenariat REBM – UBx

Annexe 4 : Plan de financement général

Partenaires		Dépenses (€ HT)	Participation BRGM	Participation REBM (€ HT)	Dont aide AEAG (€ HT)	AAP Recherche RNA
REBM WP1		270 000	0	270 000	75 000	0
BRGM WP0 et WP2		818 000	309 000	489 500	389 500	19 500
LPTC WP3		215 400	0	155 650	112 700	59 750
€ HT		1 303 400	309 000	915 150	577 200	79 250
Total	% du total du projet	100	24	70	44	6
				<i>soit 26 % déduction faite de l'aide AEAG</i>		