



Conseil de Communauté

Publié le : 10/02/2026

Séance du jeudi 29 janvier 2026

Membres du Conseil Communautaire en exercice : 123

Le Conseil de Communauté, convoqué le 22 janvier 2026, s'est réuni Salle des conférences de la CCIT du Doubs 46 avenue Villarceau à Besançon, sous la présidence de Mme Anne VIGNOT, Présidente de Grand Besançon Métropole.

Ordre de passage des rapports : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37

La séance est ouverte à 18h12 et levée à 20h38.

Etaient présents : **Audeux :** Mme Agnès BOURGEOIS, **Avanne-Aveney :** Mme Marie-Jeanne BERNABEU, **Besançon :** Mme Elise AEBISCHER, Mme Frédérique BAEHR, M. Guillaume BAILLY (à compter de la question n°6), Mme Anne BENEDETTO, Mme Pascale BILLEREY (à compter de la question n°6), M. Nicolas BODIN, M. François BOUSSO (à compter de la question n°6), Mme Nathalie BOUVET, Mme Fabienne BRAUCHLI, Mme Claudine CAULET, Mme Julie CHETTOUH (à compter de la question n°28), M. Sébastien COUDRY, M. Benoît CYPRIANI, M. Cyril DEVESA, Mme Marie ETEVENARD, Mme Lorine GAGLILOLO, M. Olivier GRIMAITRE (à compter de la question n°6), M. Pierre-Charles HENRY (à compter de la question n°12), M. Jean-Emmanuel LAFARGE, M. Aurélien LAROPPE, Mme Myriam LEMERCIER (jusqu'à la question n°18 incluse), M. Christophe LIME, Mme Agnès MARTIN, Mme Laurence MULOT (à compter de la question n°6), M. Yannick POUJET, M. Anthony POULIN, Mme Françoise PRESSE, Mme Karima ROCHDI, Mme Juliette SORLIN (à compter de la question n°6), M. Nathan SOURISSEAU, M. Gilles SPICHER (à compter de la question n°6), M. André TERZO, Mme Anne VIGNOT, Mme Sylvie WANLIN (jusqu'à la question n°29 incluse), Mme Marie ZEHAF (à compter de la question n°6), **Bonnay :** M. Gilles ORY, **Boussières :** Mme Florence NUNNINGER-PARIZOT (suppléante), **Busy :** M. Philippe SIMONIN, **Byans-Sur-Doubs :** M. Didier PAINEAU, **Chaleze :** M. René BLAISON, **Chalezeule :** M. Christian MAGNIN-FEYSOT, **Champagney :** M. Olivier LEGAIN, **Champvans-Les-Moulins :** M. Florent BAILLY, **Châtillon-Le-Duc :** M. Martial DEVAUX, **Chaucenne :** M. Alain ROSET, **Chemaudin et Vaux :** M. Gilbert GAVIGNET, **Chevroz :** M. Franck BERNARD, **Cussey-Sur-L'Ognon :** Jean-François MENESTRIER (à compter de la question n°6), **Deluz :** M. Fabrice TAILLARD, **Devecey :** M. Gérard MONNIEN, **Ecole-Valentin :** M. Yves GUYEN (à compter de la question n°6), **Fontain :** M. Claude GRESSET-BOURGEOIS, **François :** M. Emile BOURGEOIS, **Geneuille :** M. Patrick OUDOT, **Gennes :** M. Jean SIMONDON, **Larnod :** M. Hugues TRUDET (jusqu'à la question n°35 incluse), **Les Auxons :** M. Anthony NAPPEZ, **Mamirolle :** M. Daniel HUOT, **Mazerolles-Le-Salín :** M. Daniel PARIS, **Miserey-Salines :** M. Marcel FELT (à compter de la question n°6), **Montfaucon :** M. Pierre CONTOZ, **Noironte :** M. Philippe GUILLAUME, **Novillars :** M. Lionel PHILIPPE, **Osselle-Routelle :** Mme Anne OLSZAK, **Palise :** M. Daniel GAUTHEROT, **Pelousey :** Mme Catherine BARTHELET, **Pouilley-Français :** M. Yves MAURICE, **Pouilley-Les-Vignes :** M. Jean-Marc BOUSSET, **Pugey :** M. Frank LAIDIE, **Roche-Lez-Beaupré :** M. Jacques KRIEGER, **Roset-Fluans :** M. Dominique LHOMME (suppléant), **Saint-Vit :** Mme Anne BIHR, **Saint-Vit :** M. Pascal ROUTHIER, **Saône :** M. Benoît VUILLEMIN (jusqu'à la question n°5 incluse), **Serre-Les-Sapins :** M. Gabriel BAULIEU, **Tallenay :** M. Ludovic BARBAROSSA, **Thise :** M. Pascal DERIOT, **Thoraise :** M. Jean-Paul MICHAUD, **Velesmes-Essarts :** M. Jean-Marc JOUFFROY, **Vorges-Les-Pins :** Mme Maryse VIPREY

Etaient absents : **Amagney :** M. Thomas JAVAUX, **Besançon :** M. Hasni ALEM, M. Kévin BERTAGNOLI, Mme Aline CHASSAGNE, Mme Annaïck CHAUVET, M. Laurent CROIZIER, Mme Karine DENIS-LAMIT, M. Ludovic FAGAUT, Mme Nadia GARNIER, Mme Sadia GHARET, M. Abdel GHEZALI, Mme Valérie HALLER, M. Damien HUGUET, Mme Marie LAMBERT, M. Jamal-Eddine LOUHKIAR, M. Saïd MECHAI, Mme Carine MICHEL, Mme Marie-Thérèse MICHEL, M. Jean-Hugues ROUX, Mme Claude VARET, Mme Christine WERTHE, **Beure :** M. Philippe CHANEY, **Brillans :** M. Alain BLESSEMAILLE, **Champoux :** M. Romain VIENET, **Dannemarie-Sur-Crête :** Mme Martine LEOTARD, **Grandfontaine :** M. Henri BERMOND, **La Chevillotte :** M. Roger BOROWIK, **La Vèze :** M. Jean-Pierre JANNIN, **Mamirolle :** M. Cédric LINDECKER, **Marchaux-Chaudefontaine :** M. Patrick CORNE, **Merey-Vieille :** M. Philippe PERNOT, **Montferrand-Le-Château :** Mme Lucie BERNARD, **Morre :** M. Jean-Michel CAYUELA, **Nancray :** M. Vincent FIETIER, **Pirey :** M. Patrick AYACHE, **Rancenay :** Mme Nadine DUSSAUCY, **Torpes :** M. Denis JACQUIN, **Vaire :** Mme Valérie MAILLARD, **Venise :** M. Jean-Claude CONTINI, **Vieille :** M. Franck RACLOT, **Villars-Saint-Georges :** M. Damien LEGAIN

Secrétaire de séance : M. Gilbert GAVIGNET

Procurations de vote : **Besançon** : M. Hasni ALEM à M. André TERZO, M. Guillaume BAILLY à Mme Myriam LEMERCIER (jusqu'à la question n°5 incluse), M. Kévin BERTAGNOLI à Mme Elise AEBISCHER, M. François BOUSSO à M. Nathan SOURISSEAU (jusqu'à la question n°5 incluse), Mme Aline CHASSAGNE à Mme Anne BENEDETTO, Mme Annaïck CHAUVET à M. Jean-Emmanuel LAFARGE, Mme Julie CHETTOUH à Mme Sylvie WANLIN (jusqu'à la question n°27 incluse), M. Laurent CROIZIER à Mme Nathalie BOUVET, Mme Nadia GARNIER à Mme Lorine GAGLILO, Mme Sadia GHARET à M. Christophe LIME, Mme Valérie HALLER à Mme Claudine CAULET, M. Damien HUGUET à M. Anthony POULIN, Mme Myriam LEMERCIER à M. Guillaume BAILLY (à compter de la question n°19), Mme Carine MICHEL à M. Nicolas BODIN, Mme Marie-Thérèse MICHEL à M. Benoit CYPRIANI, M. Jean-Hugues ROUX à M. Sébastien COUDRY, Mme Juliette SORLIN à Mme Frédérique BAEHR (jusqu'à la question n°5 incluse), M. Gilles SPICHER à M. Aurélien LAROPPE (jusqu'à la question n°5 incluse), Mme Claude VARET à Mme Laurence MULOT, Mme Sylvie WANLIN à Mme Julie CHETTOUH (à compter de la question n°30), Mme Christine WERTHE à M. Pierre-Charles HENRY, **Dannemarie-Sur-Crête** : Mme Martine LEOTARD à M. Emile BOURGEOIS, **Marchaux-Chaudefontaine** : M. Patrick CORNE à M. Fabrice TAILLARD, **Pirey** : M. Patrick AYACHE à M. Jean-Marc BOUSSET, M. Benoît VUILLEMIN à Mme BARTHELET (à compter de la question n°6), **Torpes** : M. Denis JACQUIN à M. Franck LAIDIE

Délibération n°2026/2026.00048

Rapport n°37 - Convention pour la réalisation d'un essai par pompage très longue durée avec suivi hydrogéochimique entre Grand Besançon Métropole et le Bureau de Recherches Géologiques et Minières

Convention pour la réalisation d'un essai par pompage très longue durée avec suivi hydrogéochimique entre Grand Besançon Métropole et le Bureau de Recherches Géologiques et Minières

Rapporteur : M. Christophe LIME, Vice-Président

	Date	Avis
Conseil d'Exploitation de la régie Eau et Assainissement	17/12/2025	Favorable
Bureau	15/01/2026	Favorable

Inscription budgétaire	
BP 2026 et PPIF 2026-2030 Budget annexe eau « EAU/ETUDES ET LOGICIELS »	Montant de l'opération : - 94 000 euros HT (GBM) - 23 500 euros HT (BRGM)
Sous réserve de vote du BP 2026 et du PPIF 2026-2030	

Résumé :

Grand Besançon Métropole (GBM) souhaite améliorer les connaissances hydrogéologiques de la ressource de Novillars. Pour ce faire, il est proposé de travailler en partenariat avec le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) pour la réalisation d'une étude hydrogéologique de grande ampleur.

GBM a été à l'initiative de la constitution d'un comité scientifique autour de la ressource de Novillars permettant d'établir un bilan des connaissances existantes et restant à développer pour mieux la protéger. La CAGB, devenue Communauté Urbaine Grand Besançon Métropole le 1^{er} juillet 2019, a dans ce cadre engagé des études visant à l'amélioration de la connaissance de ce système karstique. Il convient maintenant de mener une étude hydrogéologique pour mieux connaître le sous-sol au niveau de la commune de Novillars.

Les attentes de Grand Besançon Métropole d'un point de vue opérationnel sont les suivantes :

- caractériser la quantité disponible de la ressource,
- simuler le débit d'exploitation maximal,
- diagnostiquer les types de régime d'écoulement dans l'aquifère,
- croiser le fonctionnement hydraulique de l'aquifère avec la modélisation géologique réalisée par le BRGM,
- consolider le schéma conceptuel de l'aquifère sur la base des interprétations hydrodynamiques et hydrogéochimiques,
- disposer d'une vision prospective sur la pérennité des prélèvements de la ressource pour différents usages (AEP, papeterie, GEMDOUBS) dans un contexte de changement climatique.

Un cahier des charges de ces études a été élaboré et validé par le comité scientifique. Le BRGM, établissement public de référence dans les sciences de la Terre propose un partenariat scientifique avec notre collectivité qui répond au cahier des charges établi.

Il est donc proposé de signer une convention avec le BRGM qui prendra à sa charge 20 % du budget de l'étude à condition de partager la propriété des résultats. L'étude de Novillars ferait donc l'objet de publications scientifiques.

Le budget alloué à l'étude est de 117 500 € HT, dont Grand Besançon Métropole finance 94 000 € HT et le BRGM 23 500 € HT.

A l'unanimité, le Conseil de Communauté :

- **approuve la convention avec le Bureau de Recherches Géologiques et Minières pour la réalisation d'une étude hydrogéologique sur Novillars,**
- **autorise Madame la Présidente, ou son représentant, à signer cette convention.**

Rapport adopté à l'unanimité :

Pour : 99

Contre : 0

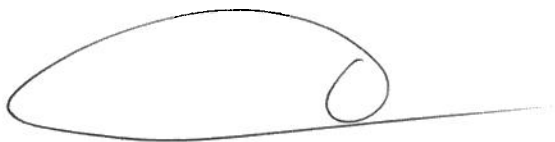
Abstention* : 0

Conseiller intéressé : 0

*Le sens du vote des élus ne prenant pas part au vote est considéré comme une abstention.

La présente délibération peut faire l'objet d'un recours devant le Tribunal administratif de Besançon dans les deux mois suivant sa publicité.

Le Secrétaire de séance,



Gilbert GAVIGNET
Conseiller Communautaire Délégué

Pour extrait conforme,
La Présidente,



Anne VIGNOT
Maire de Besançon

CONVENTION DE COOPERATION ENTRE POUVOIRS ADJUDICATEURS
Pour la réalisation d'un essai par pompage très longue durée
avec suivi hydrogéochimique

ENTRE

Le **BRGM**, 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 (SIRET 582 056 149 00120), dont le siège se trouve 3, avenue Claude-Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 02, représenté par Madame Catherine LAGNEAU, agissant en sa qualité de Présidente-Directrice générale, ou par délégation Patrick Charbonnier, Directeur Adjoint à la Direction des actions territoriales, ayant tous pouvoirs à cet effet, Ci-après désigné par le « **BRGM** »,

D'une part,

ET

La Communauté Urbaine Grand Besançon Métropole, GBM, dont le siège est domicilié 4, rue Gabriel Plançon – 25000 Besançon (242 500 361 00090), représenté par Monsieur Christophe LIME agissant en sa qualité de Vice-Président, habilitée par délibération du Conseil Communautaire du 29 janvier 2026, Ci-après désignée par « **GBM** »,

D'autre part,

Le BRGM et GBM étant ci-après désignés individuellement et/ou collectivement par la (les) « Partie(s) ».

VU :

- le Décret n° 2023-1321 du 27 décembre 2023 portant partie réglementaire du Code de la recherche et notamment ses articles R333-13 à R333-31
- le contrat d'objectifs, de moyens et de performance Etat-BRGM 2023-2027
- les orientations de service public du BRGM pour l'année 2026, adoptées par le « Comité National d'Orientations du Service public » le 22 mai 2025 et approuvées par le Conseil d'Administration du 19 juin 2025

PREAMBULE

Le BRGM est un établissement public de recherche qui est aussi chargé d'une mission d'appui aux politiques publiques de collecte, de capitalisation et de diffusion des connaissances, dans le domaine des sciences de la Terre et en particulier la connaissance et la gestion des ressources en eau souterraine. Il mène des actions de recherche partenariale avec des filières industrielles et des entreprises de toutes tailles. Il propose des solutions novatrices pour la gestion des sols et du sous-sol, des matières premières, des ressources en eau, de la prévention des risques naturels et environnementaux. Ces actions concernent globalement trois principaux marchés : Energie & Ressources minérales, Eau et Environnement, Infrastructures et Aménagement.

GBM est chargé notamment de la gestion de la ressource en eau souterraine destinée à la consommation humaine.

Les Parties coopèrent dans le but de garantir que les missions d'intérêt général dont ils ont la responsabilité sont réalisées en vue d'atteindre des objectifs communs.

Aussi, les Parties ont décidé par la présente convention, ci-après désignée par « la Convention », de fixer les termes et conditions par lesquels ils s'associent afin de mettre en œuvre la coopération.

En outre, compte tenu du fait que les Parties coopèrent dans le but d'atteindre des objectifs communs, obéissent exclusivement à des considérations d'intérêt général et que chaque Partie garantit qu'elle réalise sur le marché concurrentiel moins de 20% des activités concernées par cette coopération, la Convention est soumise aux dispositions de l'article L2511-6 du Code de la commande publique.

CECI ÉTANT RAPPELÉ, IL EST CONVENU CE QUI SUIT :

Article 1 - Objet

La Convention a pour objet de définir les termes, modalités et conditions dans lesquels les parties ont décidé de coopérer en vue de réaliser une étude hydrogéologique portant sur l'aquifère sous couverture du Jurassique moyen capté par GBM pour l'alimentation en eau potable de son territoire, au lieu-dit Novillars.

Article 2 - Durée

La Convention entre en vigueur à compter de la date de signature par la dernière des Parties et expirera lors de la réception du dernier paiement tel que prévu à l'article 7 infra.

Article 3 - Documents contractuels

Sont également considérées comme étant des documents contractuels faisant partie de la Convention, les pièces suivantes, citées par ordre de prééminence :

- le présent document,
- annexe n°1 : descriptif technique,
- annexe n°2 : descriptif financier.

Les annexes précédentes forment un tout indissociable avec le présent document. En cas de contradiction entre les articles du présent document et les dispositions contenues dans les annexes précédentes, les articles du présent document prévaudront.

Le descriptif technique reste la propriété des Parties et ne saurait être utilisé en dehors du cadre contractuel pour lequel il a été rédigé.

Article 4 - Obligations des Parties

Article 4.1 - Programme d'action

Les Parties s'engagent à réaliser, dans le respect des règles de l'art, les tâches prévues pour la réalisation de la coopération, conformément aux dispositions des annexes n°1 et 2.

Article 4.2 - Obligation de moyens

Il est rappelé que le contenu des documents visés dans le descriptif technique résulte de l'interprétation d'informations objectives ponctuelles et non systématiques (sondages, observations visuelles, analyses, mesures...), en fonction de l'état de la science et de la connaissance à un moment donné. Aussi, les Parties sont soumises par convention expresse à une obligation de moyens étant tenu au seul respect du cahier des charges et des règles de l'art.

Les Parties s'engagent à informer de cette limite de responsabilité tous tiers sous-utilisateurs éventuels des informations contenues dans les documents.

Article 4.3 - Financement

Le BRGM s'engage à participer au financement de la coopération pour la part qui lui revient dans les conditions exposées à l'article 6 infra, sur la Subvention pour Charge de Service Public (SCSP) qui lui est attribuée par le Ministère chargé de la Recherche (Programme 172).

GBM s'engage à participer au financement de la coopération pour la part qui lui revient dans les conditions exposées à l'article 6 infra.

Article 5 - Notification et éléction de domicile

Toute notification faite au titre de la Convention est considérée comme valablement faite si elle est effectuée par écrit aux adresses suivantes :

Pour le BRGM : Aurélien VALLET Directeur régional Bourgogne-Franche-Comté 27 Rue Louis de Broglie - 21000 Dijon Tél. : +33 (0) 3 80 72 90 36 E-Mail : a.vallet@brgm.fr	Pour GBM : Olivier JEANNEROT Chef de Service Traitement et Transfert des Eaux Département Eau et Assainissement La City - 4 Rue Gabriel Plançon - 25000 Besançon Tel : + 33 (0) 3 81 41 55 95 E-mail : olivier.jeannerot@grandbesancon.fr
--	--

Toute modification aux informations communiquées par une Partie au titre du présent article devra être notifiée à l'autre

Partie par écrit, courrier et/ou courriel dans les plus brefs délais.

Article 6 - Financement de la coopération

Article 6.1 - Montant

Le montant de la coopération est fixé à cent dix-sept mille cinq cents Euros Hors Taxes (117 500 € HT).
Le montant global de la Convention pourra être actualisé par avenant permettant une nouvelle programmation d'opérations.

Article 6.2 - Répartition

Le montant de la coopération fait l'objet de la répartition financière suivante sur les montants définis dans l'annexe n°2 soit un total de 117 500 € HT :

- **pour le BRGM : 20 % du montant Hors Taxes, soit 23 500 € HT,**
- **pour GBM : 80 % du montant Hors Taxes, soit 94 000 € HT.**

Le montant ci-dessus est indiqué Hors Taxes, la TVA au taux légal en vigueur au moment de la facturation étant en sus du prix.

Le BRGM cofinance le budget de la coopération, dans le cadre de ses actions de service public.

Article 7 - Facturation et paiement

Article 7.1 - Facturation

Le BRGM étant tenu de réaliser la coopération, la part du montant lui revenant ne donnera lieu à aucune facturation.

Il sera facturé à GBM la part du montant visé à l'article 6.2 supra.

Les références nécessaires au dépôt de la facture dématérialisée dans le portail Chorus Pro sont :

- identifiant Chorus de GBM : 242 500 361 00090
- si service de l'Etat : code service exécutant :
- si nécessaire numéro de service :
- n° d'engagement juridique :

Si à la date de signature l'ensemble des éléments n'est pas encore connu, alors GBM s'engage à faire parvenir les éléments au BRGM dans un délai maximum de huit jours à compter de la date de signature

Les factures seront libellées à l'adresse suivante :

Communauté Urbaine Grand Besançon Métropole
Département Eau et Assainissement
La CITY
4 Rue Gabriel Plançon
25 000 Besançon

Les versements seront effectués par GBM, au nom de l'Agent Comptable du BRGM, sur présentation de factures émises par le BRGM et selon le cas accompagné des documents précisés dans l'échéancier ci-dessous :

- 40 % du montant à GBM, soit 37 720 € HT, soit quarante-cinq mille cent vingt-cinq Euros Toutes Taxes Comprises (45 120 € TTC) à la signature de la convention,
- 60 % du montant à GBM, soit 56 400 € HT, soit soixante-sept mille six cent quatre-vingts Euros Toutes Taxes Comprises (67 680 € TTC) lors de la remise du livrable.

Le taux de TVA en vigueur à la signature de la Convention est de 20 %. Toute modification du taux de TVA applicable, intervenant durant la période d'exécution de la Convention, sera répercutée dès la première échéance de facturation suivant la date d'entrée en vigueur du nouveau taux.

Article 7.2 - Paiement

Les versements seront effectués par GBM, par virement bancaire dans un délai de trente (30) jours calendaires à compter de leur date d'émission augmenté de deux (2) jours ouvrés, à l'ordre de BRGM, sur présentation de factures émises par BRGM, au compte ouvert à :

TRÉSOR PUBLIC - Direction Régionale des Finances Publiques - 4 place du Martroi - 45 000 Orléans
Code Banque 10071 - Code Guichet : 45000 - Compte N° 00001000034 - Clé : RIB 92
IBAN : FR7610071450000000100003492 - BIC : TRPUFRP1

À défaut de paiement intégral à la date prévue pour leur règlement, les sommes restant dues seront majorées de plein droit, sans qu'il soit besoin d'une mise en demeure préalable ou d'un rappel, d'intérêts moratoires dont le taux annuel est fixé au taux directeur de la Banque centrale européenne (BCE) augmenté de huit points. Ces intérêts moratoires s'appliqueront sur le montant toutes taxes comprises de la créance et seront exigibles à compter du jour suivant la date de règlement inscrite sur la facture, jusqu'à la date de mise à disposition des fonds par GBM. Les intérêts moratoires sont payés dans un délai de quarante-cinq jours suivant la mise en paiement du principal.

Article 8 - Propriété intellectuelle

Les « Résultats » désignent tous les éléments, quels qu'en soient la forme, la nature et le support, qui résultent de l'exécution de la Convention, tels que, notamment, les œuvres, les logiciels, leurs mises à jour ou leurs nouvelles versions, les bases de données, les signes distinctifs, les noms de domaine, les informations, les sites internet, les rapports, les études, les marques, les dessins ou modèles, les inventions brevetables ou non au sens du Code de la propriété intellectuelle, et plus généralement tous les éléments protégés ou non par des droits de propriété intellectuelle ou par tout autre mode de protection, tels que le savoir-faire, le secret des affaires, le droit à l'image des biens ou des personnes.

Article 8.1 - Droits et obligations de l'auteur

Article 8.1.1 - Droits de l'auteur

Dans l'hypothèse où les Résultats relèvent du droit d'auteur, le BRGM et GBM sont les auteurs des Résultats, et notamment des documents visés dans le descriptif technique.

Le BRGM et GBM sont titulaires des droits visés aux articles L. 111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle, à savoir des droits patrimoniaux et moraux.

Article 8.1.2 - Garanties

Le BRGM et GBM garantissent qu'ils sont titulaires des droits de propriété intellectuelle nécessaires à l'exécution de la Convention.

Article 8.2 - Concession des droits d'auteur

Article 8.2.1 - Co-titularité des droits d'auteur

Les Parties se concèdent mutuellement les droits patrimoniaux qu'ils détiennent sur les documents visés dans le descriptif technique et sur tous les Résultats relevant du droit d'auteur de sorte qu'à l'issue de l'exécution de la Convention, elles en seront co-titulaires à parts égales et pourront notamment :

- reproduire, ou faire reproduire, les documents sur tous supports connus et inconnus, quel que soit le nombre d'exemplaires,
- représenter, ou faire représenter, les documents visés dans le descriptif technique pour tout type d'usage,
- adapter, ou faire adapter, par perfectionnements, corrections, simplifications, adjonctions, intégration à des systèmes préexistants ou à créer, transcrire dans un autre langage informatique ou dans une autre langue et créer des œuvres dérivées pour ses besoins propres.

Cette concession est faite à titre gracieux pour le monde entier et pour une durée égale à la durée des droits de chacune des Parties.

Article 8.2.2 - Droits moraux des Parties

Par application des articles L. 121-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle, chaque Partie s'engage à respecter les droits moraux de l'autre Partie sur les documents visés dans le descriptif technique et sur tous les Résultats relevant du droit d'auteur, et notamment à citer chaque Partie en qualité d'auteur, sur chacune des reproductions ou représentations.

Article 8.3 - Copropriété des résultats ne relevant pas du droit d'auteur

Dans l'hypothèse où les Résultats ne relèvent pas du droit d'auteur, ces derniers sont la copropriété des Parties à proportion de leurs apports visés à l'article 6.2 supra, quelle que soit leur nature, à moins que les Parties ne conviennent conventionnellement de la dévolution des droits de propriété y afférents à l'une d'entre elles.

Article 9 - Diffusion des résultats

Les Parties s'engagent à mettre à disposition du public les documents visés dans le descriptif technique et tous les Résultats à des fins de réutilisation à titre gratuit ou onéreux. Il est rappelé que le BRGM, qui relève des dispositions du Livre III du Code des relations entre le public et l'administration (CRPA) relatives à l'accès aux documents administratifs et à la réutilisation des informations publiques, soumettra les documents visés dans le descriptif technique et tous les Résultats à la licence Ouverte / Open Licence Etalab Version 2.0. Ainsi, les utilisateurs seront libres d'utiliser les documents visés dans le descriptif technique et tous les Résultats, gratuitement et sans restriction d'usage, à la condition de citer le BRGM comme source et 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 documents visés dans le descriptif technique et tous les Résultats ne devront pas être altérés et leur sens ne devra pas être dénaturé.

Chacune des Parties s'engage en outre à citer l'autre Partie en qualité de co-auteur, sur chacun des documents produits, présentations ou communications faites sur la coopération.

Si une ou plusieurs inventions apparaissent au cours et/ou à l'occasion de l'exécution de la Convention, le BRGM en informera aussitôt GBM et les Parties conviendront de dispositions à prendre pour assurer le dépôt et la défense de toute demande de brevet correspondant, ainsi que la prise en charge des frais associés.

Article 10 - Cession et transfert

La Convention est conclue *intuitu personae*, les Parties s'engageant mutuellement en considération de leur identité respective.

Aucune des Parties ne peut sans l'accord écrit préalable de l'autre Partie, céder tout ou partie de ses droits ou obligations découlant de la Convention à des tiers.

Article 11 - Responsabilité

Chaque Partie est responsable, tant pendant l'exécution de la Convention, des travaux qu'après leur achèvement et/ou leur réception, de tous dommages, à l'exception d'éventuelles conséquences immatérielles, qu'elle-même, son personnel, son matériel, ses fournisseurs et/ou prestataires de service, pourraient causer à l'autre Partie dans la limite du montant du financement apporté par chacun et visé à l'article 6.2 supra.

Article 12 - Assurances

Chaque Partie devra, en tant que de besoin, souscrire auprès d'une compagnie notoirement solvable et maintenir en cours de validité les polices d'assurance nécessaires pour garantir les éventuels dommages aux biens ou aux personnes qui pourraient survenir dans le cadre de l'exécution de la Convention.

Article 13 - Force majeure

Aucune Partie n'est responsable de la non-exécution totale ou partielle même temporaire de ses obligations provoquées par un événement constitutif de force majeure au sens de l'article 1218 du Code civil et de la jurisprudence.

A titre d'exemple, constituent notamment des événements de force majeure, sans que cette liste soit exhaustive :

- des phénomènes naturels tels que les tornades, inondations, ouragans, tremblements de terre, éruptions volcaniques,
- la présence d'un virus qualifié de pandémie par les autorités,
- la présence d'une épidémie ayant atteint le stade 3 (Plan national de prévention et de lutte « pandémie grippale » n°850/SGDSN/PSE/PSN d'octobre 2011),
- le maintien partiel ou total du confinement ou de l'état d'urgence sanitaire ordonné par les autorités et se prolongeant au-delà d'un délai d'un (1) mois,
- l'utilisation par un Etat ou un groupe terroriste d'armes de toute nature perturbant la continuité des relations commerciales,
- des mouvements sociaux d'ampleur nationale.

Les événements ci-dessus pouvant avoir lieu sur tout territoire sur lequel l'exécution de la Convention aurait lieu.

La Partie invoquant un événement constitutif de force majeure doit en aviser l'autre Partie dans les sept (7) jours suivant la survenance de cet événement. Elle devra préciser la nature du ou des événements visés, leur impact sur sa capacité à remplir ses obligations telles que prévues à la Convention ainsi que fournir tout document justificatif attestant de la réalité du cas de force majeure.

Sont considérés comme documents justificatifs notamment mais pas exclusivement, toute déclaration, attestation, législation, décret, arrêté ou autres mesures prises par une personne morale de droit public au niveau local, national ou international concernant les événements invoqués comme situations de force majeure.

Dans l'hypothèse où la Partie invoquant une situation de force majeure parviendrait à la caractériser, ses obligations seront suspendues pour un délai maximum de quatre (4) semaines. Toute suspension d'exécution de la Convention par application du présent article sera strictement limitée aux engagements dont les circonstances de force majeure auront empêché l'exécution et à la période durant laquelle les circonstances de force majeure auront agi.

En tout état de cause, les Parties s'efforceront de bonne foi de prendre toutes mesures raisonnablement possibles en vue de poursuivre l'exécution des prestations.

Passé le délai de suspension des obligations, si la situation de force majeure se poursuit, la Convention pourra être résiliée par l'une ou l'autre des Parties.

Article 14 - Données à caractère personnel

Lorsque les Parties sont amenées dans le cadre de l'exécution de la Convention à traiter des données à caractère personnel, elles se conformeront au Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD - règlement Union Européenne 2016/679 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016). Elles collaboreront de bonne foi à cette fin, dans le cadre de l'exécution de la Convention.

Les Parties n'encourront aucune responsabilité contractuelle au titre de la Convention, dans la mesure où le respect du RGPD les empêcherait d'exécuter l'une de leurs obligations au titre de la Convention.

Article 15 - Résiliation

En cas de non-respect par l'une ou l'autre des Parties d'une obligation inscrite dans la Convention, celle-ci pourra être résiliée de plein droit par la Partie victime de ce non-respect à l'expiration d'un délai de trois (3) mois suivant l'envoi d'une lettre recommandée avec accusé de réception valant mise en demeure. La Convention pourra également être résiliée pour un motif d'intérêt général, conformément aux dispositions du 5° de l'article L. 6 du Code de la commande publique lorsque l'une ou l'autre des Parties est, au cours de l'exécution du marché, placée dans l'un des cas d'exclusion mentionné aux articles L. 2141-1 à L. 2141-11 du Code de la commande publique, ou lorsqu'un marché n'aurait pas dû être attribué à un opérateur économique en raison d'un manquement grave aux obligations prévues par le droit de l'Union Européenne en matière de marchés qui a été reconnu par la Cour de justice de l'Union Européenne dans le cadre de la procédure prévue à l'article 258 du Traité sur le fonctionnement de l'Union Européenne.

L'exercice de cette faculté de résiliation est non rétroactif, ne produit d'effet que pour l'avenir et ne dispense pas la Partie défaillante de remplir les obligations contractées jusqu'à la date de prise d'effet de la résiliation et ce, sous réserve des dommages éventuellement subis par la Partie plaignante du fait de la résiliation anticipée de la présente Convention.

En cas de résiliation anticipée de la Convention, le BRGM présentera à GBM un compte rendu détaillé et un bilan financier sur la base desquels GBM versera au BRGM les sommes dues au prorata des actions qui auront effectivement été réalisées.

Article 16 - Droit applicable et règlement des litiges

La Convention est régie par la loi française.

Tout différend portant sur la validité, l'interprétation et/ou l'exécution de la Convention fera l'objet d'un règlement amiable entre les Parties dans les conditions fixées par les chapitres Ier et II du titre II du livre IV du Code des relations entre le public et l'administration. En cas d'impossibilité pour les Parties de parvenir à un accord amiable dans un délai de trois (3) semaines suivant sa notification, le différend sera soumis aux tribunaux administratifs compétents.

Fait en deux exemplaires originaux, à, le

Pour le BRGM,
Le Directeur Adjoint des actions territoriales,

Pour la Communauté Urbaine
Grand Besançon Métropole,
Pour la Présidente et par délégation
Le Vice-Président

Patrick CHARBONNEIER

Christophe LIME

Annexe n°1 - Descriptif technique
Annexe n°2 - Descriptif financier

1. Contexte

Le karst profond, dans le secteur de Grand Besançon Métropole, est relativement étendu, avec une superficie de 93,30 km² et 37 communes traversées. 13 forages captant la ressource en eau contenue dans ces formations karstiques sont recensés. 4 ouvrages sont exploités dont deux pour un usage industriel (un des deux ouvrages est utilisé en secours).

La ressource en eau est contenue dans les formations calcaires du Jurassique moyen (Bajocien/Bathonien) et est captée en profondeur. Cet aquifère est captif sous les marnes bleues et marno-calcaires de l'Argovien (Figure 1). Il y a très peu d'information sur les caractéristiques de cet aquifère et notamment sur son aire d'alimentation, toutefois plusieurs hypothèses sont émises :

- alimentations primaires multiples via un transfert des eaux du karst libre en surface (faisceau des Avant-Monts, faisceau Bisontin) vers le karst profond sous couverture argileuse oxfordienne principalement localisé dans l'axe de la vallée du Doubs,
- alimentations secondaires possibles via les nombreuses failles découpant les plateaux et les faisceaux.

L'aire d'alimentation de la ressource entière est probablement très vaste et encore non déterminée.

Cette ressource en eau est recensée comme une ressource stratégique (n° 95) de Grand Besançon. En effet, le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) du bassin Rhône Méditerranée a établi une liste de masses d'eau souterraines et aquifères désignés à fort enjeu pour la satisfaction des besoins en eau potable, recelant des ressources dites « stratégiques », lesquelles sont à préserver pour assurer dans les meilleures conditions l'alimentation en eau potable (AEP) actuelle et future des populations.

Ces ressources dites « stratégiques » relèvent d'enjeux à l'échelle départementale ou régionale et peuvent correspondre à des ressources :

- soit déjà fortement sollicitées et dont l'altération poserait des problèmes pour les importantes populations qui en dépendent ;
- soit faiblement sollicitées actuellement mais à forte potentialité et préservées du fait de leur faible vulnérabilité naturelle ou de l'absence de pression humaine et à conserver en l'état pour la satisfaction des besoins futurs à moyen et long terme.

1.1. Objectifs opérationnels

La réalisation du pompage d'essai longue durée sur le nouvel ouvrage exploité par GBM et son interprétation permettront de répondre au moins en partie aux attentes opérationnelles de Grand Besançon Métropole (GBM) concernant :

- la simulation du débit d'exploitation maximal,
- le diagnostic des types de régime d'écoulement dans l'aquifère,
- le croisement du fonctionnement hydraulique de l'aquifère avec la modélisation géologique réalisé par le BRGM,
- la consolidation le schéma conceptuel de l'aquifère sur la base des interprétations hydrodynamiques et hydrogéochimiques,
- les perspectives sur la pérennité des prélèvements de la ressource pour différents usages (AEP, papeterie, GEMDOUBS) dans un contexte de changement climatique,
- la vérification de la possible influence des eaux de surface sur la qualité de la ressource,
- la caractérisation quantitative de la ressource disponible pour les forages d'exploitation du site.

1.2. Verrous scientifiques et objectifs R&D

Les travaux menés dans le cadre du présent projet vont permettre de progresser dans la connaissance de l'aquifère sous couverture du Jurassique moyen capté pour différents usages (AEP, industriel). En particulier, le pompage d'essai longue durée apportera des informations sur le fonctionnement hydrodynamique de l'aquifère et le régime d'écoulement : conditions aux limites, drainance, rôle de drains perméables, etc.

Le suivi physico-chimique in situ mené au cours de l'essai de pompage sera complété par le prélèvement d'échantillons d'eau pour analyses et ce dans différents ouvrages souterrains (forages, puits) et sur les eaux de surface (cours d'eau, sources) dans le secteur d'étude. Les résultats des paramètres qui seront analysés pourront informer sur le mode d'alimentation de l'aquifère (recharge dans les zones d'affleurement en amont, drainance de la nappe d'accompagnement du Doubs, ...) et sur les temps de séjour de l'eau souterraine (mise en œuvre de traceurs chimiques permettant la datation des eaux - SF6, CFCs, gaz rares).

La confrontation des résultats interprétés sur ces dernières données au modèle géologique 3D existant et intégrant la zone d'étude (rapport BRGM RP-71937-FR, 2022) permettra d'élaborer un schéma conceptuel de fonctionnement de l'aquifère et de proposer des perspectives en termes de pérennité de la ressource dans un contexte de changement climatique et de pression d'usage.

Le projet comprend une partie innovante notamment de modélisation mathématique de l'essai par pompage longue durée avec interférence d'un autre pompage (forage de la papeterie).

À la suite de ce projet, cet aquifère sous couverture pourra constituer un site expérimental d'intérêt régional pour la connaissance des aquifères karstiques sous couverture et les ressources en eau profondes d'intérêt stratégique sur le long terme.

2. Organisation

Le projet est une collaboration technique entre le BRGM et GBM. La répartition des activités est précisée tâche par tâche. Elle est également décrite succinctement ci-dessous :

Le BRGM sera en charge de :

- rédiger un protocole pour le pompage d'essai longue durée,
- réaliser un appui technique lors de la phase de pompage,
- interpréter les données et les modéliser,
- proposer un schéma conceptuel consolidé de fonctionnement hydrogéologique.

GBM sera en charge de :

- réaliser une synthèse des données existantes,
- contribuer au protocole expérimental sur la base de sa connaissance et son expertise du territoire, en particulier par rapport aux contraintes opérationnelles du secteur,
- la mise en œuvre du pompage d'essai longue durée,
- la mise en œuvre de la surveillance haute fréquence (débit - niveau - physico-chimie),
- la réalisation des prélèvements d'eau et des analyses hydrogéochimiques,
- la mise en forme des données collectées au format d'échange proposé par le BRGM,
- appuyer les interprétations du BRGM par son expertise hydrogéologique du secteur.

L'essai de pompage étant réalisé dans un ouvrage pour l'AEP, GBM se réserve le droit de suspendre et/ou reporter l'essai en cas de problème technique (l'alimentation des usagers étant prioritaire).

Tâche 1 : Synthèse des données et des connaissances actuelles

Cette tâche sera essentiellement réalisée par GBM qui compilera les données et informations à sa disposition sous la forme d'une note technique (connaissance de la ressource, points de prélèvements et de suivi de niveaux piézométriques, rendu SIG des points de surveillance et de prélèvement, etc.). Cette note sera ensuite complétée par le BRGM avec des éléments additionnels qui pourraient être disponibles.

Une réunion sera organisée pour un échange entre GBM et BRGM afin de partager le contenu de la note et répondre à d'éventuelles questions.

Le BRGM sera en charge de :

- compléter la note avec des éléments additionnels,
- apporter son expertise sur la compréhension du fonctionnement hydrogéologique en vue du dimensionnement du protocole.

GBM sera en charge de :

- -préparer la note technique initiale sur la base de ses connaissances existantes et la présenter à l'équipe projet.
Cette note comprendra en particulier :
 - o une liste bibliographique avec une priorisation des éléments les plus structurants,
 - o une cartographie au format SIG des forages existants, des pompages, des points de suivi piézométrique, des points de prélèvement possibles...,
 - o une description détaillée des points d'eau (forages, puits, sources) : coupes techniques des forages, diagraphies des forages, résumé des données quantitatives et qualitatives existantes, photos, etc.,
 - o compilation des données chimiques disponibles au sens large (physico-chimie, majeurs, traces, isotopes, autres...),
 - o une proposition des points à suivre (quantité et qualité) pour le pompage d'essai longue durée.

Résultats attendus :

Note technique synthétisant la bibliographie et les données existantes et éléments cartographiques sous format SIG.

Tâche 2 : Rédaction d'un protocole pour la mise en œuvre d'un essai par pompage longue durée non influencé

La rédaction d'un protocole pour la mise en œuvre du pompage d'essai longue durée non influencé sera réalisé par le BRGM en concertation avec GBM. Un suivi approfondi de l'hydrogéochimie des eaux est envisagé, en complément des suivis standards des niveaux et des débits.

Une liste des paramètres est proposée en Tâche 5 et pourra être affinée à l'issue de la Tâche 1, sur la base de la compilation des données existantes.

Ce protocole devra tenir compte des contraintes spécifiques au site, qu'elles soient naturelles (comportement de l'aquifère testé) ou opérationnelles (contrainte d'exploitation, débit d'exploitation souhaité, influence de pompages voisins (papeterie), ...). Il est important que l'essai puisse être réalisé en période d'étiage estivale afin d'obtenir des résultats en conditions hydrologiques stables. En effet, les études précédentes (SondAlp-Hydrofroage (2024) Réalisation du forage d'exploitation F4 Novillars (25), Dossier des Ouvrages Exécutés C24071 rapport Version 1 / Novembre 2024. 17p. & IdéesEaux (2024) Création du nouveau forage F4 – Novillars (25), Déc.2024, note technique, JB- J2223048102 p.) ont montré, durant de précédents essais, que le niveau piézométrique subissait une forte incidence des pompages du forage de la Papeterie et une forte influence du débit (niveau) du Doubs. Si l'influence des pompages par le forage de la Papeterie peut être prise en compte par la modélisation, il n'en est pas de même pour le débit du Doubs. Il est donc important de pouvoir réaliser cet essai durant une période suffisamment longue pendant laquelle le débit (niveau) du Doubs varie peu.

Ce protocole comprendra la détermination des caractéristiques de l'essai à réaliser (débit et durée), la définition des paramètres clés à surveiller, la fréquence de suivi et la sélection de sites de surveillance, incluant des points situés à proximité du pompage ainsi que des zones de référence éloignées. Le protocole intégrera les paramètres chimiques à analyser sur la base de la proposition présentée en tâche 5.

En outre, le protocole comprendra les instructions pour la mise en forme des données par GBM (le format d'échange de données sera défini précisément) et s'appuiera également sur les connaissances et l'expertise de GBM sur ce territoire.

Afin de garantir la robustesse des interprétations, il sera important de limiter au maximum les interférences hydrauliques liées à la présence d'autres pompages dans le même aquifère et à des variations du niveau/débit du Doubs (+pluies), c'est-à-dire d'avoir des conditions hydrodynamiques s'approchant d'un régime permanent sur la durée de l'essai.

Le BRGM sera en charge de :

- élaborer le protocole de mise en œuvre du pompage d'essai.

GBM sera en charge de :

- émettre un avis technique sur le protocole proposé, en particulier sur les contraintes opérationnelles liées au site (arrêt des forages, accessibilité pour la mesure, etc.),
- l'analyse des échantillons collectés et de fait l'identification du ou des laboratoire(s) qui seront sollicités.

Résultats attendus :

Rédaction d'un protocole en collaboration avec GBM pour la mise en œuvre d'un pompage d'essai longue durée non influencé.

Tâche 3 : Déroulement du pompage d'essai longue durée

GBM s'occupera intégralement de l'organisation du pompage d'essai longue durée : phase préparatoire avec mise en place des mesures, suivi des opérations avec contrôle des mesures et prélèvements, remontée de toutes difficultés opérationnelles en cours d'essai au BRGM. A la fin de l'essai, GBM fournira les données au format défini en Tâche 2.

La durée du pompage d'essai sera de 2-3 mois. Afin d'obtenir les résultats les plus pertinents possibles pour l'interprétation, sur cette durée totale, une période de pompage d'au moins 2-3 semaines devra correspondre à une situation hydrologique non influencée (pas de recharge significative, pas de variations notables du niveau du Doubs, limitation des pompages à proximité dans le même aquifère et éviter des variations de débit significatives sur les pompages ne pouvant être arrêtés). Dans tous les cas le monitoring sera maintenu sur toute la période de l'essai y compris les prélèvements pour l'hydrogéochimie.

Le BRGM assurera une assistance technique (téléphone, visioconférence, email) auprès de GBM pendant toute la période de pompage selon la disponibilité des agents du BRGM car aucun système d'astreinte ne sera mis en place. Cette assistance sera limitée à 5 jours de temps d'expert.

Le BRGM sera en charge de :

- l'assistance technique auprès de GBM pendant la période de pompage.

GBM sera en charge de :

- la mise en œuvre du pompage d'essai sur la base du protocole défini en Tâche 2 (logistique, suivis, prélèvements d'eau et envoi au(x) laboratoire(s) pour analyses, etc.),
- faire l'interface avec la papeterie : s'assurer des meilleures conditions pour la réalisation de l'essai (minimiser l'impact de ces pompages en limitant leur débit, en maintenant leur débit le plus stable possible et en mesurant précisément les débits) et collecter les données (débits et niveaux d'eau dans les ouvrages),
- la transmission des données acquises (débits, niveaux piézométriques, physico-chimie, résultats d'analyses) au BRGM selon format défini en Tâche 2.

Résultats attendus :

Compte rendu de l'opération de pompage y compris données au format défini en Tâche 2.

Tâche 4 : Modélisation hydrodynamique du pompage d'essai longue durée

Sur la partie de l'essai non influencée par les pluies et/ou le Doubs (minimum de 2 à 3 semaines), un diagnostic de l'essai (voir par exemple : <https://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-72426-FR.pdf>) sera réalisé à partir des données de niveaux et de débit mesurés. Néanmoins, la réalisation d'un diagnostic de qualité pourrait être limité par la perturbation journalière liée au pompage sur l'ouvrage voisin de la Papeterie. Si le diagnostic est pertinent, il permettra d'identifier :

- les relations entre l'aquifère et l'environnement proche du puits : captage partiel de l'ouvrage, interception d'un drain karstique, d'une fracture perméable...,
- les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère : transmissivité, emmagasinement,
- les éventuelles limites de l'aquifère (étanche, alimentée) et/ou des effets de drainance provenant des formations aquifères voisines, impact d'un cours d'eau, etc.

Ce diagnostic permettra d'identifier le schéma de fonctionnement hydrodynamique de l'aquifère et sera confronté aux autres informations disponibles (géologie, géochimie, etc.). Une fois le schéma validé, le modèle mathématique le plus approprié sera choisi pour modéliser l'essai, soit la période non influencée par les pluies et/ou le Doubs. Si le diagnostic de l'essai n'est pas suffisamment précis ou possible (par ex. à cause des perturbations liées aux pompages sur le forage de la Papeterie), on choisira le ou les modèle(s) mathématique(s) le plus pertinent au regard des informations conceptuelles disponibles. Si nécessaire un nouveau modèle pourra être développé.

Comme mentionné précédemment et si nécessaire, le modèle tâchera de prendre en compte l'impact du pompage de la Papeterie. Pour cela, les informations de pompage sur cet ouvrage seront nécessaires (suivis des niveaux et du débit sur cet ouvrage). Il sera donc nécessaire de construire un modèle de type multi-puits à partir de la/les solution(s) mathématique(s) identifiées. Les modélisations concerneront le forage pompé (F4), le forage de la Papeterie et les autres ouvrages suivis lors de la réalisation de l'essai. Ceux-ci restent à définir en fonction des suivis disponibles, il s'agit de F2, F3, du suivi de la nappe des alluvions (nappe d'accompagnement du Doubs) si possible un en amont hydraulique très proche du Doubs (PZ1, PZ2 ?), du forage SPD'EAU, et d'autres points de surveillance jugés pertinents par GBM (p.ex. forage de la Montoillotte, Amagney).

En parallèle de ces suivis, et pour assurer la bonne interprétation de l'essai, il sera nécessaire de disposer des suivis pluviométriques (station la plus proche du site) et des débits du Doubs (station la plus proche du site) durant la période concomitante à l'essai.

L'interprétation sera compliquée par la présence d'autres pompages (notamment forages GBM AEP et Papeterie) dans le même aquifère. Lors de la réalisation de l'essai (Tâche 3), tout devra être mis en œuvre pour minimiser l'impact de ces pompages en limitant leur débit, en maintenant leur débit le plus stable possible et en mesurant précisément les débits et niveaux dans ces ouvrages.

Le BRGM sera en charge de :

- l'interprétation du pompage d'essai.

GBM sera en charge de :

- appuyer le BRGM dans ses interprétations sur la base de sa connaissance du contexte hydrogéologique local.

Résultats attendus :

Amélioration de la compréhension de la structure de l'aquifère et de ses relations avec les autres compartiments aquifères, voir des eaux de surface, évaluation de l'incidence du forage de la Papeterie sur le forage F4, évaluation du débit maximum d'exploitation du forage F4.

Tâche 5 : Hydrogéochimie : paramètres à analyser, protocole d'échantillonnage et interprétation

La question de l'origine des eaux pompées par les ouvrages du champ captant de Novillars est toujours en débat. Récemment dans le cadre du projet Nutrikarst (Charlier et al. 2024), l'étude a permis de montrer que l'eau de l'aquifère karstique prélevée dans l'aquifère du Jurassique moyen (Dogger) sous couverture marneuse Oxfordienne apparaît appauvrie en isotopes lourds ($\delta^{18}\text{O} = -8.6\text{‰}$) par rapport aux signatures de recharge de l'impluvium supposé situé au nord d'Amagney (« Bois de Sassy ») qui ne dépasse pas 510 m d'altitude. Des études précédentes (Robbe, 2001 ; Maunier et Villeneuve, 2019) ont également mis en évidence des signatures appauvries en isotope lourds ($\delta^{18}\text{O} = -9\text{‰}$ en 2001 ; $\delta^{18}\text{O} = -8.4\text{‰}$ en 2019) pour les eaux du karst sous couverture située dans le secteur de Novillars, ces signatures suggèrent une altitude moyenne de recharge élevée (supérieure à 700 m $\pm$ 200 m). Dans ce contexte géochimique, on ne peut pas invoquer un problème de représentativité des résultats mais plutôt chercher une explication hydrogéologique. A l'est de Novillars, le Doubs est en contact direct avec les calcaires aquifères du Jurassique moyen. Le contexte structural complexe caractérisé par la présence de nombreuses failles qui recoupent le Doubs favorise l'existence de potentiels drains importants (Berthaut et al, 2017). Dans l'étude Nutrikarst, la signature isotopique du Doubs à Mathay a été caractérisée en basses et moyennes eaux (respectivement : -8.6‰ en septembre 2022, -8.8‰ en novembre 2020). Les valeurs mesurées dans le Doubs en amont des zones de pertes présumées sont appauvries en isotopes lourds (du fait des apports des parties situées en altitude du bassin versant du Doubs) et peuvent expliquer les valeurs mesurées dans le karst sous couverture de Novillars. Dans ce contexte, l'hypothèse d'une connexion hydraulique importante entre les eaux de surface et les eaux du karst serait à privilégier pour expliquer les signatures mesurées. Par ailleurs, les datations réalisées à partir des gaz dissous (CFC/SF₆) indiquent que l'âge apparent des eaux serait de l'ordre de 12 ± 3 ans à 19 ± 4 ans selon les résultats des modèles géochimiques. La question de l'évolution des contributions relatives de la composante liée à la recharge par les pluies (sur l'impluvium au nord d'Amagney) et de l'alimentation du réservoir par les eaux du Doubs (à l'est de Novillars) lors d'un pompage est posée.

Pour répondre à ces questionnements, des investigations géochimiques complémentaires seront réalisées (analyses éléments majeurs, silice, COD, éléments traces et terres rares, isotopes de la molécule d'eau (d^{18}O , d^2H) et du strontium $87\text{Sr}/86\text{Sr}$, datation par les CFC/SF₆) au travers d'une campagne spatiale d'échantillonnage et de suivis au cours du pompage d'essai sur le forage F4.

La campagne spatiale d'échantillonnage des eaux souterraines du secteur d'étude sera réalisée afin de replacer/caractériser les signatures géochimiques des eaux des forages de Novillars dans le contexte géochimique et isotopique local. La campagne sera réalisée en basses eaux dans les jours qui précéderont le test de pompage sur le forage F4. Les ouvrages qui pourraient être prélevés pourront être les suivants (liste prévisionnelle modifiable à confirmer lors de l'exécution des tâches 1 & 2) :

- sur la commune de Novillars :
 - o Champ captant de Novillars :
 - forage F2 (BSS003ZBHU),
 - forage F3 (BSS003ZBOS)
 - forage F4 (BSSBSS004LUYM),
 - o Forages PA (05031X00028) et PB (BSS...) de la papeterie,
 - o SPDSPD'EAU (05031X0037),
- forage de Montoillotte (05031X0060) sur la commune de Vaire-le-Petit,
- forage de Thise (F1 ou F2 ou F3) (05024X0055, 05024X0054, 05024X0056) sur la commune de Thise,
- piézomètre de Pré-Lavel (suivi quantitatif BRGM, 05031X0072/F1) sur la commune d'Amagney,
- le Doubs en amont du champ captant à l'est de Novillars.

Cette campagne d'échantillonnage avant pompage correspondra à une dizaine d'échantillons et sera réalisée par GBM.

Programme prévisionnel des échantillonnages pour analyses géochimique lors du test de pompage : (T0=début du pompage)

T0+2h, T0+24h, T0+48h, T0+72h, T0+7jours, T0+14 jours puis 1 échantillon par semaine pendant la durée du pompage + un dernier échantillon à la fin du pompage (3 mois).

Ce programme de prélèvements sur le forage pompé correspondra à une quinzaine échantillons.

Les paramètres hydrogéochimiques qui seront suivis/analysés au niveau du forage pompé et également sur les points d'eau prélevés à proximité avant pompage sont les suivants :

- physico-chimie (mesures in situ),
- ions majeurs, Silice et éléments traces,
- COD (carbone organique dissous),
- terres rares avec intérêt particulier pour le Gadolinium,
- isotopes stables de la molécule d'eau,
- isotopes du Strontium,
- gaz rares (Ar, Ne, N₂, He),
- SF₆ et CFCs,
- Tétrachloroéthylène + Screening phytosanitaires (uniquement sur forage pompé).

En outre, deux autres types d'analyses seront effectués uniquement sur le forage pompé :

- tétrachloroéthylène (3 échantillons proposés : au début du pompage, au milieu de la période de pompage et en fin de pompage),
- screening phytosanitaires (2 échantillons proposés : au début puis en fin de pompage).

L'interprétation des résultats des analyses hydrogéochimiques permettront d'apporter des éléments sur la structure de l'aquifère à confronter avec les résultats de la Tâche 3 (conditions aux limites, recharge), sur les modalités de recharge (directe par la pluie, drainance de la nappe alluviale, eau de surface) et sur les temps de résidence de l'eau souterraine.

Le BRGM sera en charge de :

- l'interprétation des données hydrogéochimiques.

GBM sera en charge de :

- appuyer le BRGM dans ses interprétations sur la base de sa connaissance du contexte hydrogéologique local.

Résultats attendus :

Informations sur l'alimentation de l'aquifère du Jurassique moyen (modalités de recharge, potentiel drainance des alluvions) et sur les temps de résidence des eaux de l'aquifère.

Tâche 6 : Schéma conceptuel consolidé du fonctionnement hydrogéologique et lien avec le modèle géologique 3D

La réalisation d'un schéma conceptuel du fonctionnement hydrogéologique reposera sur une intégration des résultats issus des différentes approches utilisées : modélisation du pompage d'essai, interprétation des données hydrogéochimiques et du modèle géologique 3D. L'interprétation du pompage d'essai longue durée permettra d'évaluer les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère, les conditions aux limites et le régime d'écoulement. Les résultats seront d'autant plus robustes que les interférences liées à d'autres pompages dans le même aquifère pourront être limitées et que l'essai se déroule en conditions hydrologiques stables (pas de recharge par les pluies, pas de variations significatives du niveau du Doubs). Parallèlement, l'analyse des données hydrogéochimiques apportera des informations sur la qualité de l'eau, son origine et sur les interactions entre les différents compartiments aquifères et de surface, ce qui permettra de préciser les modalités de recharge, la migration des contaminants et les échanges entre eaux souterraines et superficielles. Le modèle géologique 3D permettra de contextualiser les interprétations hydrogéologiques et de faire possiblement un lien avec des éléments géologiques structuraux (par ex. limites hydrauliques). En combinant ces éléments, le schéma conceptuel illustrera de manière synthétique le fonctionnement hydrogéologique du site et devrait constituer un outil opérationnel permettant une meilleure gestion de la ressource en eau pour GBM.

Le BRGM sera en charge de :

- l'élaboration du schéma conceptuel consolidé.

GBM sera en charge de :

- appuyer le BRGM dans ses interprétations sur la base de sa connaissance du contexte hydrogéologique local.

Résultats attendus :

Production d'un schéma conceptuel de fonctionnement de l'aquifère de Novillars avec note méthodologique associée.

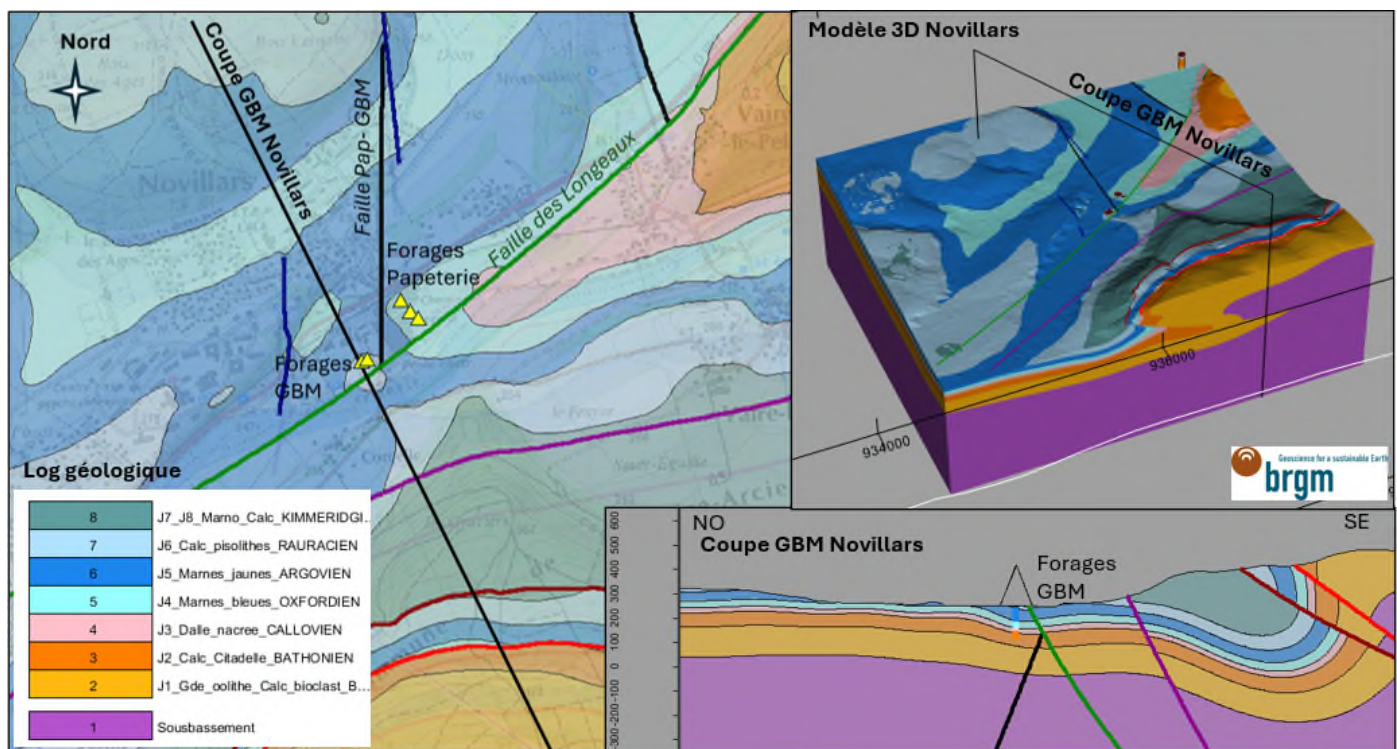


Figure 1- La coupe GBM-Novillars, orientée NO-SE, traverse les deux forages GBM-Novillars (indiqués par un triangle noir) situés près de la terminaison de deux failles (noire et verte), entraînant un rejet quasi nul. Sur la rive droite du Doubs, le modèle suggère la présence de quelques mètres de calcaires à pisolithes du Rauracien (Oxfordien), bien que cette information soit à considérer avec prudence en raison de l'absence de modélisation des alluvions. En dessous, se trouvent les marnes jaunes de l'Argovien, tandis qu'aucune donnée n'est disponible concernant la couverture alluvionnaire, qui n'a pas été incluse dans la modélisation.

3. Références bibliographiques

- Berthaut J., Goettmann T., Moreau C., 2017. Champ captant de la Ville de Besançon à Novillars (25). Evaluation de la pollution en Tétrachloroéthylène des captages de Novillars, utilisés en AEP par la Ville de Besançon. Focus sur le Tétrachloroéthylène.
- Charlier J.-B., Ladouche B., Vallet A., Idoux A., Allanic C., Bailly-Comte V., Benoît S., Le Mesnil M., Selles A. 2024. NUTRI-Karst – Echanges karst-rivière et fonctionnement hydrogéologique des aquifères du bassin de la Loue. Rapport final de la Tâche 2. BRGM/RP-73496-FR, 263 p.
- Maunier E., Villeneuve L., 2019. Etude sur le champ captant et les forages AEP de Novillars. Suivi de la chimie des eaux du karst profond pendant une année hydrogéologique et diagnostic de pollution en tétrachloroéthylène. Livrable 1 : Collecte des données existantes. Imageau, 07IMR805.
- Robbe N., 2021. Etude du karst profond de la vallée du Doubs. MST de Géologie Appliquée. Univ. de Franche-Comté

4. Pilotage

La mise en œuvre de cette convention de coopération entre le secteur public comprend 95 jours de travail par le BRGM et 60 jours par GBM.

4.1. Livrable

Un rapport final sera produit et livré en PDF comprenant :

- les analyses et traitements réalisés,
- une description de la méthodologie mise en œuvre,
- les résultats et leurs interprétations,
- un schéma conceptuel de fonctionnement hydrogéologique du karst de Novillars.

4.2. Réunion

Dans le cadre du projet, il est prévu de tenir deux réunions hybrides (visioconférence/présentiel) avec le comité de pilotage (COPIL) sur la totalité de la durée du projet.

Le COPIL sera constitué des différentes parties prenantes du projet (ses membres seront co-définis entre le BRGM et GBM).

Le descriptif technique reste la propriété des Parties et ne saurait être utilisé en dehors du cadre contractuel pour lequel il a été rédigé.

Ces réunions pourront correspondre aux échéances suivantes :

- **réunion 1** : réunion de lancement au démarrage de l'étude,
- **réunion 2** : réunion de restitution des résultats de l'étude.

En outre, des réunions de travail (principalement en visioconférence) seront régulièrement organisées par l'équipe technique du projet (BRGM & GBM) aux différentes étapes du projet :

1. présentation de la synthèse bibliographique et données existantes à l'initiative de GBM (Tâche 1),
2. réunion de préparation du modèle conceptuel préliminaire à l'initiative du BRGM (Tâche 1),
3. présentation du protocole finalisé à l'initiative du BRGM (Tâche 2),
4. présentation des résultats de l'essai à l'initiative de GBM (Tâche 3),
5. présentation des interprétations (Tâches 4 et 5).

4.3. Chronogramme prévisionnel

Le projet sera réalisé sur une durée d'environ 9 mois selon le chronogramme prévisionnel ci-dessous. Le démarrage est envisagé courant printemps 2026 afin de pouvoir débiter le pompage longue durée (Tâche 3) sur l'été en fonction des conditions hydrologiques les plus favorables.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Tâche 1 - Synthèse des données et des connaissances actuelles									
Tâche 2 - Rédaction d'un protocole pour la mise en œuvre d'un essai par pompage longue durée non influencé									
Tâche 3 - Déroulement du pompage d'essai longue durée									
Tâche 4 - Modélisation hydrodynamique du pompage d'essai longue durée									
Tâche 5 - Hydrogéochimie : paramètres à analyser, protocole d'échantillonnage et interprétation									
Tâche 6 - Schéma conceptuel consolidé du fonctionnement hydrogéologique et lien avec le modèle géologique 3D									

Annexe n°2 : Descriptif financier

Tâches	Montant
Tâche 1 - Synthèse des données et des connaissances actuelles	7 500 € HT
Tâche 2 - Rédaction d'un protocole pour la mise en œuvre d'un essai par pompage longue durée non influencé	8 000 € HT
Tâche 3 - Déroulement du pompage d'essai longue durée	6 000 € HT
Tâche 4 - Modélisation hydrodynamique du pompage d'essai longue durée	38 000 € HT
Tâche 5 - Hydrogéochimie : paramètres à analyser, protocole d'échantillonnage et interprétation	29 500 € HT
Tâche 6 - Schéma conceptuel consolidé du fonctionnement hydrogéologique et lien avec le modèle géologique 3D	28 500 € HT
<i>Le pilotage, les réunions et les échanges avec GBM sont compris dans les différentes tâches</i>	
Montant total HT en €	117 500 € HT
Part BRGM (20%)	23 500 € HT
Part GBM (80%)	94 000 € HT
TVA (20 %)	18 800 € HT
Montant TTC en €	112 800 € HT

ANNEXE 1 : DESCRIPTIF TECHNIQUE DE LA COOPERATION

1. Contexte

La ressource du karst profond est relativement étendue, avec une superficie de 93,30 km² et 37 communes traversées. 13 forages sont recensés sur cette ressource, dont 4 sont exploités et deux utilisés par l'industrie (dont un en secours).

Cette ressource dans les calcaires du jurassique moyen (Bajocien/Bathonien) est captée en profondeur. Cet aquifère est en charge sous les marnes bleues et marno-calcaires de l'Argovien. Il y a très peu d'information sur les caractéristiques de cet aquifère et notamment de son aire d'alimentation.

Plusieurs hypothèses sont émises :

- Alimentations primaires multiples via un transfert des eaux du karst libre en surface (faisceau des Avant-Monts, faisceau Bisontin) vers le karst profond sous couverture argileuse oxfordienne principalement localisé dans l'axe de la vallée du Doubs.

- Alimentations secondaires possibles via les nombreuses failles découpant les plateaux et les faisceaux.

L'aire d'alimentation de la ressource entière est probablement très vaste et encore non déterminée.

Cette ressource en eau est recensée comme une ressource stratégique (n° 95) de Grand Besançon. En effet, le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) du bassin Rhône Méditerranée a établi une liste de masses d'eau souterraines et aquifères désignés à fort enjeu pour la satisfaction des besoins en eau potable, recelant des ressources dites « stratégiques », lesquelles sont à préserver pour assurer dans les meilleures conditions l'alimentation en eau potable (AEP) actuelle et future des populations.

Ces ressources relèvent d'enjeux à l'échelle départementale ou régionale et peuvent correspondre à des ressources :

- Soit déjà fortement sollicitées et dont l'altération poserait des problèmes pour les importantes populations qui en dépendent ;
- Soit faiblement sollicitées actuellement mais à forte potentialité et préservées du fait de leur faible vulnérabilité naturelle ou de l'absence de pression humaine et à conserver en l'état pour la satisfaction des besoins futurs à moyen et long terme.

1.1. Objectifs opérationnels

Les attentes de Grand Besançon Métropole (GBM) d'un point de vue opérationnel sont de :

- Caractériser la quantité disponible de la ressource ;
- Simuler le débit d'exploitation maximal ;
- Diagnostiquer les types de régime d'écoulement dans l'aquifère ;
- Croiser le fonctionnement hydraulique de l'aquifère avec la modélisation géologique réalisé par le BRGM ;
- Consolider le schéma conceptuel de l'aquifère sur la base des interprétations hydrodynamiques et hydrogéochimiques ;
- Perspectives sur la pérennité des prélèvements de la ressource pour différents usages (AEP, papeterie, GEMDOUBS) dans un contexte de changement climatique ;

- Vérifier la possible influence des eaux de surface sur la qualité de la ressource.

1.2. Verrous scientifiques et objectifs R&D

Ce projet va permettre de progresser dans la connaissance de l'aquifère sous couverture du Jurassique moyen capté pour différents usages (AEP, industriel). En particulier, le pompage d'essai longue durée apportera des informations sur le fonctionnement hydrodynamique de l'aquifère et le régime d'écoulement : conditions aux limites, drainance, rôle de drains perméables, etc.

Le suivi hydrogéochimique de l'essai complété de prélèvements de points d'eau souterraine et de surface dans le secteur d'étude informera sur l'alimentation de l'aquifère (recharge dans les zones d'affleurement en amont, drainance de la nappe d'accompagnement du Doubs, ...) et sur les temps de séjour de l'eau souterraine (outils de datation SF6, CFCs, gaz rares mis en œuvre).

Ces résultats combinés au modèle géologique 3D existant intégrant la zone d'étude (rapport BRGM RP-71937-FR, 2022) permettront de consolider un modèle conceptuel de l'aquifère et de proposer des perspectives en termes de pérennité de la ressource dans un contexte de changement climatique et de pression d'usage.

Le projet comprend une partie innovante notamment de modélisation mathématique de l'essai par pompage longue durée avec interférence d'un autre pompage (forage de la papeterie).

À la suite de ce projet, cet aquifère sous couverture pourra constituer un site expérimental d'intérêt régional pour la connaissance des aquifères karstiques sous couverture et les ressources en eau profondes d'intérêt stratégique sur le long terme.

2. Organisation

Le projet est une collaboration technique entre le BRGM et GBM. La répartition des activités est précisée tâche par tâche. Elle est également décrite succinctement ci-dessous :

Le BRGM sera en charge de :

- Rédiger un protocole pour le pompage d'essai longue durée ;
- Réaliser un appui technique lors de la phase de pompage ;
- Interpréter les données et les modéliser ;
- Proposer un schéma conceptuel consolidé de fonctionnement hydrogéologique.

GBM sera en charge de :

- Réaliser une synthèse des données existantes ;
- Contribuer au protocole expérimental sur la base de sa connaissance et son expertise du territoire, en particulier par rapport aux contraintes opérationnelles du secteur ;
- La mise en œuvre du pompage d'essai longue durée ;
- La mise en œuvre de la surveillance haute fréquence (débit – niveau – physico-chimie) ;
- La réalisation des prélèvements d'eau et des analyses hydrogéochimiques ;
- La mise en forme des données collectées au format d'échange proposé par le BRGM ;
- Appuyer les interprétations du BRGM par son expertise hydrogéologique du secteur.

A tout moment de l'essai, l'alimentation en eau potable aux usagés étant une priorité, GBM se réserve le droit de suspendre et/ou reporter l'essai en cas de problème technique.

3. Tâche 1 : Synthèse des données et des connaissances actuelles

Cette tâche sera essentiellement réalisée par GBM qui compilera les données et informations à sa disposition sous la forme d'une note technique (connaissance de la ressource, points de prélèvements et de suivi de niveaux piézométriques, rendu SIG des points de surveillance et de prélèvement, etc.). Cette note sera ensuite complétée par le BRGM avec des éléments additionnels qui pourraient être disponibles.

Une réunion sera organisée pour un échange entre GBM et BRGM afin de partager le contenu de la note et répondre à d'éventuelles questions.

GBM sera en charge de :

-préparer la note technique initiale sur la base de ses connaissances existantes et la présenter à l'équipe projet. Cette note comprendra en particulier :

- Une liste bibliographique avec une priorisation des éléments les plus structurants.
- Une cartographie au format SIG des forages existants, des pompages, des points de suivi piézométrique, des points de prélèvement possibles, ...
- Une description détaillée des points d'eau (forages, puits, sources) : coupes techniques des forages, diagraphies des forages, résumé des données quantitatives et qualitatives existantes, photos, etc.
- Une proposition des points à suivre (quantité et qualité) pour le pompage d'essai longue durée.

Le BRGM sera en charge de :

- compléter la note avec des éléments additionnels
- apporter son expertise sur la compréhension du fonctionnement hydrogéologique en vue du dimensionnement du protocole

Résultats attendus :

Note technique synthétisant la bibliographie et les données existantes et éléments cartographiques sous format SIG.

4. Tâche 2 : Rédaction d'un protocole pour la mise en œuvre d'un essai par pompage longue durée non influencé

La rédaction d'un protocole pour la mise en œuvre du pompage d'essai longue durée non influencé sera réalisé par le BRGM en concertation avec GBM. Un suivi approfondi de l'hydrogéochimie des eaux est envisagé, en complément des suivis standards des niveaux et des débits.

Ce protocole devra tenir compte des contraintes spécifiques au site, qu'elles soient naturelles (comportement de l'aquifère testé) ou opérationnelles (contrainte d'exploitation, débit d'exploitation souhaité, influence de pompages voisins (papeterie)...). Il est important que l'essai puisse être réalisé en période d'étiage estival afin d'obtenir des résultats en conditions hydrologiques stables. En effet, les études précédentes¹ ont montré durant les essais la forte incidence sur les niveaux induite par le forage exploité de la Papeterie et la forte influence du débit (niveau) du Doubs. Si l'influence des pompages par le forage de la Papeterie peut être prise en compte par la modélisation, il n'en est pas de même pour le débit du Doubs. Il est donc important de pouvoir réaliser cet essai durant une période suffisamment longue pendant laquelle le niveau du Doubs ne change pas.

Ce protocole comprendra la détermination des caractéristiques de l'essai à réaliser (débit et durée), la définition des paramètres clés à surveiller, la fréquence de suivi et la sélection de sites de surveillance, incluant des points situés à proximité du pompage ainsi que des zones de référence éloignées.

¹ SondAlp-Hydroforage (2024) Réalisation du forage d'exploitation F4 Novillars (25), Dossier des Ouvrages Exécutés C24071 rapport Version 1 / Novembre 2024. 17p.

IdéesEaux (2024) Création du nouveau forage F4 - Novillars (25), Déc.2024, note technique, JB- J2223048102 p.

En outre, le protocole comprendra les instructions pour la mise en forme des données par GBM (le format d'échange de données sera défini précisément).

Ce protocole s'appuiera également sur les connaissances et l'expertise de GBM sur le secteur. Afin de garantir la robustesse des interprétations, il sera important de limiter au maximum les interférences hydrauliques liées à la présence d'autres pompages dans le même aquifère et l'influence du Doubs (+pluies), c'est-à-dire d'avoir des conditions hydrodynamiques s'approchant d'un régime permanent.

Le BRGM sera en charge de :

- élaborer le protocole de mise en œuvre du pompage d'essai.

GBM sera en charge de :

- émettre un avis technique sur le protocole proposé, en particulier sur les contraintes opérationnelles liées au site (arrêt des forages, accessibilité pour la mesure, etc.).

Résultats attendus :

Rédaction d'un protocole en collaboration avec GBM pour la mise en œuvre d'un pompage d'essai longue durée non influencé.

Tâche 3 : Déroulement du pompage d'essai longue durée

GBM s'occupera intégralement de l'organisation du pompage d'essai longue durée : phase préparatoire avec mise en place des mesures, suivi des opérations avec contrôle des mesures et prélèvements, remontée de toutes difficultés opérationnelles en cours d'essai au BRGM. A la fin de l'essai, GBM fournira les données au format défini en Tâche 2.

La durée du pompage d'essai sera de 2-3 mois. Afin d'obtenir les résultats les plus pertinents possibles pour l'interprétation, la période de pompage minimale (2-3 semaines) devra correspondre à une situation hydrologique non influencée (pas de recharge significative, pas de variations notables du niveau du Doubs, limitation des pompages à proximité dans le même aquifère et éviter des variations de débit significatives sur les pompages ne pouvant être arrêtés). Dans tous les cas le monitoring sera maintenu sur toute la période de l'essai y compris les prélèvements pour l'hydrogéochimie.

Le BRGM assurera une assistance technique (téléphone, visio, email) auprès de GBM pendant toute la période de pompage selon la disponibilité des agents du BRGM car aucun système d'astreinte ne sera mis en place. Cette assistance sera limitée à 5 jours de temps d'expert.

GBM sera en charge de :

- la mise en œuvre du pompage d'essai sur la base du protocole défini en Tâche 2 (logistique, suivis, etc.).
- la transmission des données acquises (débits, niveaux piézométriques, physico-chimie, résultats d'analyses) au BRGM selon format défini en Tâche 2.

Le BRGM sera en charge de :

- l'assistance technique auprès de GBM pendant la période de pompage.

Résultats attendus :

Compte rendu de l'opération de pompage y compris données au format défini en Tâche 2.

5. Tâche 4 : Modélisation hydrodynamique du pompage d'essai longue durée

Sur la partie de l'essai non influencée par les pluies et/ou le Doubs (minimum de 2 à 3 semaines), un diagnostic de l'essai² sera réalisé à partir des données de niveaux et de débit mesurés. Néanmoins, la réalisation d'un diagnostic de qualité pourrait être limité par la perturbation journalière liée au pompage sur l'ouvrage voisin de la Papeterie. Si le diagnostic est pertinent, il permettra d'identifier :

- Les relations entre l'aquifère et l'environnement proche du puits : captage partiel de l'ouvrage, interception d'un drain karstique, d'une fracture perméable...,
- Les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère : transmissivité, emmagasinement,
- Les éventuelles limites de l'aquifère (étanche, alimentée) et/ou des effets de drainance provenant des formations aquifères voisines, impact d'un cours d'eau, etc.

Ce diagnostic permettra d'identifier le schéma de fonctionnement hydrodynamique de l'aquifère et sera confronté aux autres informations disponibles (géologie, géochimie, etc.). Une fois le schéma validé, le modèle mathématique le plus approprié sera choisi pour modéliser l'essai, soit la période non influencée par les pluies et/ou le Doubs. Si le diagnostic de l'essai n'est pas suffisamment précis ou possible (par ex. à cause des perturbations liées aux pompages sur le forage de la Papeterie), on choisira le ou les modèle(s) mathématique(s) le plus pertinent au regard des informations conceptuelles disponibles. Si nécessaire un nouveau modèle pourra être adapté.

Comme mentionné précédemment et si nécessaire, le modèle tâchera de prendre en compte l'impact du pompage de la Papeterie. Pour cela, les informations de pompage sur cet ouvrage seront nécessaires (suivis des niveaux et du débit sur cet ouvrage). Il sera donc nécessaire de construire un modèle de type multi-puits à partir de la/les solution(s) mathématique(s) identifiées. Les modélisations concerneront le forage pompé (F4), le forage de la Papeterie et les autres ouvrages suivis lors de la réalisation de l'essai. Ceux-ci restent à définir en fonction des suivis disponibles, il s'agit de F2, F3, du suivi de la nappe des alluvions (nappe d'accompagnement du Doubs) si possible un en amont hydraulique très proche du Doubs (PZ1, PZ2 ?), du forage Sped'EAU, et d'autres points de surveillance jugés pertinents par GBM (p.ex. forage de la Montoillotte, Amagney).

En parallèle de ces suivis, et pour assurer la bonne interprétation de l'essai, il sera nécessaire de disposer des suivis pluviométriques (station la plus proche du site) et des débits du Doubs (station la plus proche du site) durant la période concomitante à l'essai.

L'interprétation sera compliquée par la présence d'autres pompages (notamment forages GBM AEP et Papeterie) dans le même aquifère. Lors de la réalisation de l'essai (Tâche 3), tout devra être mis en œuvre pour minimiser l'impact de ces pompages en limitant leur débit, en maintenant leur débit le plus stable possible et en mesurant précisément les débits et niveaux dans ces ouvrages.

Le BRGM sera en charge de :

- l'interprétation du pompage d'essai.

GBM sera en charge de :

- appuyer le BRGM dans ses interprétations sur la base de sa connaissance du contexte hydrogéologique local.

Résultats attendus :

² Voir par exemple : <https://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-72426-FR.pdf>

Amélioration de la compréhension de la structure de l'aquifère et de ses relations avec les autres compartiments aquifères, voir des eaux de surface, évaluation de l'incidence du forage de la Papeterie sur le forage F4, évaluation du débit maximum d'exploitation du forage F4.

6. Tâche 5 : Interprétation hydrogéochimique

La question de l'origine des eaux pompées par les ouvrages du champ captant de Novillars est toujours en débat. Récemment dans le cadre du projet Nutrikarst (Charlier et al. 2024), l'étude a permis de montrer que l'eau de l'aquifère karstique prélevée dans l'aquifère du Jurassique moyen (Dogger) sous couverture marneuse Oxfordienne apparaît appauvrie en isotopes lourds ($\delta^{18}\text{O} = -8.6 \text{ ‰}$) par rapport aux signatures de recharge de l'impluvium supposé situé au nord d'Amagney (« Bois de Sassy ») qui ne dépasse pas 510 m d'altitude. Des études précédentes (Robbe, 2001 ; Maunier et Villeneuve, 2019) ont également mis en évidence des signatures appauvries en isotope lourds ($\delta^{18}\text{O} = -9 \text{ ‰}$ en 2001 ; $\delta^{18}\text{O} = -8.4 \text{ ‰}$ en 2019) pour les eaux du karst sous couverture située dans le secteur de Novillars, ces signatures suggèrent une altitude moyenne de recharge élevée (supérieure à 700 m $\pm$ 200 m). Dans ce contexte géochimique, on ne peut pas invoquer un problème de représentativité des résultats mais plutôt chercher une explication hydrogéologique. A l'est de Novillars, le Doubs est en contact direct avec les calcaires aquifères du Jurassique moyen. Le contexte structural complexe caractérisé par la présence de nombreuses failles qui recoupent le Doubs favorise l'existence de potentiels drains importants (Berthaut et al, 2017). Dans l'étude Nutrikarst, la signature isotopique du Doubs à Mathay a été caractérisée en basses et moyennes eaux (respectivement : -8.6 ‰ en septembre 2022, -8.8 ‰ en novembre 2020). Les valeurs mesurées dans le Doubs en amont des zones de pertes présumées sont appauvries en isotopes lourds (du fait des apports des parties situées en altitude du bassin versant du Doubs) et peuvent expliquer les valeurs mesurées dans le karst sous couverture de Novillars. Dans ce contexte, l'hypothèse d'une connexion hydraulique importante entre les eaux de surface et les eaux du karst serait à privilégier pour expliquer les signatures mesurées. Par ailleurs, les datations réalisées à partir des gaz dissous (CFC/SF6) indiquent que l'âge apparent des eaux serait de l'ordre de 12 ± 3 ans à 19 ± 4 ans selon les résultats des modèles géochimiques. La question de l'évolution des contributions relatives de la composante liée à la recharge par les pluies (sur l'impluvium au nord d'Amagney) et de l'alimentation du réservoir par les eaux du Doubs (à l'est de Novillars) lors d'un pompage est posée.

Pour répondre à ces questionnements, des investigations géochimiques complémentaires seront réalisées (analyses éléments majeurs, silice, COD, éléments traces et terres rares, isotopes de la molécule d'eau (d^{18}O , d^2H) et du strontium $87\text{Sr}/86\text{Sr}$, datation par les CFC/SF6) au travers d'une campagne spatiale d'échantillonnage et de suivis au cours du pompage d'essai sur le forage F4.

La campagne spatiale d'échantillonnage des eaux souterraines du secteur d'étude sera réalisée afin de replacer/caractériser les signatures géochimiques des eaux des forages de Novillars dans le contexte géochimique et isotopique local. La campagne sera réalisée en basses eaux dans les jours qui précéderont le test de pompage sur le forage F4. Les ouvrages qui pourraient être prélevés pourront être les suivants (liste prévisionnelle modifiable à confirmer lors de l'exécution des tâches 1 & 2) :

Sur la commune de Novillars :

- o Champ captant de Novillars : forages F2 (BSS003ZBHU), F3 (BSS003ZBOS) et F4 (BSSBSS004LUYM)
- o Forages PA (05031X00028) et PB (BSS...) de la papeterie,
- o SPD'EAU (05031X0037)

Forage de Montoillotte (05031X0060) sur la commune de Vaire-le-Petit,

Forage de Thise (F1 ou F2 ou F3) (05024X0055, 05024X0054, 05024X0056) sur la commune de Thise,

Ce document reste la propriété du BRGM et ne saurait être communiqué à un tiers ou utilisé sans accord préalable et formel du BRGM

Piézomètre de Pré-Lavel (suivi quantitatif BRGM, 05031X0072/F1) sur la commune d'Amagney

Le Doubs en amont du champ captant à l'est de Novillars

Cette campagne d'échantillonnage avant pompage correspondra à une dizaine d'échantillons.

Programme prévisionnel des échantillonnages pour analyses géochimique lors du test de pompage : (T0=début du pompage)

T0+2h, T0+24h, T0+48h, T0+72h, T0+7jours, T0+14 jours puis 1 échantillon par semaine pendant la durée du pompage + un dernier échantillon à la fin du pompage (3 mois).

Ce programme de prélèvements sur le forage pompé correspondra à une quinzaine échantillons.

Les paramètres hydrogéochimiques qui seront suivis/analysés au niveau du forage pompé et également sur les points d'eau prélevés à proximité avant pompage sont les suivants :

- physico-chimie (mesures in situ)
- ions majeurs, Silice et éléments traces
- COD (carbone organique dissous)
- terres rares avec intérêt particulier pour le Gadolinium
- isotopes stables de la molécule d'eau
- isotopes du Strontium
- gaz rares (Ar, Ne, N₂, He)
- SF₆ et CFCs
- Tétrachloroéthylène + Screening phytosanitaires (uniquement sur forage pompé)

Budget analyses (à titre d'information pour fixer un ordre de grandeur sur la base des prix pratiqués par le BRGM)

Analyses	Prix unitaire en Euros (€)
Analyse des éléments traces métalliques par ICP/MS sur échantillon filtré ICP-MS	105
Analyse des cations par ICP/AES ICP/AES	96
Analyse de l'alcalinité (carbonates, hydrogénocarbonates) POTENTIOMETRIE ES	17
Analyse des anions par chromatographie ionique CHROMATOGRAPHIE IONIQUE	66
Terres rares sur eau ICP-MS	224
Carbone Organique Dissous (COD)	65
Analyse isotopique 2H/1H de l'eau IRMS	99
analyse isotopique 18O/16O de l'eau IRMS	46
Rapport isotopique du Strontium dans les eaux	435
Datation CFC/SF6 Ar/N2	495

L'interprétation des résultats des analyses hydrogéochimiques permettront d'apporter des éléments sur la structure de l'aquifère à confronter avec les résultats de la Tâche 3 (conditions aux limites, recharge), sur les modalités de recharge (directe par la pluie, drainance de la nappe alluviale, eau de surface) et sur les temps de résidence de l'eau souterraine.

Le BRGM sera en charge de :

- l'interprétation des données hydrogéochimiques.

GBM sera en charge de :

- appuyer le BRGM dans ses interprétations sur la base de sa connaissance du contexte hydrogéologique local.

Résultats attendus :

Informations sur l'alimentation de l'aquifère du Jurassique moyen (modalités de recharge, potentiel drainance des alluvions) et sur les temps de résidence de l'aquifère.

7. Tâche 6 : Schéma conceptuel consolidé du fonctionnement hydrogéologique et lien avec le modèle géologique 3D

La réalisation d'un schéma conceptuel du fonctionnement hydrogéologique reposera sur une intégration des résultats issus des différentes approches utilisées : modélisation du pompage d'essai, interprétation des données hydrogéochimiques et du modèle géologique 3D. L'interprétation du pompage d'essai longue durée permettra d'évaluer les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère, les conditions aux limites et le régime d'écoulement. Les résultats seront d'autant plus robustes que les interférences liées à d'autres pompages dans le même aquifère pourront être limitées et que l'essai se déroule en conditions hydrologiques stables (pas de recharge par les pluies, pas de variations significatives du niveau du Doubs). Parallèlement, l'analyse des données hydrogéochimiques apportera des informations sur la qualité de l'eau, son origine et sur les interactions entre les différents compartiments aquifères et de surface, ce qui permettra de préciser les modalités de recharge, la migration des contaminants et les échanges entre eaux souterraines et superficielles. Le modèle géologique

Ce document reste la propriété du BRGM et ne saurait être communiqué à un tiers ou utilisé sans accord préalable et formel du BRGM

3D permettra de contextualiser les interprétations hydrogéologiques et de faire possiblement un lien avec des éléments géologiques structuraux (par ex. limites hydrauliques). En combinant ces éléments, le schéma conceptuel illustrera de manière synthétique le fonctionnement hydrogéologique du site et devrait constituer un outil opérationnel permettant une meilleure gestion de la ressource en eau pour GBM.

Le BRGM sera en charge de :

- l'élaboration du schéma conceptuel consolidé.

GBM sera en charge de :

- appuyer le BRGM dans ses interprétations sur la base de sa connaissance du contexte hydrogéologique local.

Résultats attendus :

Production d'un schéma conceptuel de fonctionnement de l'aquifère de Novillars avec note méthodologique associée.

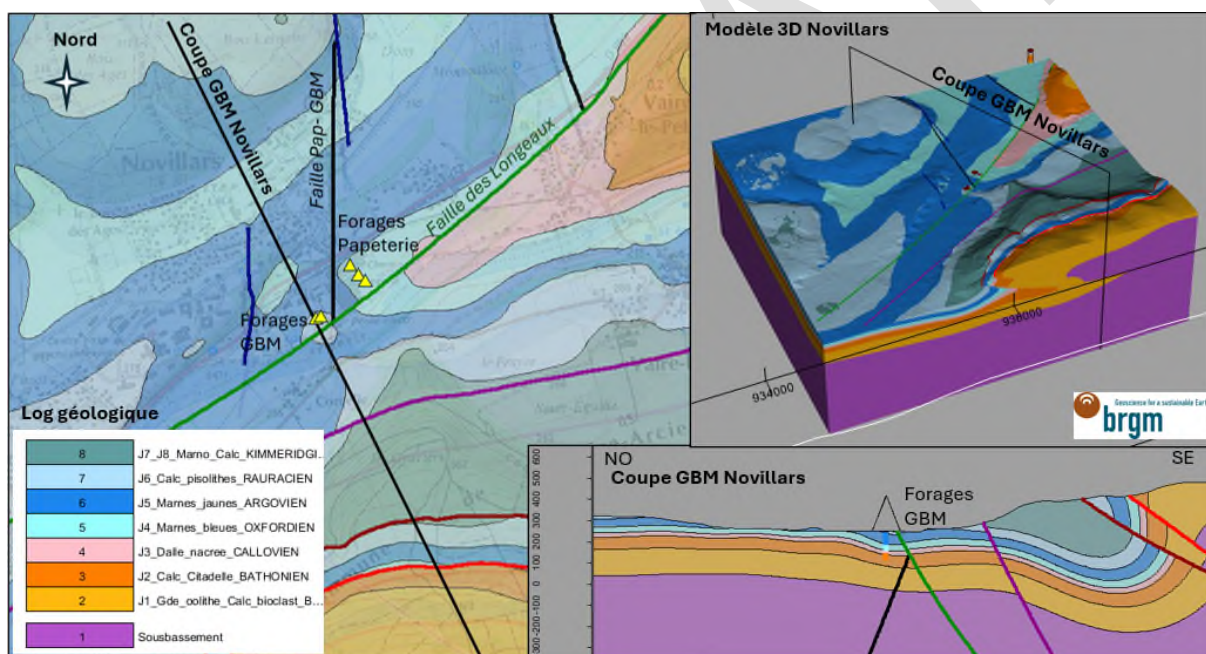


Figure 1- La coupe GBM-Novillars, orientée NW-SE, traverse les deux forages GBM-Novillars (indiqués par un triangle noir) situés près de la terminaison de deux failles (noire et verte), entraînant un rejet quasi nul. Sur la rive droite du Doubs, le modèle suggère la présence de quelques mètres de calcaires à pisolithes du Rauracien (Oxfordien), bien que cette information soit à considérer avec prudence en raison de l'absence de modélisation des alluvions. En dessous, se trouvent les marnes jaunes de l'Argovien, tandis qu'aucune donnée n'est disponible concernant la couverture alluvionnaire, qui n'a pas été incluse dans la modélisation.

8. Références bibliographiques

Berthaut J., Goettmann T., Moreau C., 2017. Champ captant de la Ville de Besançon à Novillars (25). Evaluation de la pollution en Tétrachloroéthylène des captages de Novillars, utilisés en AEP par la Ville de Besançon. Focus sur le Tétrachloroéthylène.

Charlier J.-B., Ladouche B., Vallet A., Idoux A., Allanic C., Bailly-Comte V., Benoît S., Le Mesnil M., Selles A. 2024. NUTRI-Karst – Echanges karst-rivière et fonctionnement hydrogéologique des aquifères du bassin de la Loue. Rapport final de la Tâche 2. BRGM/RP-73496-FR, 263 p.

Maunier E., Villeneuve L., 2019. Etude sur le champ captant et les forages AEP de Novillars. Suivi de la chimie des eaux du karst profond pendant une année hydrogéologique et diagnostic de pollution en tétrachloroéthylène. Livrable 1 : Collecte des données existantes. Imageau, 07IMR805.

Robbe N., 2021. Etude du karst profond de la vallée du Doubs. MST de Géologie Appliquée. Univ. de Franche-Comté

9. Pilotage

La mise en œuvre de cette convention de coopération entre le secteur public comprend 95 jours de travail par le BRGM et 60 jours par GBM.

9.1. Livrable

Un rapport final sera produit et livré en pdf comprenant :

- Les analyses et traitements réalisés
- Une description de la méthodologie mise en œuvre
- Les résultats et leurs interprétations
- Un schéma conceptuel de fonctionnement hydrogéologique du karst de Novillars

9.2. Réunion

Dans le cadre du projet, il est prévu de tenir deux réunions hybrides (visio/présentiel) avec le comité de pilotage (COPIL) sur la totalité de la durée du projet.

Le COPIL sera constitué des différentes parties prenantes du projet (ses membres seront co-définis entre GBM & BRGM).

Ces réunions pourront correspondre aux échéances suivantes :

- **Réunion 1** : Réunion de lancement au démarrage de l'étude
- **Réunion 2** : Réunion de restitution des résultats de l'étude

En outre des réunions de travail (principalement en visio) seront régulièrement organisées par l'équipe technique du projet (BRGM & GBM) aux différentes étapes du projet :

1. Présentation de la synthèse bibliographique et données existantes à l'initiative de GBM (Tâche 1)
2. Réunion de préparation du modèle conceptuel préliminaire à l'initiative du BRGM (Tâche 1)
3. Présentation du protocole finalisé à l'initiative du BRGM (Tâche 2)
4. Présentation des résultats de l'essai à l'initiative de GBM (Tâche 3)
5. Présentation des interprétations (Tâches 4 et 5)

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
T1 : synthèse des données									
T2 : protocole pompage d'essai									
T3 : réalisation du pompage									
T4 : modélisation hydrodynamique									
T5 : interprétation hydrogéochimique									
T6 : schéma conceptuel de l'aquifère									

Annexe A2 : Annexe financière

<i>Tâches</i>	<i>Montant (€ HT)</i>
Tâche 1 : Synthèse des données	7 500
Tâche 2 : Rédaction d'un protocole pour la mise en œuvre d'un essai par pompage longue durée non influencé	8 000
Tâche 3 : Assistance technique pompage longue durée	6 000
Tâche 4 : Modélisation hydrodynamique du pompage longue durée	38 000
Tâche 5 : Interprétation hydrogéochimique	29 500
Tâche 6 : Schéma conceptuel consolidé	28 500
<i>Le pilotage, les réunions et les échanges avec GBM sont compris dans les différentes tâches</i>	
Montant total HT en €	117 500
Part BRGM (20%)	23 500
Part GBM (80%)	94 000
TVA (20 %)	18 800
Montant TTC en €	112 800