REÇU EN PREFECTURE
Le 16 novembre 2026
VIA DOTELEC TÉLÉTRANSMISSION
025-242500361-20261105-D2026003070-DE

Grand Besançon Métropole

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE - DÉPARTEMENT DU DOUBS

Publié le : 16/11/2026

Conseil de Communauté

Séance du jeudi 5 novembre 2026

Membres du Conseil Communautaire en exercice : 122

Le Conseil de Communauté, convoqué le 29 octobre 2026, s'est réuni Salle des conférences de la CCIT du Doubs 46 avenue Villarceau à Besançon, sous la présidence de M. Ludovic FAGAUT, Président 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

La séance est ouverte à 17h03 et levée à 19h15

Etaient présents : **Amagney :** M. Thomas JAVAUX, **Avanne-Aveney :** Mme Marie-Jeanne BERNABEU, **Besançon :** M. Mohamed AIT-ALI, M. Guillaume BAILLY (à compter de la question n°21), Mme Isabelle BORDAT, Mme Nathalie BOUVET, M. Patrick BOUZAT, M. Jimmy BRESILLION, M. Bruno CAIRE, Mme Aline CHASSAGNE, M. Laurent CROIZIER (à compter de la question n°9), M. Clément DARCQ (à compter de la question n°11), M. Franck DEFRASNE, Mme Marie-Line EGRON, M. Ludovic FAGAUT, Mme Anne FALGA, Mme Lydie FRANCART, M. Didier GENDRAUD (à compter de la question n°14), M. Abdel GHEZALI, Mme Laura GINIOT, Mme Marie GRUILLOT, Mme Leïla HANNOUNI, Mme Emmanuelle HUOT CUSENIER, M. Patrick JACQUES, M. Jérémy JEANVOINE, Mme Véronique JELSCH, Mme Myriam LEMERCIER (jusqu'à la question n°20 incluse), M. Jean-Sébastien LEUBA, Mme Madeleine LHOMME (à compter de la question n°16), Mme Hélène MAGNIN-FEYSOT, M. Martin MELLION, Mme Emmanuelle MEUNIER, M. Frank MONNEUR, Mme Manon MONNIER, Mme Laurence MULOT CESARI, M. Pascal ORLANDI, Mme Sophie PESEUX, M. Anthony POULIN, M. Djilalli SAHLAOUI, Mme Anne-Rachel SCHERTZ, M. Fabrice TAILLARD, M. Kévin VEJUX, Mme Séverine VÉZIÈS (à compter de la question n°11), Mme Anne VIGNOT, Mme Christine WERTHE **Beure :** M. Bruno LIND, **Bonnay :** M. Pascal DIMANCHE représenté par M. Gérard BAULIEU, **Boussières :** M. Eloy JARAMAGO, **Braillans :** M. Thierry NONNOTTE (à compter de la question n°9), **Busy :** M. Philippe SIMONIN, **Byans-Sur-Doubs :** M. Didier PAINEAU, **Chalèze :** M. René BLAISON, **Chalezeule :** M. Hervé GROULT représenté par Mme Aurélie TOUVREY-TOURNIER , **Champagney :** M. Olivier LEGAIN, **Champvans-Les-Moulins :** M. Florent BAILLY, **Châtillon-Le-Duc :** M. Martial DEVAUX, **Chaucenne :** M. Etienne PELLEGRINI, **Chemaudin et Vaux :** M. Serge MINORET, **Chevroz :** M. Franck BERNARD, **Cussey-Sur-L'Ognon :** Jean-François MENESTRIER (à compter de la question n°2), **Dannemarie-Sur-Crête :** M. Sébastien PERRIN (à compter de la question n°2), **Devecey :** M. Gérard MONNIEN représenté par Mme Caroline BRUN, **Ecole-Valentin :** M. Kadir YILDIRIM, **Franois :** M. Emile BOURGEOIS, **Geneuille :** M. Denis PERIN, **Gennes :** M. Jean-Michel LHOMMEE, **Grandfontaine :** M. Henri BERMOND, **Larnod :** M. Jean-Philippe DEVEVEY, **Les Auxons :** M. Anthony NAPPEZ, **Mamirolle :** M. Jean-Philippe REGENNASS (à compter de la question n°9), **Mazerolles-Le-Salin :** M. Philippe DOLEJAL, **Montfaucon :** M. Laurent JEUNET, **Montferrand-Le-Château :** Mme Lucie BERNARD (à compter de la question n°2), **Morre :** M. Hervé PONT, **Nancray :** M. Charles PERRIGOT (à compter de la question n°2), **Novillars :** M. Lionel PHILIPPE, **Osselle-Routelle :** Mme Anne OLSZAK, **Palise :** M. Christian DAVID, **Pelousey :** Mme Catherine BARTHELET, **Pirey :** M. Patrick AYACHE, **Pouilley-Français :** M. Stéphane RAMELET, **Pouilley-Les-Vignes :** M. Jean-Marc BOUSSET, **Pugey :** M. Frank LAIDIE, **Roche-Lez-Beaupré :** M. Jacques KRIEGER, **Roset-Fluans :** M. Jacques ADRIANSEN, **Saint-Vit :** Mme Anne BIHR, **Saint-Vit :** M. Pascal ROUTHIER, **Saône :** M. Lylian CALVAT, **Tallenay :** M. Ludovic BARBAROSSA, **Thise :** M. Pascal DERIOT, **Torpes :** Mme Julie GIRARD, **Velesmes-Essarts :** M. Jean-Marc JOUFFROY, **Vieilley :** M. Damien LIARD, **Villars-Saint-Georges :** M. Damien AUBERT **Vorges-Les-Pins :** M. Georges POITREY

Etaient absents : **Audeux :** M. Michel VIENET, **Besançon :** M. Hasni ALEM, Mme Estelle CAMARA, M. Serge COUËSMES, M. Jérôme CUPILLARD, M. Pierre-Charles HENRY, Mme Eléonore METZGER, M. Jean-Pascal REYES, Mme Flora SIMONIN, Mme Esther SZWARC, Mme Frédérique THOMAS-MAURIN, M. Patrick VERDIER, Mme Sylvie WANLIN, **Champoux :** M. Romain VIENET, **Deluz :** Mme Liliane JOURNOT, **Fontain :** M. Marc GIRARDOT, **La Chevillotte :** M. Jean-Luc BARBIER, **La Vèze :** Mme Céline TRONCIN VERGEY, **Marchaux-Chaudefontaine :** M. Patrick CORNE, **Merey-Vieilley :** M. Philippe PERNOT, **Miserey-Salines :** M. Marcel FELT, **Noironte :** M. Philippe GUILLAUME, **Rancenay :** Mme Catherine BECKER,

Serre-Les-Sapins : Mme Valérie BRIOT, **Thoraise :** M. Jean-Paul MICHAUD, **Vaire :** Mme Valérie MAILLARD **Venise :** M. Charles POMMEY,

Secrétaire de séance : Mme Anne FALGA

Procurations de vote : Audeux : M. Michel VIENET à M. Jean-Marc BOUSSET, **Besançon :** M. Guillaume BAILLY à Mme Isabelle BORDAT (jusqu'à la question n°20 incluse), Mme Estelle CAMARA à M. Patrick JACQUES, M. Serge COUËSMES à M. Mohamed AIT-ALI, M. Jérôme CUPILLARD à M. Bruno CAIRE, M. Clément DARCQ à M. FAGAUT (jusqu'à la question n°10 incluse), M. Didier GENDRAUD à Mme Marie GRUILLOT (jusqu'à la question n°13 incluse), M. Pierre-Charles HENRY à M. Anthony NAPPEZ, Mme Myriam LEMERCIER à Mme Sophie PESEUX (à compter de la question n° 21), Mme Madeleine LHOMME à M. Franck DEFRASNE (jusqu'à la question n°15 incluse), M. Jean-Pascal REYES à M. Patrick BOUZAT, Mme Flora SIMONIN à Mme Marie-Line EGRON, Mme Esther SZWARC à M. Djilalli SAHLAOUI, Mme Frédérique THOMAS-MAURIN à Mme Anne-Rachel SCHERTZ, M. Patrick VERDIER à Mme Anne FALGA, Mme Séverine VÉZIÈS à M. Martin MELLION (jusqu'à la question n°10 incluse), Mme Sylvie WANLIN à M. Jean-Sébastien LEUBA, **Dannemarie-Sur-Crête :** M. Sébastien PERRIN à M. Serge MINORET (jusqu'à la question n°1 incluse), **La Vèze :** Mme Céline TRONCIN VERGEY à M. Laurent JEUNET, **Mamirolle :** M. Jean-Philippe REGENNASS à Mme Catherine BARTHELET (jusqu'à la question n°8 incluse), **Miserey-Salines :** M. Marcel FELT à Mme Christine WERTHE, **Rancenay :** Mme Catherine BECKER à M. Eloy JARAMAGO, **Serre-Les-Sapins :** Mme Valérie BRIOT à M. Emile BOURGEOIS, **Thoraise :** M. Jean-Paul MICHAUD à Mme Marie-jeanne BERNABEU, **Vaire :** Mme Valérie MAILLARD à M. Fabrice TAILLARD

Délibération n°2026/2026.00306
Rapport n°14 - Conventions dans le cadre du partenariat stratégique entre GBM et l'Université Marie et Louis Pasteur pour une gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire

14
Conventions dans le cadre du partenariat stratégique entre GBM et l'Université Marie et Louis Pasteur pour une gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire

Rapporteur : M. Laurent JEUNET, Vice-Président

	Date	Avis
Commission n°8	27/10/2026	Favorable
Bureau	22/10/2026	Favorable

Inscription budgétaire	
BP 2027 et PPIF 2027-2031 « Eau - Etudes/Logiciels » « Assainissement - Etudes/Logiciels »	Montant à prévoir au budget 2027 ou aux suivants : Montants des opérations : Budget Eau : 110 777,64 €HT Budget Assainissement : 214 828,24 €HT

Résumé :
Faisant suite à la convention cadre de partenariat stratégique signée entre GBM et l'Université Marie et Louis Pasteur (UMLP), cinq conventions spécifiques en sont issues pour lesquelles le Département Eau et Assainissement participe tantôt techniquement, tantôt financièrement, tantôt les deux. L'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse participe financièrement à l'un des projets.

Au Conseil de Communauté du 26 juin 2025 était votée la convention cadre de partenariat stratégique entre GBM et l'UMLP pour une gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire. GBM y est représenté par sa Direction Économie, Innovation et Territoire et le Département de l'Eau et de l'Assainissement. S'en est suivi un appel à manifestation d'intérêt en lien avec une gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire. Cinq des projets proposés ont été retenus lors du COPIL du 12 décembre 2025. Participaient à ce COPIL, les deux signataires de la convention, l'ARS, l'ADEME, le Conseil Régional de Bourgogne Franche-Comté, l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse. Ces cinq projets ont depuis dû être complétés et précisés techniquement, et leurs financements arrêtés.

Les projets sont les suivants :

- GOOFI : Groundwater Observations through Optic Fiber Instrumentation. Le projet a pour objectif d'utiliser les fibres optiques pour mesurer les vitesses d'écoulements dans des milieux aquifères hétérogènes. L'expérimentation est réalisée sur le site de Port-Douvot pour une durée de 120 mois. Et le projet est intégralement financé par l'UMLP.

- TRANSKARST : Transdisciplinary Research on Karst. L'hydrosystème d'Arcier fait l'objet d'une collaboration entre les services de GBM et l'UMLP depuis 2019. Le projet consiste en la consolidation et l'amélioration des connaissances déjà acquises. Va être installer un télescope à muons dans la source d'Arcier afin de réaliser l'équivalent d'une radiographie du karst. Le projet dure 120 mois et est intégralement financé par l'UMLP.

- CATAMI : Catalyseurs supportés innovants à base d'atomes métalliques isolés pour la dégradation de polluants organiques de l'eau. L'objectif de ce projet est de parvenir à la dégradation complète, par oxydation totale, de molécules d'intérêt telles que les PFAS ou les perturbateurs endocriniens, des polluants réfractaires encore présents dans les milieux aqueux. Le but est de transformer ces composés en produits inoffensifs, principalement de l'eau et du dioxyde de carbone. Le projet dure 30 mois et son coût global de 202 070,09 € HT est financé à hauteur de 161 656,07 € HT par le DEA pour moitié sur son budget Assainissement, pour moitié pour son budget Eau.

- CARMA : Caractérisation microbiologique et résistance aux antimicrobiens dans les rejets communautaires. Le projet se propose d'étudier la prévalence des bactéries et des

champignons (filamenteux et levuriformes) résistants aux antimicrobiens dans des échantillons d'eaux usées et les boues générées par la station d'épuration de Besançon, de préparer la mise en place des mesures de la résistance aux antibiotiques dans les effluents urbains (DERU 2), de caractériser chimiquement et biologiquement les eaux traitées et les boues, d'évaluer l'impact de nouvelles méthodes de traitement sur l'abattement des communautés microbiennes et à terme, d'élaborer des lignes directrices pour des pratiques durables qui minimisent le rejet de pathogènes résistants aux antimicrobiens dans l'environnement. Le projet dure 18 mois et son coût global est de 167 540,25 € HT, dont 134 000,20 € HT financés par le DEA sur son budget Assainissement.

- PROKARST : Estimation et qualification du potentiel aquifère du karst profond de la Vallée du Doubs dans le secteur GBM. Le projet ProKarst vise à améliorer la connaissance fondamentale du karst profond de la vallée du Doubs, ressource d'intérêt socio-économique majeur. Cette ressource, potentiellement importante en volume, est actuellement faiblement sollicitée dans le cadre de l'alimentation en eau potable de GBM et demeure mal contrainte et localement sensible à la contamination. Compte tenu des pressions actuelles sur les eaux souterraines, elle constitue une cible préférentielle pour une exploitation future et dans ce cadre, il devient impératif de mieux la caractériser en définissant d'une part, son bassin d'alimentation et d'autre part, son fonctionnement hydrogéologique. Son coût total est de 320 798,00 €HT. L'Agence de l'Eau en prend 70 % à sa charge, l'aide du DEA s'élève à 29 949,60 € sur son budget Eau. Le projet porte sur une durée de 36 mois.

A l'unanimité, le Conseil de Communauté :

- **approuve la participation de GBM aux conventions relatives aux projets « Groundwater Observations through Optic Fiber Instrumentation - GOOFI » et « Recherche transdisciplinaire sur les eaux karstiques - TRANSKARST », auto-financées par l'UMLP,**

- **approuve la participation financière de GBM aux conventions relatives aux projets :**
  - **« Catalyseurs supportés innovants à base d'atomes métalliques isolés pour la dégradation de polluants organiques de l'eau - CATAMI » pour un montant de 161 656,07 €HT,**
  - **« Caractérisation microbiologique et résistance aux antimicrobiens dans les rejets communautaires - CARMA » pour un montant de 134 000,20 €HT,**
  - **« Estimation et qualification du potentiel aquifère du karst profond de la Vallée du Doubs dans le secteur Grand Besançon Métropole - PROKARST » pour un montant de 29 949,60 €HT,**

- **autorise Monsieur le Président, ou son représentant, à signer lesdites conventions.**

Mmes Emmanuelle MEUNIER (1), Sophie PESEUX (1), Séverine VEZIES (1), Anne VIGNOT (1) et M. Anthony POULIN (1), conseillers intéressés, ne prennent part ni au débat ni au vote.

Rapport adopté à l'unanimité :
Pour : 107 Contre : 0 Abstention* : 0 Conseillers intéressés : 5

*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.

La Secrétaire de séance,

Pour extrait conforme,
Le Président,

La Vice-Présidente au développement économique,
à l'industrie, à l'emploi, à l'insertion
et à l'innovation,
Anne FALGA

Le Président,
Ludovic FAGAUT

Maire de Besançon.

Document signé électroniquement

Document signé électroniquement

Direction chargée de l'exécution de la convention :
Département Eau et Assainissement

Affaire suivie par : Christian Impéras. Tel : 03 81 61 52 01 / christian.imperas@grandbesancon.fr

VU Le code général des collectivités territoriales,

VU la délibération n°2025/2025.00216 du Conseil de communauté de Grand Besançon Métropole du 26 juin 2025 relative au Partenariat stratégique entre GBM et l'Université Marie et Louis Pasteur pour une gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire,

VU la délibération n°2025/2025.00297 du Conseil de communauté de Grand Besançon Métropole du 25 septembre 2025 relative à l'adoption du Schéma Territorial Enseignement supérieur, Vie étudiante, Recherche et Innovation,

VU la délibération n°2026/……du Conseil de Communauté de Grand Besançon Métropole du 5 novembre 2026 relative aux conventions dans le cadre du partenariat stratégique entre GBM et l'Université Marie et Louis Pasteur pour une gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire,

VU la convention-cadre de partenariat « Engagement pour une gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire » 2025-2030 du 26 août 2025

Convention relative à l'attribution d'une subvention à l'Université Marie et Louis Pasteur en vue de la mise en œuvre du projet

Groundwater Observations through Optic Fiber Instrumentation **- GOOFI**

ENTRE :

La Communauté Urbaine Grand Besançon Métropole, Etablissement Public de Coopération Intercommunale dont le siège est situé 4, rue Gabriel Plançon, 25000 Besançon représentée par son Président, M. Laurent JEUNET, dûment habilité à signer la présente convention par délibération du Conseil de communauté en date du 5 novembre 2026,
Ci-après désignée « Grand Besançon Métropole » ou « GBM »,

d'une part,

ET

L'Université Marie et Louis Pasteur, Établissement Public à caractère Scientifique, Culturel et Professionnel dont le siège est situé au 1 rue Goudimel, 25000 Besançon, représentée par son Président, M. Hugues DAUSSY, dûment habilité à signer la présente convention par délibération du Conseil d'Administration en date du 02 juin 2021,
Ci-après désignée « L'université Marie et Louis Pasteur » ou « UMLP » ou « le bénéficiaire »

d'autre part,

IL EST CONVENU CE QUI SUIT :

ARTICLE 1 : OBJET DE LA CONVENTION

La présente convention a pour objectif de définir la participation financière de Grand Besançon Métropole en faveur de l'Université Marie et Louis Pasteur, concernant le soutien au projet suivant, retenu dans le cadre du partenariat stratégique liant les deux parties.

Projet : Groundwater Observations through Optic Fiber Instrumentation - GOOFI

Le bénéficiaire a pour obligation de consacrer les sommes allouées au projet retenu par le Comité de pilotage et décrit en Annexe à la présente convention.

La présente convention constitue une déclinaison particulière de la convention cadre de partenariat susvisée, dont elle met en œuvre les orientations pour le Projet mentionné ci-dessus.

Les stipulations de la convention cadre demeurent pleinement applicables aux relations entre les Parties au titre de présent Projet.

ARTICLE 2 : MONTANT DE L'AIDE FINANCIERE DE GRAND BESANCON METROPOLE

La présente convention ne prévoit pas d'aide financière de Grand Besançon Métropole, juste la mise à disposition d'un bout de parcelle en extrémité du terrain de Port-Douvot. La parcelle LO0226 sera mise à disposition pour toute la durée de la convention.

ARTICLE 3 : DUREE - CADUCITE

La réalisation de ce projet doit s'inscrire dans les délais ci-dessous.

La présente convention prend effet à compter de la date de signature de la dernière partie.

Elle est conclue pour une **durée maximum de 120 mois**.

ARTICLE 4 : SUIVI ET CONTROLE

Si le projet initial venait à être modifié, le bénéficiaire s'engage à en informer GBM par un courrier dument motivé.

ARTICLE 5 : SECURITE DES PERSONNES

L'ensemble des sites de GBM sont générateurs à des degrés divers de risques pour les personnes. A ce titre, aucune personne extérieure à GBM ne pourra intervenir sur ses sites sans qu'une visite préalable organisée par GBM avec l'équipe projet, suivie d'un plan de prévention, ne soient réalisés.

ARTICLE 6 : LIBERTE ACADEMIQUE

Les parties à la présente convention reconnaissent le principe fondamental de liberté académique indispensable au développement de la recherche scientifique.
Chaque partie s'engage à respecter l'indépendance intellectuelle des chercheurs et enseignants-chercheurs participant aux activités qui feront l'objet d'un conventionnement y compris dans leur choix méthodologique, leurs orientations de recherche, thématiques abordées, sous réserve d'engagement contractuels, des contraintes réglementaires et des exigences de qualité scientifique.

Les parties s'encouragent à instaurer un dialogue entre les chercheurs, institutions et partenaires fondé sur la transparence, le respect mutuel et la responsabilité de tous.

ARTICLE 7 : PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

Conformément à l'article 9 de la convention cadre, chaque partie demeure titulaire des droits de propriété intellectuelle afférents aux résultats qu'elle produit. Le versement de la subvention n'emporte, par lui-même, aucun droit de propriété ni aucun droit d'usage au bénéfice de GBM sur les résultats du projet.

Ce principe s'applique à l'ensemble des droits susceptibles de porter sur les résultats, notamment les droits d'auteur, les inventions brevetables et les brevets, les logiciels et les bases de données.

Chaque partie demeure seule propriétaire de ses connaissances antérieures, sur lesquelles la présente convention n'emporte aucune cession ni licence, à l'exception du droit d'usage strictement nécessaire à la réalisation du Projet.

L'UMLP tient GBM informé de l'avancement du Projet et lui communique les résultats obtenus. À la demande de GBM, une réunion de présentation des résultats peut être organisée.

Cette communication est faite à titre d'information. Elle n'emporte aucun transfert de propriété ni aucune concession de droits d'usage ou d'exploitation au bénéfice de GBM, conformément au premier alinéa du présent article.

Les résultats non encore publiés ainsi communiqués sont confidentiels. GBM s'interdit de les divulguer à des tiers sans l'accord préalable et écrit de l'UMLP.

ARTICLE 8 : CLAUSE DE PUBLICITE

Les actions menées dans le cadre de la présente convention bénéficieront d'une communication conjointe.
Toute communication (numérique, publication scientifique, publication de document de communication, manifestation publique, opération de relations presse, etc.), engagée au titre de ce projet par l'une des parties devra faire mention de l'engagement des moyens financiers et humains des parties dans l'opération faisant l'objet d'une communication.
Les parties s'obligent, notamment, à faire figurer sur les documents de communication imprimés et numériques réalisés leurs logotypes respectifs, ainsi que ceux des laboratoires de recherche et des autres partenaires engagés dans le projet.

La présente convention est concernée par 4 niveaux de communication distincts :

1. **La communication dans le cadre de publications scientifiques** régie par les règles en usage dans les communautés académiques et dans le respect des libertés académiques (article 7) ;

2. **La communication dans le cadre de l'innovation et de la valorisation** des résultats scientifiques régie par les règles en vigueur en matière de propriété intellectuelle ;

3. **La communication institutionnelle et grand public** (notamment à destination de la presse) qui fera l'objet d'accords préalables et d'un travail de co-construction entre les services techniques et de communication des parties ;

4. **La communication interne** visant à valoriser auprès des communautés professionnelles GBM et UMLP le partenariat et ses réalisations ; démarche qui appartient en propre à chaque partenaire.

De manière générale, les parties s'engagent à se concerter et s'informer en amont de toute action de communication engagée dans le cadre du présent projet.
En cas d'opposition, ou de défaut de concertation, chaque partie sera responsable juridiquement des suites pouvant être engagées.

ARTICLE 9 : RESPONSABILITE DU PORTEUR DE PROJET

L'occupant sera responsable vis-à-vis des tiers de tous accidents, dégâts et dommage de quelque nature que ce soit, survenus dans l'emprise objet de la convention.

ARTICLE 10 : RESILIATION DE LA CONVENTION

Si l'une des parties ne remplit pas ses obligations ou n'est plus en mesure de les respecter, la seconde pourra demander la résiliation de la convention par courrier avec un délai de prévenance d'un mois.

ARTICLE 11 : REGLEMENT DES LITIGES

En cas de difficulté quelconque lié à la conclusion ou à l'exécution de la présente convention, quels qu'en soit la cause ou l'objet, il est expressément convenu, et avant tout recours contentieux, que les parties procèdent par voie de règlement amiable.

Pour ce faire, la partie la plus diligente saisie l'autre par un courrier adressé en recommandé avec accusé de réception, sans délai et sans condition préalable, afin d'entamer des négociations aux fins de résoudre tout différend.

A défaut de règlement amiable dans un délai de deux mois, le litige peut être porté par la partie la plus diligente devant le tribunal administratif de Besançon.

Fait en deux exemplaires originaux, à…….., le ……

Pour l'Université Marie et Louis Pasteur, Le Président	**Pour Grand Besançon Métropole, Le Vice-Président**
Monsieur Hugues DAUSSY	**Monsieur Laurent JEUNET**

Appel à manifestation d'intérêt (AMI)

« Construire ensemble une gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire »
2025-2026

1. Cadrage de l'AMI

L'Université Marie et Louis Pasteur (UMLP) et Grand Besançon Métropole (GBM) se sont engagés dans un **nouveau partenariat** en vue de favoriser des collaborations plus étroites entre compétences académiques et porteurs de politiques publiques afin de **susciter des réponses originales et innovantes répondant aux grands défis de la gestion durable des ressources en eau du territoire.**

Cet AMI annuel vise à **identifier de potentiels projets collaboratifs** entre les laboratoires de recherche, les Unités de formation et de recherche (UFR) et la Communauté urbaine.

Ces futures collaborations peuvent se proposer **d'investiguer différents enjeux scientifiques et techniques** co-définis comme prioritaires par les partenaires (cf. point 2) et recouvrir des modalités de mise en œuvre et de moyens variés (cf. point 3).

Les propositions retenues au terme d'une première instruction feront l'objet d'une maturation associant les partenaires (porteur de proposition, UMLP et GBM) afin de construire ensemble des projets viables et opérationnels pouvant être initiés au second trimestre 2026 (cf. point 4).
Il est envisagé de soutenir 3 à 4 projets annuellement, selon leur durée, dans le cadre de ce partenariat, en fonction des moyens mobilisables par GBM et/ou d'autres partenaires identifiés.

2. Enjeux prioritaires

Les propositions soumises au présent AMI doivent obligatoirement porter l'ambition de répondre à l'un (ou plusieurs) des quatre enjeux suivants :

1. Améliorer les connaissances sur l'eau, les milieux et les impacts environnementaux de la gestion de l'eau ;

2. Innover pour adapter les process techniques de traitement des eaux ;

3. Appréhender les enjeux et impacts socio-économiques des problématiques liées à l'eau (aspects politiques, règlementaires, économiques, sociaux, etc.) ;

4. Former les professionnels de demain dans le champ de la gestion durable de la ressource en eau.

3. Axes possibles de collaborations

La nature globale des enjeux visés par cet AMI **nécessite de mobiliser de manière large, et articulée, le panel de compétences académiques** en étroite association avec les pratiques professionnelles des acteurs en charge de la mise en œuvre opérationnelle des politiques publiques.
Aussi, l**es propositions au présent AMI doivent s'inscrire dans un, ou plusieurs, champs d'intervention ci-dessous**, qui permettront de préciser la nature opératoire d'un potentiel futur projet.

- **Axe 1- Formation** : accueil de stagiaires, projets de formation, …
- **Axe 2 - Recherche** : projets de recherche, financement de thèse ou de post-doctorats, enquêtes, …
- **Axe 3 - Innovation et valorisation** : projets de recherche et développement liant GBM, l'UMLP et des acteurs économiques (start-up, entreprises, …)
- **Axe 4 - Partage d'expertise technique et optimisation technique** : développements analytiques, partage de bonnes pratiques, etc.
- **Axe 5 - Partage de données** et organisation des collectes de données.

4. Déroulement de la procédure et calendrier

- **Diffusion de l'AMI : 01/07/2025**

L'AMI est diffusé par l'UMLP auprès de sa communauté académique par courriel.

- **Date limite de réception des propositions : 15/10/2025 à 17h**

Le dépôt des dossiers de candidature au présent AMI se fera au format numérique, selon la trame demandée sur une plateforme dédiée l'Université après visa des directeurs d'unités de recherche pour les projets de recherche et visa des directeurs d'UFR pour les projets de formation.

- **Instruction des propositions : 15/10/2025 – 15/11/2025**

Les propositions reçues font l'objet d'une première instruction associant les membres du Cotech et toute personne jugée utile au regard des critères suivants :

- Cohérence du projet avec les enjeux prioritaires du partenariat (cf. point 2) ;
- Qualité du consortium académique impliqué ;
- Modalités de collaboration envisagées (cf. point 3) et moyens humains/financiers prévisionnels ;
- Identification des cofinanceurs potentiels.

Le Cotech est composé comme suit :

- D'un représentant de la direction du Département eau et assainissement de GBM ;
- Du chef de projet dédié de la direction du Département eau et assainissement de GBM ;
- Du chargé de mission Enseignement supérieur et recherche de GBM ;
- De la DGSA DD&RS de l'UMLP ou un autre membre de la cellule TES ;
- Du vice-président en charge de la transition environnementale et sociétale de l'UMLP ;
- Ainsi que d'un représentant de la Direction de la Recherche, de la Valorisation et de l'Innovation.

- **Réponse aux porteurs de propositions : 18/11/2025**

Suite à cette première instruction, une réponse formelle est apportée à chaque porteur de proposition par courriel, deux cas se présentent :

- **Si la proposition est refusée,** il est suggéré au porteur de la retravailler en vue d'un futur AMI ;
- **Si la proposition est évaluée positivement**, elle est engagée dans la phase suivante.

- **Processus de maturation des projets : 19/11/2025 – 31/03/2026**

Afin de **faire évoluer les propositions en projets opérationnels,** il est proposé au porteur de s'engager dans une démarche de **maturation en interaction étroite avec l'appui des membres du Cotech** qui vise les objectifs suivants :

- Préciser le contenu scientifique, technique ou de formation du projet au regard des enjeux prioritaires des partenaires ;
- Clarifier les apports du projet ;
- Définir le contenu opératoire du projet : moyens humains, techniques et financiers ;
- Formaliser la convention de projet entre les partenaires.

L'ensemble des projets ainsi consolidés est soumis au **Comité de Pilotage du partenariat UMLP-GBM pour arbitrage réuni en séance courant avril 2026.**
Le COPIL est composé de représentants des parties signataires et de partenaires associés de manière permanente en raison de leurs champs de compétences, leur expertise et/ou leur statut de financeur potentiel comme suit :

1) **Représentants des parties signataires**
   - 2 élus de Grand Besançon Métropole, en charge des compétences « eau » et « Enseignement supérieur et Recherche » ;
   - 1 élu de la gouvernance centrale de l'UMLP : le vice-président en charge des transitions environnementales et sociétales ;
   - 4 représentants des instituts de l'UMLP, soit 1 représentant par institut ;

2) **Représentants des partenaires associés, invités à participer au CoPil :**
   - 1 représentant de la Région Bourgogne-Franche-Comté ;
   - 1 représentant de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse;
   - 1 représentant de l'Agence Régionale de Santé (ARS) ;
   - 1 représentant de l'Agence de la transition écologique (ADEME) ;
   - 1 représentant du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) ;
   - 1 représentant du CNRS/INSERM.

Les porteurs de projets sont informés en suivant des décisions prises.

Sur cette base, GBM vote en assemblée délibérante (courant juin 2026) les financements associés pour chacun des projets retenus.

- **Début des projets : 01/09/2026**

5. Vos contacts

UNIVERSITÉ MARIE & LOUIS PASTEUR	**Université Marie et Louis Pasteur** drvi-montage@univ-fcomte.fr
Grand Besançon Métropole	**Département Eau et Assainissement Grand Besançon Métropole** eau@grandbesancon.fr

Appel à manifestation d'intérêt

« Construire ensemble une Gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire » - 2025-2026

Dossier de candidature

1. Identité du projet

Titre de la proposition : GOOFI : Groundwater Observations through Optic Fiber Instrumentation
Durée envisagée du projet en nombre de mois : 120 mois (minimum)
Nom, prénom et statut du porteur : Hélène CELLE
Adresse mail helene.celle@univ-fcomte.fr
Unité de Recherche, Structure fédérative ou UFR de rattachement : Chrono-Environnement

2. Enjeu(x) prioritaire(s) visé(s)

☒	1. Améliorer les connaissances sur l'eau, les milieux et les impacts environnementaux de la gestion de l'eau
☐	2. Innover pour adapter les process techniques de traitement des eaux
☐	3. Appréhender les enjeux et impacts socio-économiques des problématiques liées à l'eau (aspects politiques, règlementaires, économiques, etc.)
☒	4. Former les professionnels de demain dans le champ de la gestion durable de la ressource en eau

3. Axes possibles de collaboration

☒	**Axe 1- Formation** : accueil de stagiaires, projets de formation, …
☒	**Axe 2 - Recherche** : projets de recherche, financement de thèse ou de post-doctorats, enquêtes, …
☒	**Axe 3 - Innovation et valorisation** : projets de recherche et développement liant GBM, l'UMLP et des acteurs économiques (start-up, entreprises, …)
☒	**Axe 4 - Partage d'expertise technique et optimisation technique** : développements analytiques, partage de bonnes pratiques, etc.
☒	**Axe 5 - Partage de données** et organisation des collectes de données

4. Résumé de la proposition

La demande s'inscrit dans le cadre du projet GOOFI (Groundwater Observations through Optic Fiber Instrumentation) qui a pour objectif d'utiliser les fibres optiques pour mesurer les vitesses d'écoulements dans des milieux aquifères hétérogènes.

La demande inclut les éléments suivants :

1- Maintien des équipements installés depuis 2018 sur la parcelle située au NO de l'emprise de la STEP de Port-Douvot.
2- Mise en place d'un abri de jardin afin de stocker du matériel et installer du matériel onéreux permettant des mesures en continu sur le site.
3- Installation d'une ligne électrique 220V et 380V sur le site à partir de l'installation existante, intervention d'un électricien.
4- Forage d'un 2ème puits à 10 m de profondeur après constitution d'un dossier loi sur l'eau par un bureau d'études spécialisé.
5- Accès au site par les étudiants de Master 3G et du CMI PICS 2 fois/an.

L'ensemble des équipements actuels et futurs sont positionnés sur la Figure 1.

La demande ne comporte pas de demande de financement.

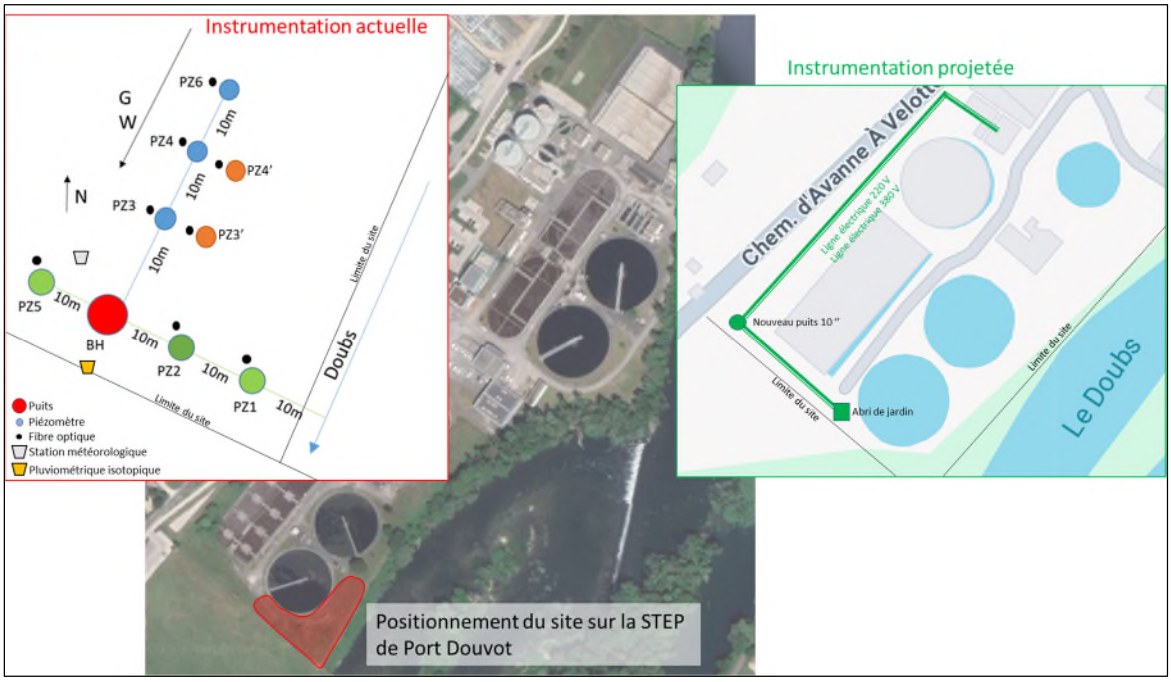


Figure 1 : Instrumentation actuelle et projetée du site expérimental de Port Douvot

Le projet concerne le développement de la plateforme expérimentale, créée dans le cadre du projet GOOFI (Groundwater Observations by Optic Fiber Instrumentation), sur le site de Port Douvot depuis 2018 et destinée à la fois aux équipes de recherche de Chrono Environnement (action transversale E.A.U.) et FEMTO-ST (Optique non linéaire) et aux étudiants du Masters 3G et du CMI PICS.

La plateforme GOOFI est unique en Europe. Elle est constituée des équipements suivants :

- Instrumentation *in situ* : 8 piézomètres, 8 forages de fibre optique, 1 puits de 6'', 1 pompe de 4'' (20 m3/h), 1 pompe 6'' (50 m3/h), 6 sondes thermiques RBR, 6 sondes TROLL (mesures en continu de la hauteur d'eau et de la température), 1 station météorologique, 1 pluvio-collecteur (isotopes de la molécule d'eau), 1 baro-diver pour mesurer la pression atmosphérique,

- Instrumentation mobile : 1 analyseur RAMAN, 1 analyseur BRILLOUIN, 1 analyseur RAYLEIGH, 1 Heatpulse.

Les expérimentations actuellement menées se heurtent à plusieurs problèmes :

1- Obligation de louer un groupe électrogène et de mobiliser un électricien pour faire fonctionner la pompe de 50 m^3/h, ce qui entraine un manque de souplesse et de flexibilité lors des stages de terrain organisés pour les étudiants et/ou des expériences menées par les chercheurs, l'organisation de ce terrain étant très météorologie-dépendante.
Solution envisagée qui fait l'objet de la demande : tirer un câble électrique de 380 V à partir du local technique situé près du hangar à boues par un électricien compétent (voir Figure 1).

2- Le déploiement de rallonges sur plus de 100 m pour faire fonctionner nos instruments de mesures.
Solution envisagée qui fait l'objet de la demande : tirer un câble électrique de 220 V à partir du local technique situé près du hangar à boues par un électricien compétent (voir Figure 1).

3- La position du puits à proximité du Doubs qui mobilise trop rapidement les eaux de la rivière et ne permets pas d'atteindre un rabattement suffisant pour que les étudiants puissent interpréter correctement leurs essais de pompage et de puits.
Solution envisagée qui fait l'objet de la demande : forage d'un nouveau puits à proximité du relief karstique situé près de la route d'Avanne (voir Figure 1).

4- La vulnérabilité de nos équipement couteux (analyseurs, heatpulse, ordinateurs) aux aléas climatiques lors des expérimentations de terrain sans oublier l'obligation pour nos équipes de rester sur site lors des expérimentations de plusieurs jours compte tenu du prix des équipements.
Solution envisagée qui fait l'objet de la demande : installation temporaire d'un abri de jardin permettant de protéger et stocker nos équipements (voir Figure 1).

L'ensemble de ces interventions et équipement seront financés sur budget propre au projet GOOFI. Aucun financement supplémentaire n'est formulé dans le cadre de cette demande.

1/ COHERENCE de la proposition avec les enjeux et axes de collaboration du partenariat

La proposition répond aux enjeux **d'amélioration des connaissances de la ressource en eau**, les milieux hétérogènes alluvionnaires fournissant, en France, plus de 50% des ressources en eau potable (ENJEU 1) et **de formation des professionnels de demain** sur les essais de puits et essais de pompage, fondamentaux pour l'exploitation des ressources en eau pour les différents usages (ENJEU 4).

Elle implique par ailleurs des collaborations en termes de **formation, recherche, partage d'expertise technique et de données mais également d'innovation et de valorisation.** En effet, la fibre optique offre des opportunités d'application en termes de sites et sols pollués et d'étude géothermique. A ce titre, un partenariat a été établi avec le Cabinet Reilé, bureau d'études local.

2/ POSTIONNEMENT de la fibre optique vis-à-vis de l'état de l'art scientifique et technique

Le projet GOOFI s'appuie sur l'utilisation des mesures distribuées de températures par fibre optique pour déterminer les écoulements et la contamination des eaux souterraines. Ces études se basent en général sur des méthodes ponctuelles (essais de pompage, collections d'échantillons de sédiments, d'eau, analyses en laboratoires, …) lourdes à mettre en œuvre et généralement trop localisées pour rendre compte de l'hétérogénéité des milieux [1]. Or cette hétérogénéité, tant horizontale que verticale, joue un rôle fondamental dans le transfert des contaminants [2]. Elle est également importante dans le transfert de chaleur en lien avec le développement de la géothermie basse énergie. Le projet GOOFI et la plateforme associée proposent d'utiliser la température comme traceur des écoulements souterrains afin de répondre à ces enjeux.

3/ APPORT scientifique, technique et/ou pédagogique

L'ensemble des actions mises en œuvre sur la source d'Arcier aura des plus-values :

1- En matière de recherche, le projet GOOFI permettra de :
   - Caractériser l'hétérogénéité des milieux poreux ;
   - Investiguer le rôle de cette hétérogénéité dans le transfert de contaminants ou de chaleur en milieu poreux ;
   - Développer des méthodes de mesures de quantification intégrative, par spectroscopie, des contaminants des eaux souterraines alluviale
2- En matière de pédagogie : le site atelier de Port Douvot sera notamment utilisé par les étudiants des CMI PICS (EIPHI) et du MASTER 3G/ CMI GEOL (TRANSBIO) dans le cadre de leur formation, via des TP / projets / stage terrain.
3- En matière de gestion de la ressource en eau : l'instrumentation proposée, non invasive par rapport aux essais de pompage actuellement utilisés pour caractériser les milieux poreux hétérogènes, permettra notamment des applications en sites et sols pollués mais également en géothermie
4- En matière d'innovation, valorisation, un partenariat avec le Cabinet Reilé, bureau d'études local, est actuellement en cours via un projet BPI (Métrologie laser & fibre pour l'hydrogéologie) en vue d'un transfert de technologie vers le monde socio-économique.

[1] Simon, N., et al., "Combining passive-and active-DTS measurements to locate and quantify groundwater discharge into streams," Hydrol. Earth Syst. Sci. (2022).
[2] Teuten, E.L., et al, "Potential for Plastics to Transport Hydrophobic Contaminants," Environmental Science & Technology 41, 7759–7764 (2007

5. Equipe potentiellement mobilisée

PERSONNEL PERMANENT

Hélène CELLE est professeur en hydrogéologie à l'UMR Chrono-environnement de l'Université Marie et Louis Pasteur (ex-Université de Franche-Comté). Ses travaux de recherche se focalisent sur l'utilisation des outils hydrodynamiques et hydrochimiques pour caractériser le fonctionnement des hydrosystèmes afin de : 1) comprendre leur vulnérabilité face à la contamination, la surexploitation, 2) anticiper leur comportement futur face au changement global, 3) mieux comprendre les enjeux de partage des ressources en eau souterraine entre les différents utilisateurs.

Julie ALBARIC est maître de conférences en géophysique à l'UMR Chrono-environnement de l'Université Marie et Louis Pasteur (ex-Université de Franche-Comté). Ses travaux de recherche portent sur la déformation et les transferts de fluides dans la croûte terrestre, en particulier sur la relation entre les fluides et la sismicité. Elle étudie la dynamique des réservoirs géologiques (karst, géothermie, permafrost) soumis à des forçages naturels ou anthropiques, en s'appuyant principalement sur des méthodes géophysiques.

Jean-Charles BEUGNOT est chercheur CNRS à l'Institut FEMTO-ST de l'Université Marie et Louis Pasteur (ex-Université de Franche-Comté). Ses recherches portent sur les interactions opto-acoustiques et optique non linéaire dans les fibres optiques pour des applications de capteurs et de lasers

Kien Phan Huy est professeur à supmicrotech ENSMM . Ses recherches portent notamment sur l'optique non-linéaire et l'opto-électronique dans les guides d'ondes et les micro-résonateurs.

6. Collaborations avec Grand Besançon Métropole

Hélène CELLE et Julie ALBARIC sont membres du comité scientifique de Novillars.
Hélène CELLE est membre des comités scientifique et technique d'Arcier.

Collaborations entre Hélène CELLE et GBM

- TRANSKARST depuis 2019
- Parcelle expérimentale de Port-Douvot depuis 2018
- Projet PFAS depuis 2024 (+ Pierre Nevers)
- Encadrement commun de 2 alternants
    - Claire Robazza 2024
    - Clément Colin 2025

7. Cofinanceurs potentiels

Financements actuels déjà obtenus Projet GOOFI (2024-2027) :

- Financement Région BFC 150 000 €
- Financement BPI 210 000 €
- Alternant Cabinet Reilé

Financements passés

- Projet SENSAAS (SENSors and Analysis for AquiferS) : 150 000 €
- Projet Pédagogie CFA Sup 40 000 €
- Financement SNO H+ : 15 000 €

Nom, prénom et signature du porteur de projet	**Avis et visa du Directeur d'unité ou Directeur de composante**

MODELE DE BUDGET PREVISIONNEL (DEPENSES ESTIMATIVES)

POSTES DEPENSE	DESCRIPTION	COUT PREVISIONNEL (€HT)	COUT PREVISIONNEL (€TTC)
RESSOURCES HUMAINES (non titulaires)	*Ex. : Doctorants, post-doctorant, stagiaires, ingénieur, technicien…*	*Salaire brut chargé x nombre de mois*	*Salaire brut chargé x nombre de mois*
FRAIS DE MISSION (terrains, colloque…)			
CONSOMMABLES	*Ex. : Produits labo, bureautique, licences logicielles*		
PETITS EQUIPEMENTS	*Ex. : Matériel léger, ordinateurs…*		
PRESTATIONS DE SERVICES EXTERNES	*Ex. : Analyses, traduction, développement web…*		
COMMUNICATION ET VALORISATION	*Ex. : Organisation de colloques, site web, impression, frais de PI, …*		
AUTRES DEPENSES			
TOTAL			

Direction chargée de l'exécution de la convention :
Département Eau et Assainissement

Affaire suivie par : Christian Impéras. Tel : 03 81 61 52 01 / christian.imperas@grandbesancon.fr

VU Le code général des collectivités territoriales,

VU la délibération n°2025/2025.00216 du Conseil de communauté de Grand Besançon Métropole du 26 juin 2025 relative au Partenariat stratégique entre GBM et l'Université Marie et Louis Pasteur pour une gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire,

VU la délibération n°2025/2025.00297 du Conseil de communauté de Grand Besançon Métropole du 25 septembre 2025 relative à l'adoption du Schéma Territorial Enseignement supérieur, Vie étudiante, Recherche et Innovation,

VU la délibération n°2026/……du Conseil de Communauté de Grand Besançon Métropole du 5 novembre 2026 relative aux conventions dans le cadre du partenariat stratégique entre GBM et l'Université Marie et Louis Pasteur pour une gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire,

VU la convention-cadre de partenariat « Engagement pour une gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire » 2025-2030 du 26 août 2025

Convention relative à l'attribution d'une subvention à l'Université Marie et Louis Pasteur en vue de la mise en œuvre du projet

Recherche transdisciplinaire sur les eaux karstiques - **TRANSKARST**

ENTRE :

La Communauté Urbaine Grand Besançon Métropole, Etablissement Public de Coopération Intercommunale dont le siège est situé 4, rue Gabriel Plançon, 25000 Besançon représentée par son Président, M. Laurent JEUNET, dûment habilité à signer la présente convention par délibération du Conseil de communauté en date du 5 novembre 2026,
Ci-après désignée « Grand Besançon Métropole » ou « GBM »,

d'une part,

ET

L'Université Marie et Louis Pasteur, Établissement Public à caractère Scientifique, Culturel et Professionnel dont le siège est situé au 1 rue Goudimel, 25000 Besançon, représentée par son Président, M. Hugues DAUSSY, dûment habilité à signer la présente convention par délibération du Conseil d'Administration en date du 02 juin 2021,
Ci-après désignée « L'université Marie et Louis Pasteur » ou « UMLP » ou « le bénéficiaire »

d'autre part,

IL EST CONVENU CE QUI SUIT :

ARTICLE 1 : OBJET DE LA CONVENTION

La présente convention a pour objectif de définir la participation financière de Grand Besançon Métropole en faveur de l'Université Marie et Louis Pasteur, concernant le soutien au projet suivant, retenu dans le cadre du partenariat stratégique liant les deux parties.

Projet : TRANSKARST

Le bénéficiaire a pour obligation de consacrer les sommes allouées au projet retenu par le Comité de pilotage et décrit en Annexe à la présente convention.

La présente convention constitue une déclinaison particulière de la convention cadre de partenariat susvisée, dont elle met en œuvre les orientations pour le Projet mentionné ci-dessus.

Les stipulations de la convention cadre demeurent pleinement applicables aux relations entre les Parties au titre de présent Projet.

ARTICLE 2 : MONTANT DE L'AIDE FINANCIERE DE GRAND BESANCON METROPOLE

Ce projet est sans demande de financement. Grand Besançon Métropole donnera seulement accès à la source d'Arcier située sur la parcelle A0152 à Vaire Arcier. Elle sera mise à disposition pour toute la durée de la convention.

ARTICLE 3 : DUREE - CADUCITE

Elle est conclue pour une **durée maximum de 120 mois**.

ARTICLE 4 : SUIVI ET CONTROLE

Si le projet initial venait à être modifié, le bénéficiaire s'engage à en informer GBM par un courrier dument motivé.

ARTICLE 5 : SECURITE DES PERSONNES

L'ensemble des sites de GBM sont générateurs à des degrés divers de risques pour les personnes. A ce titre, aucune personne extérieure à GBM ne pourra intervenir sur ses sites sans qu'une visite préalable organisée par GBM avec l'équipe projet, suivie d'un plan de prévention, ne soient réalisés.

ARTICLE 6 : LIBERTE ACADEMIQUE

Les parties à la présente convention reconnaissent le principe fondamental de liberté académique indispensable au développement de la recherche scientifique.
Chaque partie s'engage à respecter l'indépendance intellectuelle des chercheurs et enseignants-chercheurs participant aux activités qui feront l'objet d'un conventionnement y compris dans leur choix méthodologique, leurs orientations de recherche, thématiques abordées, sous réserve d'engagement contractuels, des contraintes réglementaires et des exigences de qualité scientifique.

Les parties s'encouragent à instaurer un dialogue entre les chercheurs, institutions et partenaires fondé sur la transparence, le respect mutuel et la responsabilité de tous.

ARTICLE 7 : PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

Conformément à l'article 9 de la convention cadre, chaque partie demeure titulaire des droits de propriété intellectuelle afférents aux résultats qu'elle produit. Le versement de la subvention n'emporte, par lui-même, aucun droit de propriété ni aucun droit d'usage au bénéfice de GBM sur les résultats du projet.

Ce principe s'applique à l'ensemble des droits susceptibles de porter sur les résultats, notamment les droits d'auteur, les inventions brevetables et les brevets, les logiciels et les bases de données.

Chaque partie demeure seule propriétaire de ses connaissances antérieures, sur lesquelles la présente convention n'emporte aucune cession ni licence, à l'exception du droit d'usage strictement nécessaire à la réalisation du Projet.

L'UMLP tient GBM informé de l'avancement du Projet et lui communique les résultats obtenus. À la demande de GBM, une réunion de présentation des résultats peut être organisée.

Cette communication est faite à titre d'information. Elle n'emporte aucun transfert de propriété ni aucune concession de droits d'usage ou d'exploitation au bénéfice de GBM, conformément au premier alinéa du présent article.

Les résultats non encore publiés ainsi communiqués sont confidentiels. GBM s'interdit de les divulguer à des tiers sans l'accord préalable et écrit de l'UMLP.

ARTICLE 8 : CLAUSE DE PUBLICITE

Les actions menées dans le cadre de la présente convention bénéficieront d'une communication conjointe.
Toute communication (numérique, publication scientifique, publication de document de communication, manifestation publique, opération de relations presse, etc.), engagée au titre de ce projet par l'une des parties devra faire mention de l'engagement des moyens financiers et humains des parties dans l'opération faisant l'objet d'une communication.
Les parties s'obligent, notamment, à faire figurer sur les documents de communication imprimés et numériques réalisés leurs logotypes respectifs, ainsi que ceux des laboratoires de recherche et des autres partenaires engagés dans le projet.

La présente convention est concernée par 4 niveaux de communication distincts :

1. **La communication dans le cadre de publications scientifiques** régie par les règles en usage dans les communautés académiques et dans le respect des libertés académiques (article 7) ;

2. **La communication dans le cadre de l'innovation et de la valorisation** des résultats scientifiques régie par les règles en vigueur en matière de propriété intellectuelle ;

3. **La communication institutionnelle et grand public** (notamment à destination de la presse) qui fera l'objet d'accords préalables et d'un travail de co-construction entre les services techniques et de communication des parties ;

4. **La communication interne** visant à valoriser auprès des communautés professionnelles GBM et UMLP le partenariat et ses réalisations ; démarche qui appartient en propre à chaque partenaire.

De manière générale, les parties s'engagent à se concerter et s'informer en amont de toute action de communication engagée dans le cadre du présent projet.
En cas d'opposition, ou de défaut de concertation, chaque partie sera responsable juridiquement des suites pouvant être engagées.

ARTICLE 9 : RESPONSABILITE DU PORTEUR DE PROJET

L'occupant sera responsable vis-à-vis des tiers de tous accidents, dégâts et dommage de quelque nature que ce soit, survenus dans l'emprise objet de la convention.

ARTICLE 10 : RESILIATION DE LA CONVENTION

Si l'une des parties ne remplit pas ses obligations ou n'est plus en mesure de les respecter, la seconde pourra demander la résiliation de la convention par courrier avec un délai de prévenance d'un mois.

ARTICLE 11 : REGLEMENT DES LITIGES

En cas de difficulté quelconque lié à la conclusion ou à l'exécution de la présente convention, quels qu'en soit la cause ou l'objet, il est expressément convenu, et avant tout recours contentieux, que les parties procèdent par voie de règlement amiable.

Pour ce faire, la partie la plus diligente saisie l'autre par un courrier adressé en recommandé avec accusé de réception, sans délai et sans condition préalable, afin d'entamer des négociations aux fins de résoudre tout différend.

A défaut de règlement amiable dans un délai de deux mois, le litige peut être porté par la partie la plus diligente devant le tribunal administratif de Besançon.

Fait en deux exemplaires originaux, à……., le …….

Pour l'Université Marie et Louis Pasteur, Le Président	**Pour Grand Besançon Métropole, Le Vice-Président**
Monsieur Hugues DAUSSY	**Monsieur Laurent JEUNET**

UNIVERSITÉ MARIE & LOUIS PASTEUR

Grand Besançon Métropole

Appel à manifestation d'intérêt

« Construire ensemble une Gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire » - 2025-2026

Dossier de candidature

1. Identité du projet

Titre de la proposition : TRANSKARST : Transdisciplinary Research on Karst
Durée envisagée du projet en nombre de mois : 120 MOIS (minimum)
Nom, prénom et statut du porteur : Hélène CELLE
Adresse mail helene.celle@univ-fcomte.fr
Unité de Recherche, Structure fédérative ou UFR de rattachement : CHRONO-ENVIRONNEMENT

2. Enjeu(x) prioritaire(s) visé(s)

☒	1. Améliorer les connaissances sur l'eau, les milieux et les impacts environnementaux de la gestion de l'eau
☐	2. Innover pour adapter les process techniques de traitement des eaux
☐	3. Appréhender les enjeux et impacts socio-économiques des problématiques liées à l'eau (aspects politiques, règlementaires, économiques, etc.)
☒	4. Former les professionnels de demain dans le champ de la gestion durable de la ressource en eau

3. Axes possibles de collaboration

☒	**Axe 1- Formation** : accueil de stagiaires, projets de formation, …
☒	**Axe 2 - Recherche** : projets de recherche, financement de thèse ou de post-doctorats, enquêtes, …
☐	**Axe 3 - Innovation et valorisation** : projets de recherche et développement liant GBM, l'UMLP et des acteurs économiques (start-up, entreprises, …)
☒	**Axe 4 - Partage d'expertise technique et optimisation technique** : développements analytiques, partage de bonnes pratiques, etc.
☒	**Axe 5 - Partage de données** et organisation des collectes de données

4. Résumé de la proposition

La demande s'inscrit dans le cadre des actions du consortium TRANSKARST (TRANSdisciplinary research on KARST) établi en 2019 et qui a pour objectif de mieux comprendre le fonctionnement du système karstique d'Arcier, ressource clé de l'alimentation en eau potable de la ville de l'agglomération de Besançon.

La demande inclut les éléments suivants :

1- Le maintien sur le long terme (au moins 10 ans) des équipements installés dans la source d'Arcier depuis 2020 (Figure 1). Les données sont relevées 1 fois/mois.
2- La mise en place d'un télescope à muons, équipement novateur pour la recherche sur les ressources en eau (Figure 1) pendant une durée de 3 ans.
3- L'accès au site pour les étudiants de Master 3G de l'UMLP en vue de leur formation à l'hydrogéologie karstique (2 fois/an) et aux chercheurs impliqués dans le consortium TRANSKARST pour améliorer la connaissance sur la ressource (mesures et prélèvements ponctuels, fréquence inférieure à 1 fois/mois).

La demande ne comporte pas de demande de financement.

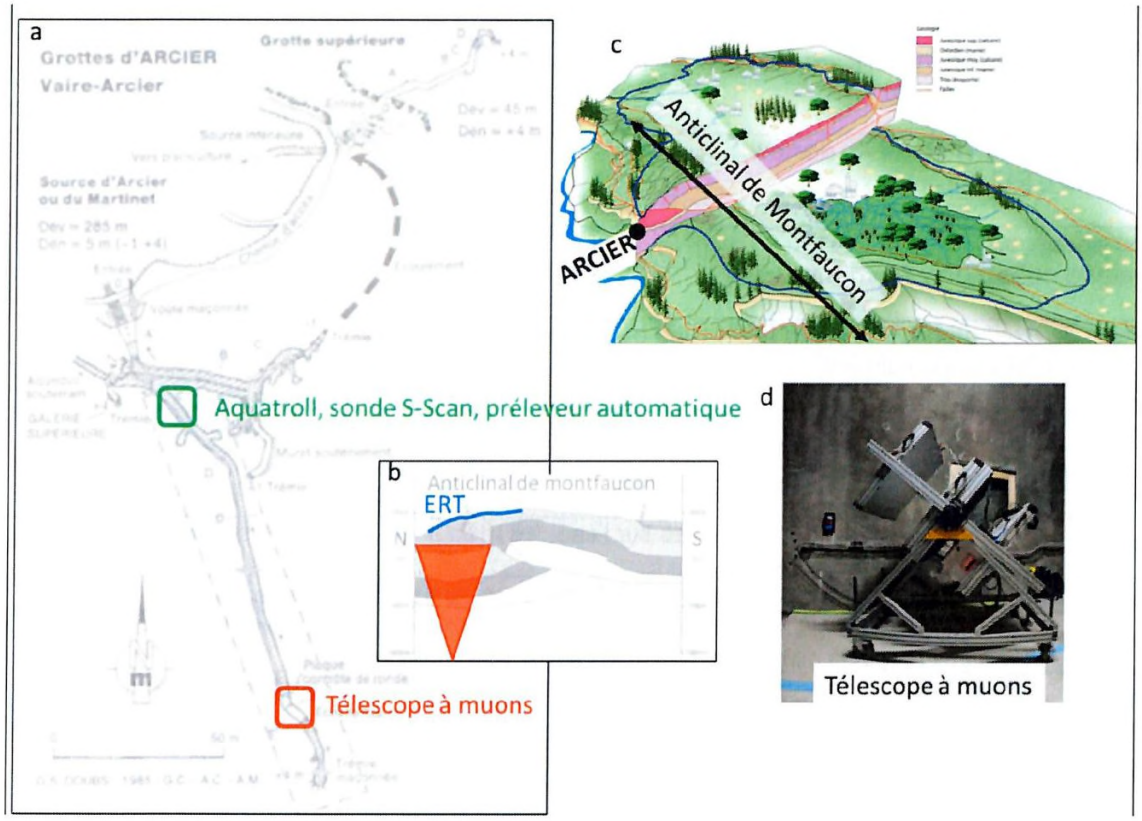


Figure 1 : positionnement des équipements dans la source d'Arcier : a-schéma en plan des galeries d'Arcier (en vert équipement long terme / en rouge télescope à muons) ; b-anticlinal de Mont-Faucon en coupe et mesures verticales par le télescope à muons ; c-schéma 3D du bassin d'Arcier ; d-télescope à muons.

1/ COHERENCE de la proposition avec les enjeux et axes de collaboration du partenariat

La proposition répond aux enjeux **d'amélioration des connaissances de la ressource en eau**, avec des conséquences en termes de gestion tant du point de vue de la qualité des eaux que de l'évolution de la quantité disponible (ENJEU 1), et **de formation des professionnels de demain** en hydrogéologie karstique (ENJEU 4).

Elle implique donc des collaborations en termes de **formation, recherche, partage d'expertise technique et de données.**

L'hydrosystème d'Arcier fait l'objet d'une collaboration entre les services de GBM et l'UMLP (ex-UFC) depuis 2019. Cette collaboration est basée sur :

1- La mise en place d'équipements dans la source d'Arcier (Aquatroll 600 + sonde S-SCAN) permettant un suivi à long terme de paramètres hydrodynamiques (hauteur d'eau, courbe de tarage, débit) et physico-chimiques (conductivité électrique, température, turbidité, isotopes de la molécule d'eau, carbone organique) depuis janvier 2020 (intégration du site d'Arcier dans le Service National d'Observation KARST https://sokarst.org/sites/jurassic-karst/)

2- Des prélèvements ponctuels en vue d'analyses en microbiologie et chimie des eaux et des matières en suspension (hautes eaux, basses eaux, récession, crues, étiage sévère). Des analyses en chimie des majeurs, des éléments traces, des isotopes de la molécule d'eau, des molécules pharmaceutiques, du carbone total et dissous, bactériologie pathogène et antibiorésistance, levures ont été ou pourront être réalisées.

3- La formation des étudiants du Master 3G de l'UMLP (ex-UFC) en hydrogéologie karstique (stage de terrain sur le fonctionnement du karst incluant reconnaissances de terrain, mesures hydrodynamiques, chimiques et géophysiques).

4- La participation à des animations communes portant sur le bassin d'Arcier (journées du marais de Saône, Water days….)

La présente demande vise à maintenir ces 4 actions sur la source d'Arcier et, en parallèle, d'améliorer la connaissance sur cette ressource en mettant en place de nouvelles études. L'installation d'un télescope à muons est une réelle opportunité pour progresser sur ce dernier point.

2/ POSTIONNEMENT de la muographie vis-à-vis de l'état de l'art scientifique et technique

La collaboration entre GBM et l'UMLP (ex-UFC) dans le cadre du consortium TRANSKARST existe depuis 2019 et a permis la réalisation de :

- 3 stages de recherche en M2 3G (Klaba, 2020), EMME (Klaba, 2021) et MAGE (Grandhay 2024),
- 1 thèse (Klaba, 2024),
- 1 post-doctorat (Henriot, 2022)
- 1 apprentissage (Robazza, 2024).

Outre les rapports/mémoires issus de ces travaux, un rapport pour l'Agence de l'eau RMC et 6 articles parus ou soumis ont également été rédigés au cours de cette étude [1,2,3,4,5,6], dont la moitié sont déjà publiés dans des journaux internationaux.

L'ensemble de ces travaux a permis d'établir un modèle de fonctionnement de l'hydrosystème d'Arcier cohérent avec l'ensemble des données recueillies et ainsi de mieux définir le bassin d'alimentation de la source d'Arcier, de quantifier la participation d'un aquifère profond du Jurassique moyen, notamment en période d'étiage, et de déterminer les voies de contamination des eaux.

Néanmoins, afin d'améliorer cette connaissance et de fournir des éléments supplémentaires de gestion de la ressource à GBM, il est nécessaire de :

1- Maintenir des mesures et prélèvements sur le long terme (au moins 10 ans) afin de modéliser l'impact du changement climatique sur la ressource en eau,
2- Mieux déterminer le rôle de l'anticlinal de Montfaucon, au niveau duquel l'aquifère profond affleure.

Le premier axe nécessite le maintien des mesures déjà en place.

Le rôle de l'anticlinal de Montfaucon requiert la mise en œuvre de mesures géophysiques de surface (ERT : tomographie de résistivité électrique) et de profondeur (muographie).
L'ERT est une technique d'exploration géophysique non invasive, basée sur les variations de résistivité du sous-sol. Elle est couramment utilisée en hydrogéologie et sera mise en œuvre à la surface du sol de l'anticlinal de Montfaucon. Elle ne nécessite pas d'accès à la source d'Arcier.

La présente demande concerne la muographie, technique géophysique non invasive d'imagerie, qui utilise les muons (particules produites par les rayons cosmiques dans l'atmosphère terrestre) pour évaluer la densité des matériaux, notamment, et de manière très récente en hydrogéologie [7,8]. Une collaboration avec l'IP2I (Institut de Physique des 2 Infinis de Lyon, UMR Université de Lyon/CNRS Nucléaire&Particules) a été récemment initiée, la galerie d'Arcier constituant un site particulièrement intéressant pour développer la méthode.

Du point de vue pratique, le matériel sera installé au plus près de l'émergence principale de la source d'Arcier, sur la plateforme terrassée (Figure 1). L'emprise du télescope est de 60 cm x 60 cm x 60 cm. Il nécessite une alimentation en énergie qui sera fournie par une pile à combustible dihydrogène-dioxygène, parfaitement neutre en termes de contamination. L'installation nécessitera l'intervention de 3 personnes sur le site pendant 1 semaine (installation, mise en route et vérification du bon fonctionnement du matériel). La maintenance sera effectuée une fois par mois lors du recueil des données des autres équipements.

3/ APPORT scientifique, technique et/ou pédagogique

L'ensemble des actions mises en œuvre sur la source d'Arcier aura des plus-values :

1- En matière de recherche : les études déjà réalisées ont permis la rédaction de 4 mémoires scientifiques, 2 rapports techniques, 6 articles scientifiques publiés ou soumis dans des revues internationales. L'installation du télescope à muons, équipement très novateur dans le domaine de l'eau devrait donner lieu à des publications et/ou communications scientifiques.

2- En matière de pédagogie : le site d'Arcier permet aux étudiants de visualiser toute la complexité de l'hydrogéologie karstique et l'installation d'équipement novateur permettra de former ces futurs professionnels aux techniques de pointe.

3- En matière de gestion de la ressource en eau : le maintien d'une instrumentation sur le long terme constitue un élément fondamental pour la gestion des ressources en eau dans une contexte climatique changeant. Les données qui pourront être traitées grâce à l'expertise technique de l'UMLP, en collaboration avec GBM, permettront ainsi d'anticiper l'évolution de la ressource en eau d'Arcier et de mieux gérer cette ressource dans le schéma global d'alimentation en eau potable de l'agglomération.

1- C Grandhay, E Prétot, V Klaba, H Celle, AC Normand, X Bertrand, F. Grenouillet. 2024. Yeast Biodiversity of Karst Waters: Interest of Four Culture Media and an Improved MALDI-TOF MS Database. Microbial ecology 87 (1), 26. https://doi.org/10.1007/s00248-023-02336-1(IF 3)
2- V Klaba, H Celle, P Trap, F Choulet, L Smeraglia, A Malard, N Carry. 2024. Multi-scale hydrostructural approach for karst environment. Application to the Arcier hydrosystem (eastern France). Journal of Structural Geology 184, 105154. https://doi.org/10.1016/j.jsg.2024.105154 (IF 2.6)
3- CP Henriot, H Celle, V Klaba, A Biguenet, C Miège, A Daval, P Amiotte-Suchet, JC Beugnot, T Karbowiak, X Bertrand. 2023. Effect of a karst system (France) on extended spectrum beta-lactamase (ESBL)-producing Escherichia coli. Water Research 230, 119582. DOI: 10.1016/j.watres.2023.119582 (IF 13)
4- Klaba V., Celle H., Fournier M., Jourde H., Massei N. (soumis Journal of Hydrology). Contribution of the geology to the hydrodynamical modelling of karstic systems. Application to Arcier hydrosystem (eastern France).
5- Klaba V., Celle H., Nevers P., Huneau F., Aumar C., Labbe J. (accepté STOTEN) Contribution of the hydrochemistry to the geological/hydrodynamical modelling of karstic systems and impact on their vulnerability to contamination. Application to Arcier hydrosystem (Eastern France).
6- Klaba V., Celle H., Tabibi S., Fores B., Albaric J., Francis O. (soumis GRL) Deciphering the water supply of a polje by using gravimetry.
7- A. Lechmann, D. Mair, A. Ariga, T. Ariga, A. Ereditato, R. Nishiyama, C. Pistillo, P. Scampoli, F. Schlunegger, M. Vlad. 2021. Muon tomography in geoscientific research – A guide to best practice. Earth-Science Reviews
8- M. Tramontini, M. Rosas-Carbajal, F. Ivan Zyserman, L. Longuevergne, C. Nussbaum, J. Marteau. 2024. Defining the sensitivity of cosmic ray muons to groundwater storage changes. Compte-rendus Géosciences, 356, 177-194.

5. Equipe potentiellement mobilisée

PERSONNEL PERMANENT

Hélène CELLE est professeur en hydrogéologie à l'UMR Chrono-environnement de l'Université Marie et Louis Pasteur (ex-Université de Franche-Comté). Ses travaux de recherche se focalisent sur l'utilisation des outils hydrodynamiques et hydrochimiques pour caractériser le fonctionnement des hydrosystèmes afin de : 1) comprendre leur vulnérabilité face à la contamination, la surexploitation, 2) anticiper leur comportement futur face au changement global, 3) mieux comprendre les enjeux de partage des ressources en eau souterraine entre les différents utilisateurs.

Julie ALBARIC est maître de conférences en géophysique à l'UMR Chrono-environnement de l'Université Marie et Louis Pasteur (ex-Université de Franche-Comté). Ses travaux de recherche portent sur la déformation et les transferts de fluides dans la croûte terrestre, en particulier sur la relation entre les fluides et la sismicité. Elle étudie la dynamique des réservoirs géologiques (karst, géothermie, permafrost) soumis à des forçages naturels ou anthropiques, en m'appuyant principalement sur des méthodes géophysiques.

Jacques MARTEAU est professeur à l'IP2I à l'Université de Lyon. Ses travaux de recherches portent sur la physique des particules. Spécialiste de la muographie, il a développé et adapté cette technique à la mesure en trois dimensions de grandes structures, notamment géologiques.

6. Collaborations avec Grand Besançon Métropole

Hélène CELLE et Julie ALBARIC sont membres du comité scientifique de Novillars.
Hélène CELLE est membre des comités scientifique et technique d'Arcier.

Collaborations entre Hélène CELLE et GBM

- TRANSKARST depuis 2019
- Parcelle expérimentale de Port-Douvot depuis 2018
- Projet PFAS depuis 2024 (+ Pierre Nevers)
- Encadrement commun de 2 alternants
    - Claire Robazza 2024
    - Clément Colin 2025

7. Cofinanceurs potentiels

Pas de co-financements

Nom, prénom et signature du porteur de projet	Avis et visa du Directeur d'unité ou Directeur de composante

MODELE DE BUDGET PREVISIONNEL (DEPENSES ESTIMATIVES)

POSTES DEPENSE	DESCRIPTION	COUT PREVISIONNEL (€HT)	COUT PREVISIONNEL (€TTC)
RESSOURCES HUMAINES (non titulaires)	*Ex. : Doctorants, post-doctorant, stagiaires, ingénieur, technicien…*	*Salaire brut chargé x nombre de mois*	*Salaire brut chargé x nombre de mois*
FRAIS DE MISSION (terrains, colloque…)			
CONSOMMABLES	*Ex. : Produits labo, bureautique, licences logicielles*		
PETITS EQUIPEMENTS	*Ex. : Matériel léger, ordinateurs…*		
PRESTATIONS DE SERVICES EXTERNES	*Ex. : Analyses, traduction, développement web…*		
COMMUNICATION ET VALORISATION	*Ex. : Organisation de colloques, site web, impression, frais de PI, …*		
AUTRES DEPENSES			
TOTAL			

Direction chargée de l'exécution de la convention :
Département Eau et Assainissement

Affaire suivie par : Christian Impéras. Tel : 03 81 61 52 01 / christian.imperas@grandbesancon.fr

VU Le code général des collectivités territoriales,

VU la délibération n°2025/2025.00216 du Conseil de communauté de Grand Besançon Métropole du 26 juin 2025 relative au Partenariat stratégique entre GBM et l'Université Marie et Louis Pasteur pour une gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire,

VU la délibération n°2025/2025.00297 du Conseil de communauté de Grand Besançon Métropole du 25 septembre 2025 relative à l'adoption du Schéma Territorial Enseignement supérieur, Vie étudiante, Recherche et Innovation,

VU la délibération n°2026/……du Conseil de Communauté de Grand Besançon Métropole du 5 novembre 2026 relative aux conventions dans le cadre du partenariat stratégique entre GBM et l'Université Marie et Louis Pasteur pour une gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire,

VU la convention-cadre de partenariat « Engagement pour une gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire » 2025-2030 du 26 août 2025

Convention relative à l'attribution d'une subvention à l'Université Marie et Louis Pasteur en vue de la mise en œuvre du projet

Catalyseurs supportés innovants à base d'atomes métalliques isolés pour la dégradation de polluants organiques de l'eau - **CATAMI**

ENTRE :

La Communauté Urbaine Grand Besançon Métropole, Etablissement Public de Coopération Intercommunale dont le siège est situé 4, rue Gabriel Plançon, 25000 Besançon représentée par son Président, M. Laurent JEUNET, dûment habilité à signer la présente convention par délibération du Conseil de communauté en date du 5 novembre 2026,
Ci-après désignée « Grand Besançon Métropole » ou « GBM »,

d'une part,

ET

L'Université Marie et Louis Pasteur, Établissement Public à caractère Scientifique, Culturel et Professionnel dont le siège est situé au 1 rue Goudimel, 25000 Besançon, représentée par son Président, M. Hugues DAUSSY, dûment habilité à signer la présente convention par délibération du Conseil d'Administration en date du 02 juin 2021,
Ci-après désignée « L'université Marie et Louis Pasteur » ou « UMLP » ou « le bénéficiaire »

d'autre part,

IL EST CONVENU CE QUI SUIT :

ARTICLE 1 : OBJET DE LA CONVENTION

La présente convention a pour objectif de définir la participation financière de Grand Besançon Métropole en faveur de l'Université Marie et Louis Pasteur, concernant le soutien au projet suivant, retenu dans le cadre du partenariat stratégique liant les deux parties.

Projet : Catalyseurs supportés innovants à base d'atomes métalliques isolés pour la dégradation de polluants organiques de l'eau - CATAMI

Le bénéficiaire a pour obligation de consacrer les sommes allouées au projet retenu par le Comité de pilotage et décrit en Annexe à la présente convention.

La présente convention constitue une déclinaison particulière de la convention cadre de partenariat susvisée, dont elle met en œuvre les orientations pour le Projet mentionné ci-dessus.

Les stipulations de la convention cadre demeurent pleinement applicables aux relations entre les Parties au titre de présent Projet.

ARTICLE 2 : MONTANT DE L'AIDE FINANCIERE DE GRAND BESANCON METROPOLE

Le montant de l'aide financière de GBM pour la mise en œuvre de ce projet est fixé à 80% du budget global du projet qui s'élève à 202 070,09 € HT, à savoir **161 656,07 € HT.**

L'ensemble des dépenses et recettes apportées par les partenaires cofinanceurs sont précisées dans le budget figurant en annexe à la présente convention.

A ce titre, chaque ligne du plan de financement devra faire l'objet d'une justification. Notamment, il est rappelé que le plafond d'aide publique est fixé à hauteur de 80 % par la réglementation. Cela signifie que le bénéficiaire devra attester de la disponibilité des 20% de fonds d'autofinancement. Par ailleurs, si un autre financeur public participe au cofinancement du projet, la confirmation de sa participation effective sera exigée.

Pour obtenir le versement intégral des aides ci-dessus, le bénéficiaire doit justifier de dépenses éligibles à hauteur de l'assiette prévisionnelle. Si les dépenses réalisées sont inférieures aux dépenses prévisionnelles, le montant de l'aide définitive sera calculé au prorata des dépenses éligibles justifiées par rapport aux dépenses prévisionnelles.

Le bénéficiaire s'engage à n'inclure dans l'assiette de la subvention que les dépenses rattachées à la réalisation du projet pendant sa durée d'exécution.

Si le plan de financement prévisionnel présenté dans le dossier initial du projet venait à être modifié, le bénéficiaire s'engage à en informer rapidement Grand Besançon Métropole par un courrier dûment motivé. Après instruction GBM pourra, ou non, valider la modification demandée. Le cas échéant, GBM pourra procéder à une réduction de l'aide accordée, par voie d'avenant à la présente convention.

ARTICLE 3 : DUREE - CADUCITE

La réalisation de ce projet doit s'inscrire dans les délais ci-dessous.

3.1 Durée de la convention

La présente convention prend effet à compter de la date de signature de la dernière partie.

Elle est conclue pour une **durée maximum de 30 mois**.

3.2 Délai de validité de l'aide - caducité

Délais relatifs au projet	
Période d'exécution des dépenses	01 janvier 2027 (début) au 30 juin 2029 (fin)
Date limite de dépôt de la demande du versement du solde de la (des) subvention(s)	31 décembre 2029

En cas de retard dans le déroulement du projet, ces délais susvisés pourront faire l'objet d'une prorogation. Dans ce cas, le bénéficiaire devra adresser un courrier dûment motivé à GBM et ce avant l'expiration du délai pour lequel il sollicite une prorogation. Cette dernière sera actée par délibération de GBM et production d'un avenant à la présente convention.

ARTICLE 4 : MODALITES DE VERSEMENT

Les modalités de versement des aides relatives au projet mentionnées à l'article 2 sont les suivantes :

Fonctionnement et/ou Investissement :

- Une avance correspondant à 50 % du montant de la subvention, fixée à l'article 2, sera versée après la signature de la présente convention par les deux parties ;

- Le solde (50 %) sera versé à réception des documents suivants :
    - d'un état récapitulatif des dépenses acquittées, affectées à la réalisation du projet subventionné daté et signé par le représentant légal de la structure bénéficiaire ou toute personne dûment habilitée à engager l'organisme et certifié conforme par le comptable public ;
    - d'un bilan du projet, présentant les objectifs atteints au regard des objectifs initiaux, réservé à GBM.

Allocation(s) Jeune Chercheur / post-doctorat :

Afin de promouvoir une recherche d'excellence et d'offrir des conditions optimales de cadre d'emplois aux jeunes chercheuses et chercheurs, ces allocations sont prévues pour une durée minimale de 12 mois pour chacun des sujets mentionnés ci-dessous :

- ALLOCATION (100 000 € HT) : Ingénieur de recherche, 24 mois

Les modalités de versement des aides sont les suivantes :

- Une avance correspondant à 50 % du montant de la subvention fixée à l'article 2 est versée après la signature de la présente convention sur présentation du contrat de travail ;

- Le solde (50 %) est versé à réception des documents suivants :
    - d'un état récapitulatif détaillé par mois des dépenses liées à la rémunération (salaire brut chargé), daté et signé par le représentant légal de la structure bénéficiaire ou toute personne dûment habilitée à engager l'organisme et certifié conforme par le comptable public (si personne publique) ;
    - d'un bilan, réservé à GBM, comportant notamment :
        les résultats scientifiques,
        les communications et publications scientifiques réalisées,
        le cas échéant, la valorisation industrielle ou socio-économique des travaux.

L'ensemble des demandes de versements des subventions mentionnées à l'article 2, ainsi que les pièces justificatives citées ci-dessus, **doivent être déposées transmises à GBM** au format PDF dans les délais impartis à l'article 3.2 de la présente convention.

ARTICLE 5 : SUIVI ET CONTROLE

Si le projet initial venait à être modifié, le bénéficiaire s'engage à en informer GBM par un courrier dument motivé.

Le bénéficiaire s'engage :

- à tenir une comptabilité sur laquelle figurent tous les éléments nécessaires à l'évaluation précise des dépenses et recettes visées à la présente convention, à savoir :

  les dépenses effectuées conformément à l'assiette et l'objet de l'aide (factures externes ou documents analytiques internes),

  les recettes encaissées dans le cadre des programmes soutenus par d'autres cofinanceurs,

  cette comptabilité, ainsi que les éléments de comptabilité générale s'y rapportant seront, en cas de demande, tenus à la disposition de GBM ou d'un représentant accrédité par elle,
- à se soumettre à tout contrôle technique et financier effectué par les services de GBM ou par tout représentant accrédité par elle, ainsi qu'à donner toutes facilités pour l'exercice de ce contrôle, notamment en ce qui concerne les vérifications sur pièces et sur place,
- à répondre aux demandes d'informations à des fins statistiques ou d'analyse émanant des services de GBM,
- à fournir les livrables selon les modalités décrites dans la fiche descriptive du projet.

ARTICLE 6 : REVERSEMENT ET RESILIATION

En cas de non-respect des clauses de la présente convention et en particulier, de la modification du plan de financement ou du programme du projet sans autorisation préalable, de l'utilisation des fonds non conforme à l'objet de la présente convention, de l'absence de publicité mentionnant le soutien de GBM (article 8) ou du refus de se soumettre aux modalités de contrôle définies à l'article 5, GBM peut décider de mettre fin à l'aide (aux aides) et exiger le reversement partiel ou total des sommes versées en soutien au projet mentionné à l'article 1.

En cas d'abandon du projet, le bénéficiaire s'engage à en informer les services de GBM pour permettre la clôture de l'opération et la résiliation de la convention. A date, le bénéficiaire s'engage à remettre un bilan exhaustif de la réalisation du projet et des dépenses engagées. Il s'engage par ailleurs à procéder au reversement des sommes indûment perçues dans les plus brefs délais, dès réception du titre de perception émis par le Payeur général.

ARTICLE 7 : SECURITE DES PERSONNES

L'ensemble des sites de GBM sont générateurs à des degrés divers de risques pour les personnes. A ce titre, aucune personne extérieure à GBM ne pourra intervenir sur ses sites sans qu'une visite préalable organisée par GBM avec l'équipe projet, suivie d'un plan de prévention, ne soient réalisés.

ARTICLE 8 : LIBERTE ACADEMIQUE

Les parties à la présente convention reconnaissent le principe fondamental de liberté académique indispensable au développement de la recherche scientifique.
Chaque partie s'engage à respecter l'indépendance intellectuelle des chercheurs et enseignants-chercheurs participant aux activités qui feront l'objet d'un conventionnement y compris dans leur choix méthodologique, leurs orientations de recherche, thématiques abordées, sous réserve d'engagement contractuels, des contraintes réglementaires et des exigences de qualité scientifique.

Les parties s'encouragent à instaurer un dialogue entre les chercheurs, institutions et partenaires fondé sur la transparence, le respect mutuel et la responsabilité de tous.

ARTICLE 9 : PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

Conformément à l'article 9 de la convention cadre, chaque partie demeure titulaire des droits de propriété intellectuelle afférents aux résultats qu'elle produit. Le versement de la subvention n'emporte, par lui-même, aucun droit de propriété ni aucun droit d'usage au bénéfice de GBM sur les résultats du projet.

Ce principe s'applique à l'ensemble des droits susceptibles de porter sur les résultats, notamment les droits d'auteur, les inventions brevetables et les brevets, les logiciels et les bases de données.

Chaque partie demeure seule propriétaire de ses connaissances antérieures, sur lesquelles la présente convention n'emporte aucune cession ni licence, à l'exception du droit d'usage strictement nécessaire à la réalisation du Projet.

L'UMLP tient GBM informé de l'avancement du Projet et lui communique les résultats obtenus. À la demande de GBM, une réunion de présentation des résultats peut être organisée.

Cette communication est faite à titre d'information. Elle n'emporte aucun transfert de propriété ni aucune concession de droits d'usage ou d'exploitation au bénéfice de GBM, conformément au premier alinéa du présent article.

Les résultats non encore publiés ainsi communiqués sont confidentiels. GBM s'interdit de les divulguer à des tiers sans l'accord préalable et écrit de l'UMLP.

ARTICLE 10 : CLAUSE DE PUBLICITE

Les actions menées dans le cadre de la présente convention bénéficieront d'une communication conjointe.
Toute communication (numérique, publication scientifique, publication de document de communication, manifestation publique, opération de relations presse, etc.), engagée au titre de ce projet par l'une des parties devra faire mention de l'engagement des moyens financiers et humains des parties dans l'opération faisant l'objet d'une communication.
Les parties s'obligent, notamment, à faire figurer sur les documents de communication imprimés et numériques réalisés leurs logotypes respectifs, ainsi que ceux des laboratoires de recherche et des autres partenaires engagés dans le projet.

La présente convention est concernée par 4 niveaux de communication distincts :

1. **La communication dans le cadre de publications scientifiques** régie par les règles en usage dans les communautés académiques et dans le respect des libertés académiques (article 7) ;

2. **La communication dans le cadre de l'innovation et de la valorisation** des résultats scientifiques régie par les règles en vigueur en matière de propriété intellectuelle ;

3. **La communication institutionnelle et grand public** (notamment à destination de la presse) qui fera l'objet d'accords préalables et d'un travail de co-construction entre les services techniques et de communication des parties ;

4. **La communication interne** visant à valoriser auprès des communautés professionnelles GBM et UMLP le partenariat et ses réalisations ; démarche qui appartient en propre à chaque partenaire.

De manière générale, les parties s'engagent à se concerter et s'informer en amont de toute action de communication engagée dans le cadre du présent projet.
En cas d'opposition, ou de défaut de concertation, chaque partie sera responsable juridiquement des suites pouvant être engagées.

ARTICLE 11 : COMPTABLE ASSIGNATAIRE

L'ordonnateur et le comptable assignataires sont respectivement le Président de Grand Besançon Métropole et le Comptable public assignataire de Grand Besançon Métropole.

ARTICLE 12 : REGLEMENT DES LITIGES

En cas de difficulté quelconque lié à la conclusion ou à l'exécution de la présente convention, quels qu'en soit la cause ou l'objet, il est expressément convenu, et avant tout recours contentieux, que les parties procèdent par voie de règlement amiable.

Pour ce faire, la partie la plus diligente saisie l'autre par un courrier adressé en recommandé avec accusé de réception, sans délai et sans condition préalable, afin d'entamer des négociations aux fins de résoudre tout différend.

A défaut de règlement amiable dans un délai de deux mois, le litige peut être porté par la partie la plus diligente devant le tribunal administratif de Besançon.

Fait en deux exemplaires originaux, à……., le …….

Pour l'Université Marie et Louis Pasteur, **Le Président**	**Pour Grand Besançon Métropole,** **Le Vice-Président**
Monsieur Hugues DAUSSY	**Monsieur Laurent JEUNET**

Fiche projet pour demande d'aide

CATAMI

INTITULE DU PROJET : Catalyseurs supportés innovants à base d'atomes métalliques isolés pour la dégradation de polluants organiques de l'eau (CATAMI)

Responsable scientifique du projet :

- Nom : Lamic-Humblot
- Prénom : Anne-Félicie
- Laboratoire : Institut UTINAM
- Maitre de Conférence : oui (section CNU 32)
- anne-felicie.lamic-humblot@umlp.fr
- 03 81 66 65 31

Référent (s) administratif(s) :

- **Nom :** LEMERCIER
- **Prénom :** Sophie
- **Organisme du contact** Université Marie et Louis Pasteur
- **Fonction** Directrice du SAIC, Directrice adjointe DRVI
- **Courriel** sophie.lemercier@umlp.fr
- **Téléphone** 03 81 66 58 28

EQUIPES DE RECHERCHES CONCERNEES et CONTACT SCIENTIFIQUE DE L'EQUIPE

Equipe Matériaux et Surfaces Fonctionnels
Lydie Viau (lydie.viau@umlp.fr)

AUTRES PARTENAIRES : GBM

(*Préciser leur degré d'implication et leur accord)*

- Recherche : partage d'échantillons d'eau de l'agglomération, partage de données de qualité de l'eau, participation à la rédaction et à la valorisation du projet

THEMATIQUE NATURE ET OPERATION

- Thématique : Etude recherche et réseau de suivi
- Nature du projet : Etude générale et recherche
- Type d'opération : Recherche et innovation
- **Intitulé de l'opération** : Catalyseurs supportés innovants à base d'atomes métalliques isolés pour la dégradation de polluants organiques de l'eau

LOCALISATION DU PROJET

- **Commune principale et numéro INSEE** : Besançon 25056
- **Nom du cours d'eau :** Doubs

RESUME DU PROJET GLOBAL

- **Résumé :** 3000 caractères espaces inclus

Le développement de nouvelles activités industrielles, agricoles et domestiques génère le rejet de nouveaux contaminants dans l'environnement tels que les éléments traces métalliques, les colorants, les pesticides ou encore les médicaments pharmaceutiques. La plupart de ces contaminants ne sont pas totalement éliminés par les traitements conventionnels des effluents. Même à faibles concentrations, leurs effets néfastes sur l'Homme et les écosystèmes proviennent de leur toxicité, de leur persistance et de leur bioaccumulation. Différentes technologies de purification supplémentaires aux traitements conventionnels sont à l'étude afin d'obtenir une qualité d'eau supérieure. La captation des contaminants grâce à ces technologies, que ce soit par absorption ou par adsorption dans des matériaux, constitue déjà une étape de dépollution importante. Cependant, les matériaux contaminés doivent eux-mêmes être traités.
Pour pallier ce problème, la catalyse peut être une solution. En effet, l'oxydation catalytique avancée est un procédé qui permet de décomposer les molécules organiques en plus petites molécules, comme le dioxyde de carbone CO_2 (gazeux donc facilement éliminé) ou l'eau H_2O, grâce à un catalyseur qui est recyclable. En général, un catalyseur est composé d'un métal déposé sur un support oxyde, le couple métal/oxyde étant choisi en fonction des propriétés désirées et de la réaction visée.
Le couple choisi pour ce projet est **l'or** (Au) **sur le dioxyde de titane** (TiO_2). Ce dernier est un oxyde réductible et donc approprié pour réaliser des réactions d'oxydo-réduction. L'or est, quant à lui, un métal souvent utilisé pour les réactions d'oxydation. Le couple Au/TiO_2 est un catalyseur couramment utilisé pour des réactions d'oxydation en phase gazeuse. Cependant, à notre connaissance, il n'est pas utilisé en phase aqueuse pour ce type de réactions.
Afin d'assurer la meilleure efficacité du catalyseur, le métal doit être déposé sous forme atomique.
Le défi réside donc dans la synthèse des matériaux : si les atomes métalliques doivent rester isolés, alors il faut **une interaction très forte entre le support oxyde et le métal**.
Pour réaliser ce type de matériaux, des molécules soufrées seront utilisées : la liaison Au-S est très forte et permettra de conserver l'atome d'or isolé.
Selon les résultats obtenus avec l'or, il est envisagé de changer de métal.
D'un point de vue économique, ce système est beaucoup plus rentable car la totalité du métal déposé est utile pour faire la réaction. De plus, l'interaction entre le métal et le support est forte, ce qui **limite les risques de relargage dans le milieu**.
Le projet présenté ici a donc pour objectifs de **synthétiser** des matériaux catalytiques composés d'or sous forme atomique dispersé sur du dioxyde de titane, de les **caractériser** et enfin d'**évaluer leurs performances** en dégradation de molécules organiques d'intérêt comme les antibiotiques, les substances per(poly)fluoroalkylées (PFAS) notamment l'acide trifluoroacétique (TFA) ou les perturbateurs endocriniens.

- **Coût total du projet** : 202 070,09 € HT

CONTEXTE SCIENTIFIQUE

(3 000 caractères espaces compris)

- **Contexte général / état des connaissances actuelles**

Le développement croissant des activités industrielles, agricoles et domestiques entraîne l'introduction de nouveaux contaminants dans l'environnement, tels que les éléments traces métalliques, les colorants, les pesticides ou encore les résidus pharmaceutiques [1]. Or, les procédés conventionnels de traitement des effluents ne permettent pas d'éliminer totalement ces substances [2]. Même à de très faibles concentrations, ces polluants présentent des risques importants pour la santé humaine et les écosystèmes en raison de leur toxicité, de leur persistance et de leur capacité à s'accumuler dans les organismes vivants.
Afin d'améliorer la qualité de l'eau, différentes technologies complémentaires sont actuellement étudiées, comme la filtration membranaire, la coagulation, la précipitation, l'osmose inverse ou encore l'échange d'ions [3,4]. Ces procédés permettent de capter les contaminants, notamment par adsorption ou absorption, constituant ainsi une première étape essentielle de dépollution. Toutefois, les polluants ne sont pas détruits mais simplement transférés vers un autre support, ce qui nécessite un traitement supplémentaire des matériaux utilisés.
Dans ce contexte, la catalyse apparaît comme une alternative particulièrement prometteuse. Bien qu'elle soit largement exploitée dans de nombreux domaines industriels — tels que le raffinage du pétrole, les pots catalytiques automobiles ou encore la synthèse chimique énantiosélective — son utilisation dans le traitement

de l'eau reste encore limitée. À ce jour, certaines approches reposent sur la catalyse enzymatique, mais la catalyse hétérogène demeure peu développée dans ce domaine.
Pourtant, cette dernière présente un avantage majeur : elle permet non seulement de capter les polluants, mais aussi de les dégrader directement, éliminant ainsi la nécessité d'un traitement ultérieur des matériaux adsorbants. Cette approche est particulièrement pertinente pour des composés très persistants, comme les PFAS, souvent qualifiés de « polluants éternels » en raison de leur grande stabilité chimique et de leur difficulté à être décomposés.
Ainsi, la stratégie proposée consiste à combiner simultanément la capture et la dégradation des contaminants. Une telle approche permettrait de réduire significativement le temps, les coûts et la consommation d'énergie par rapport aux méthodes conventionnelles, tout en évitant les étapes supplémentaires de régénération ou de traitement des matériaux, comme c'est le cas pour les charbons actifs après adsorption.

FINALITE ET ATTENDUS OPERATIONNELS

(3 000 caractères espaces compris)

- **Objectifs scientifiques / enjeux**

  L'objectif de ce projet est de parvenir à la dégradation complète, par oxydation totale, de molécules d'intérêt telles que les PFAS ou les perturbateurs endocriniens, des polluants réfractaires encore présents dans les milieux aqueux. Le but est de transformer ces composés en produits inoffensifs, principalement de l'eau et du dioxyde de carbone.
  Pour atteindre cet objectif, l'approche repose sur l'utilisation de systèmes catalytiques. Ces derniers présentent plusieurs avantages majeurs : ils permettent d'accélérer les réactions, sont facilement récupérables du fait de leur nature solide, et peuvent être utilisés sur de longues durées grâce à leur capacité de régénération en fin de cycle.
  Si leurs performances s'avèrent satisfaisantes, une montée en échelle pourra être envisagée. Le passage du laboratoire à une station d'épuration constitue certes un défi technique important, mais il reste tout à fait réalisable.

- **Attendus opérationnels**

  Développer un procédé de traitement des eaux en vue de proposer un prototype opérationnel à plus grande échelle.

DESCRIPTIF DETAILLE

(4000 caractères espace compris) :

- **Objectifs / Méthodologie**

Objectif
- Obtenir des matériaux recyclables et à faible coût permettant la dégradation des polluants organiques notamment des PFAS.
Méthodologie. Ce projet est divisé en 4 parties, à la fois distinctes mais aussi très dépendantes les unes des autres.

A) Synthèse des matériaux Au/TiO_2

Afin de permettre la dégradation des polluants organiques notamment ceux présentant une excellente stabilité chimique comme les PFAS, les catalyseurs devront avoir un pouvoir oxydant fort. Ceci sera apporté par l'utilisation du couple Au/TiO_2.
Des particules commerciales de TiO_2 seront utilisées. La fonctionnalisation de ces particules par différentes molécules organiques sera réalisée dans des conditions douces dans des solvants non polluants (eau, éthanol). Les molécules organiques seront soit disponibles commercialement soit synthétisées au laboratoire. La quantité de molécules organiques incorporées devra être optimisée afin de permettre la formation d'atomes d'or isolés en dernière étape. La présence d'atome d'or isolé permettra à la fois d'augmenter significativement l'activité catalytique mais également de contrôler le coût. Pour cette dernière étape, des précurseurs d'or commerciaux ou synthétisés au laboratoire pourront être utilisés. Différents protocoles expérimentaux seront ensuite testés afin de transformer ces précurseurs en atomes d'or Au(0).

B) Tests de dégradation et analyses

A l'issue de cette synthèse, des tests de dégradation d'un colorant comme le méthyle orange (ou hélianthine) seront menés afin de discriminer facilement les échantillons prometteurs. Ces derniers seront ensuite testés en dégradation d'un PFAS comme le TFA, dans des conditions drastiques (assez forte concentration en TFA –

de l'ordre de 1 mg.L^{-1} - pour ne pas avoir de problème analytique), une certaine quantité du matériau synthétisé sera introduite. Des prélèvements seront effectués régulièrement afin d'analyser la quantité de TFA qui aura disparu et identifier les produits obtenus. Ces analyses seront effectuées par GC-MS au laboratoire Qualio.

C) Liens structures/propriétés

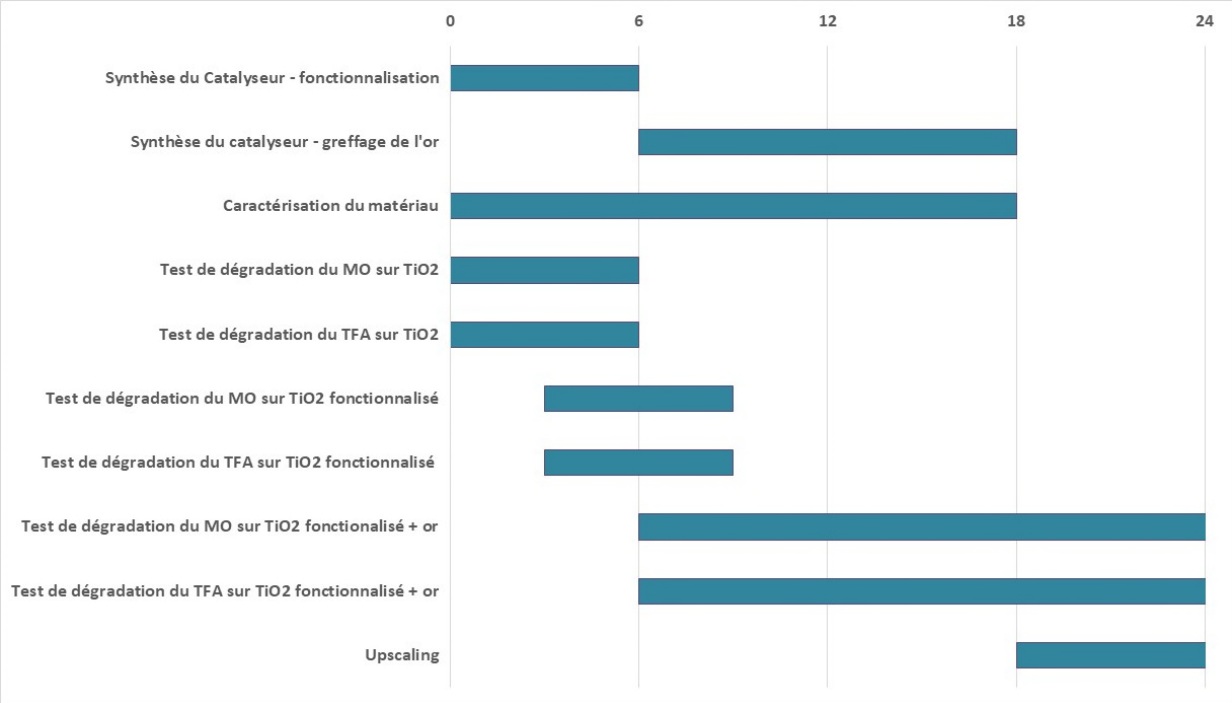
A chaque étape de synthèse, les matériaux seront caractérisés par Diffraction des Rayons X (DRX) (structure cristalline), par spectroscopie Infra-Rouge (IR) et Spectrométrie de Photoélectrons X (XPS) (fonctionnalisation et présence d'or), et microscopie électronique à transmission (répartition de l'or à la surface).

D) Upscaling (test du dispositif à plus grande échelle)

Les matériaux les plus performants seront étudiés dans des conditions se rapprochant de la réalité.

<u>LIVRABLES</u> :

- **Livrables génériques :**
  - une réunion de lancement dans le premier mois
  - une réunion d'avancement tous les 6 mois avec rendu d'un PPT et note d'avancement (1 page)
  - une réunion de restitution en fin de programme avec un rapport complet
- **Livrables additionnels :** à détailler



Un diagramme de Gantt est proposé pour visualiser le déroulement du projet.

La première période du projet sera consacrée à la synthèse du matériau catalytique : de sa fonctionnalisation au greffage de l'or. En parallèle et après chaque étape de la synthèse, le matériau sera caractérisé par différentes méthodes (DRX, spectrophotométrie UV-visible, spectroscopie IR, imageries MEB et MET, spectroscopie XPS…). Il sera également testé en dégradation du méthyle orange, un indicateur coloré dont la dégradation est facile à suivre techniquement. Les matériaux les plus prometteurs seront testés en dégradation du TFA et/ou du diclofénac, dont le suivi est plus contraignant mais pour lequel le laboratoire a déjà une expérience.

DUREE DU PROJET

- Calendrier prévisionnel : 30 mois
- Date de début : 01/01/2027
- Date de fin : 30/06/2029

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Amin, M. T.; Alazba, A. A.; Manzoor, U., Adv. Mat. Sci. Eng., 2014, 1-24
[2] Briand, C., *et al*, Que sait-on des micropolluants dans les eaux urbaines ? ARCEAU IdF; AFB – Agence française pour la biodiversité, 2018, 978-2-490463-00-8. hal-01803319
[3] Nageeb, M., Adsorption Technique for the Removal of Organic Pollutants from Water and Wastewater, 2013
[4] Jurin, F. E.; Buron, C. C.; Magnenet, C.; Quinart, M.; Lakard, S.; Filiâtre, C.; Lakard, B., Colloids Surf., A, 2015, 486, 153-160

PLAN DE FINANCEMENT : voir document Excel

Université Marie et Louis Pasteur

ANNEXE FINANCIERE- CONTRAT DE COLLABORATION DE RECHERCHE

Partenaire Projet : **Grand Besançon Métropole**

Laboratoire UTINAM

Responsable scientifique Anne-Félicie Lamic-Humblot

DEPENSES PROJET			
Frais de personnel recruté	Ingénieur de recherche	100 000,00	€
Implication Personnel Permanent	A-F. Lamic-Humblot (16%), I. Jourdain (10%), F. Jurin (10%)	39 570,09	€
Dépenses directes	Matériel scientifique (plaques chauffantes, etc.)	3 000,00	€
	Synthèse des matériaux Au/TiO2	7 000,00	€
	Tests de dégradation et analyse	5 000,00	€
	Liens structure/propriétés	5 000,00	€
	Upscalling (test du dispositif à plus grande échelle)	3 000,00	€
	Valorisation (publications, congrès, etc.)	6 000,00	€
	Missions (accès au terrain, valorisation scientifique)	1 000,00	€
dont			
Frais de gestion (20% de la somme versée par la Société)		32 500,00	€
	TOTAL dépenses (D1)	202 070,09	**€**

Financement GBM		162 500,00	€
	TOTAL recettes (R1)	162 500,00	€

RECETTES DES ETABLISSEMENTS			
Versement GBM > UMLP		162 500,00	€
		-	
	TOTAL recettes (R2)	**162 500,00**	€

	TOTAL contribution Etablissement		
	F1 = D1-R2	39 570,09	€

Coût global du programme	202 070,09	**€**	
Part de financement assurée par GBM	80%		

Direction chargée de l'exécution de la convention :
Département Eau et Assainissement

Affaire suivie par : Christian Impéras. Tel : 03 81 61 52 01 / christian.imperas@grandbesancon.fr

VU Le code général des collectivités territoriales,

VU la délibération n°2025/2025.00216 du Conseil de communauté de Grand Besançon Métropole du 26 juin 2025 relative au Partenariat stratégique entre GBM et l'Université Marie et Louis Pasteur pour une gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire,

VU la délibération n°2025/2025.00297 du Conseil de communauté de Grand Besançon Métropole du 25 septembre 2025 relative à l'adoption du Schéma Territorial Enseignement supérieur, Vie étudiante, Recherche et Innovation,

VU la délibération n°2026/……du Conseil de Communauté de Grand Besançon Métropole du 5 novembre 2026 relative aux conventions dans le cadre du partenariat stratégique entre GBM et l'Université Marie et Louis Pasteur pour une gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire,

VU la convention-cadre de partenariat « Engagement pour une gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire » 2025-2030 du 26 août 2025

Convention relative à l'attribution d'une subvention à l'Université Marie et Louis Pasteur en vue de la mise en œuvre du projet

Caractérisation microbiologique et résistance aux antimicrobiens dans les rejets communautaires - **CARMA**

ENTRE :

La Communauté Urbaine Grand Besançon Métropole, Etablissement Public de Coopération Intercommunale dont le siège est situé 4, rue Gabriel Plançon, 25000 Besançon représentée par son Président, M. Laurent JEUNET, dûment habilité à signer la présente convention par délibération du Conseil de communauté en date du 5 novembre 2026,
Ci-après désignée « Grand Besançon Métropole » ou « GBM »,

d'une part,

ET

L'Université Marie et Louis Pasteur, Établissement Public à caractère Scientifique, Culturel et Professionnel dont le siège est situé au 1 rue Goudimel, 25000 Besançon, représentée par son Président, M. Hugues DAUSSY, dûment habilité à signer la présente convention par délibération du Conseil d'Administration en date du 02 juin 2021,
Ci-après désignée « L'université Marie et Louis Pasteur » ou « UMLP » ou « le bénéficiaire »

d'autre part,

IL EST CONVENU CE QUI SUIT :

ARTICLE 1 : OBJET DE LA CONVENTION

La présente convention a pour objectif de définir la participation financière de Grand Besançon Métropole en faveur de l'Université Marie et Louis Pasteur, concernant le soutien au projet suivant, retenu dans le cadre du partenariat stratégique liant les deux parties.

Projet : Caractérisation microbiologique et résistance aux antimicrobiens dans les rejets communautaires - CARMA

Le bénéficiaire a pour obligation de consacrer les sommes allouées au projet retenu par le Comité de pilotage et décrit en Annexe à la présente convention.

La présente convention constitue une déclinaison particulière de la convention cadre de partenariat susvisée, dont elle met en œuvre les orientations pour le Projet mentionné ci-dessus.

Les stipulations de la convention cadre demeurent pleinement applicables aux relations entre les Parties au titre de présent Projet.

ARTICLE 2 : MONTANT DE L'AIDE FINANCIERE DE GRAND BESANCON METROPOLE

Le montant de l'aide financière de GBM est fixé à hauteur de 80% de budget global du projet s'élève à **167 540 ,25 € HT**, soit **134 000,20 € HT**.

L'ensemble des dépenses et recettes apportées par les partenaires cofinanceurs sont précisées dans le budget figurant en annexe à la présente convention.

A ce titre, chaque ligne du plan de financement devra faire l'objet d'une justification. Notamment, il est rappelé que le plafond d'aide publique est fixé à hauteur de 80 % par la réglementation. Cela signifie que le bénéficiaire devra attester de la disponibilité des 20% de fonds d'autofinancement. Par ailleurs, si un autre financeur public participe au cofinancement du projet, la confirmation de sa participation effective sera exigée.

Pour obtenir le versement intégral des aides ci-dessus, le bénéficiaire doit justifier de dépenses éligibles à hauteur de l'assiette prévisionnelle. Si les dépenses réalisées sont inférieures aux dépenses prévisionnelles, le montant de l'aide définitive sera calculé au prorata des dépenses éligibles justifiées par rapport aux dépenses prévisionnelles.

Le bénéficiaire s'engage à n'inclure dans l'assiette de la subvention que les dépenses rattachées à la réalisation du projet pendant sa durée d'exécution.

Si le plan de financement prévisionnel présenté dans le dossier initial du projet venait à être modifié, le bénéficiaire s'engage à en informer rapidement Grand Besançon Métropole par un courrier dûment motivé. Après instruction GBM pourra, ou non, valider la modification demandée. Le cas échéant, GBM pourra procéder à une réduction de l'aide accordée, par voie d'avenant à la présente convention.

ARTICLE 3 : DUREE - CADUCITE

La réalisation de ce projet doit s'inscrire dans les délais ci-dessous.

3.1 Durée de la convention

La présente convention prend effet à compter de la date de signature de la dernière partie.

Elle est conclue pour une **durée maximum de 18 mois**.

3.2 Délai de validité de l'aide - caducité

Délais relatifs au projet	
Période d'exécution des dépenses	01 janvier 2027 (début) au 30 juin 2028 (fin)
Date limite de dépôt de la demande du versement du solde de la (des) subvention(s)	31 décembre 2028

En cas de retard dans le déroulement du projet, ces délais susvisés pourront faire l'objet d'une prorogation. Dans ce cas, le bénéficiaire devra adresser un courrier dûment motivé à GBM et ce avant l'expiration du délai pour lequel il sollicite une prorogation. Cette dernière sera actée par délibération de GBM et production d'un avenant à la présente convention.

ARTICLE 4 : MODALITES DE VERSEMENT

Les modalités de versement des aides relatives au projet mentionnées à l'article 2 sont les suivantes :

Fonctionnement et/ou Investissement :

- Une avance correspondant à 50 % du montant de la subvention, fixée à l'article 2, sera versée après la signature de la présente convention par les deux parties

- Le solde (50 %) sera versé à réception des documents suivants :
    - d'un état récapitulatif des dépenses acquittées, affectées à la réalisation du projet subventionné daté et signé par le représentant légal de la structure bénéficiaire ou toute personne dûment habilitée à engager l'organisme et certifié conforme par le comptable public,
    - d'un bilan du projet, présentant les objectifs atteints au regard des objectifs initiaux, réservé à GBM.

Frais de personnel :

Les modalités de versement des aides sont les suivantes :

- Une avance correspondant à 50 % du montant de la subvention fixée à l'article 2 est versée après la signature de la présente convention sur présentation du contrat de travail ;

- Le solde (50 %) est versé à réception des documents suivants :
    - d'un état récapitulatif détaillé par mois des dépenses liées à la rémunération (salaire brut chargé), daté et signé par le représentant légal de la structure bénéficiaire ou toute personne dûment habilitée à engager l'organisme et certifié conforme par le comptable public (si personne publique) ;
    - d'un bilan, réservé à GBM, comportant notamment :
        les résultats scientifiques,
        les communications et publications scientifiques réalisées,
        le cas échéant, la valorisation industrielle ou socio-économique des travaux.

L'ensemble des demandes de versements des subventions mentionnées à l'article 2, ainsi que les pièces justificatives citées ci-dessus, **doivent être déposées transmises à GBM** au format PDF dans les délais impartis à l'article 3.2 de la présente convention.

ARTICLE 5 : SUIVI ET CONTROLE

Si le projet initial venait à être modifié, le bénéficiaire s'engage à en informer GBM par un courrier dument motivé.

Le bénéficiaire s'engage :

- à tenir une comptabilité sur laquelle figurent tous les éléments nécessaires à l'évaluation précise des dépenses et recettes visées à la présente convention, à savoir :

  les dépenses effectuées conformément à l'assiette et l'objet de l'aide (factures externes ou documents analytiques internes) ;

  les recettes encaissées dans le cadre des programmes soutenus par d'autres cofinanceurs ;

  cette comptabilité, ainsi que les éléments de comptabilité générale s'y rapportant seront, en cas de demande, tenus à la disposition de GBM ou d'un représentant accrédité par elle.
- à se soumettre à tout contrôle technique et financier effectué par les services de GBM ou par tout représentant accrédité par elle, ainsi qu'à donner toutes facilités pour l'exercice de ce contrôle, notamment en ce qui concerne les vérifications sur pièces et sur place ;
- à répondre aux demandes d'informations à des fins statistiques ou d'analyse émanant des services de GBM.
- à fournir les livrables selon les modalités décrites dans la fiche descriptive du projet.

ARTICLE 6 : REVERSEMENT ET RESILIATION

En cas de non-respect des clauses de la présente convention et en particulier, de la modification du plan de financement ou du programme du projet sans autorisation préalable, de l'utilisation des fonds non conforme à l'objet de la présente convention, de l'absence de publicité mentionnant le soutien de GBM (article 8) ou du refus de se soumettre aux modalités de contrôle définies à l'article 5, GBM peut décider de mettre fin à l'aide (aux aides) et exiger le reversement partiel ou total des sommes versées en soutien au projet mentionné à l'article 1.

En cas d'abandon du projet, le bénéficiaire s'engage à en informer les services de GBM pour permettre la clôture de l'opération et la résiliation de la convention. A date, le bénéficiaire s'engage à remettre un bilan exhaustif de la réalisation du projet et des dépenses engagées. Il s'engage par ailleurs à procéder au reversement des sommes indûment perçues dans les plus brefs délais, dès réception du titre de perception émis par le Payeur général.

ARTICLE 7 : SECURITE DES PERSONNES

L'ensemble des sites de GBM sont générateurs à des degrés divers de risques pour les personnes. A ce titre, aucune personne extérieure à GBM ne pourra intervenir sur ses sites sans qu'une visite préalable organisée par GBM avec l'équipe projet, suivie d'un plan de prévention, ne soient réalisés.

ARTICLE 8 : LIBERTE ACADEMIQUE

Les parties à la présente convention reconnaissent le principe fondamental de liberté académique indispensable au développement de la recherche scientifique.
Chaque partie s'engage à respecter l'indépendance intellectuelle des chercheurs et enseignants-chercheurs participant aux activités qui feront l'objet d'un conventionnement y compris dans leur choix méthodologique, leurs orientations de recherche, thématiques abordées, sous réserve d'engagement contractuels, des contraintes réglementaires et des exigences de qualité scientifique.

Les parties s'encouragent à instaurer un dialogue entre les chercheurs, institutions et partenaires fondé sur la transparence, le respect mutuel et la responsabilité de tous.

ARTICLE 9 : PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

Conformément à l'article 9 de la convention cadre, chaque partie demeure titulaire des droits de propriété intellectuelle afférents aux résultats qu'elle produit. Le versement de la subvention n'emporte, par lui-même, aucun droit de propriété ni aucun droit d'usage au bénéfice de GBM sur les résultats du projet.

Ce principe s'applique à l'ensemble des droits susceptibles de porter sur les résultats, notamment les droits d'auteur, les inventions brevetables et les brevets, les logiciels et les bases de données.

Chaque partie demeure seule propriétaire de ses connaissances antérieures, sur lesquelles la présente convention n'emporte aucune cession ni licence, à l'exception du droit d'usage strictement nécessaire à la réalisation du Projet.

L'UMLP tient GBM informé de l'avancement du Projet et lui communique les résultats obtenus. À la demande de GBM, une réunion de présentation des résultats peut être organisée.

Cette communication est faite à titre d'information. Elle n'emporte aucun transfert de propriété ni aucune concession de droits d'usage ou d'exploitation au bénéfice de GBM, conformément au premier alinéa du présent article.

Les résultats non encore publiés ainsi communiqués sont confidentiels. GBM s'interdit de les divulguer à des tiers sans l'accord préalable et écrit de l'UMLP.

ARTICLE 10 : CLAUSE DE PUBLICITE

Les actions menées dans le cadre de la présente convention bénéficieront d'une communication conjointe.
Toute communication (numérique, publication scientifique, publication de document de communication, manifestation publique, opération de relations presse, etc.), engagée au titre de ce projet par l'une des parties devra faire mention de l'engagement des moyens financiers et humains des parties dans l'opération faisant l'objet d'une communication.
Les parties s'obligent, notamment, à faire figurer sur les documents de communication imprimés et numériques réalisés leurs logotypes respectifs, ainsi que ceux des laboratoires de recherche et des autres partenaires engagés dans le projet.

La présente convention est concernée par 4 niveaux de communication distincts :

1. **La communication dans le cadre de publications scientifiques** régie par les règles en usage dans les communautés académiques et dans le respect des libertés académiques (article 7) ;

2. **La communication dans le cadre de l'innovation et de la valorisation** des résultats scientifiques régie par les règles en vigueur en matière de propriété intellectuelle ;

3. **La communication institutionnelle et grand public** (notamment à destination de la presse) qui fera l'objet d'accords préalables et d'un travail de co-construction entre les services techniques et de communication des parties ;

4. **La communication interne** visant à valoriser auprès des communautés professionnelles GBM et UMLP le partenariat et ses réalisations ; démarche qui appartient en propre à chaque partenaire.

De manière générale, les parties s'engagent à se concerter et s'informer en amont de toute action de communication engagée dans le cadre du présent projet.
En cas d'opposition, ou de défaut de concertation, chaque partie sera responsable juridiquement des suites pouvant être engagées.

ARTICLE 11 : COMPTABLE ASSIGNATAIRE

L'ordonnateur et le comptable assignataires sont respectivement le Président de Grand Besançon Métropole et le Comptable public assignataire de Grand Besançon Métropole.

ARTICLE 12 : REGLEMENT DES LITIGES

En cas de difficulté quelconque lié à la conclusion ou à l'exécution de la présente convention, quels qu'en soit la cause ou l'objet, il est expressément convenu, et avant tout recours contentieux, que les parties procèdent par voie de règlement amiable.

Pour ce faire, la partie la plus diligente saisie l'autre par un courrier adressé en recommandé avec accusé de réception, sans délai et sans condition préalable, afin d'entamer des négociations aux fins de résoudre tout différend.

A défaut de règlement amiable dans un délai de deux mois, le litige peut être porté par la partie la plus diligente devant le tribunal administratif de Besançon.

Fait en deux exemplaires originaux, à…….., le …….

Pour l'Université Marie et Louis Pasteur, **Le Président**	**Pour Grand Besançon Métropole,** **Le Vice-Président**
Monsieur Hugues DAUSSY	**Monsieur Laurent JEUNET**

Fiche projet pour demande d'aide
Projet : CARMA

INTITULE DU PROJET : Caractérisation microbiologique et résistance aux antimicrobiens dans les rejets communautaires (CARMA)

Responsable scientifique du projet :
- Llanes
- Catherine
- UMR6249 CNRS UMLP Chrono-environnement
- Professeur des Universités
- cllanesb@univ-fcomte.fr
- 03 63 08 22 76

Co-responsable scientifique du projet :
- Rocchi
- Steffi
- UMR6249 CNRS UMLP Chrono-environnement
- Chercheur associé
- steffi.rocchi@univ-fcomte.fr
- 03 63 08 22 39

Référent (s) administratif(s) :
- **Nom :** LEMERCIER
- **Prénom :** Sophie
- **Organisme du contact** Université Marie et Louis Pasteur
- **Fonction** Directrice adjointe DRVI et Directrice SAIC
- **Courriel** sophie.lemercier@umlp.fr
- **Téléphone** 03 81 66 58 28

EQUIPES DE RECHERCHES CONCERNEES et CONTACT SCIENTIFIQUE DE L'EQUIPE

UMR6249 CNRS UMLP Chrono-environnement, Directrice : Emilie Gauthier, directrice adjointe : Catherine Llanes

AUTRES PARTENAIRES :

(*Préciser leur degré d'implication et leur accord)*
- Recherche : CHU Besançon Franche-Comté (accès aux spectromètres Maldi-Tof)
- Institutionnel : GBM accès à la STEU pour prélèvements échantillons

THEMATIQUE NATURE ET OPERATION
- Thématique : Etude recherche et réseau de suivi
- Nature du projet : Etude générale et recherche
- Type d'opération : Recherche et innovation
- **Intitulé de l'opération** : Caractérisation microbiologique et résistance aux antimicrobiens dans les rejets communautaires (CARMA)

LOCALISATION DU PROJET
- **Commune principale et numéro INSEE** : Grand Besançon métropole,
- **Sous bassin versant : Doubs moyen (Baume les dames – Besançon – Dole)**
- **Nom du cours d'eau : Doubs**

RESUME DU PROJET GLOBAL

- **Résumé :**

CARMA s'inscrit dans un sujet environnemental et sanitaire d'actualité, en lien avec la réutilisation des eaux (REUT) et l'épandage des boues. Il permettra d'améliorer les connaissances sur la microbiologie des rejets communautaires (eaux et boues) qui peuvent constituer des vecteurs d'agents pathogènes résistants aux traitements antimicrobiens.

La résistance aux antimicrobiens (RAM) est un problème croissant à l'échelle mondiale, qui limite l'efficacité des traitements antibiotiques et des antifongiques, conduisant ainsi à des échecs thérapeutiques avec des conséquences sur la survie des humains. En parallèle, dans le contexte du changement climatique, les ressources en eau représentent un défi majeur pour l'avenir, non seulement en termes de disponibilité, mais aussi en termes de qualité et de transfert de contaminants, qui doivent être contrôlés. La revalorisation des boues et son impact sur les écosystèmes terrestres sont également préoccupants.

Les procédés de traitement actuels des eaux usées dans les stations d'épuration urbaines (STEU) conventionnelles sont principalement conçus pour biodégrader les matières organiques et éliminer efficacement les minéraux. En revanche, ces procédés de biodégradation ne permettent pas d'éliminer complétement les substances organiques réfractaires (produits cosmétiques, phytopharmaceutiques, dont les antibiotiques et les pesticides). Les STEU échouent également à éliminer totalement les bactéries résistantes aux antibiotiques mais aussi d'autres micro-organismes tels que les pathogènes fongiques, très peu étudiés dans ces environnements.
Les STEU ont été identifiées comme des points chauds critiques pour la propagation de la RAM en raison de la forte prévalence de bactéries et de champignons pathogènes et opportunistes, dont beaucoup peuvent déjà être porteurs de gènes de résistance. Pour cette raison, la nouvelle Directive des "Eaux résiduaires urbaines" (DERU 2) imposera avant 2030 aux STEU de plus de 100 000 Equivalents Habitants (EH) des contrôles réguliers de ces bactéries résistantes. Pour autant, la microbiologie des rejets (eaux et boues) communautaires n'est que très peu étudiée.

CARMA aura plusieurs objectifs :
1) Etudier la prévalence des bactéries et des champignons (filamenteux et levuriformes) résistants aux antimicrobiens dans des échantillons d'eaux usées et les boues générées par la STEU de Besançon.
2) Préparer la mise en place des mesures de la résistance aux antibiotiques dans les effluents urbains (DERU 2).
3) Caractériser chimiquement et biologiquement les eaux traitées et les boues et évaluer l'impact de nouvelles méthodes de traitement sur l'abattement des communautés microbiennes.

A terme, CARMA permettra d'élaborer des lignes directrices pour des pratiques durables qui minimisent le rejet de pathogènes résistants aux antimicrobiens dans l'environnement. Il génèrera des données qui permettront de communiquer sur le risque de la RAM dans l'épandage des boues et de la réutilisation des eaux traitées.

- **Coût total du projet** : 167 540,25 € HT

CONTEXTE SCIENTIFIQUE

- **Contexte général / état des connaissances actuelles**

La RAM constitue aujourd'hui un enjeu majeur de santé publique (1). Elle se traduit par la capacité de certains micro-organismes, notamment bactéries et champignons pathogènes, à résister aux traitements antibiotiques et antifongiques utilisés pour traiter les infections. Si la problématique de la RAM est aujourd'hui largement documentée, les résistances aux antifongiques suscitent également des inquiétudes croissantes. A l'échelle mondiale, les pathogènes fongiques sont responsables de 6,5 millions d'infections fongiques invasives avec 2,5 millions de décès directement attribuables aux champignons (2).

Le rôle central de l'environnement dans l'émergence et la prolifération de la RAM est aujourd'hui bien documenté. Les eaux usées ont été identifiées comme un vecteur crucial de dissémination dans l'environnement de micro-organismes, tels que *Escherichia coli* résistants aux antibiotiques (3). Elles pourraient également constituer une source de champignons résistants car elles contiennent de nombreux composés antimicrobiens pouvant exercer une pression de sélection sur les populations présentes et sont propices à la croissance et la multiplication de nombreux microorganismes (4, 5).

Pour autant, la présence de ces moisissures n'est que très peu étudiée dans ces environnements, excepté au Royaume-Uni où des études s'intéressent à la présence de 7 moisissures et levures (étude CIP 4 en cours, données disponibles en 2027 sur https://ukwir.org).
La revue de la littérature montre que la RAM augmente dans les eaux et les sédiments en aval des STEU (6). En revanche, aucune donnée n'est disponible sur la prévalence de la RAM dans les boues.

FINALITE ET ATTENDUS OPERATIONNELS

- **Objectifs scientifiques / enjeux**

CARMA vise à améliorer les connaissances sur les rejets communautaires (eaux usées et boues) et l'efficacité des traitements en matière de :

- Microbiologie : les eaux usées et les boues sont-ils des vecteurs potentiels d'agents pathogènes (bactéries / champignons) résistants aux traitements antimicrobiens qui diffusent dans l'environnement ?
- Chimie : les antibiotiques, antifongiques et métaux arrivant dans les stations d'épurations sont-ils toujours présents après les traitements et contribuent-ils au développement de la RAM ?

Un focus sera fait sur les pathogènes fongiques et bactériens classés prioritaires par l'OMS :

- Les bactéries : *E. coli* totaux et *E. coli* producteurs de β-lactamases à spectre étendu (BLSE). Les *E. coli* BLSE hydrolysent les antibiotiques de la classe des β-lactamines. L'OMS (Protocole tricycle de l'OMS) et la future norme AFNOR (prévue pour 2027) les ont identifiés comme indicateur global de la RAM.
- Les champignons : un screening des espèces fongiques de *Candida* spp., *Aspergillus* spp. *Fusarium* spp. et Mucorales sera fait car certaines contribuent à des infections fongiques invasives associées à des taux de mortalité élevés.

Les travaux caractériseront la diversité microbienne et les risques associés à ces rejets afin de fournir des données scientifiques utiles aux gestionnaires de l'eau et aux acteurs du traitement des effluents. Le projet vise aussi à évaluer la faisabilité de l'élimination de ces pathogènes et de résidus médicamenteux (antibiotiques, antifongiques) et métaux par des méthodes innovantes.
A terme, ces connaissances contribueront à orienter la mise en place et l'optimisation de procédés de traitement des eaux et des boues, dans une perspective de réduction des impacts microbiologiques et chimiques des rejets sur les écosystèmes et sur la santé humaine.

- **Attendus opérationnels**

Le projet permettra de produire des données sur la qualité microbiologique et chimiques des rejets communautaires. Ces connaissances pourront être valorisées sous forme d'outils d'aide à la décision et de recommandations techniques, avec une liste d'agents pathogènes à surveiller pour garantir l'innocuité des rejets (eaux et boues).
Le projet mettra en place la mesure des concentrations des indicateurs de la RAM (*E. coli* totaux, *E. coli* BLSE, ainsi qu'un panel de gènes de résistance) selon la DERU 2. La STEU de Besançon deviendra ainsi un site pilote d'application de la DERU 2 et de la future norme AFNOR sur la RAM.

DESCRIPTIF DETAILLE

- **Objectifs / Méthodologie**

Le projet portera sur les effluents urbains (eaux et boues), dans lesquels nous identifierons et quantifierons les microorganismes d'intérêt clinique (bactéries, champignons filamenteux, levures) et la RAM en lien avec la caractérisation chimique des échantillons. Il s'attèlera aussi à évaluer l'élimination de ces organismes par des technologies alternatives.

Ce projet aura plusieurs objectifs :
1) Etudier la prévalence des bactéries et des champignons (filamenteux et levuriformes) résistants aux antimicrobiens et les gènes de résistance associés dans des échantillons d'eaux usées et les boues générées par la STEU de Besançon.
2) Caractériser chimiquement et biologiquement les eaux traitées et les boues.
3) Evaluer l'impact de nouvelles méthodes de traitement sur l'abattement des communautés microbiennes en conditions contrôlées.
3) Préparer l'application de la DERU2, par la mise en place de mesures régulières de la RAM dans les effluents urbains et des micropolluants (résidus médicamenteux notamment).

Méthodes :
Douze campagnes de prélèvements (une par mois) auront lieu avec 4 points de prélèvements sur la station de Port Douvot (échantillons composites eau entrée et sortie de STEU, boue entrée du digesteur, boue prête pour épandage).

Les bactéries et champignons seront recherchés par culture des échantillons (purs et dilués) sur différents milieux de culture +/- sélectifs (tableau 1).

Tableau 1 : milieux de culture utilisés

Milieux Bactéries	**Recherche**
ESBL (CHROMID BLSE)	Entérobactéries productrices de β -lactamase
Milieux Champignons	**Recherche**
Sabouraud + antibiotique	Tous champignons
DG18	Tous champignons
Malt + voriconazole	*Aspergillus* sp. résistants aux azoles
DRBCV (Dichloran, Rose Bengale et Chloramphénicol voriconazole)	*Aspergillus fumigatus* aux azoles
SGA-PSV (Sabouraud streptomycine voriconazole)	Mucorales
MNSM (milieu Nash and Snyder modifié)	*Fusarium*
CHROMagar Candida	*Candida*

L'identification des micro-organismes fongiques et bactériens se fera par observation microscopique et/ou identification par spectrométrie MALDI-TOF. L'identification sera complétée si besoin aussi par technique moléculaire (qPCR et séquençage).
Une détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) en composé antimicrobien sera effectuée sur les principaux micro-organismes isolés afin de caractériser de manière exhaustive leur niveau de résistance.

La recherche de gène de résistance pour les *E. coli* productrices de BLSE sera réalisée par qPCR directement dans les prélèvements (7).

Les antibiotiques et antifongiques seront recherchés par LC-HRMS (ORBITRAP) et les métaux par ICP-MS dans les 24 échantillons d'eau et 24 échantillons de boues. Ces analyses seront réalisées par la Plateforme PACE, Laboratoire de Pharmacologie-Toxicologie du CHU de Besançon. L'équipe est en mesure de quantifier 23 antibiotiques et faire un criblage toxicologique sur 1800 composés (antibiotiques, antifongiques) et plus de 300 pesticides. Pour cela, une recherche qualitative sera réalisée, avec un dosage possible dans un second temps, si le composé est détecté. Seront également quantifiés 27 métaux. La liste des principales molécules est disponible en annexe.

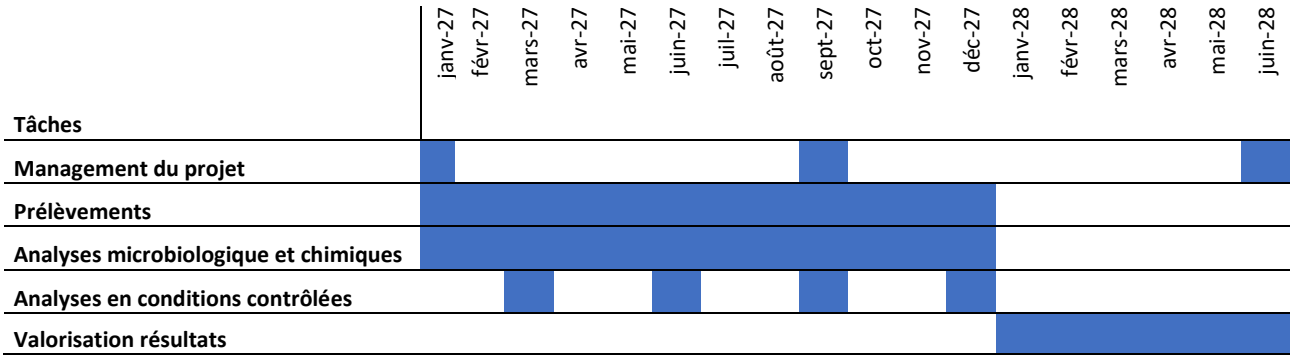
En parallèle, des expérimentations en conditions contrôlées seront menées pour évaluer si les eaux communautaires constituent un milieu favorable à la croissance des micro-organismes d'intérêt. Pour cela, des tests de croissance seront réalisés à l'aide d'un néphélomètre (Nephelostar BMG LabTech, devis fourni en annexe) acquis dans le cadre de ce projet en utilisant les effluents (stérilisés par filtration) comme milieu de croissance pour les micro-organismes en comparaison à des milieux de croissance conventionnels. L'acquisition de cet appareil, le seul existant pour mesurer à la fois des croissances bactériennes et fongiques est indispensable à la réalisation de cette partie du projet.
L'impact de nouvelles méthodes de traitement sur les communautés microbiennes sera également testé en condition contrôlées.

LIVRABLES :

- **Livrables génériques :**
  - Une réunion de lancement au début du projet
  - Une réunion d'avancement à mi-parcours avec rendu d'un PPT et note d'avancement (1 page)
  - Une réunion de restitution en fin de programme
- **Livrables additionnels :** à détailler
  - Rapport de fin de projet
  - Article scientifique revue internationale

DUREE DU PROJET

- Calendrier prévisionnel



- Date de début : Janvier 2027
- Date de fin : Juin 2028

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Stronger commitment and faster action against antimicrobial resistance. Nat Rev Microbiol. 2024;22(10):589-90.
2. Denning DW. Global incidence and mortality of severe fungal disease - Author's reply. Lancet Infect Dis. 2024;24(5):e269.
3. Liguori K, Keenum I, Davis BC, Calarco J, Milligan E, Harwood VJ, et al. Antimicrobial Resistance Monitoring of Water Environments: A Framework for Standardized Methods and Quality Control. Environ Sci Technol. 2022;56(13):9149-60.
4. Frascaroli G, Reid D, Hunter C, Roberts J, Helwig K, Spencer J, et al. Pharmaceuticals in Wastewater Treatment Plants: A Systematic Review on the Substances of Greatest Concern Responsible for the Development of Antimicrobial Resistance. Applied Sciences. 2021;11(15):6670.
5. Gil D, José S, Ascenso A, Babič MN, Segal E, Meletiadis J, et al. Predicted no effect concentrations of antifungals for wastewater management and agricultural use. Front Toxicol. 2026;8:1767925.
6. Uluseker C, Kaster KM, Thorsen K, Basiry D, Shobana S, Jain M, et al. A Review on Occurrence and Spread of Antibiotic Resistance in Wastewaters and in Wastewater Treatment Plants: Mechanisms and Perspectives. Front Microbiol. 2021;12:717809.
7. Bréchet C, Plantin J, Sauget M, Thouverez M, Talon D, Cholley P, et al. Wastewater treatment plants release large amounts of extended-spectrum β-lactamase-producing Escherichia coli into the environment. Clin Infect Dis. 2014;58(12):1658-65.

PLAN DE FINANCEMENT : document en pièce jointe

ANNEXE 1 : Liste des composés chimiques recherchés par la plateforme PACE (CHU Besançon)

Liste des antibiotiques avec quantification :

Amoxicilline, Céfépime, Céfotaxime, Ceftazidime, Clarithromycine, Clindamycine, Cloxacilline, Daptomycine, Doxycycline, Linézolide, Méropénem, Oxacilline, pénicilline (G), Pipéracilline, Ticarcilline, Ciprofloxacine, Lévofloxacine, Moxifloxacine, Tazobactam, Tigecycline, Ceftriaxone, Sulfamethoxazole, Trimetoprime.

Criblage Toxicologique sur 1800 composés dont de nombreux médicaments – Exemples de molécules :

Amprenavir, Atazanavir, Cefazoline, Cefoxitin, Ceftazidime, Ceftriaxone, Cefuroxime, Chloramphenicol, Chlortetracycline, Ciprofloxacin, Clarithromycin, Climbazole, Clindamycin, Clotrimazole, Cloxacillin, Colistin, Cymiazole, Danofloxacin, Dapsone, Darunavir, Demeclocycline, Difloxacin, Dimetridazole, Efavirenz, Emtricitabine, Enrofloxacin, Epoxiconazole, Ertapenem, Erythromycin, Etaconazole, Fleroxacin, Florfenicol, Flubendazole, Fluconazole, Fosfomycin, Fuberidazole, Griseofulvin, Hexaconazole, HydroxyItraconazole, Imibenconazole, Indinavir, Isoniazide, Itraconazole, Kanamycin, Kasugamycin, Ketoconazole, Levofloxacin, Lincomycin, Linezolid, Lopinavir, Maraviroc, Marbofloxacin, Mefloquine, Meropenem, Metconazole, Metronidazole, Miconazole, Netilmicin, Nelfinavir, Nelfinavir Hydroxy-tert-butylamide (M8),Nevirapine, Norfloxacin, Ofloxacin, Orbifloxacin, Oxacillin, Oxytetracycline, Pefloxacin, Penconazole, Penicilline G, Posaconazole, Probenazole, Propiconazole, Pyrazinamide, Pyrimethamine, Raltegravir, R-Chloroquine, Ribavirin, Rifabutin, Ritonavir, Ronidazole, Roxithromycin, Saquinavir, Sarafloxacin, Simeconazole, Sparfloxacin, Spiramycin, Sulfachloropyridazine, Sulfadiazine, Sulfamerazine, Sulfamethazine, Sulfamethoxazole, Sulfamethoxypyridazine, Sulfapyridine, Sulfathiazole, Sulfisoxazole, Tetracycline, Thiamphenicol, Ticarcillin, Tinidazole, Tipranavir-neg, Tipranavir-pos, Tobramycin, Trimethoprim, Triticonazole, Uniconazole, Voriconazole, Zalcitabine, Zidovudine et plus de 300 pesticides.

Liste métaux :

- Métaux dosés en routine : Li, Be, Na, Mg, Al, K, Ca, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Rb, Sr, Ag, Cd, Cs, Ba, Pt, Tl, Pb.

- Autres dosages possibles : Mo, Ta, W, Ti, Zr, Au, Bi, In, Sn, Sb, Te, Pd, P, S, U

Université Marie et Louis Pasteur

ANNEXE FINANCIERE- CONTRAT DE COLLABORATION DE RECHERCHE

Partenaire Projet : **Grand Besançon Métropole**

Laboratoire Chrono-Environnement

Responsable scientifique Catherine Llanes-Barakat

DEPENSES PROJET			
Frais de personnel recruté	Technicien	20 400,00	€
Implication Personnel Permanent	C. Llanes (10%), D. Hocquet (4%), F. Grenouillet (4%), G. Crini (4%), A. Guitton (4%)	32 884,00	€
Dépenses directes	Analyses microbiologiques (culture, biologie moléculaire, test résistance, croissance)	28 100,00	€
	Séquençage (prestation microsynth)	675,00	€
	Analyses chimiques (prestation PACE CHU)	15 500,00	€
	Achat Néphelostar	39 050,00	€
	Frais de publication	2 000,00	€
	Congrès	2 000,00	€
dont			
Frais de gestion (20% de la somme versée par la Société)		26 931,25	€
	TOTAL dépenses (D1)	167 540,25	**€**

Financement GBM		134 656,25	€
	TOTAL recettes (R1)	134 656,25	€

RECETTES DES ETABLISSEMENTS			
Versement Financeur > Etablissement		134 656,25	€
Versement autre Financeur > Etablissement		-	
	TOTAL recettes (R2)	**134 656,25**	€

	TOTAL contribution Etablissement F1 = D1-R2	32 884,00	€

Coût global du programme		167 540,25	**€**
Part de financement assurée par GBM		80%	

Direction chargée de l'exécution de la convention :
Département Eau et Assainissement

Affaire suivie par : Christian Impéras. Tel : 03 81 61 52 01 / christian.imperas@grandbesancon.fr

VU Le code général des collectivités territoriales,

VU la délibération n°2025/2025.00216 du Conseil de communauté de Grand Besançon Métropole du 26 juin 2025 relative au Partenariat stratégique entre GBM et l'Université Marie et Louis Pasteur pour une gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire,

VU la délibération n°2025/2025.00297 du Conseil de communauté de Grand Besançon Métropole du 25 septembre 2025 relative à l'adoption du Schéma Territorial Enseignement supérieur, Vie étudiante, Recherche et Innovation,

VU la délibération n°2026/……du Conseil de Communauté de Grand Besançon Métropole du 5 novembre 2026 relative aux conventions dans le cadre du partenariat stratégique entre GBM et l'Université Marie et Louis Pasteur pour une gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire,

VU la convention-cadre de partenariat « Engagement pour une gestion innovante et durable des ressources en eau du territoire » 2025-2030 du 26 août 2025

Convention relative à l'attribution d'une subvention à l'Université Marie et Louis Pasteur en vue de la mise en œuvre du projet

Estimation et qualification du potentiel aquifère du karst profond de la Vallée du Doubs dans le secteur Grand Besançon Métropole - **PROKARST**

ENTRE :

La Communauté Urbaine Grand Besançon Métropole, Etablissement Public de Coopération Intercommunale dont le siège est situé 4, rue Gabriel Plançon, 25000 Besançon représentée par son Président, M. Laurent JEUNET, dûment habilité à signer la présente convention par délibération du Conseil de communauté en date du 5 novembre 2026,
Ci-après désignée « Grand Besançon Métropole » ou « GBM »,

d'une part,

ET

L'Université Marie et Louis Pasteur, Établissement Public à caractère Scientifique, Culturel et Professionnel dont le siège est situé au 1 rue Goudimel, 25000 Besançon, représentée par son Président, M. Hugues DAUSSY, dûment habilité à signer la présente convention par délibération du Conseil d'Administration en date du 02 juin 2021,
Ci-après désignée « L'université Marie et Louis Pasteur » ou « UMLP » ou « le bénéficiaire »

d'autre part,

IL EST CONVENU CE QUI SUIT :

ARTICLE 1 : OBJET DE LA CONVENTION

La présente convention a pour objectif de définir la participation financière de Grand Besançon Métropole en faveur de l'Université Marie et Louis Pasteur, concernant le soutien au projet suivant, retenu dans le cadre du partenariat stratégique liant les deux parties.

Projet : Estimation et qualification du potentiel aquifère du karst profond de la Vallée du Doubs dans le secteur Grand Besançon Métropole - PROKARST

Le bénéficiaire a pour obligation de consacrer les sommes allouées au projet retenu par le Comité de pilotage et décrit en Annexe à la présente convention.

La présente convention constitue une déclinaison particulière de la convention cadre de partenariat susvisée, dont elle met en œuvre les orientations pour le Projet mentionné ci-dessus.

Les stipulations de la convention cadre demeurent pleinement applicables aux relations entre les Parties au titre de présent Projet.

ARTICLE 2 : MONTANT DE L'AIDE FINANCIERE DE GRAND BESANCON METROPOLE

Le montant de l'aide financière de GBM pour la mise en œuvre de ce projet est fixé à **29 949,60 € HT** en fonctionnement et frais annexes

Le budget global du projet s'élève à **239 597,60 € HT**. L'ensemble des dépenses et recettes apportées par les partenaires cofinanceurs sont précisées dans le budget figurant en annexe à la présente convention.

A ce titre, chaque ligne du plan de financement devra faire l'objet d'une justification. Notamment, il est rappelé que le plafond d'aide publique est fixé à hauteur de 80 % par la réglementation. Cela signifie que le bénéficiaire devra attester de la disponibilité des 20% de fonds d'autofinancement. Par ailleurs, si un autre financeur public participe au cofinancement du projet, la confirmation de sa participation effective sera exigée.
Dans le cas du présent Projet, l'Agence de l'Eau Rhône Méditerrannée Corse (AERMC) cofinance le Projet à hauteur de 209 648 € HT.

Pour obtenir le versement intégral des aides ci-dessus, le bénéficiaire doit justifier de dépenses éligibles à hauteur de l'assiette prévisionnelle. Si les dépenses réalisées sont inférieures aux dépenses prévisionnelles, le montant de l'aide définitive sera calculé au prorata des dépenses éligibles justifiées par rapport aux dépenses prévisionnelles.

Le bénéficiaire s'engage à n'inclure dans l'assiette de la subvention que les dépenses rattachées à la réalisation du projet pendant sa durée d'exécution.

Si le plan de financement prévisionnel présenté dans le dossier initial du projet venait à être modifié, le bénéficiaire s'engage à en informer rapidement Grand Besançon Métropole par un courrier dûment motivé. Après instruction GBM pourra, ou non, valider la modification demandée. Le cas échéant, GBM pourra procéder à une réduction de l'aide accordée, par voie d'avenant à la présente convention.

ARTICLE 3 : DUREE - CADUCITE

La réalisation de ce projet doit s'inscrire dans les délais ci-dessous.

3.1 Durée de la convention

La présente convention prend effet à compter de la date de signature de la dernière partie.

Elle est conclue pour une **durée maximum de 36 mois**.

3.2 Délai de validité de l'aide - caducité

Délais relatifs au projet	
Période d'exécution des dépenses	01 octobre 2026 (début) au 30 septembre 2029 (fin)
Date limite de dépôt de la demande du versement du solde de la (des) subvention(s)	31 mars 2030

En cas de retard dans le déroulement du projet, ces délais susvisés pourront faire l'objet d'une prorogation. Dans ce cas, le bénéficiaire devra adresser un courrier dûment motivé à GBM et ce avant l'expiration du délai pour lequel il sollicite une prorogation. Cette dernière sera actée par délibération de GBM et production d'un avenant à la présente convention.

ARTICLE 4 : MODALITES DE VERSEMENT

Les modalités de versement des aides relatives au projet mentionnées à l'article 2 sont les suivantes :

Fonctionnement et/ou Investissement :

- Une avance correspondant à 50 % du montant de la subvention, fixée à l'article 2, sera versée après la signature de la présente convention par les deux parties,

- Le solde (50 %) sera versé à réception des documents suivants :
    - d'un état récapitulatif des dépenses acquittées, affectées à la réalisation du projet subventionné daté et signé par le représentant légal de la structure bénéficiaire ou toute personne dûment habilitée à engager l'organisme et certifié conforme par le comptable public,
    - d'un bilan du projet, présentant les objectifs atteints au regard des objectifs initiaux, réservé à GBM.

L'ensemble des demandes de versements des subventions mentionnées à l'article 2, ainsi que les pièces justificatives citées ci-dessus, **doivent être déposées transmises à GBM** au format PDF dans les délais impartis à l'article 3.2 de la présente convention.

ARTICLE 5 : SUIVI ET CONTROLE

Si le projet initial venait à être modifié, le bénéficiaire s'engage à en informer GBM par un courrier dument motivé.

Le bénéficiaire s'engage :

- à tenir une comptabilité sur laquelle figurent tous les éléments nécessaires à l'évaluation précise des dépenses et recettes visées à la présente convention, à savoir :

  les dépenses effectuées conformément à l'assiette et l'objet de l'aide (factures externes ou documents analytiques internes) ;

  les recettes encaissées dans le cadre des programmes soutenus par d'autres cofinanceurs ;

  cette comptabilité, ainsi que les éléments de comptabilité générale s'y rapportant seront, en cas de demande, tenus à la disposition de GBM ou d'un représentant accrédité par elle.
- à se soumettre à tout contrôle technique et financier effectué par les services de GBM ou par tout représentant accrédité par elle, ainsi qu'à donner toutes facilités pour l'exercice de ce contrôle, notamment en ce qui concerne les vérifications sur pièces et sur place ;
- à répondre aux demandes d'informations à des fins statistiques ou d'analyse émanant des services de GBM.
- à fournir les livrables selon les modalités décrites dans la fiche descriptive du projet.

ARTICLE 6 : REVERSEMENT ET RESILIATION

En cas de non-respect des clauses de la présente convention et en particulier, de la modification du plan de financement ou du programme du projet sans autorisation préalable, de l'utilisation des fonds non conforme à l'objet de la présente convention, de l'absence de publicité mentionnant le soutien de GBM (article 8) ou du refus de se soumettre aux modalités de contrôle définies à l'article 5, GBM peut décider de mettre fin à l'aide (aux aides) et exiger le reversement partiel ou total des sommes versées en soutien au projet mentionné à l'article 1.

En cas d'abandon du projet, le bénéficiaire s'engage à en informer les services de GBM pour permettre la clôture de l'opération et la résiliation de la convention. A date, le bénéficiaire s'engage à remettre un bilan exhaustif de la réalisation du projet et des dépenses engagées. Il s'engage par ailleurs à procéder au reversement des sommes indûment perçues dans les plus brefs délais, dès réception du titre de perception émis par le Payeur général.

ARTICLE 7 : SECURITE DES PERSONNES

L'ensemble des sites de GBM sont générateurs à des degrés divers de risques pour les personnes. A ce titre, aucune personne extérieure à GBM ne pourra intervenir sur ses sites sans qu'une visite préalable organisée par GBM avec l'équipe projet, suivie d'un plan de prévention, ne soient réalisés.

ARTICLE 8 : LIBERTE ACADEMIQUE

Les parties à la présente convention reconnaissent le principe fondamental de liberté académique indispensable au développement de la recherche scientifique.
Chaque partie s'engage à respecter l'indépendance intellectuelle des chercheurs et enseignants-chercheurs participant aux activités qui feront l'objet d'un conventionnement y compris dans leur choix méthodologique, leurs orientations de recherche, thématiques abordées, sous réserve d'engagement contractuels, des contraintes réglementaires et des exigences de qualité scientifique.

Les parties s'encouragent à instaurer un dialogue entre les chercheurs, institutions et partenaires fondé sur la transparence, le respect mutuel et la responsabilité de tous.

ARTICLE 9 : PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

Conformément à l'article 9 de la convention cadre, chaque partie demeure titulaire des droits de propriété intellectuelle afférents aux résultats qu'elle produit. Le versement de la subvention n'emporte, par lui-même, aucun droit de propriété ni aucun droit d'usage au bénéfice de GBM sur les résultats du projet.

Ce principe s'applique à l'ensemble des droits susceptibles de porter sur les résultats, notamment les droits d'auteur, les inventions brevetables et les brevets, les logiciels et les bases de données.

Chaque partie demeure seule propriétaire de ses connaissances antérieures, sur lesquelles la présente convention n'emporte aucune cession ni licence, à l'exception du droit d'usage strictement nécessaire à la réalisation du Projet.

L'UMLP tient GBM informé de l'avancement du Projet et lui communique les résultats obtenus. À la demande de GBM, une réunion de présentation des résultats peut être organisée.

Cette communication est faite à titre d'information. Elle n'emporte aucun transfert de propriété ni aucune concession de droits d'usage ou d'exploitation au bénéfice de GBM, conformément au premier alinéa du présent article.

Les résultats non encore publiés ainsi communiqués sont confidentiels. GBM s'interdit de les divulguer à des tiers sans l'accord préalable et écrit de l'UMLP.

ARTICLE 10 : CLAUSE DE PUBLICITE

Les actions menées dans le cadre de la présente convention bénéficieront d'une communication conjointe.
Toute communication (numérique, publication scientifique, publication de document de communication, manifestation publique, opération de relations presse, etc.), engagée au titre de ce projet par l'une des parties devra faire mention de l'engagement des moyens financiers et humains des parties dans l'opération faisant l'objet d'une communication.
Les parties s'obligent, notamment, à faire figurer sur les documents de communication imprimés et numériques réalisés leurs logotypes respectifs, ainsi que ceux des laboratoires de recherche et des autres partenaires engagés dans le projet.

La présente convention est concernée par 4 niveaux de communication distincts :

1. **La communication dans le cadre de publications scientifiques** régie par les règles en usage dans les communautés académiques et dans le respect des libertés académiques (article 7) ;

2. **La communication dans le cadre de l'innovation et de la valorisation** des résultats scientifiques régie par les règles en vigueur en matière de propriété intellectuelle ;

3. **La communication institutionnelle et grand public** (notamment à destination de la presse) qui fera l'objet d'accords préalables et d'un travail de co-construction entre les services techniques et de communication des parties ;

4. **La communication interne** visant à valoriser auprès des communautés professionnelles GBM et UMLP le partenariat et ses réalisations ; démarche qui appartient en propre à chaque partenaire.

De manière générale, les parties s'engagent à se concerter et s'informer en amont de toute action de communication engagée dans le cadre du présent projet.
En cas d'opposition, ou de défaut de concertation, chaque partie sera responsable juridiquement des suites pouvant être engagées.

ARTICLE 11 : COMPTABLE ASSIGNATAIRE

L'ordonnateur et le comptable assignataires sont respectivement le Président de Grand Besançon Métropole et le Comptable public assignataire de Grand Besançon Métropole.

ARTICLE 12 : REGLEMENT DES LITIGES

En cas de difficulté quelconque lié à la conclusion ou à l'exécution de la présente convention, quels qu'en soit la cause ou l'objet, il est expressément convenu, et avant tout recours contentieux, que les parties procèdent par voie de règlement amiable.

Pour ce faire, la partie la plus diligente saisie l'autre par un courrier adressé en recommandé avec accusé de réception, sans délai et sans condition préalable, afin d'entamer des négociations aux fins de résoudre tout différend.

A défaut de règlement amiable dans un délai de deux mois, le litige peut être porté par la partie la plus diligente devant le tribunal administratif de Besançon.

Fait en deux exemplaires originaux, à…….., le …….

Pour l'Université Marie et Louis Pasteur, Le Président	**Pour Grand Besançon Métropole, Le Vice-Président**
Monsieur Hugues DAUSSY	**Monsieur Laurent JEUNET**

Fiche projet pour demande d'aide

PROKARST

<u>INTITULE DU PROJET</u> : PROKARST : Estimation et qualification du potentiel aquifère du karst profond de la Vallée du Doubs dans le secteur Grand Besançon Métropole

<u>Responsable scientifique du projet 1 (coordinateur)</u>:

- Nom CHOULET
- Prénom Flavien
- Laboratoire Chrono-Environnement, UMR6249 CNRS/Université Marie et Louis Pasteur
- Maitre de Conférence
- flavien.choulet@umlp.fr
- 03 81 66 64 35

<u>Responsable scientifique du projet 2</u>:

- Nom CELLE
- Prénom Hélène
- Laboratoire Chrono-Environnement, UMR6249 CNRS/Université Marie et Louis Pasteur
- Professeur des Universités
- helene.celle@umlp.fr
- 06 33 59 01 04

Référent (s) administratif(s) :

- Nom : LEMERCIER
- Prénom : Sophie
- DRVI, Université Marie et Louis Pasteur
- Directrice SAIC
- sophie.lemercier@umlp.fr
- 03 81 66 58 28

<u>EQUIPES DE RECHERCHES CONCERNEES et CONTACT SCIENTIFIQUE DE L'EQUIPE</u>

Ce projet est porté par des chercheurs du thème GEODE (Dynamique des géosystèmes, ressources et impacts environnementaux) et s'inscrit dans les problématiques de recherche du groupe de Travail E.A.U Ecosystèmes Aquatiques et usages du laboratoire Chrono-environnement (UMR6249 CNRS/Université Marie et Louis Pasteur).

Les personnes impliquées sont :

- Flavien Choulet, Maitre de Conférences en géologie à l'UMR Chrono-environnement (Université Marie et Louis Pasteur/CNRS). Ses travaux portent à la fois sur la compréhension des processus tectoniques dans les chaînes d'Avant-Pays comme le Jura et sur les interactions fluides-roches dans les chaînes de montagnes et plus particulièrement les paléocirculations et circulations actuelles de fluides dans les compartiments carbonatés.
- Hélène CELLE, Professeur en hydrogéologie à l'UMR Chrono-environnement (Université Marie et Louis Pasteur/CNRS). Ses travaux de recherche se focalisent sur l'utilisation des outils hydrodynamiques et hydrochimiques pour caractériser le fonctionnement des hydrosystèmes afin de : 1) comprendre leur vulnérabilité face à la contamination, la surexploitation, 2) anticiper leur comportement futur face au changement global, 3) mieux comprendre les enjeux de partage des ressources en eau souterraine entre les différents utilisateurs.
- Marc Steinmann, Maitre de Conférences en hydrogéologie à l'UMR Chrono-environnement (Université Marie et Louis Pasteur/CNRS). Il s'intéresse à la dynamique de la zone critique dans le contexte de changement climatique aussi bien dans les environnements karstiques que dans les systèmes de tourbières, à travers des approches géochimiques et hydrochimiques.
- Pierre Trap, Professeur en géologie à l'UMR Chrono-environnement (Université Marie et Louis Pasteur/CNRS). Une partie de ses recherches se focalise sur la compréhension de la déformation dans les chaînes de montagne en couplant géologie de terrain et modélisation géologique 3D.

- Julie ALBARIC, Professeur en géophysique à l'UMR Chrono-environnement (Université Marie et Louis Pasteur/CNRS). Ses travaux de recherche portent sur la déformation et les transferts de fluides dans la croûte terrestre, en particulier sur la relation entre les fluides et la sismicité. Elle étudie la dynamique des réservoirs géologiques (karst, géothermie, permafrost) soumis à des forçages naturels ou anthropiques, en s'appuyant principalement sur des méthodes géophysiques.
- Nicolas CARRY est Ingénieur d'étude à l'UMR Chrono-environnement (Université Marie et Louis Pasteur/CNRS). Titulaire d'un doctorat en géologie, ces compétences balayent différents domaines de la géologie numérique tels que les systèmes d'information géographique, les systèmes de gestion de la donnée ou encore la modélisation géologique 3D.

AUTRES PARTENAIRES :

(*Préciser leur degré d'implication et leur accord)*

L'établissement des modèles structuraux et géologiques 3D requièrent l'expertise de collaborateurs externes internationaux :

- Luca SMERAGLIA, Chercheur au CNR à Rome (Italie) et chercheur associé à Chrono-environnement. C'est un spécialiste des chaînes plissées d'avants pays et des paléo-circulations de fluides dans les failles en milieu carbonaté. En plus de ses compétences de géologue structural de terrain, il maitrise les outils permettant la réalisation de coupes équilibrées ou de simulations des structures de pli-faille, préalable nécessaire pour la réalisation des modèles géologiques 3D
- Arnaud MALARD, Hydrogéologue au sein de l'ISSKA à la Chaux-de-Fonds (Suisse) en charge des projets numériques. Il est un des développeurs du logiciel KARSYS permettant la réalisation de modélisations géologiques et hydrogéologiques 3D afin d'établir des délimitations de bassins d'alimentation, d'évaluer des volumes de réserve d'eau souterraine et de déterminer les écoulements souterrains.

La collaboration avec l'ensemble des partenaires cités est effective depuis le projet TRANSKARST (2018-2023). Elle a permis de générer le modèle géologique/hydrogéologique du bassin versant de la source d'Arcier qui comprend la délimitation du bassin versant, le fonctionnement de l'hydrosystème multicouche, et une qualification de la vulnérabilité du système.

THEMATIQUE NATURE ET OPERATION

- Thématique : Etude recherche et réseau de suivi
- Nature du projet : Etude générale et recherche
- Type d'opération : Recherche et innovation
- **Intitulé de l'opération** : PROKARST (Estimation et qualification du potentiel aquifère du Karst Profond de la Vallée du Doubs dans le secteur Grand Besançon Métropole)

LOCALISATION DU PROJET

- **Commune principale et numéro INSEE** : Besançon, Osselle (voir carte)
- **Sous bassin versant :**
- **Nom du cours d'eau : Doubs et Loue**

RESUME DU PROJET GLOBAL

- **Résumé :** 3000 caractères espaces inclus

Le projet ProKarst vise à améliorer la connaissance fondamentale du karst profond de la vallée du Doubs, ressource d'intérêt socio-économique majeur. Cette ressource, potentiellement importante en volume, est actuellement faiblement sollicitée dans le cadre de l'AEP de Grand Besançon Métropole (GBM) et demeure mal contrainte et localement sensible à la contamination (ex. forage de Novillars impacté par une contamination en tétrachloroéthylène). Compte tenu des pressions actuelles sur les eaux souterraines, elle constitue une cible préférentielle pour une exploitation future et dans ce cadre, il devient impératif de mieux la caractériser en définissant d'une part son bassin d'alimentation et d'autre part son fonctionnement hydrogéologique. De manière générale, il existe encore de nombreuses interrogations sur le fonctionnement des karsts profonds et plus particulièrement sur la définition de leurs aires d'alimentation du fait d'une réelle difficulté à 1) établir des relations hydrauliques avec les parties latérales libres superficielles de l'aquifère, 2) estimer les relations entre les eaux souterraines et superficielles, 3) estimer les temps de séjour du fait de ces mélanges.

Pour répondre à ces problématiques, notre approche s'appuie sur l'exemple de la méthodologie développée dans le projet TRANSKARST (2019-2023) qui repose sur le couplage entre un modèle géologique détaillé, à différentes échelles, et un modèle hydrodynamique. La géométrie multi-échelle du réservoir permet de comprendre et d'établir les potentielles connections entre les parties superficielles et profondes de l'hydrosystème, qui sont souvent traitées de manière indépendante, sur la base de délimitations topographiques. Il est alors possible de redéfinir le fonctionnement de l'aquifère multicouche, d'évaluer les contributions relatives des différentes masses d'eau selon les cycles hydrologiques et in fine de redélimiter les bassins d'alimentation des différents aquifères.

Dans ce projet, nous nous appuierons sur cette méthodologie afin de réaliser les tâches suivantes sur le secteur d'Osselle (SO de la ressource Karst Profond) :

1- Cartographie détaillée basée sur une approche terrain en vue de la définition de modèles géologiques multi-échelles sous Visual Karsys ;
2- Inventaire des entrées et sorties de l'hydrosystème, instrumentation et prélèvements en vue d'analyses hydrochimiques pour la définition d'un modèle hydrogéologique couplé au précédent (sous Visual Karsys).

Dans un second temps, ce modèle local sera confronté aux données et résultats déjà acquis ou en cours d'acquisition sur les secteurs de Novillars (NE) et Arcier (SE) afin d'établir dans un troisième temps un modèle global sur l'ensemble du secteur de la ressource du karst profond de la vallée du Doubs.

Ces résultats devraient permettre de définir les aires d'alimentation de la ressource Karst Profond sur la zone d'étude, de proposer des zones favorables à l'implantation d'un forage de reconnaissance ainsi qu'une délimitation des zones de sauvegarde associées. La stratégie de préservation sera mise en œuvre dans le cadre de la phase 3 des études sur les ressources stratégiques pour l'AEP de GBM par GBM et/ou son sous-traitant.

- **Coût total du projet** : 320 798 €

CONTEXTE SCIENTIFIQUE

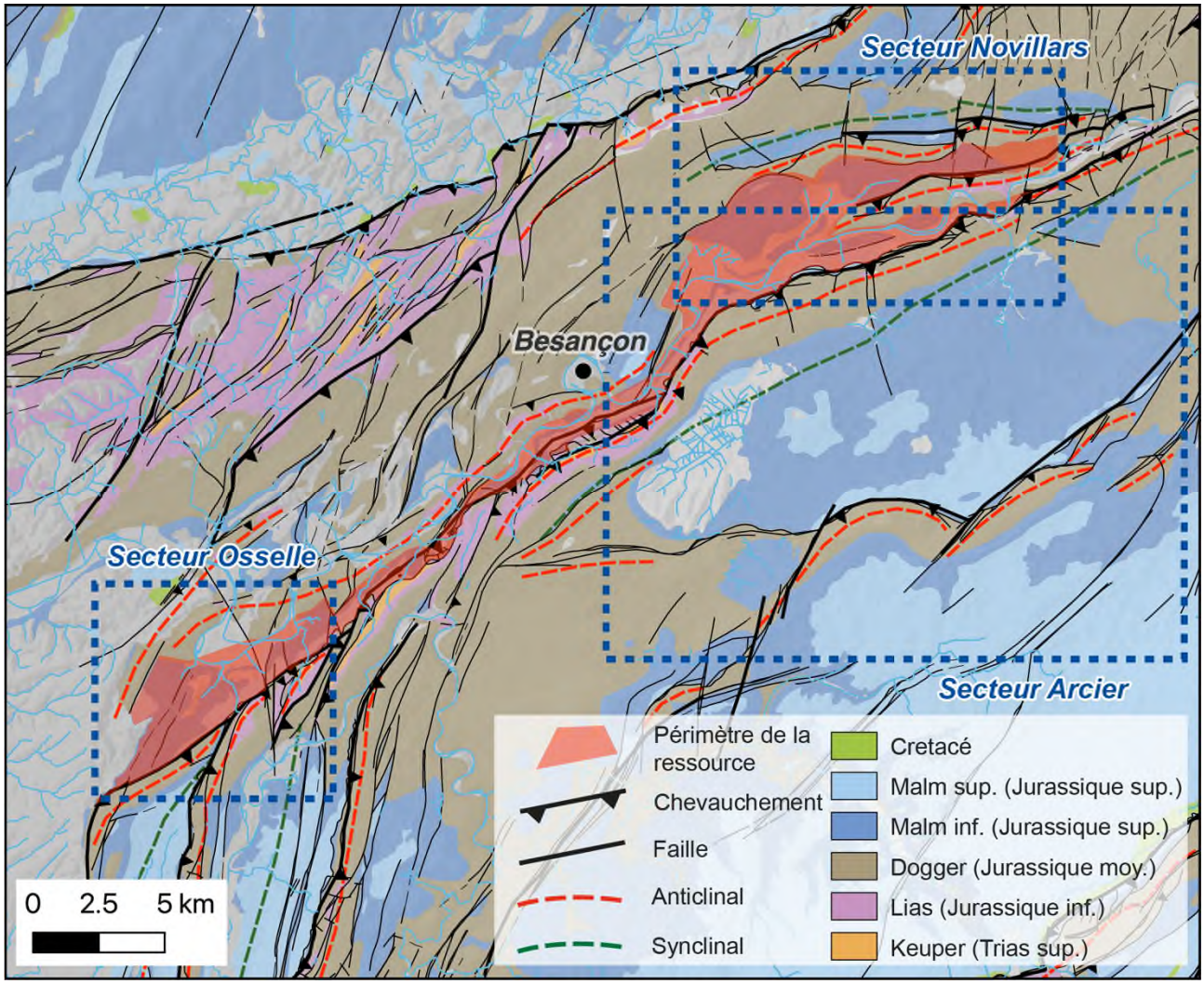
(3 000 caractères espaces compris)

- **Contexte général / état des connaissances actuelles**

Le karst ne représente pas seulement un modelé particulier des roches carbonatées, mais aussi des aquifères remarquables, notamment dans les grands massifs calcaires comme le Jura. Si la zone épikarstique proche de la surface peut contenir une nappe à débit généralement réduit, insuffisant pour répondre aux besoins, le karst profond offre un tout autre potentiel. Organisé autour de réseaux permanents et temporaires de drainage, il peut abriter des ressources de grand volume et de qualité, constituant ainsi une solution de renforcement et de sécurisation de l'alimentation en eau potable à l'échelle régionale. Ces aquifères karstiques profonds présentent par ailleurs une inertie notable, avec des temps de renouvellement de plusieurs années qui les rendent moins sensibles aux pollutions de surface comparativement aux aquifères superficiels. Cette caractéristique en fait des ressources particulièrement précieuses dans un contexte de changement climatique et de pression démographique croissante. La connaissance de la géométrie de ces aquifères karstiques profonds mais également de leurs modalités d'écoulement ou d'alimentation restent assez mal comprises, notamment lorsqu'ils sont partiellement sous couverture et/ou font partie d'un système multicouche composé d'aquifères semi-captifs. Cette géométrie complexe reflète le un contexte géologique (lithologique et

structural) lui-même complexe et la compréhension du fonctionnement de ces hydrosystèmes nécessite une caractérisation via une approche holistique (géologie structurale, géophysique, hydrogéologie…).

Le SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse identifie le karst profond de la vallée du Doubs (RKM12, 93 km²) comme une ressource stratégique pour l'alimentation en eau potable. Confiné entre 60 et 90 m de profondeur, cet aquifère présente en effet une inertie notable face aux pollutions et produit des eaux de meilleure qualité que les ressources superficielles. Il constitue ainsi une ressource en eau très intéressante pour l'AEP de Grand Besançon Métropole, confronté à la diminution de la recharge des aquifères actuellement exploités et à une demande croissante liée au développement démographique, notamment dans la partie sud-ouest de l'agglomération. Pourtant, dans cette zone, les bassins d'alimentation restent non délimités, le fonctionnement hydrodynamique mal compris, et les relations hydrauliques avec les parties superficielles de l'aquifère et le Doubs insuffisamment caractérisées.



Carte géologique du secteur de Besançon avec la localisation de la ressource stratégique RKM12 Karst Profond de la vallée du Doubs et la position des secteurs d'étude

- **Contexte stratégie connaissance (articulation avec d'autres projets de recherche)**

Cette étude s'inscrit dans la continuité des travaux menés depuis une dizaine d'années par l'ASCOMADE et Grand Besançon Métropole, avec le soutien de l'AE-RMC, visant à caractériser et sécuriser les ressources stratégiques du territoire, tant pour la préservation des ressources existantes que pour l'exploration de nouvelles ressources destinées à l'alimentation en eau potable, en réponse aux enjeux croissants liés au développement de l'agglomération et au changement climatique. Par ailleurs, les travaux menés dans les projets TRANSKARST (2018-2023) et NUTRIKARST (2019-2025) ont apporté des avancées significatives sur le fonctionnement des réservoirs karstiques profonds (Henriot et al., 2023 ; Grandhay et al., 2024 ; Klaba, 2024 ; Klaba et al., 2024 ; Klaba et al., soumis ; Charlier et al., 2024). Ils mettent en évidence une structuration hiérarchisée associant conduits drainants et volumes de stockage diffus, ainsi que des connexions hydrauliques complexes entre zones superficielles et profondes. Ils soulignent également l'importance des échanges karst–rivière, variables selon les conditions hydrologiques, qui influencent les transferts de nutriments et de contaminants.

Plus particulièrement, la thèse de Victor Klaba (2024), réalisée dans le cadre du projet TRANSKARST, a permis de redéfinir le fonctionnement de l'aquifère multicouche d'Arcier, d'évaluer les contributions relatives des différentes masses d'eau au cours des cycles hydrologiques et, in fine, de préciser les bassins d'alimentation dans une optique de protection de la ressource. Au-delà de ces résultats, ces travaux soulignent la nécessité d'une approche méthodologique intégrée reposant sur une caractérisation fine des structures géologiques afin de mieux contraindre la géométrie des aquifères et d'interpréter les signatures physico-chimiques témoignant de leur fonctionnement sur différentes périodes hydrologiques. Cela implique le développement de jeux de données géologiques densifiés, reposant non seulement sur les cartes existantes mais surtout de nouvelles acquisitions de terrain, ainsi que la production de modèles multi-échelles capables de restituer la complexité structurale d'un secteur. Ces développements s'inscrivent en cohérence avec les projets actuels et futurs portés par le BRGM sur les aquifères karstiques du Massif du Jura et en particulier le pompage longue durée et le suivi géochimique prévu fin 2026 sur le forage de Novillars dont les résultats seront intégrés dans ProKarst.

FINALITE ET ATTENDUS OPERATIONNELS

(3 000 caractères espaces compris)

- **Objectifs scientifiques / enjeux**

Ce projet vise à améliorer la connaissance du Karst Profond de la vallée du Doubs, identifié comme une ressource stratégique pour l'alimentation en eau potable par l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse et Grand Besançon Métropole. Dans un contexte de pression croissante sur les ressources superficielles, il répond à un double objectif scientifique et opérationnel : mieux comprendre le fonctionnement hydrogéologique de ces aquifères pour mieux les préserver et en sécuriser l'exploitation à long terme.

Sur le plan scientifique, notre approche méthodologique se base sur une étude géologique détaillée du secteur en rupture avec les méthodes conventionnelles d'étude du karst qui se basent uniquement sur des jeux de données hydrodynamiques et hydrochimiques. Notre objectif est de rendre compte de la complexité géologique du système qui seule permettrait d'expliquer son fonctionnement hydrogéologique. L'enjeu principal est donc de caractériser la géométrie et le fonctionnement des hydrosystèmes karstiques profonds, en particulier dans un contexte multicouche et partiellement captif, qui pourra par exemple expliquer les traçages non restitués de Novillars ainsi que l'origine non définie de sa contamination en tétrachloroéthylène. Il s'agira ainsi d'analyser les relations entre les différents compartiments aquifères, leurs connexions avec les circulations superficielles, ainsi que les échanges karst–rivière, fortement dépendants des conditions hydrologiques (Delarozière, 1968 ; Dörfliger et al., 2004). Une attention particulière sera portée à la dynamique des écoulements et aux processus de transfert, transit et de stockage, afin de mieux contraindre les temps de résidence et les mécanismes de recharge.

- **Attendus opérationnels**

Sur le plan opérationnel, le projet vise à développer un modèle géologique/ hydrogéologique multi-échelles incluant la définition des aires d'alimentation, les interactions entre masses d'eau et l'influence de la période hydrologique sur celles-ci. Il permettra ainsi de proposer des zones favorables à l'implantation d'un forage de reconnaissance et les zones de sauvegardes associées (Phases 1 et 2 de la démarche de préservation des ressources stratégiques définies par le SDAGE Rhône-Méditerranée*, Note méthodologique d'accompagnement, EPTB Saône et Doubs, 2026*). Les données de délimitation des zones de sauvegarde des futurs forages de prospection seront fournies par l'UMLP à GBM et/ou son prestataire qui mettront en œuvre la stratégie de préservation avec les actions pertinentes et graduées à la vulnérabilité dans le cadre de la phase 3 des études sur les ressources stratégiques pour l'AEP de GBM.

DESCRIPTIF DETAILLE
(4000 caractères espace compris) :

- **Objectifs / Méthodologie**

La méthodologie proposée repose sur une approche multi-échelles visant à caractériser finement la géométrie et le fonctionnement hydrogéologique du Karst Profond de la vallée du Doubs. Elle combine l'exploitation des données existantes, de nouvelles acquisitions de terrain et le développement de modèles géologiques et hydrogéologiques, dans la continuité des approches hydrostructurales développées dans la thèse de Victor Klaba sur l'aquifère d'Arcier.
La première partie de l'étude se focalisera sur le secteur d'Osselle (sud-ouest du karst profond de la vallée du Doubs), système le moins connu de l'aquifère et dont le potentiel en volume et la localisation par rapport aux futurs besoins en AEP de GBM semblent le plus pertinent pour une exploitation dans les années à venir. A l'échelle de ce secteur, la méthodologie se déclinera en différentes tâches :

1/ Synthèse exhaustive des données disponibles (géologie, géophysique, hydrogéologie) ;

2/ Nouveaux levés géologiques de terrain et acquisitions géophysiques (profils ERT) permettant de dresser une carte géologique/structurale détaillée du secteur et de délimiter les limites de formations en profondeur, en l'absence de coupes de forages profond disponibles. L'ensemble des données servira à établir des coupes équilibrées, données essentielles pour la modélisation géologique 3D sous Visual Karsys, solution préconisée du fait de la complexité géologique du secteur (*Note méthodologique d'accompagnement, EPTB Saône et Doubs, 2026*). En effet, de par sa position à proximité de l'intersection des faisceaux de Besançon et de Quingey, le secteur étudié présente une importante complexité structurale et une attention particulière sera portée au rôle des structures (failles, fractures) dans l'organisation des écoulements. L'établissement de ce modèle géologique permettra de contraindre l'architecture de l'hydrosystème ;

3/ Le volet hydrodynamique s'appuiera sur la compilation des données météorologiques et hydrologiques existantes. Elle comprendra également un inventaire des entrées et des sorties de l'hydrosystème qui seront éventuellement instrumentées en sondes Conductivité-Température-Hauteur d'eau pour un suivi en continu au cours d'au moins un cycle hydrologique. Douze points de suivi sur les eaux souterraines et de surface sont prévus. Ces données seront utilisées pour rendre compte de la réactivité du système à un évènement pluvieux (transfert) et éventuellement d'établir un bilan hydrologique. Par ailleurs, de nouveaux traçages artificiels permettront de mettre en relation le Karst Profond et les différentes masses d'eau adjacentes (aquifères profonds, superficiels et cours d'eau). Pour préciser les échanges entre le Doubs et le Karst Profond au cours du cycle hydrologique, des jaugeages différentiels (en hautes eaux/basses eaux) seront réalisés en sous-traitance et complétés par des mesures de température le long du Doubs, lors des périodes de forts contrastes de température ;

4/ A partir de l'inventaire réalisé dans le volet hydrodynamique, nous sélectionnerons des points clés du système (zones d'infiltration, exutoires, cours d'eau) pour réaliser des analyses en éléments majeurs et traces et datation. Ces résultats permettront d'évaluer le temps de transit de l'eau dans le système, de donner des informations quant à la contamination éventuelle du système et d'évaluer les interactions entre les différentes masses d'eau selon le cycle hydrologique ;

5) A partir de l'ensemble des données géologiques, géophysiques, hydrodynamiques et hydrochimiques, nous proposerons un modèle conceptuel de fonctionnement du Karst Profond sur le secteur d'Osselle. Ce modèle sera traité sous Visual Karsys pour préciser les écoulements sous contraintes géologiques dans un contexte multicouches et compartimenté.

Par la suite, le modèle du secteur d'Osselle sera combiné aux modèles réalisés sur les secteurs d'Arcier (Klaba, 2024 ; Klaba et al., 2024) et de Novillars (Carigt, 2022 ; nouveau modèle en cours d'étude par le BRGM/GBM dans le cadre d'un pompage longue durée). En pratique, il s'agira de créer un nouveau modèle sous Visual Karsys à l'échelle de l'ensemble de la ressource qui intégrera les principales informations issues des modèles locaux haute résolution (structure du réservoir, localisation des zones noyées, sens d'écoulement des eaux). Cette approche permettra de générer des délimitations des bassins d'alimentation et éventuellement d'estimer le volume des réserves du karst profond. Il permettra ainsi de proposer des zones favorables à l'implantation d'un forage de reconnaissance et les zones de sauvegardes associées (Phases 1 et 2 de la démarche de préservation des ressources stratégiques définies par le SDAGE Rhône-Méditerranée*, Note méthodologique d'accompagnement, EPTB Saône et Doubs, 2026*). Les données de délimitation des zones de sauvegarde des futurs forages de prospection seront fournies par l'UMLP à GBM et/ou son prestataire qui mettront en œuvre la stratégie de préservation avec les actions pertinentes et graduées à la vulnérabilité dans le cadre de la phase 3 des études sur les ressources stratégiques pour l'AEP de GBM.

L'étude est prévue sur 3 ans et s'appuiera sur le recrutement d'un chercheur post-doctoral pour deux ans, élément indispensable pour toutes les acquisitions de terrain (cartographie géologique + instrumentation hydrodynamique et prélèvements/analyses hydrochimiques). La troisième année du projet sera dédiée à la synthèse des modèles locaux et à l'exploitation des résultats en vue de leur valorisation scientifique et opérationnelle.

LIVRABLES :

- **Livrables génériques :**

Les livrables sont détaillés dans la feuille de route associée au projet. Pour mémoire, ils comprennent pour l'essentiel :

- Coupes et cartes
- Bases de données
- PPT des réunions de comité de pilotage (1/6 mois)
- Rapport final

La constitution du comité de pilotage est la suivante :

- UMLP
- AE RMC
- GBM
- DREAL BFC
- EPTB Pôle Karst
- BRGM
- ARS
- CD 25 et DDT25

Le calendrier prévisionnel de suivi du projet est le suivant :

- une réunion de lancement dans les 6 premiers mois
- une réunion d'avancement tous les 6 mois
- une réunion de restitution en fin de programme

- **Livrables additionnels :**

- Article scientifiques internationaux (1 à minima)
- PPT/Poster communications dans des conférences internationales
- Actualisation des connaissances de la fiche Masse d'eau FRDG237 " Calcaires profonds des avant-monts dans la vallée du Doubs" et des limites SIG

BUDGET

Le budget 320 798 € est divisé en 4 pôles :

- Salaire du Post-doc 2 ans : 100 k€
- Participation des personnels permanents UMLP : 60 460 €
- Frais environnés 30 % : 48 138 €
- Dépenses externes liées aux missions : 112 200 € (détail ci-dessous)

Remarque 1 - Le travail comprend une importante partie de terrain avec des missions pour le post-doc et les personnels permanents de l'UMLP. A noter que cette partie bénéficiera aussi de l'implication d'étudiants du Département Géologie et Environnement de l'UMLP via des stages de cartographie (Licence) et de modélisation (Master). L'ensemble du personnel permanent UMLP impliqué dans l'étude est listé dans la feuille de route. Les jours indiqués sont décomptés du temps imparti pour la recherche de chaque personnel. La totalité des jours du Post-doc est dédié au projet PROKARST.

Remarque 2 – L'ordinateur de terrain et le logiciel Visual Karsys ne correspondent pas à des frais d'environnement du Post-doc mais à des outils indispensables à sa mission dans le cadre de Prokarst, en particulier pour les taches de modélisation numérique.

		Durée	Nombre	Prix	Total
Mission terrain	géologie	40 jours	2 personnes	40€/jour	3200
	géophysique	10 jours	2 personnes	40€/jour	800
	hydrodynamique/hydrochimie	40 jours	2 personnes	40€/jour	3200
	interprétation ISSKA	5 missions	3 personnes	200€/pers	3000
	Frais location véhicule + carburant				3000
Equipements	1 ordinateur				2000
	licence géologie				5000
	sondes CTD terrain		12	2200€/sonde	26400
	station météo		1	5 000 €	5000
Fonctionnement	analyses ions majeurs		50 points x 2 campagnes HE + 2 campagnes BE	60€/analyse	12000
	isotopes		50 points x 2 campagnes HE + 2 campagnes BE	60€/ analyse	12000
	analyses temps séjours		36	350€/analyse	12600
	traçages		4	1000€/traçage	4000
Sous-traitance	jaugeage différentiel				10000
Valorisation (frais publications/2 conférences)					10000

TOTAL étude	112200

DUREE DU PROJET

- Date de début : 01/01/2027
- Date de fin : 31/12/2029
- Calendrier prévisionnel

		2027				2028				2029			
	Trimestre	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Etude du secteur d'Osselle													
	Synthèse des données disponibles	■	■										
	Levés géologiques et géophysiques	■	■	■	■	■	■						
	Modélisation géologique					■	■	■	■				
	Instrumentation et suivi des sites	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Traçages artificiels			■					■				
	Jaugeages différentiels					■		■					
	Prélèvements d'eau et analyses chimiques	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Réalisation du modèle conceptuel							■	■	■	■	■	■
Etude du karst profond de la vallée du Doubs													
	Concaténation des modèles géologiques								■	■			
	Réalisation du modèle conceptuel										■	■	■
Transfert vers gestionnaires		■		■		■			■		■		■
Valorisation scientifique						■				■		■	■

Diagramme de Gant présentant les différentes phases du projet et le calendrier prévisionnel

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Carigt S. avec la collaboration de Devillez M, Choulet F, Beccaletto L et Bitri A. 2022. Modèle géologique 3D de Novillars (Doubs, France) Rapport Final. BRGM/RP-71937-FR, 76 p.

Charlier J-B, Ladouche B, Vallet A, Idoux A, Alanic C, Bailly-Comte V,Benoit 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 v1. BRGM/RP-73496-FR, 263 p.

Delarozière O. 1968. Contribution à l'étude du bassin du Doubs : climatologie, hydrologie et déficit d'écoulement rapporté aux unités géologiques. Thèse université de Paris.

Dörfliger N, Pinault J-L, Petit V, Jauffret avec la collaboration de Ladouche B, Bakalowicz M et de la Vaissière R. (2004) Systèmes karstiques et crues du Doubs. Méthodologie de détermination de la contribution des systèmes karstiques aux écoulements de surface, lors de crues et des étiages. BRGM/RP-53063-FR, 182 p.

Grandhay C, E Prétot, V Klaba, **H Celle**, AC Normand, X Bertrand, F. Grenouillet. 2024. Yeast Biodiversity of Karst Waters: Interest of Four Culture Media and an Improved MALDI-TOF MS Database. Microbial ecology 87 (1), 26. https://doi.org/10.1007/s00248-023-02336-1*(IF 3)*

Henriot CP, **H Celle**, V Klaba, A Biguenet, C Miège, A Daval, P Amiotte-Suchet, JC Beugnot, T Karbowiak, X Bertrand. 2023. Effect of a karst system (France) on extended spectrum beta-lactamase (ESBL)-producing Escherichia coli. Water Research 230, 119582. DOI: 10.1016/j.watres.2023.119582 *(IF 13)*

Klaba V. 2024 Contraintes de la géologie structurale multi-échelles sur les modèles hydrochimiques et hydrodynamiques du karst : un retour aux sources (Arcier, Jura, France). Thèse Université de Bourgogne Franche-Comté

Klaba V, **Celle H, Trap P, Choulet F, Smeraglia L, Malard A, Carry, N.** 2024 Multi-scale hydrostructural approach for karst environment. Application to the Arcier hydrosystem (eastern France), Journal of Structural Geology, 184, 105154

Klaba V, **Celle H**, Nevers P, **Choulet F**, Amiotte-Suchet P, Aumar C, Loup C, Amiot C, Huneau F. Deciphering water body's contribution to a complex karstic system and highlighting its consequences on water supply contamination processes at spring, accepted for Science of the Total Environment

Université Marie et Louis Pasteur

ANNEXE FINANCIERE- CONTRAT DE COLLABORATION DE RECHERCHE

Partenaire Projet :	**PROKARST**
Laboratoire	Chrono-Environnement
Responsable scientifique	Flavien Choulet

DEPENSES PROJET			
Frais de personnel recruté	Post-doc	100 000,00	€
Implication Personnel Permanent	F. Choulet, H. Celle, P. Trap, J. Albaric, M. Steinmann	44 075,00	€
Frais environnés	30% des frais de personnel (calcul agence de l'eau)	43 222,00	€
Dépenses directes	Mission terrain (géologie, géophysique, hydrodynamique/hydrochimie, modélisation ISSKA)	13 200,00	€
	Equipement (ordinateur, licence, matériel d'acquisition de données)	38 400,00	€
	Fonctionnement (analyses + traçages)	40 600,00	€
	Jaugeages différentiels sous-traitance	10 000,00	€
	Valorisation	10 000,00	€
	TOTAL dépenses (D1)	299 497,00	**€**

Financement GBM		29 949,60	€
Financement AERMC		209 648,00	€
	TOTAL recettes (R1)	239 597,60	€

RECETTES DES ETABLISSEMENTS			
Versement GBM > UMLP		29 949,60	€
Versement AERMC > UMLP		209 648,00	€
	TOTAL recettes (R2)	**239 597,60**	€

	TOTAL contribution Etablissement		
	F1 = D21-R2	59 899,40	€

Coût global du programme C = F1 + F2	299 497,00	**€**
Part de financement assurée par GBM	10%	
Part de financement assurée par AERMC	70%	