

	EXTRAIT DU REGISTRE DES DELIBERATIONS DU CONSEIL DE BORDEAUX METROPOLE	<i>Délibération</i>
	Séance publique du 9 novembre 2018	N° 2018-660

Convocation du 19 octobre 2018

Aujourd'hui vendredi 9 novembre 2018 à 09h30 le Conseil de Bordeaux Métropole s'est réuni, dans la Salle du Conseil sous la présidence de Monsieur Alain JUPPE, Président de Bordeaux Métropole.

ETAIENT PRESENTS :

M. Alain JUPPE, M. Alain ANZIANI, Mme Dominique IRIART, M. Christophe DUPRAT, Mme Virginie CALMELS, Mme Christine BOST, M. Michel LABARDIN, M. Franck RAYNAL, M. Jacques MANGON, M. Clément ROSSIGNOL-PUECH, M. Patrick PUJOL, Mme Claude MELLIER, Mme Agnès VERSEPUY, M. Michel DUCHENE, Mme Brigitte TERRAZA, M. Jean TOUZEAU, Mme Anne WALRYCK, M. Max COLES, Mme Béatrice DE FRANÇOIS, Mme Andréa KISS, M. Jean-Jacques PUYOBRAU, M. Kevin SUBRENAT, M. Alain TURBY, M. Jean-Pierre TURON, M. Michel VERNEJOUL, Mme Josiane ZAMBON, Mme Emmanuelle AJON, M. Erick AOUIZERATE, Mme Cécile BARRIERE, Mme Léna BEAULIEU, Mme Maribel BERNARD, Mme Odile BLEIN, M. Jean-Jacques BONNIN, M. Jacques BOUTEYRE, Mme Marie-Christine BOUTHEAU, Mme Anne BREZILLON, M. Nicolas BRUGERE, Mme Sylvie CASSOU-SCHOTTE, M. Alain CAZABONNE, M. Didier CAZABONNE, Mme Anne-Marie CAZALET, Mme Chantal CHABBAT, M. Gérard CHAUSSET, Mme Emmanuelle CUNY, M. Jean-Louis DAVID, M. Yohan DAVID, Mme Nathalie DELATTRE, Mme Michèle DELAUNAY, M. Arnaud DELLU, Mme Michèle FAORO, M. Vincent FELTESSE, M. Marik FETOUH, M. Jean-Claude FEUGAS, M. Nicolas FLORIAN, Mme Florence FORZY-RAFFARD, M. Philippe FRAILE MARTIN, Mme Magali FRONZES, M. Guillaume GARRIGUES, M. Max GUICHARD, M. Jacques GUICHOUX, M. Jean-Pierre GUYOMARC'H, M. Pierre HURMIC, Mme Martine JARDINE, M. François JAY, M. Franck JOANDET, M. Bernard JUNCA, M. Bernard LE ROUX, Mme Anne-Marie LEMAIRE, Mme Zeineb LOUNICI, Mme Emilie MACERON-CAZENAVE, M. Eric MARTIN, M. Thierry MILLET, M. Pierre De Gaétan NJIKAM MOULIOM, M. Jacques PADIE, Mme Christine PEYRE, Mme Arielle PIAZZA, M. Michel POIGNONEC, Mme Dominique POUSTYNNIKOFF, M. Benoît RAUTUREAU, Mme Marie RECALDE, M. Fabien ROBERT, Mme Karine ROUX-LABAT, Mme Gladys THIEBAULT, Mme Anne-Marie TOURNEPICHE, M. Serge TOURNERIE, Mme Elisabeth TOUTON, M. Thierry TRIJOULET, Mme Marie-Hélène VILLANOVE.

EXCUSE(S) AYANT DONNE PROCURATION:

M. Patrick BOBET à M. Christophe DUPRAT
M. Jean-François EGRON à M. Jean TOUZEAU
Mme Anne-Lise JACQUET à M. Max COLES
M. Dominique ALCALA à M. Michel DUCHENE
Mme Véronique FERREIRA à Mme Andréa KISS
M. Michel HERITIE à M. Jean-Pierre TURON
Mme Isabelle BOUDINEAU à Mme Michèle FAORO
M. Guillaume BOURROUILH-PAREGE à Mme Brigitte TERRAZA
Mme Solène CHAZAL-COUCAUD à Mme Elisabeth TOUTON
Mme Brigitte COLLET à Mme Emmanuelle CUNY
M. Stéphan DELAUX à Mme Anne BREZILLON
Mme Laurence DESSERTINE à Mme Magali FRONZES
M. Gérard DUBOS à Mme Anne-Marie TOURNEPICHE
M. Daniel HICKEL à Mme Chantal CHABBAT
Mme Conchita LACUEY à M. Jean-Jacques PUYOBRAU
M. Pierre LOTHAIRE à M. Jean-Jacques BONNIN
M. Alain SILVESTRE à Mme Karine ROUX-LABAT

PROCURATION(S) EN COURS DE SEANCE :

M. Jean-Louis DAVID à Mme Marie-Hélène VILLANOVE à partir de 11h00
M. Yohan DAVID à Mme Cécile BARRIERE à partir de 11h15
Mme Virginie CALMELS à M. Nicolas FLORIAN à partir de 11h15
M. Didier CAZABONNE à Mme Arielle PIAZZA à partir de 11h45
M. Vincent FELTESSE à Mme Michèle DELAUNAY à partir de 11h15
M. Marik FETOUH à M. Guillaume GARRIGUES à partir de 11h15
M. Franck JOANDET à M. Clément ROSSIGNOL PUECH jusqu'à 10h45
M. Bernard JUNCA à M. Eric MARTIN à partir de 11h45
Mme Anne-Marie LEMAIRE à M. Jacques BOUTEYRE à partir de 11h45
M. Thierry MILLET à Mme Christine PEYRE à partir de 11h45
M. Michel POIGNONEC à M. Pierre de Gaétan NJIKAM MOULIOM à partir de 11h45
M. Alain TURBY à M. Kevin SUBRENAT à partir de 11h30
Mme Anne WALRYCK à Mme Maribel BERNARD jusqu'à 10h30

EXCUSE(S) EN COURS DE SEANCE :

LA SEANCE EST OUVERTE

	Conseil du 9 novembre 2018	<i>Délibération</i>
	Direction générale Haute qualité de vie Direction énergie écologie et développement durable	N° 2018-660

Convention de recherche et développement partagés entre Bordeaux Métropole et le BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières) relative à l'apport de la géothermie très basse énergie dans la planification énergétique de Bordeaux Métropole - Décision - Autorisation de signature

Madame Anne WALRYCK présente le rapport suivant,

Mesdames, Messieurs,

Le BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières) est un établissement public de recherche qui est aussi chargé d'une mission d'appui aux politiques publiques de collecte, de capitalisation et de diffusion des connaissances, dans le domaine des sciences de la Terre et en particulier la géothermie.

Labellisé institut Carnot par l'Etat, il mène à ce titre des actions de recherche partenariale avec des filières industrielles et des entreprises de toutes tailles. Il propose des solutions novatrices pour la gestion des sols et du sous-sol, des matières premières, des ressources en eau, de la prévention des risques naturels et environnementaux. Ces actions concernent globalement trois principaux marchés : énergie & ressources minérales ; eau et environnement ; infrastructures et aménagement.

Dans le cadre de la mise en œuvre du plan d'actions pour un territoire durable à haute qualité de vie, Bordeaux Métropole a l'objectif et l'ambition de devenir un territoire à énergie positive d'ici 2050. Cela suppose notamment d'y développer de manière massive l'usage des énergies renouvelables potentielles présentes sur son territoire et notamment la géothermie.

La géothermie consiste à utiliser l'énergie calorifique présente dans le sous-sol pour satisfaire des besoins énergétiques finaux essentiellement thermiques. La géothermie est dite :

- **de basse énergie** quand l'énergie calorifique peut être utilisée au moins partiellement par échange direct ainsi que par l'utilisation de pompes à chaleur. Il s'agit sur Bordeaux Métropole des nappes présentes dans les horizons du crétacé (environ 1000 m de profondeur avec une température de 45 à 50 degrés) qui chauffent notamment depuis les années 80 plusieurs bâtiments administratifs à Bordeaux Mériadeck et des logements collectifs à Pessac Saige. A titre d'information, les forages du projet « Plaine de Garonne énergies en rive droite bordelaise » devraient être réalisés au second semestre 2019 pour rechercher une ressource plus profonde à 1600 m de profondeur dans les horizons du jurassique, avec une température de 70 degrés. Tous les projets potentiels de réseaux de chaleur sur Bordeaux Métropole sont étudiés avec cette option de manière prioritaire.

- **de très basse énergie** quand l'énergie calorifique est utilisée avec des pompes à chaleur. Ce sont les couches géologiques plus proches de la surface – jusqu'à quelques centaines de mètres de profondeur - qui sont alors visées avec des températures de 15 à 30 degrés. La composition de ces couches géologiques est assez complexe et hétérogène sur Bordeaux Métropole. L'utilisation de cette ressource est pertinente pour

des besoins de chaleur de basse température - par exemple le réchauffement des bassins d'une piscine - mais également des besoins de climatisation qui sont en forte augmentation. Dans ce dernier cas, un avantage important de la géothermie est que le dégagement de chaleur lié à la production de froid n'est pas rejeté dans l'air mais absorbé par le sous-sol ce qui contribue à limiter l'effet îlot de chaleur urbain.

La géothermie très basse énergie peut être réalisée :

- Avec des systèmes fermés via des sondes géothermiques. Le domaine d'application pertinent va de la maison individuelle à des opérations de quelques milliers de m² ayant des besoins de chaleur et de froid (par exemple bureaux, certains équipements publics, commerces).
- Avec des systèmes ouverts via des forages géothermiques constitués de doublets et garantissant l'absence d'incidence quantitative sur la ressource en eau. Le domaine d'application pertinent concerne alors des bâtiments existants ou des projets immobiliers et urbains plus conséquents et ayant là aussi des besoins de chaleur et de froid (par exemple la cité du vin à Bordeaux ou le projet de parc de bureaux et locaux d'activités Newton à Bègles).

Cette filière est aujourd'hui confidentielle alors qu'elle pourrait connaître un développement important sur le territoire de Bordeaux Métropole. Elle permettrait de répondre à un objectif de production de chaleur et de froid à partir d'une ressource d'énergie renouvelable durable et locale et de contribuer à diminuer l'effet d'îlot de chaleur urbain dans des secteurs qui y sont très sensibles comme les Opérations d'intérêt métropolitain (OIM) Bordeaux InnoCampus et Aéroport.

A ce titre, l'action 12 du plan d'actions pour un territoire durable à haute qualité de vie porte sur le développement de la géothermie basse et très basse énergie et plusieurs mesures opérationnelles sont associées à cette dernière. Il s'agit :

- D'identifier les freins au développement de cette ressource, répertorier les montages adaptés et les modèles économiques soutenables. Ce travail est d'ores et déjà en cours.
- De développer et promouvoir des opérations exemplaires notamment dans les opérations d'intérêt métropolitain.
- D'étudier et caractériser le potentiel géothermique à une maille fine, a minima sur des mailles de 100 m de côté, prioriser les secteurs à enjeux et définir le potentiel réalisable à long terme.

Au vu de ces éléments, le BRGM et Bordeaux Métropole ont envisagé d'un commun accord de mener un programme de recherche et de développement partagés concernant l'apport de la géothermie très basse énergie dans la planification énergétique de Bordeaux Métropole.

La présente convention a pour objet de définir les termes et conditions par lesquels le BRGM et Bordeaux Métropole s'engagent à réaliser ce programme de recherche et de développement.

Il est constitué de trois axes principaux :

- l'amélioration de la connaissance du sous-sol : il vise à affiner la maille géographique à laquelle les informations sont aujourd'hui disponibles pour les porteurs de projets et à rendre lisibles les résultats pour tous les porteurs de projets potentiels. Ce volet intègre en outre la réalisation de cinq sondes géothermiques permettant d'évaluer la réponse thermique du sous-sol.
- l'identification et la quantification du potentiel à développer sur Bordeaux Métropole : il s'agit de mener une étude de marché sur les projets immobiliers ou bâtiments existants pouvant exploiter cette ressource et d'en déduire le potentiel réel à long terme.
- l'accompagnement des porteurs de projets : c'est le volet opérationnel de la démarche pour initier des processus décisionnels de mise en œuvre de la géothermie très basse énergie.

Le BRGM s'engage à remettre à Bordeaux Métropole les livrables suivants :

- Rapports d'étape
- Rapport final et rapport de synthèse
- Notes d'opportunité sur les projets accompagnés
- Sous format cartographique et SIG (Système d'information géographique) compatible avec la plate-forme de données urbaines de Bordeaux Métropole en vue d'une diffusion en open data :

- o Atlas des ressources géothermiques sur sonde géothermique verticale
- o Atlas des ressources géothermiques sur aquifère
- o Atlas des contraintes relatives à la géothermie de minime importance
- o Atlas qualitatif du potentiel de stockage souterrain d'énergie
- o Atlas des zones favorables au développement de la géothermie

Le montant prévisionnel du programme est fixé à 487 000.00 € HT soit 583 920 € TTC, et est réparti de la manière suivante :

- Pour le BRGM, 20 % du montant,
- Pour Bordeaux Métropole, 80 % du montant, soit 389 600€ HT (467 520€ TTC).

Bordeaux Métropole versera 20 % de ce montant au BRGM à la signature de la convention, 60% à l'avancement du projet (successivement 30% et 30%) et le solde à l'échéance de la convention. La durée prévisionnelle de réalisation du programme est de 30 mois.

Enfin, Bordeaux Métropole sollicitera auprès de l'ADEME (l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) une subvention à 50 % de la part qu'elle finance

Ceci étant exposé, il vous est demandé, Mesdames, Messieurs, de bien vouloir si tel est votre avis adopter les termes de la délibération suivante :

Le Conseil de Bordeaux Métropole,

VU l'article 14 3° de l'ordonnance n°2015-899 du 23 juillet 2015 relative aux marchés publics,

ENTENDU le rapport de présentation,

CONSIDERANT QUE

- Le plan d'actions pour un territoire durable à haute qualité de vie approuvé par la délibération n°2017/493 du 12 juillet 2017 intègre une action de développement de la géothermie très basse énergie sur le territoire de Bordeaux Métropole, action nécessitant de mener des études de recherche et développement.
- Le BRGM est un établissement public de recherche qui est aussi chargé d'une mission d'appui aux politiques publiques de collecte, de capitalisation et de diffusion des connaissances, dans le domaine des sciences de la Terre et en particulier de la géothermie.

DECIDE

Article 1 : d'approuver les termes de la convention de recherche et développement partagés entre Bordeaux Métropole et le Bureau de recherches géologiques et minières relative à l'apport de la géothermie très basse énergie dans la planification énergétique de Bordeaux Métropole,

Article 2 : d'autoriser Monsieur le Président à signer la convention ci-annexée, ainsi que tous autres avenants à la convention autres que financier,

Article 3 : d'autoriser Monsieur le Président à solliciter une aide financière auprès de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie,

Article 4 : d'imputer les dépenses sur les crédits ouverts au budget principal : Chapitre 20 – Compte 2031 qui seront libérés conformément aux dispositions de l'article 8-1 de la convention ci-jointe.

Article 5 : d'autoriser Monsieur le Président à prendre tout acte nécessaire à l'exécution de la présente délibération.

Les conclusions, mises aux voix, sont adoptées à l'unanimité.

Fait et délibéré au siège de Bordeaux Métropole le 9 novembre 2018

<p>REÇU EN PRÉFECTURE LE : 13 NOVEMBRE 2018</p> <p>PUBLIÉ LE : 13 NOVEMBRE 2018</p>	<p>Pour expédition conforme, la Vice-présidente,</p> <p>Madame Anne WALRYCK</p>
---	---

**CONVENTION DE RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT
PARTAGÉS RELATIVE
À L'APPORT DE LA GEOTHERMIE TRES BASSE
ENERGIE DANS LA PLANIFICATION ENERGETIQUE
DE BORDEAUX METROPOLE**

ENTRE

Le **BRGM**, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, établissement public industriel et commercial, immatriculé au Registre du Commerce et des Sociétés d'Orléans sous le numéro 582 056 149 (SIRET 582 056 149 00120), dont le siège se trouve 3, avenue Claude-Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 02, représenté par Karim BEN SLIMANE, Directeur du Développement, ayant tous pouvoirs à cet effet,

Ci-après désigné par le « **BRGM** »,

D'une part,

ET

Bordeaux Métropole, dont le siège est domicilié Esplanade Charles de Gaulle, 33045 Bordeaux, (SIRET 243 300 316 00011), et représenté par Alain Juppé, Président, ayant tous pouvoirs à cet effet, en vertu de la délibération n°2018/ Du Conseil métropolitain en date du

Ci-après désignée par « **BxM** »,

D'autre part,

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

VU,

- le décret n° 59-1205 du 23 octobre 1959 modifié relatif à l'organisation administrative et financière du BRGM ;
- le décret du 22 décembre 1967 portant regroupement du service de la carte géologique et du BRGM ;
- les orientations de service public du BRGM pour l'année 2018, adoptées par le « Comité National d'Orientations du Service public » le 19 mai 2017 et approuvées par le Conseil d'Administration du 23 juin 2017.

RAPPEL,

- le BRGM est un établissement public de recherche qui est aussi chargé d'une mission d'appui aux politiques publiques de collecte, de capitalisation et de diffusion des connaissances, dans le domaine des sciences de la Terre et en particulier la géothermie ;
- le BRGM est Institut Carnot ; dans ce cadre, il mène des actions de recherche partenariale avec des filières industrielles et des entreprises de toutes tailles. Il propose des solutions novatrices pour la gestion des sols et du sous-sol, des matières premières, des ressources en eau, de la prévention des risques naturels et environnementaux. Ces actions concernent globalement trois principaux marchés : Energie & Ressources minérales ; Eau et Environnement ; Infrastructures et Aménagement ;
- BxM est un établissement public de coopération intercommunale créé le 1er janvier 2015 par transformation de la Communauté urbaine de Bordeaux sur un territoire comprenant 28 communes et près de 800 000 habitants. Parmi ses compétences, celles qui sont liées à la présente convention sont notamment :
 - Contribution à la transition énergétique
 - Soutien aux actions de maîtrise de la demande d'énergie
 - Elaboration et adoption du plan climat air énergie territorial
 - Autorité concédante de la distribution publique d'électricité et de gaz
 - Création, aménagement, entretien et gestion de réseaux de chaleur ou de froid urbains
- En juillet 2017, BxM a approuvé le plan d'action pour un territoire durable à haute qualité de vie valant plan climat et visant à en faire un territoire à énergie positive d'ici 2050. L'action 12 de ce plan d'action vise à développer la filière géothermie basse et très basse énergie sur son territoire. Trois mesures opérationnelles sont associées à la géothermie très basse énergie : identification de montages opérationnels viables, accompagnement d'opération pilotes et amélioration de la connaissance du sous-sol avec la détection de secteurs à enjeux en surface.
- le BRGM et BxM ont décidé d'un commun accord de mener un programme de recherche et de développements partagés, tel que visé à l'article 4.1 infra, concernant l'apport de la géothermie très basse énergie dans la planification énergétique de Bordeaux Métropole, ci-après désigné par « le Programme » ;
- aussi, le BRGM et BM ont décidé par la présente convention, ci-après désignée par « la Convention », de fixer les termes et conditions par lesquels ils s'associent afin de réaliser le Programme ;
- les Parties ont établi en commun le Programme qui répond à leurs besoins respectifs. Elles en exploiteront les résultats chacune pour son propre compte ;
- en outre, compte tenu du fait que (i) les Parties cofinancent le Programme et que (ii) la

propriété des résultats issus du Programme, ci-après désignés par « les Résultats », sera partagée entre elles, la Convention n'est pas soumise à l'ordonnance n° 2015-899 du 23 juillet 2015 relative aux marchés publics, tout comme le prévoient les dispositions de son article 14-3°.

CECI ETANT RAPPELÉ, IL EST ARRÊTÉ ET CONVENU CE QUI SUIT :

ARTICLE 1. - OBJET

La Convention a pour objet de définir les termes et conditions dans lesquels le BRGM et BxM s'engagent à réaliser le Programme.

ARTICLE 2. - DURÉE

La Convention entre en vigueur à compter de la date de notification et expirera lors de la réception du dernier paiement tel que prévu à l'article 8 infra. En tout état de cause, elle prendra fin au plus tard dans un délai de trois ans après son entrée en vigueur.

ARTICLE 3. - DOCUMENTS CONTRACTUELS

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

- le présent document ;
- Annexe A1 : descriptif technique et financier ;

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

ARTICLE 4. - OBLIGATIONS DU BRGM

4.1. PROGRAMME D'ACTION

Le BRGM s'engage à réaliser, dans le respect des règles de l'art, les tâches prévues pour la réalisation du Programme, conformément aux dispositions de l'Annexe A1.

Dans le cas où la subvention de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) au profit de Bordeaux Métropole – mentionnée à l'article 7.3 ci-après – s'avérerait inférieure au montant espéré, Bordeaux Métropole et le BRGM conviennent de revoir à la baisse les objectifs et le montant du Programme. L'annexe A1 sera alors modifiée en conséquence, par accord des deux parties.

La durée prévisionnelle de réalisation du Programme est de 30 (trente) mois à compter de l'entrée en vigueur de la Convention.

4.2. LIVRABLES

Conformément au descriptif visé à l'Annexe A1, le BRGM s'engage à remettre à BxM les

livrables suivants :

- Rapports d'étape
- Rapport final et rapport de synthèse
- Notes d'opportunité
- Sous format cartographique et système d'information géographique (SIG) compatible avec la plate-forme de données urbaines de Bordeaux Métropole (spécifications à convenir lors du déroulement des études) :
- Atlas des ressources géothermiques sur sonde géothermique verticale
- Atlas des ressources géothermiques sur aquifère
- Atlas des contraintes relatives à la géothermie de minime importance
- Atlas qualitatif du potentiel de stockage souterrain d'énergie
- Atlas des zones favorables au développement de la géothermie (sous-sol / surface)

BxM s'engage à valider chaque rapport dans un délai de 8 semaines maximum. Au-delà, le rapport sera considéré comme définitif.

4.3. OBLIGATIONS DE MOYENS

Il est rappelé que le contenu des documents visés à l'article 4.2 supra résulte de l'interprétation d'informations objectives ponctuelles et non systématiques (sondages, observations visuelles, analyses, mesures, ...), en fonction de l'état de la science et de la connaissance à un moment donné. Aussi, le BRGM est soumis par convention expresse à une obligation de moyens étant tenu au seul respect du cahier des charges et des règles de l'art.

BxM s'engage à informer de cette limite de responsabilité tous tiers sous-utilisateurs éventuels des informations contenues dans les documents et se portera garant du BRGM en cas de recours exercé par l'un ou plusieurs d'entre eux et fondé sur une inexactitude, erreur ou omission dans le contenu des documents, sous réserve de l'absence de faute prouvée du BRGM.

4.4. FINANCEMENT

Le BRGM s'engage à participer au financement du Programme pour la part qui lui revient dans les conditions exposées à l'article 7 infra, sur la Subvention pour charge de service public (SCSP) qui lui est attribuée par le Ministère chargé de la Recherche (Programme 172).

ARTICLE 5. - OBLIGATIONS DE BXM

BxM s'engage à communiquer au BRGM toutes les données, informations et études qui sont en sa possession qui sont communicables et qui sont utiles à la réalisation du Programme. BxM garantit le BRGM de toute action relative aux droits de propriété desdites données, informations et études mises à sa disposition.

BxM s'engage à faciliter l'accès du BRGM aux informations détenues par ses soins, relatives au Programme ou par tous tiers à la Convention.

La mise à disposition de certaines données, notamment issues du système d'information géographique de l'administration, informations et études pourra être assujettie à la signature préalable par le BRGM d'un acte de mise à disposition précisant les obligations de discrétion, de sécurité ou se rapportant aux droits de la propriété intellectuelle, que le BRGM s'engagera à respecter.

BxM s'engage à participer au financement du Programme pour la part qui lui revient dans les conditions exposées à l'article 7 infra.

Le cas échéant, BxM s'engage à transmettre au BRGM dans les meilleurs délais le bon de commande relatif à cette Convention afin que cela ne fasse pas obstacle au processus de facturation.

ARTICLE 6. - NOTIFICATION ET ÉLECTION DE DOMICILE

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

Pour le BRGM : BRGM Direction Régionale Nouvelle-Aquitaine Parc Technologique Europarc 24 avenue Léonard de Vinci 33600 Pessac Tel : 05 57 26 52 70 E-mail : n.pedron@brgm.fr	Pour BXM : Bordeaux Métropole Direction de l'énergie, de l'écologie et du développement durable Esplanade Charles-de-Gaulle 33045 Bordeaux Cedex Tel : 0556998980 E-mail : pfaucher@bordeaux-metropole.fr
---	--

Tout changement d'adresse devra être notifié dans les meilleurs délais.

ARTICLE 7. - FINANCEMENT DU PROGRAMME

7.1. MONTANT

Le montant prévisionnel du Programme est fixé à Quatre-cent quatre-vingt sept mille Euros Hors Taxes (487 000 € HT). Il sera revu à la baisse, si le montant de la subvention accordée par l'ADEME s'avérait inférieur au montant attendu, dans les conditions décrites à l'article 4.1.

7.2. RÉPARTITION

Le montant du Programme fait l'objet de la répartition financière suivante sur les montants définis dans l'Annexe A1 soit un total de 487 000 € HT :

- **pour le BRGM, 20 % du montant Hors Taxes soit 97 400 € HT ;**
- **pour BXM, 80 % du montant Hors Taxes soit 389 600 € HT.**

Cette clé de répartition s'appliquera à toute modification du Programme et du montant associé.

Le montant ci-dessus est indiqué Hors Taxes, la TVA au taux légal en vigueur au moment de la facturation étant en sus du prix. A titre indicatif, à la date de signature de la convention, le taux légal en vigueur applicable est de 20% et les montants TTC afférents sont donc de :

- Montant total : 583 920 € ttc
- Pour le BRGM : 116 400 € ttc
- Pour BxM : 467 520 € ttc

Le BRGM cofinance le budget du Programme, dans le cadre de ses actions de service public.

7.3 FINANCEMENT DE LA PART BORDEAUX METROPOLE

Sur la part qu'elle finance, Bordeaux Métropole effectuera une demande de subvention auprès de l'ADEME (l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie). Le montant espéré de cette subvention est de 50 % de la part de Bordeaux Métropole.

Si le montant obtenu de cette subvention se révélait inférieur à ce montant escompté, les parties conviennent de se revoir pour diminuer et adapter en tant que de besoin le contenu et le montant du programme de travail.

ARTICLE 8. - FACTURATION ET PAIEMENT

8.1. FACTURATION

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

Il sera facturé à BxM la part du montant visé à l'article 7.2 supra (ou montant révisé, le cas échéant, en cas de diminution du périmètre et du coût du Programme).

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

- Identifiant Chorus de XX: XXX XXX XXX XXXXX (SIRET ou autre)
- Si service de l'Etat : code service exécutant :
- Si nécessaire numéro de service :
- N° d'engagement juridique :

Si à la date de la signature l'ensemble des éléments n'est pas encore connu, BxM s'engage à faire parvenir les éléments au BRGM dans les meilleurs délais.

Dans le cas de factures non dématérialisées, les factures seront libellées à l'adresse suivante, en précisant le numéro présent sur le bon d'engagement financier.

Monsieur le Président de Bordeaux Métropole
Services Financiers Demandes de Paiement
TSA 60014
33688 Mérignac CEDEX

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

- 20 % du montant à la signature de la Convention, soit 77 920,00 € HT, soit quatre-vingt-treize mille cinq cent quatre Euros Toutes Taxes Comprises (93 504,00 € TTC) ;
- 30 % du montant à la remise du compte-rendu du 2^e comité de suivi, à l'issue de la réalisation du modèle géologique, soit 116 880,00 € HT, soit cent quarante mille deux cent cinquante six Euros Toutes Taxes Comprises (140 256,00 € TTC) ;
- 30% du montant à la remise du compte-rendu du 3^e comité de suivi, à l'issue de la cartographie des ressources géothermiques, soit 116 880,00 € HT, soit cent quarante mille deux cent cinquante six Euros Toutes Taxes Comprises (140 256,00 € TTC) ;
- 20% du montant à la remise du rapport final, soit quatre-vingt-treize mille cinq cent quatre Euros Toutes Taxes Comprises (93 504,00 € TTC).

Ces pourcentages de décaissement seront appliqués, le cas échéant, lors des éventuels ajustements du montant du Programme.

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

8.2. PAIEMENT

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

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

ARTICLE 9. - PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

9.1. DROITS ET OBLIGATION DE L'AUTEUR

9.1.1. Droits de l'auteur

Dans l'hypothèse où les Résultats relèvent du droit d'auteur, le BRGM est l'auteur des Résultats, et notamment des livrables visés à son article 4.2 supra.

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

9.1.2. Garantie

Le BRGM garantit qu'il est titulaire des droits de propriété intellectuelle nécessaires à l'exécution de la Convention.

9.2. CESSION DES DROITS D'AUTEUR

9.2.1. Co-titularité des droits patrimoniaux

Le BRGM cède à BxM les droits patrimoniaux qu'il détient sur les livrables visés à l'article 4.2 supra et sur tous les Résultats relevant du droit d'auteur de sorte qu'à l'issue de l'exécution de la Convention, les Parties en seront co-titulaires et BM pourra notamment, sans l'autorisation du BRGM mais sous sa responsabilité exclusive :

- reproduire les documents sur tous supports connus et inconnus, quel que soit le nombre d'exemplaires ;
- représenter les livrables visés à l'article 4.2 supra pour tout type d'usage ;

- adapter, par perfectionnements, corrections, simplifications, adjonctions, intégration à des systèmes préexistants ou à créer, transcrire dans un autre langage informatique ou dans une autre langue et créer des œuvres dérivées pour ses besoins propres.

Cette cession est faite à titre gracieux pour le monde entier et pour une durée égale à la durée des droits du BRGM.

9.2.2. Droits moraux du BRGM

Par application des articles L. 121-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle, BxM s'engage à respecter les droits moraux du BRGM sur les livrables visés à l'article 4.2 supra, et notamment à citer le BRGM en qualité d'auteur, sur chacune des reproductions ou représentations.

ARTICLE 10. DIFFUSION DES RÉSULTATS

10.1. PRINCIPE

Les Parties s'engagent à divulguer auprès du public le plus large les livrables visés à l'article 4.2 supra et tous les Résultats, selon les modalités de leur choix. Il est rappelé que le BRGM, dans le cadre de sa mission d'appui aux politiques publiques, pourra mettre les Résultats à disposition du public, notamment par le moyen de son site Internet.

BxM s'engage en outre à citer le BRGM en qualité d'auteur, sur chacun des documents produits, présentations ou communications faites sur le Programme.

De manière réciproque, le BRGM s'engage à citer BxM comme partenaire sur chacun des documents produits, présentations ou communications faites sur le Programme.

Dans le cas d'un intérêt commercial des Résultats au bénéfice de tiers, les Parties conviendront des conditions dans lesquelles cette commercialisation sera assurée.

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

10.2. EXCEPTIONS

La diffusion visée à l'article 10.1 supra sera interdite dans les cas suivants :

- l'interdiction résulte d'obligations légales ou réglementaires ou du respect du droit des tiers ;
- une Partie a notifié à l'autre Partie son intention de restreindre la diffusion d'une information et l'autre Partie a accepté de manière expresse.

ARTICLE 11. - CESSION, TRANSFERT

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

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

ARTICLE 12. - RESPONSABILITÉ

Chaque Partie est responsable, tant pendant l'exécution de la Convention, des prestations et/ou travaux qu'après leur achèvement et/ou leur réception, de tous dommages, à l'exception d'éventuelles conséquences immatérielles, qu'elle-même, son personnel, son matériel, fournisseurs et/ou prestataires de service, pourraient causer à l'autre Partie dans la limite du montant du financement apporté par chacun et visé à l'article 7.2 supra.

ARTICLE 13. - ASSURANCES

Chaque Partie, devra, en tant que de besoin souscrire et maintenir en cours de validité les polices d'assurance nécessaires pour garantir les éventuels dommages aux biens ou aux personnes qui pourraient survenir dans le cadre de l'exécution de la Convention. Chaque partie peut également choisir de garantir sur son budget les dommages qui pourraient être causés à des tiers.

ARTICLE 14. - RÉSILIATION

En cas de non-respect par l'une ou l'autre des Parties d'une obligation inscrite dans la Convention, celle-ci pourra être résiliée de plein droit par la partie victime de ce non-respect à l'expiration d'un délai de trois (3) mois suivant l'envoi d'une lettre recommandée avec accusé de réception valant mise en demeure.

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

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

ARTICLE 15. - DROIT APPLICABLE ET RÈGLEMENT DES LITIGES

La Convention est régie par la loi française.

Tout différend portant sur la validité, l'interprétation et/ou l'exécution de la Convention fera l'objet d'un règlement amiable entre les Parties. En cas d'impossibilité pour les Parties de parvenir à un accord amiable dans un délai de trois (3) semaines suivant sa notification, le différend sera soumis aux tribunaux administratifs compétents.

Fait à Bordeaux, en deux (2) exemplaires,
Le --/--/--

Pour le BRGM

Pour Bordeaux Métropole

ANNEXE A1 : DESCRIPTIF TECHNIQUE ET FINANCIER



Apport de la géothermie très basse énergie dans la planification énergétique de Bordeaux Métropole



Descriptif technique et financier

1. CONTEXTE

1.1. CONTEXTE DE LA GEOTHERMIE SUR BORDEAUX METROPOLE

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte du 18 août 2015 définit des objectifs communs pour réussir la transition énergétique en renforçant l'indépendance énergétique de la France et en luttant contre le changement climatique. L'objectif est de favoriser, grâce à la mobilisation de toutes les filières d'énergies renouvelables, l'émergence d'une économie compétitive et riche en emplois, à la fois sobre et efficace en énergie et en consommation de ressources et de carbone.

La géothermie peut concourir, conjointement avec d'autres énergies renouvelables, à satisfaire plusieurs de ces objectifs :

- préserver la santé humaine et l'environnement, en particulier en luttant contre l'aggravation de l'effet de serre en tant qu'énergie renouvelable décarbonée, mais également en luttant contre l'effet îlot de chaleur urbain dans certaines configurations ;
- assurer la sécurité d'approvisionnement et réduire la dépendance aux importations ;
- maintenir un prix de l'énergie compétitif et attractif et permettre de maîtriser les dépenses en énergie des consommateurs ;
- garantir la cohésion sociale et territoriale en assurant un droit d'accès de tous à l'énergie sans coût excessif au regard des ressources des ménages et lutter ainsi contre la précarité énergétique.

La région bordelaise bénéficie de ressources géothermales exploitables, qu'elles soient superficielles, intermédiaires ou profondes. Celles-ci s'entendent au sens large de la géothermie : utilisation pour du chauffage, du rafraîchissement et du stockage géologique d'énergie thermique.

La Nouvelle-Aquitaine est une des premières régions où s'est développée la géothermie basse énergie en France, notamment à la suite des premiers chocs pétroliers de 1973 et 1979. En raison de ses aquifères profonds, exploités principalement sur le territoire de Bordeaux Métropole, c'est la seconde région en termes de puissance thermique installée après l'Ile-de-France.

Malgré ces atouts, l'utilisation de l'énergie géothermique à l'échelle de Bordeaux Métropole reste relativement confidentielle et n'est pas à la hauteur des potentialités du territoire. Face à ce constat, le nouveau Plan Climat Air Energie Territorial fixe des objectifs ambitieux de recours à la géothermie pour assurer la transition énergétique du territoire :

- améliorer la connaissance des ressources géothermiques ;
- explorer la nappe du Jurassique ;
- définir les modalités techniques, économiques et juridiques adaptées ;
- développer les réseaux de chaleur utilisant la géothermie basse énergie et améliorer le fonctionnement des installations existantes fonctionnant en simplet ;
- développer la filière très basse énergie (10-30°C).

Pour porter la part des énergies renouvelables à 32% à l'horizon 2030, plusieurs mesures opérationnelles du Plan Climat portent sur les filières géothermiques basse énergie et très basse énergie, en intégrant le BRGM comme un acteur ancré dans son territoire.

Dans le cadre de projets précédents, le BRGM a notamment contribué à la caractérisation des ressources géothermales profondes au droit de la métropole (rapport BRGM/RP-64247-FR), puis à l'émergence du projet de forages exploratoires profonds en rive droite. Il s'est également engagé, dans le cadre de l'Opération d'Intérêt Métropolitain (OIM) "Vallée Créative", à participer aux réflexions visant à faciliter l'émergence de solutions géothermiques sur ce territoire à enjeux.

Mais d'une manière plus globale, le développement de la géothermie, notamment très basse énergie, sur le territoire métropolitain se heurte souvent à la méconnaissance du milieu souterrain et de sa capacité à couvrir les besoins énergétiques en surface. C'est pourquoi, dans le nouveau PCAET, la Mesure 7 concernant la géothermie vise à étudier et caractériser le potentiel géothermique très basse énergie à des mailles allant de 25 à 100 m, pour prioriser les secteurs à enjeux et définir le potentiel exploitable à long terme.

1.2. PLANIFICATION ENERGETIQUE SUR BORDEAUX METROPOLE

Dès 2009, l'Agence de l'urbanisme (A'urba) avait initié une caractérisation thermique du parc bâti résidentiel. Elle avait regroupé le bâti résidentiel sur sept périodes de constructions types, avec une fiche typologique propre. La signature du premier Plan Climat de Bordeaux Métropole en 2011 a ensuite permis l'émergence d'un partenariat efficace entre les compétences Energie de l'Agence locale de l'énergie (ALEC) et les compétences Urbanisme de l'A'urba, pour initier une démarche innovante de planification énergétique sur le territoire.

La première phase de la mission a souligné l'impératif de recherche de l'adéquation besoins-ressources. Parmi les ressources ciblées, les gisements de chaleur fatale et les gîtes géothermiques (profonds et superficiels) représentaient une part significative. La caractérisation des besoins énergétiques résidentiels a été effectuée en première approche selon quatre types de tissus urbains représentatifs :

- tissu de centralité (UC)
- tissu d'échoppes (UM)
- tissu diversifié (UD)
- tissu pavillonnaire (UP)

L'analyse des demandes futures faisait apparaître plusieurs sites de projets à mixité fonctionnelle, avec 150 000 logements supplémentaires.

Sur la seconde phase de la mission, une caractérisation du potentiel de création de réseaux de chaleur a été effectuée ; autour des gros consommateurs et autour des grands sites de projets. Plusieurs études d'opportunité ont en outre été menées sur les secteurs Saint Jean / Belcier et Plaine Rive Droite.

Sur la troisième phase, le potentiel de rénovation des tissus urbains existants a été étudiée à échelle macroscopique. Des études d'opportunité ont été conduites sur les secteurs des Hôpitaux Ouest Pessac" et Plaine rive Droite.

Sur les deux années à venir, la récupération des données réelles de consommation énergétique (gaz, électricité) permettra d'affiner la connaissance sur le parc bâti et d'actualiser et préciser ces différentes approches. L'approche est plus difficile sur le parc tertiaire, mais la Métropole a la volonté d'affiner également la connaissance sur ce volet.

1.3. ETAT DES CONNAISSANCES SUR LE SOUS-SOL METROPOLITAIN

Sur le Bassin Aquitain, la géométrie des formations géologiques et leurs caractéristiques hydrogéologiques sont connues à échelle régionale, notamment via le Modèle Nord-Aquitain (MONA) sur des mailles de 500 x 500 m (géométrie affinée en 2014, rapport BRGM/RP-63381-FR).

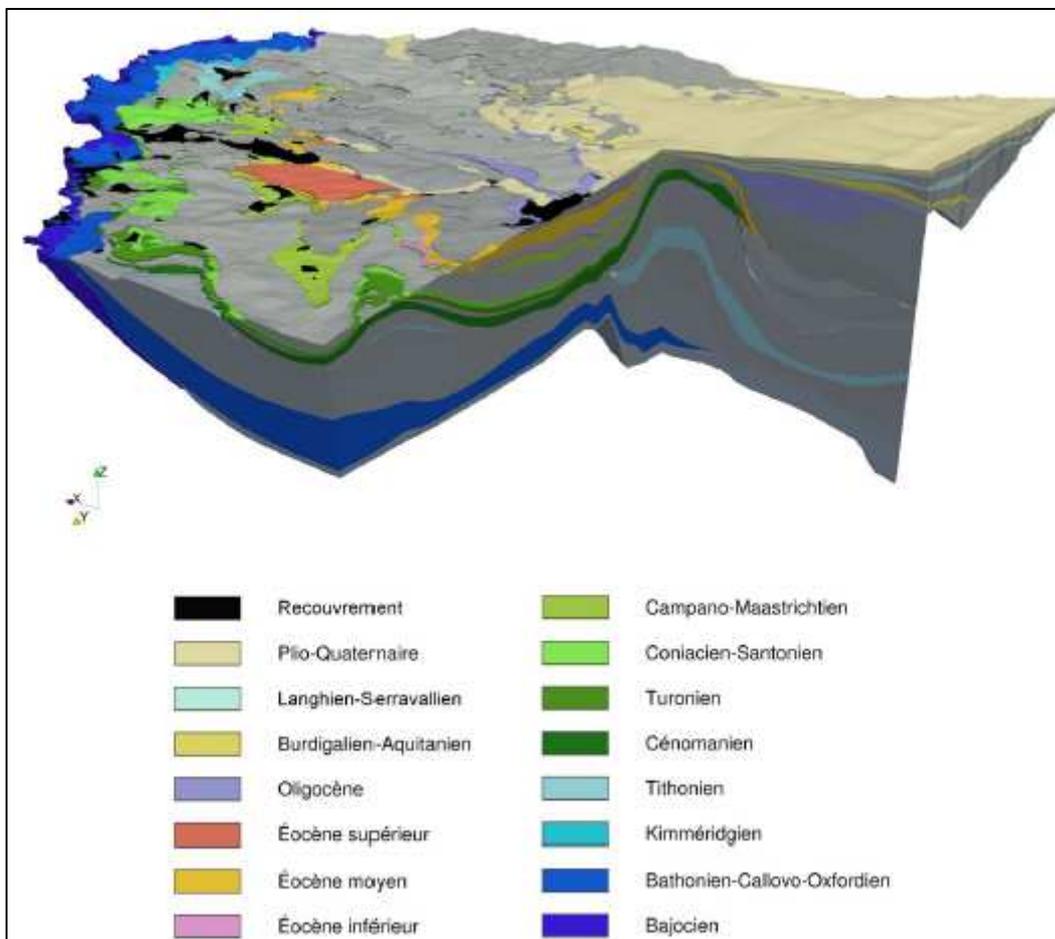


Illustration 1 : Exemple de visualisation 3D du modèle nord-aquitain (rapport BRGM/RP-63381-FR)

Cette échelle permet une compréhension globale de la structure du bassin, et la gestion régionale des volumes des eaux souterraines. Elle est évidemment insuffisante pour une approche opérationnelle de caractérisation des ressources à échelle d'une parcelle ou d'un quartier.

Localement, plusieurs projets successifs ont permis de construire des modèles affinés des réservoirs les moins profonds de l'Oligocène, du Miocène et du Plio-Quaternaire :

- Un modèle géologique à maille de 200 m construit en rive gauche de la Garonne, entre Langon et Lesparre (BRGM/RP-50468-FR, emprise sur l'illustration 2), particulièrement affiné sur la métropole à la faveur de la densité de forages ;

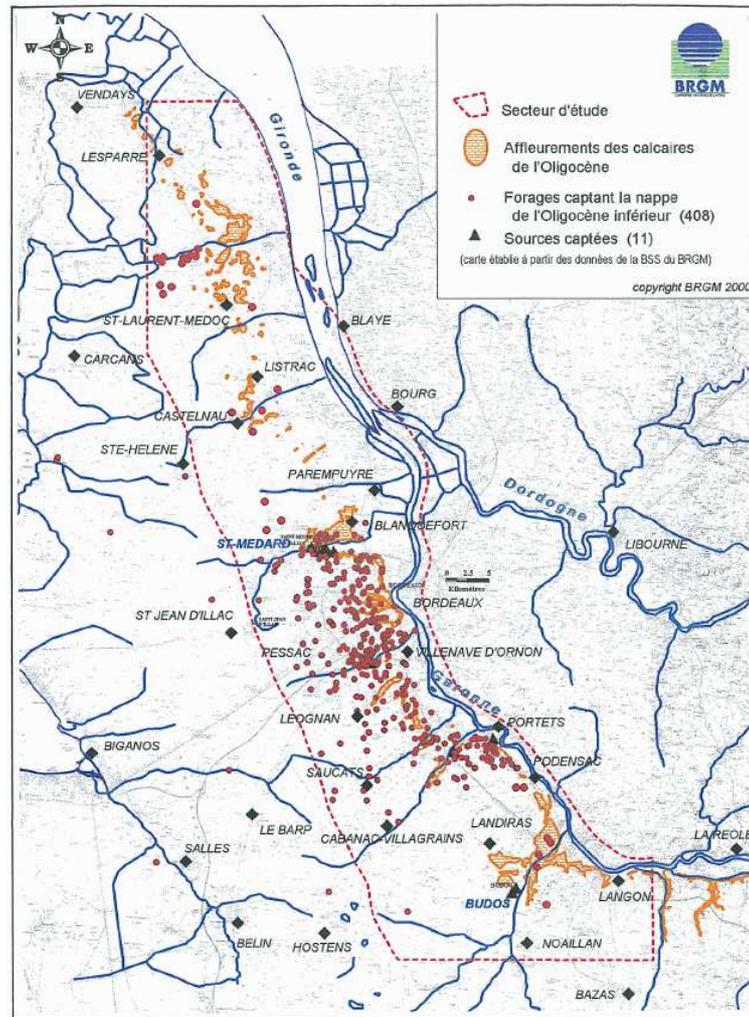


Illustration 2 : Emprise de la modélisation géologique de l'Oligocène (BRGM-RP50468-FR)

- Un modèle hydrodynamique à maille 100 m destiné à cerner le fonctionnement des aquifères peu profonds, afin d'étudier la problématique du dénoyage de l'Oligocène au sud de la métropole (Rapport BRGM/RP-58156-FR, 2010). Ce modèle affiné couvre une partie du territoire de Bordeaux Métropole, quasi-exclusivement en rive gauche de la Garonne et limité au Nord par la Jalle.

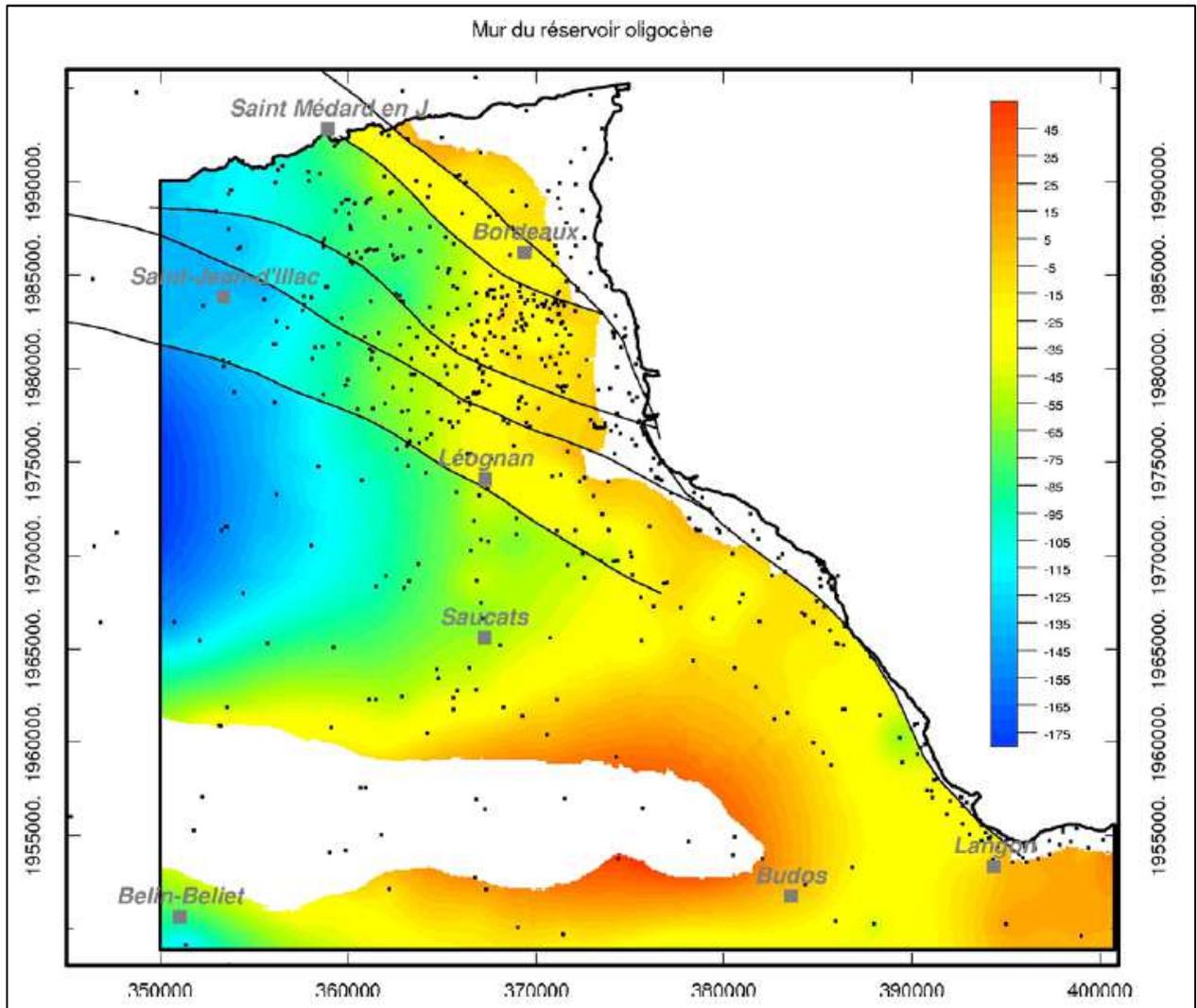


Illustration 3 : Emprise du modèle hydrodynamique Oligocène et cote associée de la base de l'Oligocène (BRGM/RP-58156-FR)

Ces modèles fournissent une base de travail mieux adaptée à une échelle opérationnelle locale. Ils devront être amendés sur les secteurs en rive droite de la Garonne et au Nord de la métropole. De même, la géométrie des formations superficielles du Quaternaire devra être affinée : ces formations présentent par nature des variations latérales de faciès susceptibles d'affecter fortement leurs propriétés hydrogéologiques et thermiques.

2. CONTENU PREVISIONNEL DU PROJET

2.1. CARACTERISATION DES RESSOURCES GEOTHERMIQUES DU SOUS-SOL METROPOLITAIN

2.1.1. Etablissement d'un modèle géologique dédié

Les potentialités géothermiques du sous-sol dépendent principalement :

- des températures en profondeur ;
- des propriétés hydrodynamiques des aquifères pour les systèmes ouverts ;
- de la nature lithologique et de la saturation en eau des terrains traversés pour les systèmes fermés.

Ceci nécessitera dans un premier temps la construction d'un modèle géologique affiné sur des mailles de l'ordre de 100 m. Le modèle hydrodynamique Oligocène existant fournira une base de travail solide, qui sera amendée par une analyse détaillée des données lithologiques et hydrodynamiques :

- au Nord et à l'Est de la métropole, en incluant notamment les nappes de l'Eocène supérieur et moyen lorsqu'elles sont exploitables jusqu'à une profondeur de l'ordre de 200 m ;
- sur l'ensemble du territoire, sur les formations quaternaires, en les regroupant en grandes unités cohérentes sur le plan des propriétés thermiques et hydrodynamiques.

Afin de ne pas exclure totalement les opportunités de géothermie très basse énergie qui se situent au-delà de la limite réglementaire de la "minime importance", les informations existantes sur les aquifères accessibles au-delà de 200 m (Oligocène, Eocène) seront conservées. Le travail s'appuiera sur la suite logicielle GDM (Geological Data Management) développée par le BRGM.

2.1.2. Recueil des données thermiques du sous-sol

La robustesse des simulations thermiques qui seront effectuées dans les phases suivantes dépendra de la connaissance fine :

- des propriétés thermiques des formations géologiques présentes dans le sous-sol métropolitain ;
- des températures rencontrées dans le milieu souterrain (formations géologiques et nappes) ; notamment, les installations de rafraîchissement seront extrêmement sensibles à la température initiale de la ressource.

C'est pourquoi les phases initiales du projet devront comprendre une acquisition et une valorisation des données thermiques sur le sous-sol de la métropole :

- données des diagraphies thermiques (profils verticaux de température effectués dans les forages, notamment lors des diagnostics des forages d'eau potable), permettant la caractérisation du gradient géothermique, et par-là même l'évaluation de la température en fonction de la profondeur et de la localisation ; en fonction de la densité de données à disposition, les disparités dans les températures du proche sous-sol pourront être mises en lumière ;

- données de températures inter-saisonniers dans le proche sous-sol : 3 piézomètres seront sélectionnés sur le territoire métropolitain, pour mettre en place un suivi sur une année des températures dans les premiers mètres sous le sol.
- données des tests de réponse thermique (TRT) sur le territoire de Bordeaux Métropole (solicitation notamment de l'Ademe et des bureaux d'études locaux) ; ces données seront comparées aux données de référence à l'échelle nationale / internationale ; l'objectif étant d'affecter à chaque entité lithologique des propriétés thermiques cohérentes (conductivité thermique, capacité thermique spécifique).

Il est toutefois d'ores et déjà établi que les données de TRT sont très peu nombreuses sur le territoire, et seront en nombre insuffisant pour fournir des données étayées. Ceci impose la réalisation de TRT sur plusieurs sites-tests répartis sur la métropole ; un nombre prévisionnel de 5 tests a été retenu. La méthodologie adoptée en concertation avec le comité de suivi sera la suivante :

- choix des sites sur la base de leur représentativité ;
- dossiers réglementaires ;
- réalisation d'une sonde géothermique verticale sur chaque site (100 à 150 m de profondeur environ) ; suivi géologique par le géologue régional et mesures de calage de la coupe géologique (diagraphies gamma-ray / résistivité) ;
- réalisation d'un test de réponse thermique sur chaque sonde ;
- interprétation et amendement des données relatives aux propriétés thermiques du sous-sol de la métropole.

La réalisation des travaux de forage sera sous-traitée par le BRGM à une entreprise qualifiée.

2.1.3. Atlas des ressources sur sondes géothermiques (systèmes fermés)

Le modèle géologique permettra d'identifier les principales lithologies (types de roche) présentes sur l'agglomération et de construire une carte de température initiale du milieu souterrain. A chaque typologie de terrain sera affectée des propriétés thermiques, à savoir conductivité (W/m/K) et capacité calorifique (MJ/K/m³). Ces propriétés thermiques pourront être mesurées en laboratoire sur des échantillons de roche, ou bien estimées à partir d'abaque (par ex. abaque suisse SIA-384/6).

Sur la base de la coupe géologique établie au droit de chaque maille, une première évaluation cartographique du potentiel géothermique sur sondes verticales sera établie. Il s'agira de la quantité d'énergie thermique maximale à extraire ou prélever par unité de surface de terrain disponible tout en garantissant la pérennité de la ressource (MWh/an). On distinguera plusieurs usages thermiques (par ex. résidentiel, commercial, bureaux). Le travail pourra se faire à l'échelle de la parcelle ou par maille, l'approche la plus pertinente sera arrêtée en comité de suivi.

Cette cartographie sera déclinée selon les "tranches" de profondeur réglementaires (0-50 m, 0-100 m, 0-200 m), et directement mises en relation avec le zonage correspondant (en cours de finalisation).

2.1.4. Atlas des ressources sur nappe (systèmes ouverts)

Les connaissances existantes sur les aquifères peu profonds du territoire, notamment par les modèles hydrodynamiques, permettent d'appréhender la productivité hydraulique propre à chaque aquifère de manière sectorisée. Celle-ci peut renvoyer en première approche à la capacité thermique de l'aquifère en termes de puissance potentielle, cartographiable à échelle du territoire.

L'atlas des ressources géothermiques sur nappe rendra accessibles (et lisibles) les données suivantes sur chaque aquifère au droit de chaque maille :

- Débit maximal extractible,
- Température attendue,
- Piézométrie / sens d'écoulement,
- Profondeur d'accès.

La puissance maximale extractible sera ensuite directement dépendante du delta T appliqué par les installations de surface, et pourra être limitée par des critères économiques. La pertinence de cartographies indicatives exprimées en puissance extractible fera l'objet d'une concertation en comité de suivi, car elle peut être l'objet d'un usage direct abusif.

L'énergie extractible par unité de surface est quant à elle étroitement dépendante des interactions avec autres installations. Elle ne sera par conséquent définie qu'à échelle plus restreinte (cf. § 2.2).

2.1.5. Potentiel de stockage souterrain d'énergie

Le stockage souterrain d'énergie dans les formations géologiques, peut s'appréhender sous plusieurs formes :

- ATES : aquifères
- BTES : champs de sondes géothermiques
- TTES : réservoirs enterrés

La première forme (ATES) est étroitement dépendante des écoulements souterrains locaux, et ne peut s'étudier qu'à échelle du projet. D'autre part, elle fera l'objet d'un démonstrateur sur l'OIM Bordeaux Inno Campus, destiné à valider les technologies et savoir-faire, et valoriser cette utilisation du sous-sol.

Les deux dernières formes requièrent l'existence de formations imperméables dans les premières dizaines de mètres sous le sol, afin de garantir la pérennité dans le temps du stockage (éviter la dissipation de l'énergie stockée par l'écoulement souterrain). L'aptitude du sous-sol à ce type de stockage s'appréhendera donc de manière cartographique, sur la base de l'épaisseur des formations superficielles dans le modèle géologique. Le potentiel de stockage sera identifié de manière qualitative : il s'agira de circonscrire les zones favorables, avec une profondeur conséquente de formation superficielles imperméables (par ex > 30 m pour les BTES et > 10 m pour les TTES). Cette cartographie pourra ensuite être confrontée à la localisation des gisements de chaleur fatale pour identifier des sites de projets potentiels.

2.1.6. Atlas des contraintes associées aux ressources géothermiques

En complément des atlas dédiés aux ressources géothermiques, il sera important d'établir une synthèse cartographique des contraintes potentielles, sous la forme de couches informatives supplémentaires sous SIG :

- conflits d'usage :
 - périmètres de protection des captages d'eau potable,
 - installations existantes,
- qualité de l'eau (pour les systèmes ouverts) ;
- installations industrielles, sites de stockage ;
- réglementation ;
- etc

2.1.7. Coûts des forages géothermiques

Le nombre d'opérations géothermiques de minime importance commence à se multiplier dans le contexte spécifique du Bassin aquitain. Dans le cadre du projet, l'Ademe, les maîtres d'ouvrages et bureaux d'études ayant travaillé sur ces opérations seront sollicités pour fournir des éléments de coûts.

L'objectif est d'établir un premier retour d'expérience sur les coûts des ouvrages souterrains dédiés à la géothermie dans le contexte de Bordeaux Métropole. La précision du rendu sera adaptée à la qualité des données recueillies. Ces éléments de coût seront des compléments indispensables à l'atlas des ressources, pour faciliter la prise de décision et l'émergence de projets potentiels très à l'amont.

2.2. AIDE A LA DECISION : POTENTIALITES DE COUVERTURE DES BESOINS ENERGETIQUES PAR LA GEOTHERMIE TRES BASSE ENERGIE

En première approche, la cartographie des ressources géothermiques permettra d'estimer les puissances potentielles par secteur géographique. Il est cependant nécessaire d'estimer à l'échelle de la métropole l'énergie pouvant être couverte par la géothermie pour répondre aux besoins énergétiques existants ou prévus pour différentes applications. Sur la métropole, au vu de la très forte disparité des usages et de la connaissance de leurs besoins énergétiques propres, une approche cartographique globale d'adéquation entre ressources et besoins ne semble pas pertinente.

L'approche retenue consiste à sélectionner en concertation avec l'ALEC des typologies de besoin sur lesquelles se focaliser, par exemple logement collectif ou individuel, bâtiment tertiaire, les bâtiments publics, à estimer la pertinence économique et environnementale de l'équipement de ces bâtiments par géothermie, puis à l'aide des emprises des tissus urbains et les zonages établis par l'A'urba, estimer la contribution de la géothermie à l'échelle du territoire.

2.2.1. Etat des lieux des installations existantes

Il est primordial, dans un premier temps, d'établir un état des lieux des installations de géothermie de minime importance existantes sur le territoire, et recueillir les retours d'expérience. Une fois cette première étape consolidée, le comité de suivi validera :

- les installations exemplaires à mettre en avant pour la promotion de la filière ; elles feront l'objet de fiches dédiées ;
- les installations sur lesquelles des dysfonctionnements sont identifiés ; elles feront l'objet d'un accompagnement dans le cadre de l'action d'animation (cf. 2.3.2), dédié à la recherche de solutions.

2.2.2. Approche cartographique sur les habitats pavillonnaires

Sur l'emprise du tissu pavillonnaire, l'analyse de l'adéquation entre les ressources et les besoins considérera exclusivement les solutions :

- sur sondes géothermiques verticales, échangeurs horizontaux et compacts (corbeilles) ;
- sur le premier aquifère superficiel sous la surface pour les systèmes ouverts car ce sont les seules solutions raisonnablement applicables à l'habitat individuel.

La considération des besoins intégrera un aspect prospectif, en prenant en compte les objectifs de rénovation énergétique de l'habitat fixés par la Métropole, et l'influence prévisionnelle du changement climatique sur les besoins, notamment en termes de rafraîchissement. La couverture des besoins énergétiques par les ressources géothermiques sera conduite selon trois scénarii, sur la base des données fournies par l'ALEC et l'A'urba :

- consommations actuelles ;
- scénario tendanciel ;
- objectifs de consommation.

L'objectif est la fourniture d'une cartographie du potentiel de couverture des besoins énergétique de l'habitat individuel par les filières géothermiques. En particulier, on estimera la part du geocooling dans le rafraîchissement estival des logements ; pour cela, il sera nécessaire d'établir, à partir des données thermiques récoltées, la profondeur optimale des ouvrages associés.

En complément, le projet comportera plusieurs études de cas (prévisionnel de 5) sur des "habitations-types" de l'agglomération bordelaise définies en concertation avec le Comité de Suivi. Il s'agira dans chacun des cas de caractériser la pertinence des filières géothermiques, à la lumière de l'accessibilité des ressources et des coûts associés. Pour cela, il sera nécessaire de disposer de courbes de besoins thermiques au pas de temps horaire.

2.2.3. Potentialités par typologie de bâti / d'usage

L'analyse de l'adéquation entre les ressources souterraines et les besoins en surface se focalisera sur des typologies d'usage et de bâtis définis en comité de suivi. Il s'agira de retenir une dizaine de cibles typologiques prioritaires telles que :

- des groupes scolaires ;
- des établissements pour personnes âgées ;
- des piscines ;
- des groupes scolaires ;
- des supermarchés ;
- des châteaux viticoles ;
- des bâtiments / ilots tertiaires ;
- etc.

Plusieurs sources de données seront combinées pour estimer les besoins énergétiques propres à chaque typologie, à savoir la consommation annuelle en chauffage, ECS et rafraîchissement, mais aussi la dynamique de cette demande. Il est effet nécessaire d'estimer cette afin d'optimiser le taux de couverture de la PAC géothermique, et ainsi éviter un surdimensionnement couteux. Ces données sont :

- les estimations de consommations énergétiques calculés par l'ALEC, à savoir les consommations totales de gaz des bâtiments ou ensembles de bâtiments consommant plus de 200 MWh/an (données de Bordeaux Métropole) et les besoins en chaleur (chauffage et eau chaude sanitaire (ECS)) des logements, obtenues par modélisation thermique du parc bâti résidentiel de l'A'urba. Pour le tertiaire, l'Alec ne pourra réaliser qu'une estimation des besoins de certaines typologies par application de ratios sur une donnée caractéristique (surface, nombre de lits, de places, d'élèves...);
- les consommations monitorées (ex. des 150 groupes scolaires de Bordeaux Métropole)
- les consommations électriques annuelles au pas de temps infra-horaire qui permettront d'estimer la dynamique des besoins de climatisation.
- Etc.

Le BRGM développera un modèle pour estimer les performances annuelles de la PAC géothermique et le coût de production de la chaleur. Ce modèle sera déterminé par une simulation au pas de temps horaire, de la pompe à chaleur (PAC) et des échangeurs géothermiques (sondes, doublet sur aquifère) et du bâtiment (via une courbes de besoin, le BRGM ne réalisera pas de STD du bâtiment). De manière prévisionnelle, ce modèle prendra en compte :

- Les besoins énergétiques de chaque typologie :
 - o Les courbes de charge produites par les simulations thermiques dynamiques (STD) du bâtiment par typologie,
 - o Les consommations annuelles estimées par l'ALEC (cf. ci-dessus),
- Le type d'émetteurs de chaleur,
- Les propriétés des terrains (déterminées par BRGM) :
 - o Pour les sondes géothermiques verticales : la conductivité thermique des terrains, la température initiale, la disposition des forages,
 - o Pour les multiplets sur aquifère : la température, la perméabilité et l'épaisseur de l'aquifère.
- Un modèle de coût :
 - o Les coûts environnés de mise en place des échangeurs géothermiques estimés par le BRGM,
 - o De la PAC, de sa mise en place et de son entretien (sous-traité à un bureau d'étude (BE) encadré par BRGM et sélectionné par le BRGM, l'ALEC et l'A'urba),
 - o Le coût des énergies (d'après un modèle déterminé en concertation avec l'ALEC).

Le contenu carbone de l'énergie produite sera estimé suivant une méthodologie choisie en concertation avec l'ALEC.

Etant donné que le modèle comportera de l'ordre d'une dizaine de paramètres, il sera nécessaire de recourir à un « méta-modèle » (ou modèle simplifié) du système calé sur un nombre limité mais pertinent d'évaluations du modèle. Le méta-modèle des performances pourra alors être appliqué sur les bâtiments prioritaires dans un outil de SIG, afin d'identifier les bâtiments avec le

plus fort potentiel. En outre, ce méta-modèle permettra d'estimer les incertitudes sur les performances en fonction des incertitudes sur les performances des paramètres d'entrée (par exemple avec une approche de type Monte-Carlo).

Sur le cas spécifique des bâtiments tertiaires, pour les projets d'intérêt métropolitain, avec 30 000 à 50 000 m² de bâtiments tertiaires chauffés et rafraîchis par aquifère ; l'analyse nécessitera de prendre en compte la distribution de l'énergie au moyen d'une boucle d'eau tempérée, afin d'identifier la densité critique d'opération justifiant ce type de mutualisation de moyens.

Ceci pourra conduire en premier lieu à définir une filière géothermique privilégiée par typologie de bâti / d'usage. Puis, dans un second temps, la confrontation des cartographies de ces besoins à celles des ressources géothermiques permettra de déterminer les sites sur lesquels une installation géothermique serait particulièrement pertinente.

L'objectif final de cette phase, pour chacune des typologies d'usage retenue, est :

- d'évaluer le nombre d'opérations potentielles de géothermie de minime importance sur l'emprise de la métropole ;
- de retenir 1 à 2 sites prioritaires, en concertation avec le comité de suivi ; chacun de ces sites fera ensuite l'objet d'une étude d'opportunité dédiée, dans le cadre du troisième volet du projet (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

En outre, le BRGM rédigera pour chaque typologie une fiche indiquant la plus-value de la géothermie assistée par PAC, ainsi que les différentes architectures possibles et schéma-types associés (par ex. production centralisée ou décentralisée, couplage avec d'autres énergies, etc.).

2.3. ANIMATION DE LA FILIERE GEOTHERMIE SUR LE TERRITOIRE DE BORDEAUX METROPOLE

2.3.1. Accompagnement pour la promotion des filières géothermiques

Les actions de promotion de la filière se feront en appui des relais territoriaux pour la promotion des énergies renouvelables, l'objectif final étant d'accompagner la montée en compétence de ces structures sur les filières de géothermie de minime importance. Ces actions conjointes iront de la sensibilisation, via de l'évènementiel, à de la présence sur le terrain pour répondre à des questions concrètes.

La finalité est d'accompagner les relais territoriaux dans l'identification des cibles prioritaires (élus, bailleurs sociaux, établissements de santé, associations professionnelles, architectes, etc.) et selon les retours de proposer des opérations groupées (relais territoriaux + animateur géothermie) pour initier ou développer des projets de géothermie, dans le cadre de l'assistance technique pour la concrétisation de projets (cf. 2.3.2).

En outre, dans la mesure où le projet a une visée opérationnelle de multiplication des opérations sur le territoire à moyen terme, l'animation s'appuiera logiquement sur les acteurs économiques de la filière (bureaux d'études, installateurs, opérateurs). Ils seront sollicités au fil du projet par le référent de la direction régionale du BRGM à Pessac, soit directement de manière occasionnelle, soit par le biais d'ateliers de travail et de concertation, afin de participer aux orientations stratégiques : identification des verrous au développement de la filière, identification des typologies de projets prioritaires, valorisation des résultats.

2.3.2. Assistance technique pour la concrétisation de projets

Le projet intégrera plusieurs études d'opportunité ciblées à l'échelle de quartiers ou d'opérations spécifiques. L'objectif est de déterminer comment la géothermie contribue à réduire le contenu carbone de l'énergie thermique utilisée sur la métropole de Bordeaux et d'en estimer le coût.

Ces études d'opportunité seront effectuées prioritairement sur les sites retenus lors de la seconde phase du projet (cf. 2.2.3). Mais elles pourront également porter sur d'autres sites identifiés au fil de l'avancement du projet, sur la base d'un enjeu ou d'une opportunité spécifique :

- îlot de chaleur urbain : opportunités d'utilisation raisonnée du sous-sol pour le stockage intersaisonnier de chaleur, en remplaçant les PAC aérothermiques par des PAC géothermiques ;
- implantations de pieux géothermiques sur des projets neufs ;
- récupération de chaleur sur un ouvrage d'alimentation en eau potable ;
- récupération de chaleur sur les ouvrages d'assèchement de génie civil (parkings) ;
- dysfonctionnements avérés d'installations existantes (cf. 2.2.1) ; l'installation de Cap Ouest à Saint-Médard-en-Jalles est par exemple particulièrement ciblée ;
- etc.

Ces études seront comparables à celles effectuées par le BRGM dans sa mission d'animation conduite en région Aquitaine en 2015-2016 (rapport BRGM/RP-66258-FR). Elles incluront une comparaison technico-économique des solutions géothermiques en "coût global" par rapport à la situation de référence déterminée par l'ALEC.

Ces études viseront à établir un panel d'exemples opérationnels, tout en identifiant l'influence des paramètres (densité de bâtiment, caractéristiques de la ressource, etc.) sur des indicateurs-clés (contenu carbone, coût sur 20 ans, etc.). Il s'agira également d'étudier les opportunités de mise en œuvre de technologies innovantes sur ces opérations, et leur pertinence. Dans le cas des installations présentant un dysfonctionnement, l'objectif sera d'identifier clairement les points de blocage et proposer des solutions pour éviter les contre-références sur le territoire.

Les sites d'étude seront définis et priorisés en concertation avec le Comité de Suivi. Les données de consommation, de planification, d'aménagement seront fournies par l'ALEC et l'A'urba), dans le cadre des missions propres pour Bordeaux Métropole. Il est prévu pour ce volet un total de 100 jours qui seront répartis spécifiquement sur chaque étude d'opportunité.

Chaque étude d'opportunité fera l'objet d'une note dédiée, co-écrite par le BRGM et l'ALEC. Il n'est évidemment pas question de se substituer aux professionnels, mais de proposer une première orientation permettant de faire émerger des projets de géothermie pertinents, qui pourront être ensuite portés par les professionnels de la filière sur la phase opérationnelle. Cette action revêt tout son sens sur un territoire dont les objectifs sont ambitieux, mais où la filière est peu dynamique en l'état.

2.3.3. Valorisation des résultats

Les résultats du projet, afin d'avoir la portée attendue, feront l'objet d'un accompagnement dédié :

- sensibilisation des élus ;

- appui de Bordeaux Métropole, pour la valorisation des études d'opportunité auprès des porteurs de projets potentiels, architectes, etc.

3. 4. COMITE DE SUIVI ET PRODUITS ATTENDUS

Un comité de suivi sera mis en place par le BRGM. Il regroupera l'ADEME, Bordeaux Métropole, l'ALEC et l'A-Urba. Il se réunira deux fois par an pour faire un point d'avancement et échanger, et pour présenter les résultats en fin de projet.

Deux ateliers de travail seront également programmés de manière plus élargie avec les professionnels de la filière : pour la phase d'identification des typologies de projet prioritaires, et pour la présentation des résultats du projet.

Tous les atlas et cartographies produits lors du projet seront remis au format SIG à Bordeaux Métropole, pour une valorisation dans la plate-forme numérique de Bordeaux Métropole :

- Atlas des ressources géothermiques sur sonde géothermique verticale
- Atlas des ressources géothermiques sur aquifère
- Atlas des contraintes relatives à la géothermie de minime importance
- Atlas qualitatif du potentiel de stockage souterrain d'énergie
- Atlas des zones favorables au développement de la géothermie (sous-sol / surface)

Le rendu de l'étude fera l'objet d'un rapport final public mis en ligne sur le site internet du BRGM. Outre les résultats détaillés du projet, le rapport intégrera des éléments pédagogiques de présentation des différentes filières de géothermie assistée par pompe à chaleur (pertinence selon les usages, possibilités d'hybridation, plus-values et limites) sous la forme de fiches (cf. 2.2.3).

Chaque étude d'opportunité fera l'objet d'une note dédiée, co-écrite par le BRGM et l'ALEC, et fournie sous format électronique à Bordeaux Métropole.

4. 5. CHRONOGRAMME

		2018		2019				2020				2021	
Principales étapes (Trimestres)		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Connaissance des ressources géothermiques	Construction du modèle géologique												
	Atlas des ressources géothermiques												
Aide à la décision	Analyse cartographique de l'adéquation ressources / besoins sur l'habitat pavillonnaire												
	Analyse des potentialités par typologie de bâti / usage												
Animation	Accompagnement pour la promotion de la filière												
	Etudes d'opportunité ciblées												
	Valorisation des résultats, accompagnement												

Comité de suivi																			
Rapport final																			

5. EQUIPE DE PROJET

<u>Chef de projet</u>	Jérôme BARRIERE, hydrogéologue expérimenté en géothermie au sein de la Direction Nouvelle Aquitaine du BRGM
<u>Géologie</u>	Pierre BOURBON, géologue régional au sein de la Direction Nouvelle Aquitaine du BRGM
<u>Géothermie</u>	Charles MARAGNA, ingénieur de recherche en géothermie au sein de la Division Géothermie du BRGM
<u>Géothermie</u>	Mikaël PHILIPPE, ingénieur expérimenté en géothermie au sein de la Division Géothermie du BRGM, responsable scientifique du programme "Centre technique géothermie et bâtiment"
<u>Géothermie / hydrogéologie</u>	Virginie HAMM, hydrogéologue expérimentée au sein de la Division Géothermie du BRGM, responsable scientifique du programme "Géothermie et stockage d'énergie thermique dans les hydrosystèmes"
<u>Géothermie / hydrogéologie</u>	Camille MAUREL, hydrogéologue au sein de la Division Géothermie du BRGM
<u>Hydrogéologie</u>	Marc SALTEL, hydrogéologue expérimenté en modélisation au sein de la Direction Nouvelle Aquitaine du BRGM
<u>SIG</u>	Bruce AYACHE, Ingénieur géomatique au sein de la Direction Nouvelle Aquitaine du BRGM
<u>Secrétariat</u>	Vanessa MALANDIT

6. DEVIS ESTIMATIF

	Chef de projet/ Directeur (jours)	Ingénieur Sénior (jours)	Ingénieur d'étude (jours)	Technicien supérieur (jours)	Frais de déplacement journalier (euros)	Achat matériel / Reprographie (euros)	Sous- traitance (euros)	Total par sous- tache (euros)	Total par tache (euros)
	1158.00	945.98	775.46	636.41	1.00	1.00	1.00		
0. Gestion du projet									20 174.93
Gestion et coordination du projet, concertation, réunions, qualité	2.00	15.00		3.00	1 560.00	200.00		20 174.93	
1.Caractérisation ressources									231 922.57
Modèle géologique		45.00	5.00					46 446.40	
Acquisition données		20.00	15.00	5.00		1 500.00	87 000.00	122 233.55	
Atlas ressources sonde		20.00						18 919.60	
Atlas ressources nappe		15.00	10.00					21 944.30	
Potentiel stockage		8.00	4.00					10 669.68	
Atlas contraintes		3.00	4.00					5 939.78	
Coûts forages		2.00	5.00					5 769.26	
2. Couverture des besoins									121 291.28
Etat des lieux		2.00	5.00					5 769.26	
Pavillonnaire		25.00						23 649.50	
Potentialités par typologie		74.00			1 870.00		20 000.00	91 872.52	
3. Animation de la filère									97 063.00
Accompagnement pour la promotion		15.00						14 189.70	
Assistance technique pour la concrétisation de projets		80.00			1 750.00			77 428.40	
Valorisation		5.00			715.00			5 444.90	
4. Résultats et rapports									16 820.52
Rédaction, Relecture, Qualité	1.00	15.00		2.00				16 620.52	
Edition du rapport (1ex/financeur)						200.00		200.00	
Total temps passé	3.00	344.00	48.00	10.00	5 895.00	1 900.00	107 000.00		
Coût total (€ HT)	3 474.00	325 417.12	37 222.08	6 364.10	5 895.00	1 900.00	107 000.00	487 272.30	487 272.30
								Arrondi à (€ HT)	487 000.00

7. PLAN DE FINANCEMENT

Ce projet s'intègre parmi les missions prioritaires du BRGM en matière de connaissance et de géothermie. A ce titre, une part du financement de l'étude sera supportée par une subvention pour charge de service public (SCSP), apportée par le Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

Le plan de financement, pour lequel une subvention est sollicitée auprès de Bordeaux Métropole, se résume comme suit :

		Bordeaux Métropole		BRGM	
		en %	en €	en %	en €
Coût total du projet					
en €HT	487 000	80 %	389 600 HT soit 467 520 TTC*	20 %	97 400 HT

(* au taux légal de TVA en vigueur actuellement de 20%)

Au vu du contenu de la mission, Bordeaux Métropole pourra solliciter une aide de l'ADEME.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 6009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

BRGM Nouvelle Aquitaine
Parc Technologique Europarc, 24, Avenue Léonard de
Vinci
33600 PESSAC- France
Tél. : 05 57 26 52 70