

	EXTRAIT DU REGISTRE DES DELIBERATIONS DU CONSEIL DE BORDEAUX METROPOLE	<i>Délibération</i>
	Séance publique du 6 juillet 2018	N° 2018-444

Convocation du 29 juin 2018

Aujourd'hui vendredi 6 juillet 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. Patrick BOBET, M. Jean-François EGRON, M. Franck RAYNAL, M. Jacques MANGON, M. Clément ROSSIGNOL-PUECH, Mme Anne-Lise JACQUET, Mme Claude MELLIER, M. Michel DUCHENE, Mme Brigitte TERRAZA, M. Jean TOUZEAU, Mme Anne WALRYCK, M. Dominique ALCALA, M. Max COLES, Mme Béatrice DE FRANÇOIS, M. Michel HERITIE, Mme Andréa KISS, M. Jean-Jacques PUYOBRAU, M. Kévin SUBRENAT, M. Alain TURBY, M. Jean-Pierre TURON, M. Michel VERNEJOUL, Mme Josiane ZAMBON, Mme Emmanuelle AJON, Mme Cécile BARRIERE, Mme Léna BEAULIEU, Mme Maribel BERNARD, Mme Odile BLEIN, M. Jacques BOUTEYRE, Mme Anne BREZILLON, M. Nicolas BRUGERE, Mme Sylvie CASSOU-SCHOTTE, M. Didier CAZABONNE, Mme Chantal CHABBAT, M. Gérard CHAUSSET, Mme Solène CHAZAL-COUCAUD, Mme Brigitte COLLET, Mme Emmanuelle CUNY, M. Jean-Louis DAVID, M. Yohan DAVID, Mme Nathalie DELATTRE, M. Stéphan DELAUX, M. Arnaud DELLU, Mme Laurence DESSERTINE, M. Gérard DUBOS, Mme Michèle FAORO, M. Vincent FELTESSE, M. Jean-Claude FEUGAS, M. Nicolas FLORIAN, Mme Florence FORZY-RAFFARD, Mme Magali FRONZES, M. Guillaume GARRIGUES, M. Max GUICHARD, M. Jacques GUICHOUX, M. Jean-Pierre GUYOMARC'H, M. Daniel HICKEL, M. Pierre HURMIC, M. François JAY, M. Franck JOANDET, M. Bernard JUNCA, M. Pierre LOTHAIRE, M. Eric MARTIN, M. Pierre De Gaétan NJIKAM MOULIOM, M. Jacques PADIE, Mme Christine PEYRE, Mme Arielle PIAZZA, Mme Dominique POUSTYNNIKOFF, M. Benoît RAUTUREAU, Mme Marie RECALDE, M. Fabien ROBERT, Mme Karine ROUX-LABAT, M. Alain SILVESTRE, M. Serge TOURNERIE, M. Thierry TRIJOLET, Mme Marie-Hélène VILLANOVE.

EXCUSE(S) AYANT DONNE PROCURATION:

M. Michel LABARDIN à M. Christophe DUPRAT
Mme Agnès VERSEPUY à M. Kévin SUBRENAT
Mme Véronique FERREIRA à Mme Béatrice DE FRANÇOIS
M. Erick AOUIZERATE à Mme Magali FRONZES
M. Jean-Jacques BONNIN à Mme Dominique IRIART
Mme Isabelle BOUDINEAU à M. Michel VERNEJOUL
M. Guillaume BOURROUILH-PAREGE à Mme Brigitte TERRAZA
Mme Marie-Christine BOUTHEAU à Mme Sylvie CASSOU-SCHOTTE
M. Alain CAZABONNE à Mme Anne-Lise JACQUET
Mme Anne-Marie CAZALET à M. Nicolas FLORIAN
Mme Michèle DELAUNAY à Mme Emmanuelle AJON
M. Marik FETOUH à M. Fabien ROBERT
M. Philippe FRAILE MARTIN à Mme Florence FORZY-RAFFARD
Mme Martine JARDINE à M. Arnaud DELLU
Mme Conchita LACUEY à M. Jean-Jacques PUYOBRAU
M. Bernard LE ROUX à M. Thierry TRIJOLET
Mme Anne-Marie LEMAIRE à Mme Chantal CHABBAT
Mme Zeineb LOUNICI à Mme Dominique POUSTYNNIKOFF
Mme Emilie MACERON-CAZENAVE à Mme Karine ROUX-LABAT
M. Thierry MILLET à Mme Christine PEYRE
Mme Gladys THIEBAULT à M. Benoît RAUTUREAU
Mme Anne-Marie TOURNEPICHE à M. Gérard DUBOS
Mme Elisabeth TOUTON à Mme Marie-Hélène VILLANOVE

EXCUSE(S) :

Monsieur Patrick PUJOL, Monsieur Michel POIGNONEC.

PROCURATION(S) EN COURS DE SEANCE :

Mme Christine BOST à M. Jean François EGRON jusqu'à 10h35
Mme Virginie CALMELS à M. Daniel HICKEL à partir de 11h30 et jusqu'à 13h00
M. Didier CAZABONNE à M. Dominique ALCALA à partir de 12h20
Mme Solène CHAZAL à Mme Emmanuelle CUNY à partir d 12h40
Mme Nathalie DELATTRE à M. Yohan DAVID à partir de 11h30
M. Arnaud DELLU à Mme Michèle FAORO à partir de 12h30
M. Jacques GUICHOUX à M. Serge TOURNERIE à partir 12h55
M. Jean Pierre GUYOMARC'H à Mme Brigitte COLLET à partir de 12h40
M. Bernard JUNCA à M. Patrick BOBET à partir de 11h50
Mme Andréa KISS à M. Jean Pierre TURON à partir de 12h30
Mme Marie RECALDE à M. Alain ANZIANI à partir de 12h00
M. Clément ROSSIGNOL-PUECH à M. Franck JOANDET à partir de 12h55
M. Alain SILVESTRE à Mme Cécile BARRIERE à partir de 11h40
M. Jean TOUZEAU à M. Michel HERITIE à partir de 12h00

EXCUSE(S) EN COURS DE SEANCE :

M. Gérard CHAUSSET à partir de 12h35

LA SEANCE EST OUVERTE

	Conseil du 6 juillet 2018	<i>Délibération</i>
	Direction générale Haute qualité de vie Direction de l'Eau	<i>N° 2018-444</i>

**Partenariat de recherche AGORA (Bordeaux Métropole/Bureau de recherche géologiques et minières)
- Avenant n°1 - Décision - Autorisation**

Madame Anne-Lise JACQUET présente le rapport suivant,

Mesdames, Messieurs,

Le Bureau de recherche géologiques et minières (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 concernant la gestion des eaux souterraines. Dans ce cadre, il acquiert sur l'ensemble des nappes profondes de Gironde des chroniques de données décrivant l'état qualitatif et quantitatif des ressources et développe des méthodes et outils de modélisation permettant de simuler et d'analyser l'impact de différents scénarii de prélèvements et de recharge sur l'évolution des niveaux piézométriques des grandes nappes profondes du nord du Bassin aquitain.

Le BRGM et Bordeaux Métropole ont décidé d'un commun accord de mener un programme de recherches et de développements partagés, concernant l'optimisation de l'exploitation des champs captants de la ligne des 100 000 m³/jour et du champ captant de Bellefond à Castres-sur-Gironde.

Avec l'Éocène, l'Oligocène constitue une des principales ressources en eau potable du département de la Gironde. Les prélèvements effectués dans la nappe de l'Oligocène, longtemps inférieurs à ceux de la nappe de l'Éocène, ont progressivement augmenté jusqu'à devenir équivalents à ceux prélevés dans la nappe de l'Éocène dès 1997. Cette ressource a donc un intérêt stratégique primordial pour l'alimentation en eau potable de l'agglomération bordelaise. Toutefois, les études les plus récentes ont montré le fort impact des pompages effectués sur les forages de Bordeaux Métropole situés sur la ligne des « 100 000 m³/jour ».

Cet ensemble de forages comprend 18 ouvrages, disposés au sud de l'agglomération bordelaise selon deux axes principaux : un axe nord-sud (le long de la route départementale n°651) et un axe nord-ouest-sud-est. Les volumes prélevés atteignaient un peu plus de 10 millions de m³ en 2003, pour atteindre en 2014 moins de 7 millions de m³. En effet, l'exploitation de cette nappe a entraîné dans certains secteurs une baisse progressive de la piézométrie provoquant un dénoyage graduel de la nappe de l'Oligocène, c'est-à-dire une dépression rendant la ressource sensible aux pollutions superficielles.

Dans le même secteur, les captages du champ captant de Bellefond constituent une ressource importante pour l'approvisionnement en eau de Bordeaux Métropole. L'ensemble du site produit annuellement entre 1,5 et 2 millions de m³.

Dans le cadre de son approvisionnement en eau potable, Bordeaux Métropole est confrontée aux enjeux suivants :

- l'augmentation de sa population.
- la réduction de la capacité de production suite à la pollution récente de certaines de ses ressources,

Pour répondre aux objectifs d'atteinte du bon état qualitatif et quantitatif des nappes profondes, le Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) nappes profondes de Gironde a étudié les possibilités de mise en œuvre de nouvelles ressources. Il a évalué leur impact potentiel sur les aquifères nord-aquitains et produit un atlas des zones à risques de dénoyage.

Le projet d'optimisation de la production de la ligne des « 100 000 m³/jour » et du site de Bellefond a pour objectif de déterminer la meilleure façon d'exploiter cet ensemble de forages tout en limitant au maximum l'extension de la zone dénoyée.

L'objectif global du programme de recherche « Approche de gestion optimisée des réservoirs aquifères » (AGORA) est :

- pour Bordeaux Métropole : d'améliorer la connaissance géologique et hydrogéologique des ressources exploitées pour l'eau potable, d'optimiser le fonctionnement de ces champs captants (qualification des prélèvements de manière à limiter le dénoyage) et d'évaluer la possibilité d'élaborer *in fine* un outil de gestion performant qui permettra de piloter l'exploitation de ces champs captants durablement.

- pour le BRGM : d'améliorer les connaissances dans un secteur à forts enjeux en affinant la connaissance des paramètres hydrodynamiques à partir des données de pompage, ainsi que d'accroître la représentativité du modèle oligocène, et indirectement du Modèle nord-aquitain (MONA).

Il est apparu dans le cadre de la réalisation de ce programme que les délais avaient été sous-estimés, de plus des compléments d'études ont été identifiés.

Cela implique, sur les plans techniques, financiers, ainsi qu'en termes de durée, des modifications de la convention initiale.

➤ **Compléments d'étude**

Dans le cadre de la réalisation de ce programme, les temps nécessaires à l'élaboration des scénarii et à l'utilisation du logiciel Capucine pour faire les simulations et les exploiter se sont avérés sous-estimés. Pour obtenir des scénarii de contrainte fiables et partagés à appliquer aux forages, un recueil approfondi des données historiques (diagnostics réalisés sur les ouvrages, coupes techniques, données de Déclaration d'utilité publique (DUP), avis d'hydrogéologues agréés) ainsi qu'une importante phase préalable d'échanges et de concertation avec Bordeaux Métropole et son délégataire pour cerner au mieux les contraintes de gestion associées à chaque ouvrage (position des pompes, impératifs de fonctionnement et de desserte, contraintes techniques (traitements, qualité..) se sont finalement avérés nécessaires. De plus, les temps de préparation des données de modélisation, d'exploitation du logiciel d'optimisation Capucine et de mise en forme des résultats se sont également révélés plus chronophages qu'attendu initialement.

Par rapport au programme initial, la démarche adoptée a également conduit à réaliser un scénario préliminaire d'exploitation du champ captant dans sa configuration actuelle. Ce scénario, avec des contraintes fixées par le BRGM, a servi de base de concertation avec les partenaires pour mieux cerner les attendus de l'étude et orienter la définition des contraintes des 3 scénarios d'optimisation du champ captant dans sa configuration actuelle.

Enfin, Bordeaux Métropole a sollicité un complément d'études portant sur le site de Bellefond pour que le BRGM formule des recommandations sur la métrologie du site.

Le projet d'avenant intègre donc les éléments suivants :

- Ajustement du programme d'étude relatif à la prise en compte des préalables et une redéfinition des contraintes qui seront testées de manière à pouvoir comparer différentes stratégies d'exploitation de la ressource,
- Une adaptation préalable du modèle pour prendre en compte le site de Bellefond,

- Une réflexion et des recommandations pour l'instrumentation du site de Bellefond,
- Un recalage du planning,
- Une nouvelle décomposition financière du programme d'étude.

La durée prévisionnelle des ajustements et compléments techniques est de douze mois.

➤ **Impact financier**

Les compléments évoqués induisent un complément financier de 75 000,00 € HT.

Ainsi, le montant total du programme de recherche est fixé à 225 000,00 € HT dont 180 000,00 € HT, soit 80% du montant à la charge de Bordeaux Métropole et 45 000,00 € HT, soit 20% du montant à la charge du BRGM.

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 la délibération n° 2016/0367 du Conseil de Communauté en date du 24 juin 2016, relative à la convention de recherche et de développement partagés entre Bordeaux Métropole et le BRGM relative à une approche de gestion optimisée des réservoirs aquifères du sud de l'agglomération,

VU la convention de recherche et de développement partagés entre Bordeaux Métropole et le BRGM signée le 18 juillet 2016,

ENTENDU le rapport de présentation

CONSIDERANT QUE

- Le programme initial doit être redéfini pour prendre en compte toutes les contraintes d'exécution des études stratégiques dans un planning cohérent,
- Il est nécessaire de modifier, par la voie d'un avenant, sur les plans tant techniques que financiers, la convention initiale de recherche et développement partagés,

DECIDE

Article 1: d'approuver les termes de l'avenant n°1 à la convention de recherche et de développement partagés entre Bordeaux Métropole et le BRGM relative au projet Agora, ci-annexée,

Article 2 : d'autoriser Monsieur le Président à signer l'avenant n°1 ci-annexé, ainsi que tout autre avenant à la convention autres que financier,

Article 3 : d'autoriser Monsieur le Président à solliciter toute aide financière pour ce programme,

Article 4 : d'imputer les dépenses sur les crédits ouverts au budget principal :

- Chapitre 20 – Compte 2031 – Fonction 732,

Article 5 : d'autoriser Monsieur le Président à prendre toute mesure 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 6 juillet 2018

<p>REÇU EN PRÉFECTURE LE : 30 AOÛT 2018</p> <p>PUBLIÉ LE : 30 AOÛT 2018</p>	<p>Pour expédition conforme, la Vice-présidente,</p> <p>Madame Anne-Lise JACQUET</p>
---	--

**CONVENTION DE
RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT PARTAGÉS**

Version consolidée du

ENTRE

Le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), 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-Guillemain, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 02, représenté par M. Stéphane Roy, Directeur des actions territoriales, ayant tous pouvoirs à cet effet,

Ci-après désigné par le « **BRGM** »,

D'une part,

ET

Bordeaux Métropole, établissement public de coopération internationale, dont le siège est situé Esplanade Charles de Gaulle, 33 045 Bordeaux, représenté par Monsieur Alain Juppé, Président, agissant en qualités en vertu d'une délibération n°2018- du Conseil de Métropole en date du

Ci-après désignée par « **Bordeaux Métropole** »

D'autre part,

Le BRGM et Bordeaux Métropole 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

- A. 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 concernant la gestion des eaux souterraines. Dans ce cadre, il acquière sur l'ensemble des nappes profondes de Gironde des chroniques de données décrivant l'état qualitatif et quantitatif des ressources et il développe des méthodes et outils de modélisation permettant de simuler et d'analyser l'impact de différents scénarios de prélèvements et de recharge sur l'évolution des niveaux piézométriques des grandes nappes profondes du nord du Bassin aquitain.
- B. 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 ;

- C. Le BRGM et le Bordeaux Métropole 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'optimisation de l'exploitation des champs captants de la ligne des 100 000 m³/j et de Bellefond, ci-après désigné par « le Programme ».
- D. Aussi, le BRGM et Bordeaux Métropole 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.
- E. Les Parties ont établi en commun le présent Programme qui répond à leurs besoins respectifs. Elles en exploiteront les résultats chacune pour son propre compte.
- F. 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 par lesquels le BRGM et Bordeaux Métropole s'engagent à réaliser le Programme.

ARTICLE 2. DURÉE

La Convention entre en vigueur à compter de la date de signature par la dernière des Parties et expirera lors de la réception du dernier paiement tel que prévu à l'article 8 infra.

ARTICLE 3. DOCUMENTS CONTRACTUELS

Sont également considérés comme étant des documents contractuels faisant partie de la Convention :

- le présent document ;
- Annexe A1 : La proposition technique et financière arrêtés par les parties ;
- Annexe A2 : annexe financière.

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 des Annexes A1 et A2.

La durée prévisionnelle de réalisation du Programme est de 30 mois (la durée initiale est de 18 mois et 12 mois supplémentaires pour les compléments techniques) à compter de l'entrée en vigueur de la Convention.

4.2. LIVRABLES

Conformément au cahier des charges visé à l'Annexe A1, le BRGM s'engage à remettre à Bordeaux Métropole les livrables suivants :

- Un rapport à l'issue de la finalisation du travail d'optimisation. A la demande du partenaire, ces rapports seront transmis aux formats numériques uniquement (Word, libre office et Acrobat). Une version téléchargeable gratuitement du rapport au format PDF sera mise en ligne sur le site du BRGM,
- Le BRGM, sur demande de Bordeaux Métropole, assurera la participation et la présentation des résultats du Programme auprès de la Commission Locale de l'Eau du SAGE Nappes Profondes (1 réunion), des réunions de travail (concertation techniques

en amont de chaque phase) et des réunions de restitutions des résultats (comité de pilotage) seront réalisées tout au long du projet de manière à aboutir à des scénarios et des résultats les plus appliqués possibles.

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.

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 de la présente convention, sur la Subvention pour charge de service public (SCSP) qui lui est attribuée par le Ministère chargé de la Recherche (Programme 172).

ARTICLE 5. OBLIGATION DE BORDEAUX METROPOLE

Bordeaux Métropole s'engage à communiquer au BRGM toutes les données, informations et études qui sont en sa possession, et qui sont utiles à la réalisation de la mission visée à l'article 4.1 de la présente convention.

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

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

ARTICLE 6. NOTIFICATION ET ÉLECTION DE DOMICILE

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

Pour le BRGM : <i>Nicolas Pédrón</i> Parc Technologique Europarc 24 avenue Léonard de Vinci 33600 PESSAC France Tel : 05 57 26 52 70 Fax : 05 57 26 52 71 E-mail : n.pedron@brgm.fr	Pour Bordeaux Métropole : <i>Nicolas Gendreau</i> Bordeaux Métropole Direction de l'Eau Esplanade Charles de Gaulle, 33 045 BORDEAUX Tèl : 05.56.99.85.92 Fax : 05.56.99.87.97 E-mail : ngendreau@bordeaux-metropole.fr
---	--

ARTICLE 7. FINANCEMENT DE LA RECHERCHE

7.1 MONTANT

Le montant du Programme visé à l'article 4.1 de la présente convention était fixé initialement à un total de cent cinquante mille euros Hors Taxes (150 000,00 € HT). Les modifications apportées au Programme et la réévaluation de son montant initial, objet de l'avenant n°1, s'élèvent à soixante-quinze mille euros Hors Taxes (75 000 € HT), ce qui porte l'ensemble du Programme à un montant total de deux cent vingt-cinq mille euros Hors Taxes (225 000,00 € HT).

7.2 REPARTITION

Le montant du Programme fait l'objet de la répartition financière suivante sur les montants définis dans l'Annexe A2 soit un total de 225 000,00 € HT :

- Pour le BRGM, la somme de 45 000,00 € HT, soit 20% du montant ;
- Pour Bordeaux Métropole, la somme de 180 00,00 € HT, soit 80% du montant.

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

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

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 Bordeaux Métropole, le montant visé à l'article 7.2 de la présente convention, déduction faite des facturations émises précédemment, au titre du 1er acompte de l'échéancier initial d'un montant de 60 000,00 € HT, soit un solde restant dû de 120 000,00 € HT réparti comme suit :

- a. A la signature de l'avenant n°1 : 50% du montant, soit 60 000,00 € HT, soit soixante_ douze mille euros Toutes Taxes Comprises (72 000,00 € TTC) ;
- b. A la remise des livrables : le solde correspondant à 50% du montant, soit 60 000,00 € HT, soit soixante_ douze mille euros Toutes Taxes Comprises (72 000,00 € TTC).

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.

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

- Identifiant Chorus de Bordeaux Métropole :
- Si service de l'Etat : code service exécutant :
- Si nécessaire numéro de service :
- N° d'engagement juridique :

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

8.2. PAIEMENT

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

TRESOR PUBLIC
Trésorerie générale du Loiret,
4 pl du Martroi, Orléans
Code Banque 10071
Code Guichet : 45000
Compte N° 00001000034
Clé : RIB 92
IBAN : FR7610071450000000100003492

ARTICLE 9. PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

9.1. DROITS ET OBLIGATION DE L'AUTEUR

9.1.1. Droits de l'Auteur

- a) Le BRGM est l'Auteur des livrables réalisés en exécution de la présente convention, et notamment ceux visés à son article 4.2.
- b) 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 présente convention.

9.2. CESSION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

9.2.1. Copropriété des Droits patrimoniaux

Le BRGM cède à Bordeaux Métropole les droits patrimoniaux qu'il détient sur les livrables visés à l'article 4.2 de la présente convention de sorte qu'à l'issue de son exécution, les Parties seront copropriétaires de ces livrables et Bordeaux Métropole pourra notamment, sans l'autorisation du BRGM :

- reproduire les documents sur tous supports connus et inconnus, quel que soit le nombre d'exemplaires ;
- représenter les livrables 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, Bordeaux Métropole s'engage à respecter les droits moraux du BRGM sur les livrables visés à l'article 4.2 de la présente convention, et notamment à citer le BRGM en qualité d'auteur, sur chacune des reproductions ou représentations.

ARTICLE 10. DIFFUSION DES CONNAISSANCES

10.1. PRINCIPE

Les Parties s'engagent à divulguer auprès du public le plus large, les résultats, rapports et documents relevant de l'exécution de la présente convention, 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 ces rapports et documents à disposition du public, notamment par le moyen de son site Internet.

Bordeaux Métropole 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 Bordeaux Métropole comme partenaire sur chacun des documents produits, présentations ou communications faites sur le programme.

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. SOUS-TRAITANCE, CESSION, TRANSFERT

Chaque Partie peut sous-traiter, sous sa responsabilité, l'exécution de certaines parties de ses obligations contractuelles, sous réserve de respecter les dispositions de la loi n° 75-1334 du 31 décembre 1975, notamment en ce qu'elle concerne la présentation, l'acceptation des sous-traitants, ainsi que l'agrément de leurs conditions de paiement.

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.

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.

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

ARTICLE 15. DROIT APPLICABLE ET REGLEMENT 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 Pessac, en deux exemplaires,
Le

Pour le BRGM,
Le Directeur des actions territoriales,

Pour Bordeaux Métropole,
Le Président, et par délégation,
La vice-présidente,

Stéphane ROY

Anne-Lise JACQUET

Annexe A1

PROPOSITION TECHNIQUE ET FINANCIERE

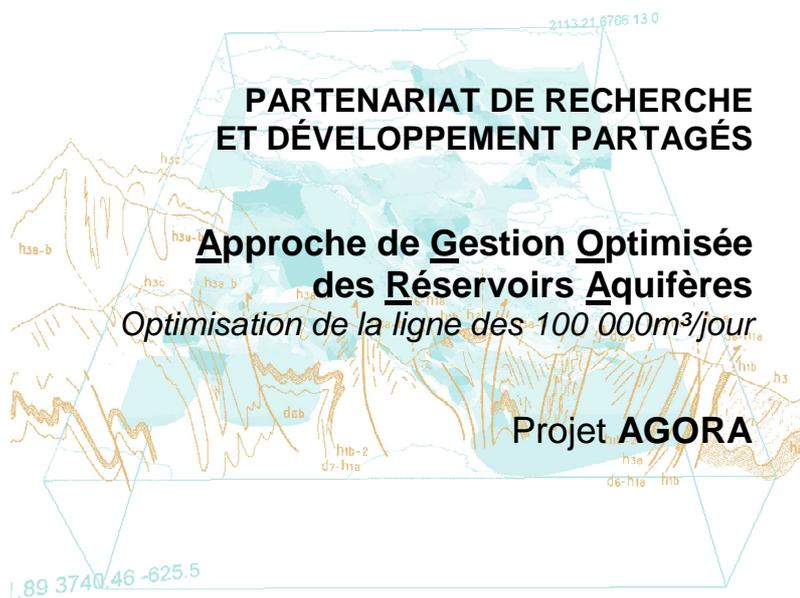
ANNEXE FINANCIERE

Ce projet s'intègre parmi les missions prioritaires du BRGM en matière de connaissance sur les eaux souterraines. A ce titre, une part du financement de l'étude sera supportée par la Subvention pour Charges de Service Public du BRGM, apportée par le Ministère de la Recherche.

Le plan de financement se résume comme suit :

En € HT	Bordeaux Métropole (80%)	BRGM (20%)	Total
Convention du 18/07/2016	120 000,00	30 000,00	150 000,00
Avenant 1	60 000,00	15 000,00	75 000,00
Consolidation	180 000,00	45 000,00	225 000,00

Bordeaux Métropole sollicitera l'Agence de l'Eau Adour-Garonne pour obtenir une subvention.



1. CONTEXTE

Contexte hydrogéologique

Avec l'Éocène, l'Oligocène constitue une des principales ressources en eau potable du département de la Gironde. Les prélèvements effectués dans la nappe de l'Oligocène, longtemps inférieurs à ceux de la nappe de l'Éocène, ont progressivement augmenté jusqu'à devenir équivalents à ceux prélevés dans la nappe de l'Éocène dès 1997. Cette ressource a donc un intérêt stratégique primordial pour l'alimentation en eau potable de l'agglomération bordelaise. Toutefois, les études les plus récentes [(Platel et al., 2000) ; (Schnebelen et al., 2002) ; (Corbier et al., 2005)] ont montré le fort impact des pompages effectués sur la ligne des « 100 000 m³/jour ».

Cet ensemble de forages comprend 18 ouvrages, disposés au sud de l'agglomération bordelaise selon deux axes principaux : un axe nord-sud (le long de la route D 651) et un axe nord-ouest-sud-est (Figure 1).

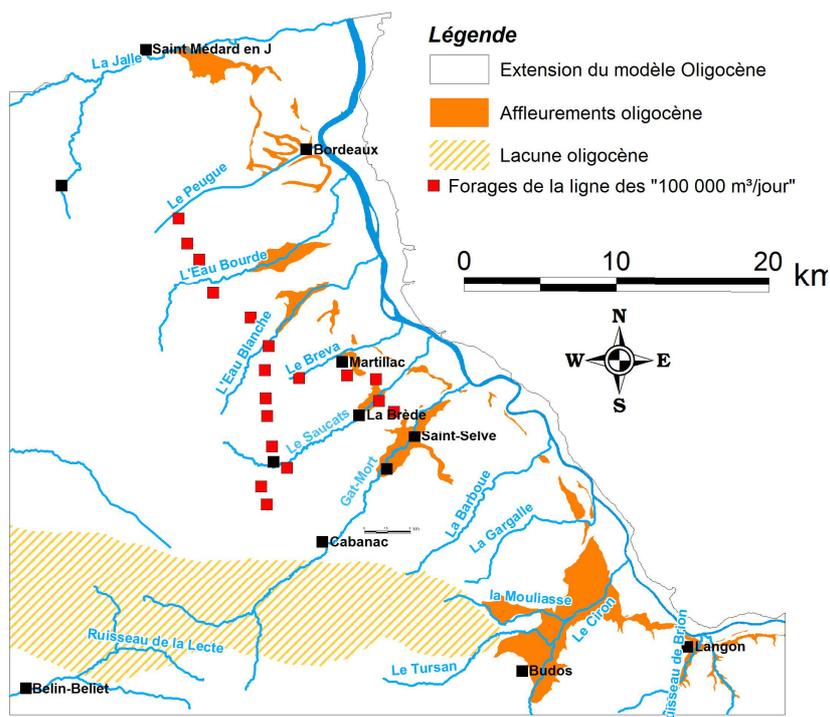


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

Les forages ont été créés de 1965 à 1977. Leur mise en exploitation a débuté à partir de 1974. Les volumes prélevés ont progressivement augmenté jusqu'en 2003, où le volume annuel global atteignait un peu plus de 10 millions de m³ (Figure 2).

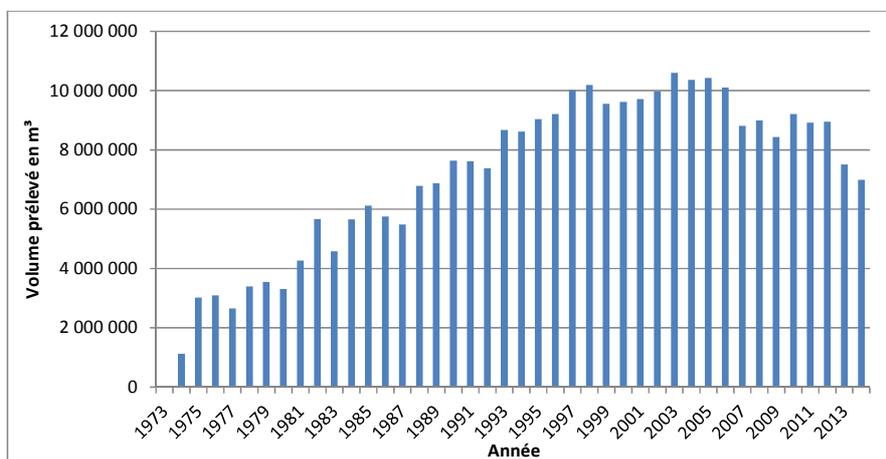


Figure 2 : Évolution du volume prélevé sur l'ensemble des forages de la ligne des « 100 000 m³/jour »

Ce volume décroît depuis lors. Il était, en 2014, de moins de 7 millions de m³. L'exploitation de ce réservoir a entraîné dans certains secteurs une baisse progressive de la piézométrie provoquant un dénoyage graduel de la nappe de l'Oligocène.

Dans le même secteur (un peu plus d'un kilomètre au NE de Saint-Selve), les captages du champ captant de Bellefond [08277X0002/Source, 08277X0004/HT1, 08277X0005/HT2, 08277X0006/HT3, 08277X0007/R1, 08277X0008/R2, 08277X0009/R3) constituent une ressource importante pour l'approvisionnement en eau de Bordeaux Métropole. L'ensemble du site, exploité par SUEZ Environnement, produit annuellement entre 1,5 et 2 millions de m³. A noter que les eaux du forage HT3 viennent alimenter le Syndicat d'ARPOCABE desservant les communes d'ARbanats, PORTets, CAstres et BEautiran. Le reste des ouvrages (source et forages) participe à l'alimentation en eau de l'aqueduc de Budos.

Sur le site, l'ensemble des ouvrages n'est pas exploité. Ainsi, actuellement, seule la source, le forage HT3 et le forage de Rocher 3 (R3) sont exploités. Les forages HT1, HT2, Rocher 1 (R1) et Rocher 2 (R2) sont peu ou pas utilisés. Pour mémoire, le forage HT2 est suivi trimestriellement par le BRGM.

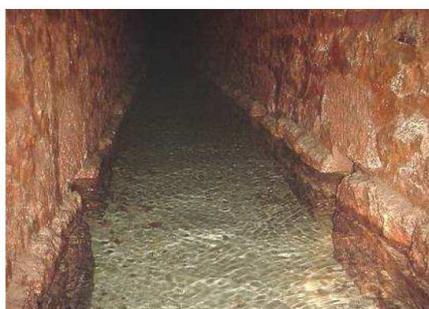
Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** récapitule les résultats des pompages de longue durée réalisés sur le site.

Nom du forage	année du test	Niveau statique (m/repère)	Niveau dynamique (m/repère)	Débit (m ³ /h)	Débit spécifique (m ³ /h/m)	Rabattement (m)	Durée (h)
HT1	1996	1,68	2,29	200	328	0,61	75
HT2	1996	3,54	3,99	200	444	0,45	38
HT2	2004	4,36	5,52	295	254	1,16	18
HT3	1996	3,57	4,72	134	117	1,15	12
R3	1996	7,83	8,49	248	376	0,66	78
R3	2004	8,7	9,3	150	250	0,6	72

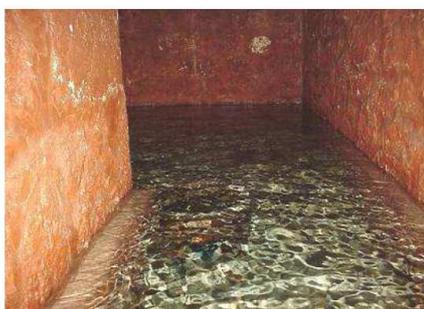
Tableau 1 : Pompages réalisés sur les sites de Bellefond et Rocher (SAFEGE, 2012)

Ces résultats montrent que la productivité des forages est globalement très importante sur ce site. A noter que le forage de Rocher 1 a été testé à 40 m³/h lors d'essais par paliers en 1996. Le forage de Rocher 2 n'a pu être testé en raison de la mauvaise productivité de l'ouvrage (SAFEGE, 1997).

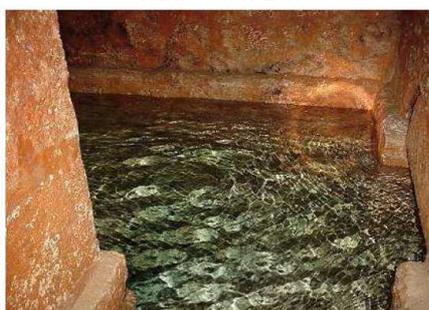
La source de Bellefond a été captée vers la fin du 19e siècle. Une galerie d'environ 160 m a été creusée à la surface du sol, sur 1,5 m de profondeur, afin d'améliorer la productivité de l'ouvrage. Les parois de cette galerie sont construites en pierres, avec une voûte de 2 m de hauteur. Sur le fond affleurent les calcaires du Stampien (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).



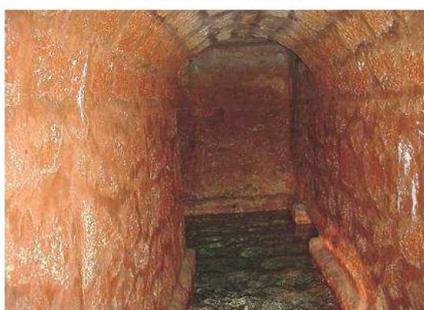
Galeries des sources



Galeries des sources



Galeries des sources



Galeries des sources

Figure 3 : Galerie drainante de Bellefond (SAFEGE, 2012)

Au droit des principales venues d'eau, des aménagements latéraux à la galerie principale ont été réalisés : des trous d'un mètre de profondeur, tubés, favorisent l'écoulement de l'eau. Par cette galerie, l'eau peut s'écouler librement lorsque les pelles de vidange sont ouvertes. Lorsque les pelles sont fermées, elle s'écoule dans une bêche de reprise située à une cinquantaine de mètres vers l'ouest dans l'usine de relevage. Le débit de la pompe dans la bêche de reprise est de 250 m³/h. En période de hautes eaux, l'excédent est renvoyé au milieu naturel par le trop-plein. En période de basses eaux, le débit est régulé pour ne pas descendre au-dessous d'un certain seuil afin de ne pas dénoyer la galerie.

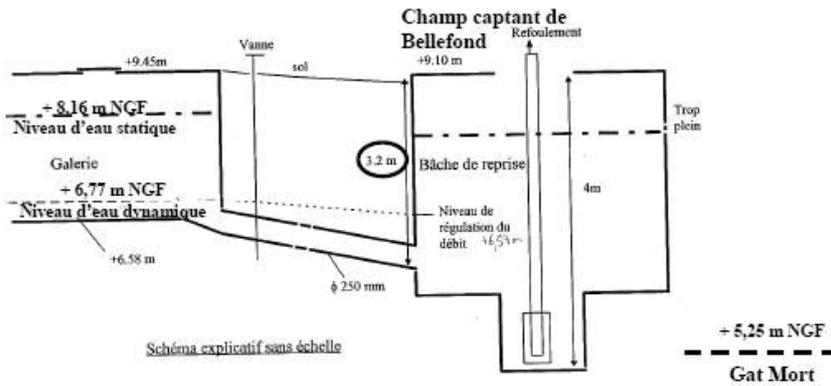


Figure 4 : Schéma de fonctionnement de l'exploitation de la source de Bellefond (SAFEGE, 2012)

Contexte réglementaire

Selon le SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) Nappes Profondes de Gironde : « Le dénoyage consiste à dénaturer un réservoir par abaissement de la surface piézométrique de la nappe. Cette notion s'applique plus particulièrement à un aquifère initialement captif dont la nappe est rendue libre par le rabattement. Le dénoyage d'un ouvrage d'exploitation est une opération qui met en péril la conservation des propriétés hydrauliques et la stabilité de l'ouvrage. Lorsque le phénomène de désaturation du réservoir s'étend dans l'espace, on parle de dénoyage de nappe. Un dénoyage de nappe est une opération qui met en péril la conservation des propriétés physico-chimiques, microbiologiques et hydrauliques de la ressource. Pour maîtriser ce risque, il convient de limiter l'abaissement de la surface piézométrique de la nappe sur les ouvrages d'exploitation ainsi qu'à grande échelle. »

Dans le cadre de la disposition 5 du SAGE Nappes Profondes de Gironde, qui traite de l'Atlas des Zones à Risques, le secteur concerné par le dénoyage de l'aquifère de l'Oligocène en périphérie de l'agglomération bordelaise a été identifié comme devant faire l'objet de mesures de gestion en pression.

Dans le cadre de cet atlas, un modèle hydrodynamique (Figure 5) a été conçu spécifiquement pour étudier cette problématique (Saltel et al., 2010). Dans une première phase, le modèle a permis de simuler la zone dénoyée et de reconstituer son évolution (extension) au cours du temps. Le modèle a ensuite été utilisé pour réaliser des simulations prospectives afin d'évaluer de manière globale l'ordre de grandeur de la réduction des prélèvements à envisager pour réduire l'impact de l'exploitation du réservoir sur le dénoyage de la nappe. Cependant, ces simulations ont été faites selon une approche essai/erreur sans tenir compte des contraintes propres au parc d'ouvrages existant (rabattements max, interconnexions/fonctionnement du réseau, position des conduites). Or, on ne peut exclure que certains des scénarios testés soient dans les faits inapplicables.

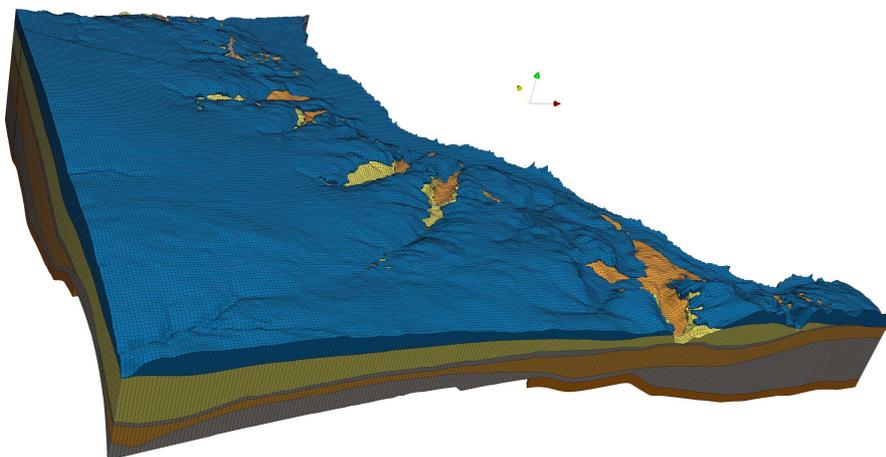


Figure 5 : Visualisation 3D du modèle oligocène

La disposition 95 du SAGE nappes profonde de Gironde stipule que : « Le modèle Oligocène élaboré pour l'Atlas des zones à risques est le modèle de référence qui sert à l'élaboration des règles de gestion de l'Oligocène. Les nouveaux prélèvements susceptibles d'avoir un impact sur les zones à risque de dénoyage (ZAR) ou les zones à enjeux aval (ZAEA) feront l'objet d'une simulation au sein du modèle oligocène pour vérification de la compatibilité avec les règles de gestion. »

Dans le cadre de son approvisionnement en eau potable, Bordeaux Métropole est confrontée aux enjeux suivants :

- baisse de la capacité de production suite à la pollution récente de certaines de ses ressources,
- augmentation de sa population.

C'est dans ce contexte, et pour répondre aux objectifs d'atteinte du bon état quantitatif des nappes profondes, que le SAGE Nappes profondes de Gironde a étudié les possibilités de mise en œuvre de nouvelles ressources et a évalué leur impact potentiel sur les aquifères nord-aquitains.

En complément, le projet d'optimisation de la production de la ligne des « 100 000 m³/jour » et du site de Bellefond présenté ici a pour objectif de déterminer la meilleure façon d'exploiter cet ensemble de forages tout en limitant au maximum l'extension de la zone dénoyée. L'optimisation de la distribution des pompages sera effectuée en appliquant le logiciel **CAPUCINE®** (**CA**lcul de **P**ompages par **U**tilisation de **C**oefficients d'**I**nfluence **E**xternes, logiciel BRGM, 1993) au modèle Oligocène,

Le logiciel **CAPUCINE** permet d'optimiser sous contraintes les débits des forages d'un champ captant. Il s'utilise en aval d'un modèle hydrodynamique maillé (ex : le modèle oligocène développé sous MARTHE) préalablement utilisé pour déterminer les coefficients d'influence entre forages, en permanent et/ou en transitoire. L'optimisation se fait en respectant des contraintes sur les niveaux dynamiques simulés en divers points de la nappe (forages exploités

et piézomètres de suivi). Le logiciel fonctionne en régime permanent aussi bien qu'en régime transitoire, et il tient compte automatiquement des corrections de rabattement entre la maille et le puits et des pertes de charges linéaires et quadratiques dans les forages. Les contraintes peuvent s'appliquer aux niveaux piézométriques (minimaux ou maximaux) ou aux débits prélevés, individuels ou groupés : p. ex. maximiser le débit global pompé sur un ensemble de puits tout en respectant des plages de niveau dynamique dans les captages et/ou dans des piézomètres d'observation.

Ce travail nécessite au préalable de faire un diagnostic des forages de la ligne des 100 000 m³/j et du champ captant de Bellefond par la réinterprétation des anciens pompages d'essai et, éventuellement, la réalisation de nouveaux tests. L'objectif est d'évaluer finement les propriétés des réservoirs sur le secteur en utilisant la méthode des dérivées et de définir pour chaque forage les pertes de charges linéaires et quadratiques.

Le travail d'optimisation peut être réalisé de deux manières :

- Hypothèse 1 : Optimisation sous contraintes tenant compte des impératifs de gestion du parc d'ouvrages existant (rabattements max, interconnexions/fonctionnement du réseau, ...),
- Hypothèse 2 : Optimisation pour évaluer l'intérêt de déplacer certains ouvrages de pompage de manière à limiter les interférences entre ouvrages tout en profitant de l'existence de la conduite structurante déjà en place.

2. OBJECTIFS

L'objectif global de ce programme de recherche est :

- Pour Bordeaux Métropole : d'améliorer la connaissance géologique et hydrogéologique des ressources exploitées pour l'eau potable, d'optimiser le fonctionnement de ces champs captants (prélèvements vs. dénoyage) et d'évaluer la possibilité d'élaborer *in fine* un outil de gestion performant qui permettra de piloter l'exploitation de ses champs captants.

- Pour le BRGM : d'améliorer les connaissances dans un secteur à forts enjeux en affinant la connaissance des paramètres hydrodynamiques à partir des données de pompage, ainsi que d'accroître la représentativité du modèle oligocène, et indirectement du MONA.

3. PROGRAMME DE RECHERCHE

[2¹ - Diagnostic des forages de la ligne des 100 000 m³/j et du site de Bellefond](#)

Ce travail s'appuiera sur les données de pompages provenant de la BSS, acquises le plus souvent lors de la création de l'ouvrage, et des essais de pompage réalisés par la suite à intervalles plus ou moins réguliers. L'objectif est ici d'identifier les différents régimes d'écoulement autour de chaque forage et d'en déduire les propriétés de l'ouvrage (effet de capacité, effet de skin, ...), de l'aquifère (isotrope, anisotrope, fracture verticale, double porosité, etc.), de sa géométrie (effets de limites), des éventuelles relations entre l'aquifère capté et d'autres aquifères (effet de drainance par exemple), avec éventuellement la mise en

¹ Nomenclature du devis (cf. 7 – Décomposition financière)

évidence d'écoulements fractionnaires (par exemple, induits par la forte perméabilité de drains karstiques). L'approche proposée est décrite dans le schéma suivant (Figure 6).

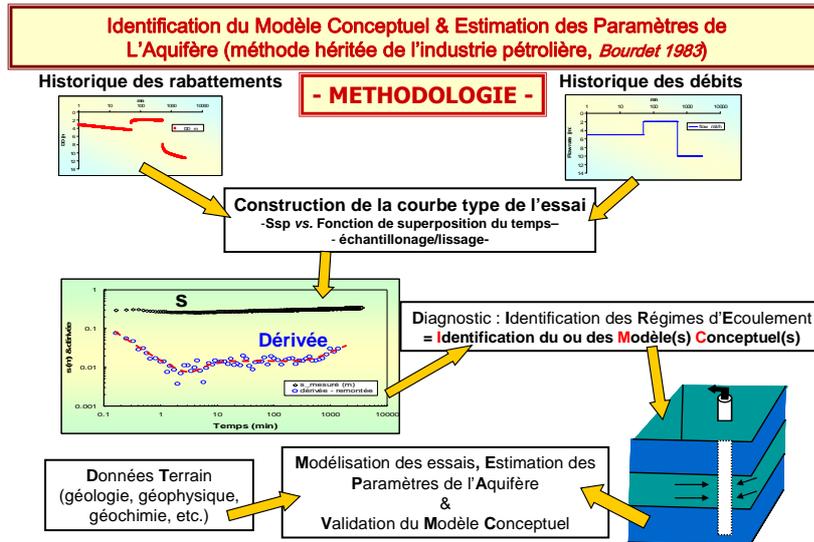


Figure 6 : Méthodologie mise en œuvre pour l'interprétation de pompages d'essai. Utilisation des dérivées des rabattements pour diagnostiquer les essais.

Une fois le diagnostic posé, l'estimation des paramètres de l'aquifère est réalisée à partir du modèle conceptuel le plus approprié et de sa transcription analytique.

Puis, le modèle conceptuel de l'aquifère est validé en jugeant de la pertinence des résultats de simulation numérique et des informations géologiques disponibles sur la formation testée. A partir de la courbe des dérivées, il est déjà possible d'estimer les paramètres hydrodynamiques, en particulier la transmissivité et la perméabilité de la formation captée, lorsqu'un écoulement radial cylindrique est identifié.

Les paramètres hydrodynamiques (T, S) issus de ces interprétations permettront de consolider le calage du modèle Oligocène. Par ailleurs, le travail réalisé sur les essais de puits permettra de définir précisément les pertes de charges linéaires et quadratiques intégrées au processus d'optimisation.

En complément, les informations utiles disponibles dans la littérature ou auprès du délégataire seront recensées afin de disposer pour chaque ouvrage d'un socle de connaissance commun à même de faciliter la fixation des contraintes (débit et niveau), en concertation avec Bordeaux Métropole et son délégataire, nécessaires à l'optimisation. Parmi les informations utiles, on citera (non exhaustif) :

- Les débits d'exploitation et les niveaux fixés (lorsqu'ils le sont) dans les DUP,
- Les débits proposés par les hydrogéologues agréés,
- Les contraintes d'exploitation liées à la complétion des ouvrages (pied de tubages, diamètres), à leur équipement (position de la pompe) ou à des problématiques de gestion (interconnexion en surface, problème qualité....).

3 - Adaptation préalable du modèle pour prendre en compte le site de Bellefond

La prise en compte du champ captant de Bellefond nécessitera un affinage du maillage sur le secteur concerné. En effet, malgré la finesse de représentation du modèle (mailles de 100 m de côté) il est impératif, en raison de la proximité des différents ouvrages de captage, d'affiner le maillage en intégrant localement un maillage gigogne dans le maillage actuel. L'objectif est ici de pouvoir répartir les forages du site dans des mailles individualisées (sachant que HT2 et HT3 sont très proches) et de pouvoir représenter le fonctionnement de la galerie drainante.

3bis - Réflexion et recommandations pour l'instrumentation du site de Bellefond

Le champ captant de Bellefond constitue une ressource importante pour l'approvisionnement en eau de Bordeaux Métropole. L'ensemble du site produit annuellement entre 1,5 et 2 millions de m³. Capté à partir d'une galerie drainante d'environ 160 m et des forages, le site est hydrogéologiquement et hydrauliquement complexe à appréhender. Le manque de données disponibles limite la compréhension du fonctionnement du système et l'évaluation de son potentiel réel d'exploitation.

A la demande de Bordeaux Métropole, une analyse des données existantes et du système de métrologie en place (niveaux / débits) sera réalisée. A l'issue de cette analyse, des recommandations seront faites par le BRGM en matière de mesures de niveaux/débits sur la source, les forages voire les cours d'eau environnants (emplacement, type de matériel...) pour améliorer et pérenniser un système d'acquisition sur le site à même de permettre une amélioration de la compréhension du système et par conséquent de mieux gérer, à terme, son exploitation.

4 - Optimisation des champs captants dans leur configuration actuelle

L'objectif de cette phase est de trouver un optimum d'utilisation des champs captants dans leur configuration actuelle en déterminant le meilleur compromis entre exploitation et impact sur la ressource. Le but étant de maximiser le volume prélevé sur les champs captants tout en limitant l'impact sur le dénoyage de la nappe. Le champ captant de Bellefond étant relié à l'aqueduc de Budos (proche de la saturation), une interconnexion avec le réseau de l'axe des « 100 000 m³/j » (n'ayant pas atteint sa capacité maximale) sera étudiée.

Cette approche nécessitera une concertation préalable entre les différentes parties prenantes pour définir le plus précisément possible les contraintes à introduire dans le logiciel CAPUCINE. Elle sera réalisée en étroite collaboration avec Bordeaux Métropole et son délégataire (SUEZ Environnement). L'objectif est ici de définir les débits d'exploitation minima et maxima pour chacun des ouvrages de la ligne des « 100 000 m³/j » et du champ captant de Bellefond, et de déterminer la plage des niveaux piézométriques admissibles pour chaque ouvrage (forages et source). Cette phase fera appel à l'expertise de SUEZ Environnement pour intégrer les impératifs de gestion du parc d'ouvrages existant (rabattements max, interconnexions/fonctionnement du réseau, ...) de façon à obtenir des résultats aussi réalistes que possible. Sur le site de Bellefond, une attention particulière sera portée à la galerie drainante de manière à y maintenir une charge suffisante pour éviter tout dénoyage sur ce secteur.

En concertation avec les différentes parties, il s'agira de recenser les contraintes d'exploitation des forages et de la source, chaque contrainte se traduisant par une formulation mathématique simple exprimée en termes de niveau piézométrique dynamique (ND) ou de débit (Q).

Par exemple :

- ne pas dénoyer la pompe : ND > cote de la crépine de la pompe
- ne pas dénoyer les crépines du forage : ND > cote supérieure des crépines de forage
- ne pas ~~désaturer~~~~désaturer~~ l'aquifère pour éviter les risques de dégradation de la qualité de l'eau : ND > cote du toit de la formation
- ne pas dénoyer les venues d'eau préférentielles : ND > cote de la venue d'eau supérieure à préserver
- ne pas générer un rabattement excessif pour éviter un écrasement du tubage : ND > cote minimale de résistance mécanique
- pour assurer le bon fonctionnement de la pompe, maintenir le débit de pompage dans une plage définie par l'exploitant : $Q_{min} < Q < Q_{max}$
- ne pas dénoyer la galerie drainante de la source de Bellefond : ND > cote du radier de la galerie
- etc.

Des contraintes additionnelles pourront également être introduites sur des piézomètres réels ou fictifs (avec contraintes sur les niveaux piézométriques) de manière à définir des niveaux d'objectif dans certains secteurs pour limiter l'extension du dénoyage (scénario SAGE Nappes Profondes »). Les piézomètres réalisés dans le cadre du projet RODEO [(Saltel et al., 2012) ; (Saltel et al., 2015)] pourront être utilisés à cet effet.

4 jeux de contraintes seront testés de manière à pouvoir comparer différentes stratégies d'exploitation de la ressource :

- un scénario « préliminaire » intégrant principalement les contraintes liées à l'aquifère proposées par le BRGM. Ce scénario a pour but de servir de base de discussion avec les partenaires (Bordeaux Métropole, Délégataire, Smegreg) pour mieux cerner les attendus de l'étude et orienter la définition des contraintes des 3 scénarios d'optimisation du champ captant dans sa configuration actuelle ci-après.
- Un scénario dit « actuel » ayant pour but de maximiser la production en tenant compte de toutes les contraintes d'exploitation actuelles.
- Un scénario « optimum », ayant pour objectif de maximiser la production en levant certaines contraintes techniques (dimension ou capacité de la pompe, diamètre forage) ou administratives (Débit ou niveaux issus de DUP ajustés).
- Un scénario « SAGE Nappes Profondes », destiné à limiter au maximum le dénoyage de l'aquifère Oligocène

Cette phase a pour but de déterminer si cette approche d'exploitation optimale de la ligne des 100 000 m³/j et du champ captant de Bellefond peut permettre d'aboutir à une gestion dynamique de la ressource. Un des objectifs pour l'exploitant serait en effet de piloter l'exploitation du champ captant en fonction de la production des sources (notamment celle de Bellefond), dont le débit est corrélé aux conditions de recharge variant d'une année sur l'autre.

5 - Optimisation de la disposition des forages du champ captant pour limiter les interférences et maximiser la production

Cette phase d'analyse additionnelle a pour but d'évaluer le potentiel « d'augmentation » de production du champ captant. En effet, la ligne des « 100 000 m³/j » n'ayant jamais produit le débit envisagé, la création de nouveaux forages pourrait permettre de mieux valoriser la capacité de la conduite existante.

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

L'objectif est ici d'évaluer l'intérêt de déplacer certains ouvrages de manière à limiter les interférences entre ouvrages tout en profitant de l'existence de la conduite structurante déjà en place pour, *in fine*, augmenter la production sur ce secteur en réduisant au maximum les impacts.

Le nombre de forages et leurs emplacements seront définis au préalable avec l'exploitant sur la base de considérations techniques, foncières et économiques. Trois configurations seront testées dans le cadre de cette offre technique.

Les débits affectés à ces forages prévisionnels seront déterminés de manière à être du même ordre de grandeur que les gammes observées sur les forages existants. De même, on veillera à ce que les paramètres hydrodynamiques assignés dans le modèle au droit des nouvelles implantations de forage soient cohérents avec l'analyse réalisée pendant la phase initiale de réinterprétation des pompages d'essai. L'objectif de cette analyse est de cerner au mieux l'augmentation potentielle de la production des deux champs captants même si les propriétés hydrodynamiques du réservoir ne sont pas nécessairement connues dans les secteurs où ces forages seront implantés.

Concrètement, l'exploitation du réservoir oligocène depuis 1994 n'ayant jamais fourni les 100 000 m³/j escomptés, il semble difficile d'augmenter le débit de production de ce champ captant sans accroître son impact sur la nappe. En revanche, on peut espérer qu'une redistribution spatiale des pompages, y compris *via* l'exploitation de nouveaux forages, permettrait de mieux répartir les impacts sur la nappe et de respecter les contraintes d'exploitation propres à chaque ouvrage.

4. LIVRABLES

Seront remis à Bordeaux Métropole à l'issue de l'étude :

- Un rapport final présentant l'ensemble des travaux réalisés dans le cadre de ce projet. A la demande du partenaire, le rapport sera transmis en format numérique, dans l'un des standards suivants : Word®, libre Office et Acrobat. Une version téléchargeable gratuitement du rapport au format PDF sera mise en ligne sur le site du BRGM,
- Le BRGM, sur demande de Bordeaux Métropole, assurera la présentation des résultats du programme de recherche à la Commission Locale de l'Eau du SAGE Nappes Profondes (1 réunion), et participera à diverses réunions de travail (concertations techniques en amont de chaque phase) et réunions de restitution des résultats (Comité de Pilotage) organisées tout au long du projet de manière à aboutir à des scénarios et des résultats les plus appliqués possibles.

5. CHRONOGRAMME

	Trimestres à compter du début des travaux (07/2016)												
	2016		2017				2018						
	1	2	1	2	3	4	1	2	3	4			
2. Diagnostic des forages de la ligne des 100 000 et du champ captant de Bellefond	■	■											
3. Adaptation du modèle pour prendre en compte les spécificités du site de Bellefond		■											
3 Bis. Recommandations Métrologie site de Bellefond		■						■	■				
4. Optimisation des champs captants dans leur configuration actuelle				■	■	■	■	■	■				
5. Optimisation de la disposition des forages des champs captants pour limiter les interférences et maximiser la production									■	■			
6. Suivi et porté à connaissance	■		■		■	■	■	■	■	■	■	■	■
7. Synthèse, rapport													■

6. EQUIPE DE PROJET

Chef de projet : M. SALTEL

Hydrogéologie : M. SALTEL
O. DOUEZ
J-P VERGNES
N. PEDRON

Géomaticien : B. AYACHE

Secrétariat : V. MALANDIT

7. DECOMPOSITION FINANCIERE

	Devis - convention initiale				Compléments techniques et financiers Avenant n° 1				Consolidation
	UO BRGM (nbre de jours)	Frais (déplacements, reprographie..)	Total par sous-tâche	Total par tâche	UO BRGM (nbre de jours)	Frais (déplacements, reprographie..)	Total par sous-tâche	Total par tâche	Total par tâche
Projet AGORA									
1. Gestion de projet				5 900,00					5 900,00
Gestion et coordination du projet, réunions internes au projet (Bx Métropole, Suez Environnement)	6,00		5 900,00						
2. Diagnostic des forages de la ligne des 100 000 et de Bellefond				51 160,00				13 980,00	65 140,00
Synthèse des données disponibles (Diagnostics techniques, DUP, Awi hydro agrées...)	12,00		10 790,00		15,00		13 980,00		
Diagnostic identification des régimes d'écoulement	18,00		16 470,00						
Modélisation des essais et estimations des paramètres de l'aquifère	25,00		23 900,00						
3. Adaptation du modèle - site de Bellefond				13 725,00					13 725,00
Création d'un Gigogne sur le site de Bellefond	10,00		9 150,00						
Création d'un drain pour schématiser la source	5,00		4 575,00						
3 Bis. Réflexion et recommandations pour l'instrumentation du site de Bellefond								5 801,00	5 801,00
Réflexion et recommandations pour la métrologie du site					6,00		5 801,00		
4. Optimisation des champs captants dans leur configuration actuelle (3 scénarios + 1 scénario tendanciel préliminaire)				27 560,00				37 393,00	64 953,00
Scénario tendanciel préliminaire					11,00		10 461,00		
Définition des contraintes des 3 scénarios à introduire dans CAPUCINE	7,00		6 610,00		7,00		6 733,00		
Mise en œuvre de l'optimisation des 3 scénarios	13,00		12 510,00		15,00		13 980,00		
Exploitation des résultats des 3 scénarios	9,00		8 440,00		6,00		6 219,00		
5. Optimisation de la disposition des forages des champs captants pour limiter les interférences et maximiser la production (3 scénarios)				30 210,00				8 388,00	38 598,00
Élaboration de 3 configurations de champ captant	6,00		6 105,00		2,00		1 864,00		
Définition des contraintes introduites dans CAPUCINE	9,00		8 645,00						
Mise en œuvre de l'optimisation	8,00		7 730,00		7,00		6 524,00		
Exploitation des résultats	8,00		7 730,00						
6. Suivi et porté à connaissance				8 785,00				4 078,00	12 863,00
Préparations de réunions	6,00		5 490,00		2,00		1 864,00		
Réunions (6 + 4)	3,00	550,00	3 295,00		2,00	350,00	2 214,00		
7. Synthèse, rapport, restitution				12 675,00				5 424,00	18 099,00
Rapport : Rédaction, Relecture, Qualité.	14,00		12 620,00		6,00		5 424,00		
Edition du rapport (1ex papier BRGM) + version numérique		55,00	55,00						
Coût total (€ HT)			150 015,00				75 064,00		225 079,00
Arrondi à			150 000,00				75 000,00		225 000,00

AP16 AQI030

8. PLAN DE FINANCEMENT PREVISIONNEL

Ce projet s'intègre parmi les missions prioritaires du BRGM en matière de connaissance sur les eaux souterraines. A ce titre, une part du financement de l'étude sera supportée par la Subvention pour Charges de Service Public du BRGM, apportée par le Ministère de la Recherche.

Sur cette base, et sur l'hypothèse de travaux lancés au 3ème trimestre 2016, le plan de financement proposé se résume comme suit :

En € HT	Bordeaux Métropole (80%)	BRGM (20%)	Total
Convention du 18/07/2016	120 000,00	30 000,00	150 000,00
Avenant 1	60 000,00	15 000,00	75 000,00
Consolidation	180 000,00	45 000,00	225 000,00

Bordeaux Métropole sollicitera l'Agence de l'Eau Adour-Garonne pour obtenir une subvention.

9. Références bibliographiques

Saltel M., Capéran F. (2012) - Projet RODEO (Réseau d'Observation et de prévention du DÉnoyage de l'Oligocène) Phase 1. Rapport final. BRGM/RP-61559-FR, 43 p., 23 fig., 3 ann.

Bourdet D., A Ayoub J, M Pirard Y (1983) - A new set of type curves simplifies well test analysis. World Oil, Vol. 196, 95-106.

Bourdet D., Ayouba A., Pirard Y.M. (1989) - Use of Pressure Derivative in Well-Test Interpretation. Society of Petroleum Engineers Formation Evaluation, Vol. 4, 293-302.

Corbier P., Capdeville J.P., Pédrón N., Platel J.P., Winckel A. (2005) - SAGE Nappes profondes de Gironde - Atlas des zones à risques - BRGM/RP-53756-FR, 180 p., 82 ill, 4 ann.

Deruyck B., Ehlig-Economides C., Joseph J. (1992) - Testing Design an Analysis. Oilfield Review, Vol. 4, 2, 28-45.

Platel J.P., Schnebelen N., Le Nindre Y.M., Sourisseau B., Saplairoles M., Dufour P., Benhammouda S., Bonnery H. (2000) - Gestion des eaux souterraines en Aquitaine - Année 4 - Etude sectorielle - Protection de la nappe de l'Oligocène en région bordelaise - Synthèse des connaissances géologiques - Etat des connaissances hydrogéologiques. Rapport BRGM/RP-50468-FR, 70 p., 36 fig., 5 cartes annexes.

Renard Philippe, Glenz Damian, Mejias Miguel (2009) - Understanding diagnostic plots for well-test interpretation. Hydrogeology Journal, Vol. 17, 589-600.

SAFEGE (2012) - Dossier unique d'autorisation de prélèvement et de DUP - Commune de Castres-Gironde - 5 captages d'eau destinée à la consommation humaine référencés Source [08277X0002], HT1 [08277X0004], HT2 [08277X0005], HT3 [08277X0006], Rocher 3 [08277X0009] captant la nappe Oligocène.

SAFEGE (1997) - Étude des potentialités aquifères du champ captant de Bellefond Commune de Castres - Gironde, 57p.

Saltel M., Pédrón N., Platel J.P., Corbier P., Bourguine B. (2010) - Atlas des zones à risque du SAGE Nappes Profondes de Gironde - Phase 2 - Problématique du dénoyage de l'Oligocène au Sud de l'agglomération Bordelaise. BRGM/RP-58156-FR 123 p., 64 fig., 11 tab., 7 ann.

Saltel M., Dewandel, B. and J. (2015) - Projet RODÉO (Réseau d'Observation et de prévention du DÉnoyage de l'Oligocène) Phase 2 \& 3. Rapport final. BRGM/RP-65339-FR.

Schlumberger (2002) - Well test interpretation.

Snebelen N., Platel J.P., Le Nindre Y.M., Baudry D., Hoarau A., Dufour P., Benhammouda S. (2002) - Gestion des eaux souterraines en Aquitaine. Année 5. Opération sectorielle - Protection de la nappe de l'Oligocène en région bordelaise.

Projet AGORA – Approche de Gestion Optimisée des Réservoirs Aquifères – Optimisation de la ligne des 100 000 m³/j

Nouvelles connaissances hydrogéologiques. Cartographie de la vulnérabilité aux pollutions - BRGM/RP-51178-FR, 75 p., 32 fig..

Spane F., Wurstner S. (1993) - DERIV: a computer program for calculating pressure derivatives for use in hydraulics test analysis. *Groundwater*, Vol. 31, 814-822.

Thiéry D. (1993) - Optimisation des champs captants. Le logiciel CAPUCINE. Principes et domaine d'application. BRGM/RR-37811-FR.

**AVENANT N°1 A LA CONVENTION DE RECHERCHE &
DÉVELOPPEMENT PARTAGÉS DU 18/07/2016
(DÉLIBÉRATION 2016-367)
RELATIVE AU PROJET AGORA**

ENTRE

Le **BRGM**, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, établissement public à caractère industriel et commercial, enregistré 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-Guillemain, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 02, représenté par Stéphane Roy, Directeur des actions territoriales, ayant tous pouvoirs à cet effet,

Ci-après désigné par le **BRGM**

D'une part,

ET

Bordeaux Métropole, établissement public de coopération internationale, dont le siège est situé Esplanade Charles de Gaulle, 33076 Bordeaux, représenté par Monsieur Alain Juppé, Président, agissant en qualité en vertu d'une délibération n°2015/ du Conseil de Métropole en date du 2015,

Ci-après désignée par **Bordeaux Métropole**

D'autre part,

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

ETANT PREALABLEMENT RAPPELE QUE

Les Parties ont signé une convention de recherche et de développement le 18 juillet 2016 (ci-après : « la convention »), d'une durée prévisionnelle de 18 mois pour réaliser le programme d'Approche de Gestion Optimisée des Réservoirs Aquifères de l'Oligocène au sud de la métropole Bordelaise (« ligne des 100 000 m³/j » et site de Bellefond) aussi appelé AGORA.

Dans le cadre de la réalisation de ce programme, les temps nécessaires à l'élaboration des scénarios et à l'utilisation du logiciel Capucine pour faire les simulations et les exploiter ont été sous-estimés. Pour obtenir des scénarios de contraintes fiables et partagés à appliquer aux forages, un recueil approfondi des données historiques (diagnostics réalisés sur les ouvrages, coupes techniques, données de DUP, avis d'hydrogéologues agréés,) ainsi qu'une importante phase préalable d'échanges et de concertation avec Bordeaux Métropole et son délégataire pour cerner au mieux les contraintes de gestion associées à chaque ouvrage (position des pompes, impératifs de fonctionnement et de desserte, contraintes techniques (traitements, qualité..) se sont finalement avérés nécessaires. De plus, les temps de préparation des données de modélisation, d'exploitation du logiciel d'optimisation Capucine et de mise en forme des résultats se sont également révélés plus chronophages qu'espéré.

Par rapport au programme initial, la démarche adoptée a également conduit à réaliser un scénario préliminaire d'exploitation du champ captant dans sa configuration actuelle. Ce scénario, avec des contraintes fixées par le BRGM, a permis de base de concertation avec les partenaires pour mieux cerner les attendus de l'étude et orienter la définition des contraintes des 3 scénarios d'optimisation du champ captant dans sa configuration actuelle.

Enfin, Bordeaux Métropole a sollicité un complément d'études portant sur le site de Bellefond pour que le BRGM formule des recommandations sur la métrologie du site.

Ces éléments impliquent, sur les plans techniques et financiers, des modifications de la convention.

AU VU DE CE QUI PRECEDE, LES PARTIES CONVIENNENT ET ARRETEENT CE QUI SUIV

ARTICLE 1 : OBJET DE L'AVENANT

Le présent avenant (ci-après : « l'avenant ») a pour objet de définir les modifications des documents contractuels suivants :

- La convention de recherche et développement partagés du 18 juillet 2016,
- L'Annexe A1 (Proposition technique et financière) de la convention,
- L'Annexe A2 (Annexe financière) de la convention.

ARTICLE 2 : REDEFINITION DES TACHES DU PROGRAMME DE RECHERCHE

Le contenu du programme tel que défini dans l'article 3 - Programme de recherche de l'annexe A1 (Proposition technique et financière) de la convention est intégralement substitué par :

« 2¹ - Diagnostic des forages de la ligne des 100 000 m³/j et du site de Bellefond

Ce travail s'appuiera sur les données de pompages provenant de la BSS, acquises le plus souvent lors de la création de l'ouvrage, et des essais de pompage réalisés par la suite à intervalles plus ou moins réguliers. L'objectif est ici d'identifier les différents régimes d'écoulement autour de chaque forage et d'en déduire les propriétés de l'ouvrage (effet de capacité, effet de skin, ...), de l'aquifère (isotrope, anisotrope, fracture verticale, double porosité, etc.), de sa géométrie (effets de limites), des éventuelles relations entre l'aquifère capté et d'autres aquifères (effet de drainance par exemple), avec éventuellement la mise en évidence d'écoulements fractionnaires (par exemple, induits par la forte perméabilité de drains karstiques). L'approche proposée est décrite dans le schéma suivant (Figure 1).

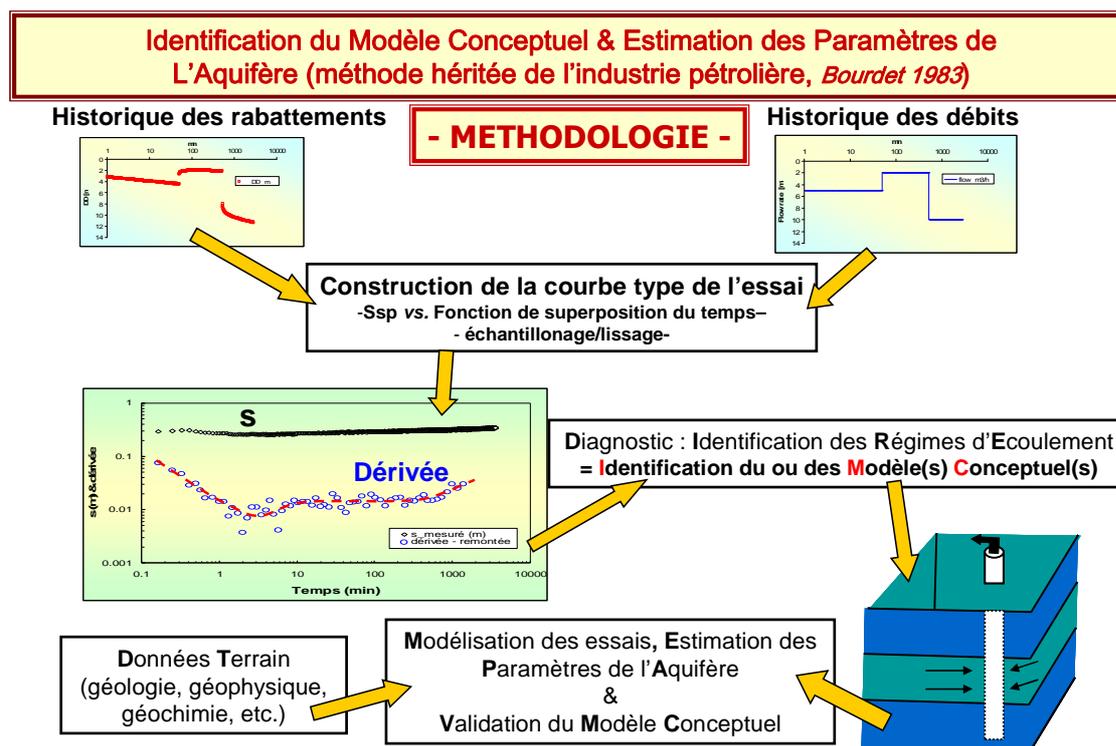


Figure 1 : Méthodologie mise en œuvre pour l'interprétation de pompages d'essai. Utilisation des dérivées des rabattements pour diagnostiquer les essais.

Une fois le diagnostic posé, l'estimation des paramètres de l'aquifère est réalisée à partir du modèle conceptuel le plus approprié et de sa transcription analytique.

Puis, le modèle conceptuel de l'aquifère est validé en jugeant de la pertinence des résultats de simulation numérique et des informations géologiques disponibles sur la formation testée. A partir de la courbe des dérivées, il est déjà possible d'estimer les paramètres hydrodynamiques, en particulier la transmissivité et la perméabilité de la formation captée, lorsqu'un écoulement radial cylindrique est identifié.

Les paramètres hydrodynamiques (T, S) issus de ces interprétations permettront de consolider le calage du modèle Oligocène. Par ailleurs, le travail réalisé sur les essais de puits permettra de définir précisément les pertes de charges linéaires et quadratiques intégrées au processus d'optimisation.

En complément, les informations utiles disponibles dans la littérature ou auprès du délégataire seront recensées afin de disposer pour chaque ouvrage d'un socle de

¹ Nomenclature du devis (cf. 7 – Décomposition financière)

connaissance commun à même de faciliter la fixation des contraintes (débit et niveau), en concertation avec Bordeaux Métropole et son délégataire, nécessaires à l'optimisation. Parmi les informations utiles, on citera (non exhaustif) :

- Les débits d'exploitation et les niveaux fixés (lorsqu'ils le sont) dans les DUP,
- Les débits proposés par les hydrogéologues agréés,
- Les contraintes d'exploitation liées à la complétion des ouvrages (pied de tubages, diamètres), à leur équipement (position de la pompe) où à des problématiques de gestion (interconnexion en surface, problème qualité...).

3 - Adaptation préalable du modèle pour prendre en compte le site de Bellefond

La prise en compte du champ captant de Bellefond nécessitera un affinage du maillage sur le secteur concerné. En effet, malgré la finesse de représentation du modèle (mailles de 100 m de côté) il est impératif, en raison de la proximité des différents ouvrages de captage, d'affiner le maillage en intégrant localement un maillage gigogne dans le maillage actuel. L'objectif est ici de pouvoir répartir les forages du site dans des mailles individualisées (sachant que HT2 et HT3 sont très proches) et de pouvoir représenter le fonctionnement de la galerie drainante.

3bis - Réflexion et recommandations pour l'instrumentation du site de Bellefond

Le champ captant de Bellefond constitue une ressource importante pour l'approvisionnement en eau de Bordeaux Métropole. L'ensemble du site produit annuellement entre 1,5 et 2 millions de m³. Capté à partir d'une galerie drainante d'environ 160 m et des forages, le site est hydrogéologiquement et hydrauliquement complexe à appréhender. Le manque de données disponibles limite la compréhension du fonctionnement du système et l'évaluation de son potentiel réel d'exploitation.

A la demande de Bordeaux Métropole, une analyse des données existantes et du système de métrologie en place (niveaux / débits) sera réalisée. A l'issue de cette analyse, des recommandations seront faites par le BRGM en matière de mesures de niveaux/débits sur la source, les forages voire les cours d'eau environnants (emplacement, type de matériel...) pour améliorer et pérenniser un système d'acquisition sur le site à même de permettre une améliorer la compréhension du système et par conséquent de mieux gérer, à terme, son exploitation.

4 - Optimisation des champs captants dans leur configuration actuelle

L'objectif de cette phase est de trouver un optimum d'utilisation des champs captants dans leur configuration actuelle en déterminant le meilleur compromis entre exploitation et impact sur la ressource. Le but étant de maximiser le volume prélevé sur les champs captants tout en limitant l'impact sur le dénoyage de la nappe. Le champ captant de Bellefond étant relié à l'aqueduc de Budos (proche de la saturation), une interconnexion avec le réseau de l'axe des « 100 000 m³/j » (n'ayant pas atteint sa capacité maximale) sera étudiée.

Cette approche nécessitera une concertation préalable entre les différentes parties prenantes pour définir le plus précisément possible les contraintes à introduire dans le logiciel CAPUCINE. Elle sera réalisée en étroite collaboration avec Bordeaux Métropole et son délégataire (SUEZ Environnement). L'objectif est ici de définir les débits d'exploitation minima et maxima pour chacun des ouvrages de la ligne des « 100 000 m³/j » et du champ captant de Bellefond, et de déterminer la plage des niveaux piézométriques admissibles pour chaque ouvrage (forages et source). Cette phase fera appel à l'expertise de SUEZ Environnement pour intégrer les impératifs de gestion du parc d'ouvrages existant

(rabattements max, interconnexions/fonctionnement du réseau, ...) de façon à obtenir des résultats aussi réalistes que possible. Sur le site de Bellefond, une attention particulière sera portée à la galerie drainante de manière à y maintenir une charge suffisante pour éviter tout dénoyage sur ce secteur.

En concertation avec les différentes parties, il s'agira de recenser les contraintes d'exploitation des forages et de la source, chaque contrainte se traduisant par une formulation mathématique simple exprimée en termes de niveau piézométrique dynamique (ND) ou de débit (Q).

Par exemple :

- ne pas dénoyer la pompe : $ND > \text{cote de la crépine de la pompe}$
- ne pas dénoyer les crépines du forage : $ND > \text{cote supérieure des crépines de forage}$
- ne pas désaturer l'aquifère pour éviter les risques de dégradation de la qualité de l'eau : $ND > \text{cote du toit de la formation}$
- ne pas dénoyer les venues d'eau préférentielles : $ND > \text{cote de la venue d'eau supérieure à préserver}$
- ne pas générer un rabattement excessif pour éviter un écrasement du tubage : $ND > \text{cote minimale de résistance mécanique}$
- pour assurer le bon fonctionnement de la pompe, maintenir le débit de pompage dans une plage définie par l'exploitant : $Q_{min} < Q < Q_{max}$
- ne pas dénoyer la galerie drainante de la source de Bellefond : $ND > \text{cote du radier de la galerie}$
- etc.

Des contraintes additionnelles pourront également être introduites sur des piézomètres réels ou fictifs (avec contraintes sur les niveaux piézométriques) de manière à définir des niveaux d'objectif dans certains secteurs pour limiter l'extension du dénoyage (scénario SAGE Nappes Profondes ». Les piézomètres réalisés dans le cadre du projet RODEO [(Saltel et al., 2012) ; (Saltel et al., 2015)] pourront être utilisés à cet effet.

4 jeux de contraintes seront testés de manière à pouvoir comparer différentes stratégies d'exploitation de la ressource :

- un scénario « préliminaire » intégrant principalement les contraintes liées à l'aquifère proposées par le BRGM. Ce scénario a pour but de servir de base de discussion avec les partenaires (Bordeaux Métropole, Délégué, Smegreg) pour mieux cerner les attendus de l'étude et orienter la définition des contraintes des 3 scénarios d'optimisation du champ captant dans sa configuration actuelle ci-après.
- Un scénario dit « actuel » ayant pour but de maximiser la production en tenant compte de toutes les contraintes d'exploitation actuelles.
- Un scénario « optimum », ayant pour objectif de maximiser la production en levant certaines contraintes techniques (dimension ou capacité de la pompe, diamètre forage) ou administratives (Débit ou niveaux issus de DUP ajustés).
- Un scénario « SAGE Nappes Profondes », destiné à limiter au maximum le dénoyage de l'aquifère Oligocène

Cette phase a pour but de déterminer si cette approche d'exploitation optimale de la ligne des 100 000 m³/j et du champ captant de Bellefond peut permettre d'aboutir à une gestion dynamique de la ressource. Un des objectifs pour l'exploitant serait en effet de piloter l'exploitation du champ captant en fonction de la production des sources (notamment celle de Bellefond), dont le débit est corrélé aux conditions de recharge variant d'une année sur l'autre.

5 - Optimisation de la disposition des forages du champ captant pour limiter les interférences et maximiser la production

Cette phase d'analyse additionnelle a pour but d'évaluer le potentiel « d'augmentation » de production du champ captant. En effet, la ligne des « 100 000 m³/j » n'ayant jamais produit le débit envisagé, la création de nouveaux forages pourrait permettre de mieux valoriser la capacité de la conduite existante.

L'objectif est ici d'évaluer l'intérêt de déplacer certains ouvrages de manière à limiter les interférences entre ouvrages tout en profitant de l'existence de la conduite structurante déjà en place pour, *in fine*, augmenter la production sur ce secteur en réduisant au maximum les impacts.

Le nombre de forages et leurs emplacements seront définis au préalable avec l'exploitant sur la base de considérations techniques, foncières et économiques. Trois configurations seront testées dans le cadre de cette offre technique.

Les débits affectés à ces forages prévisionnels seront déterminés de manière à être du même ordre de grandeur que les gammes observées sur les forages existants. De même, on veillera à ce que les paramètres hydrodynamiques assignés dans le modèle au droit des nouvelles implantations de forage soient cohérents avec l'analyse réalisée pendant la phase initiale de réinterprétation des pompages d'essai. L'objectif de cette analyse est de cerner au mieux l'augmentation potentielle de la production des deux champs captants même si les propriétés hydrodynamiques du réservoir ne sont pas nécessairement connues dans les secteurs où ces forages seront implantés.

Concrètement, l'exploitation du réservoir oligocène depuis 1994 n'ayant jamais fourni les 100 000 m³/j escomptés, il semble difficile d'augmenter le débit de production de ce champ captant sans accroître son impact sur la nappe. En revanche, on peut espérer qu'une redistribution spatiale des pompages, y compris *via* l'exploitation de nouveaux forages, permettrait de mieux répartir les impacts sur la nappe et de respecter les contraintes d'exploitation propres à chaque ouvrage. »

ARTICLE 4 : MODIFICATIONS RELATIVES AU FINANCEMENT DU PROGRAMME DE RECHERCHE

Compte tenu des éléments préalablement rappelés, les ajustements et compléments techniques détaillés dans l'article 2 du présent avenant induisent un complément financier détaillé dans le tableau ci-après (inséré à l'article 7 de l'annexe A1 de la convention) :

Compléments techniques et financiers Avenant n° 1				
	UO BRGM (nbre de jours)	Frais (déplacements , reprographie..)	Total par sous-tache	Total par tâche
Projet AGORA				
1. Gestion de projet				
Gestion et coordination du projet, réunions internes au projet (Bx Métropole, Suez Environnement)				
2. Diagnostic des forages de la ligne des 100 000 et de Bellefond				
Synthèse des données disponibles (Diagnostics techniques, DUP, Avis hydros agréés...)	15,00		13 980,00	
Diagnostic identification des régimes d'écoulement				
Modélisation des essais et estimations des paramètres de l'aquifère				
3. Adaptation du modèle - site de Bellefond				
Création d'un Gigogne sur le site de Bellefond				
Création d'un drain pour schématiser la source				
3 Bis. Réflexion et recommandations pour l'instrumentation du site de Bellefond				
Réflexion et recommandations pour la métrologie du site	6,00		5 801,00	5 801,00
4. Optimisation des champs captants dans leur configuration actuelle (3 scénarios + 1 scénario tendanciel préliminaire)				
Scénario tendanciel préliminaire	11,00		10 461,00	
Définition des contraintes des 3 scénarios à introduire dans CAPUCINE	7,00		6 733,00	
Mise en œuvre de l'optimisation des 3 scénarios	15,00		13 980,00	
Exploitation des résultats des 3 scénarios	6,00		6 219,00	
5. Optimisation de la disposition des forages des champs captants pour limiter les interférences et maximiser la production (3 scénarios)				
Élaboration de 3 configurations de champ captant	2,00		1 864,00	
Définition des contraintes introduites dans CAPUCINE				
Mise en œuvre de l'optimisation	7,00		6 524,00	
Exploitation des résultats				
6. Suivi et porté à connaissance				
Préparations de réunions	2,00		1 864,00	
Réunions (6 + 4)	2,00	350,00	2 214,00	
7. Synthèse, rapport, restitution				
Rapport : Rédaction, Relecture, Qualité.	6,00		5 424,00	
Edition du rapport (1ex papier BRGM) + version numérique				
Coût total (€ HT)			75 064,00	
Arrondi à			75 000,00	

Par conséquent, l'article 7 « Financement de la recherche » de la convention est modifié comme suit :

« 7.1 MONTANT

Le montant du Programme visé à l'article 4.1 de la présente convention était fixé initialement à un total de cent cinquante mille euros Hors Taxes (150 000,00 € HT). Les modifications apportées au Programme et la réévaluation de son montant initial, objet de l'avenant n°1, s'élèvent à soixante-quinze mille euros Hors Taxes (75 000 € HT), ce qui porte l'ensemble du programme à un montant total de deux cent vingt-cinq mille euros Hors Taxes (225 000,00 € HT).

7.2 REPARTITION

Le montant du Programme fait l'objet de la répartition financière suivante sur les montants définis dans l'Annexe A2 soit un total de 225 000,00 € HT :

- Pour le BRGM, la somme de 45 000,00 € HT, soit 20% du montant ;
- Pour Bordeaux Métropole, la somme de 180 000,00 € HT, soit 80% du montant.

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

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

ARTICLE 5 : MODIFICATIONS RELATIVES A LA FACTURATION

La facturation de l'étude telle que prévue dans l'Article 8 « Facturation et paiement » de la convention est modifiée comme suit :

« 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 Bordeaux Métropole, le montant visé à l'article 7.2 de la présente convention, déduction faite des facturations émises précédemment, au titre du 1er acompte de l'échéancier initial d'un montant de 60 000,00 € HT, soit un solde restant dû de 120 000,00 € HT réparti comme suit :

- a. A la signature de l'avenant n°1 : 50% du montant, soit 60 000,00 € HT, soit soixante_ douze mille euros Toutes Taxes Comprises (72 000,00 € TTC) ;
- b. A la remise des livrables : le solde correspondant à 50% du montant, soit 60 000,00 € HT, soit soixante_ douze mille euros Toutes Taxes Comprises (72 000,00 € TTC).

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.

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

- Identifiant Chorus de Bordeaux Métropole :
- Si service de l'Etat : code service exécutant :
- Si nécessaire numéro de service :
- N° d'engagement juridique :

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

ARTICLE 6 – CLAUSE CONSERVATOIRE

Les autres dispositions de la convention n'étant ni modifiées, ni abrogées, continuent à obliger les deux (2) Parties.

En cas de conflit entre les dispositions de l'avenant n°1 et celles de la convention, celles de l'avenant n°1 prévaudront.

La convention et l'avenant n°1 forment un tout indissociable.

ARTICLE 7 – CONSOLIDATION DE L'AVENANT N°1

Les Parties conviennent de substituer à la convention initiale une version consolidée résultant des modifications apportées par l'avenant n°1.

Cette version constitue l'annexe n°1 du présent avenant.

A titre indicatif, l'annexe n°2 récapitule article par article les modifications apportées par les Parties dans le cadre du présent avenant n°1.

ARTICLE 8 – EXECUTION

Le présent avenant entrera en vigueur dès sa notification et respect des formalités nécessaires pour le rendre exécutoire.

ARTICLE 9 - ANNEXES

- Annexe 1 : Convention de recherche et développement partagés consolidée par l'avenant n°1 ;
- Annexe 2 : Tableau récapitulatif des modifications décidées dans le cadre de l'avenant n°1.

Fait à Pessac, en deux exemplaires originaux,

Le

Pour le BRGM,
Le Directeur des actions
territoriales

Pour Bordeaux Métropole,
Le Président, et par délégation,
La Vice-Présidente,

| Stéphane ROY-

Anne Lise JACQUET

Annexe 1 :
Convention de recherche et développement partagés consolidée par l'avenant n°1

Annexe 2 :
Tableau récapitulatif des modifications décidées dans le cadre de l'avenant n°1

**Tableau récapitulatif des modifications induites par l'avenant n°1 à la convention de recherche et développements
partagés du 18 juillet 2016**

N° d'article de la convention	Intitulé	Conservé en l'état	Nouvellement ajouté	Modifié	Nature des modifications
1	Objet	X			
2	Durée	X			
3	Documents contractuels	X			
4	Obligations du BRGM			X	* Article 4.1 - Programme d'action : Modification de la durée prévisionnelle du Programme
5	Obligations de Bordeaux Métropole	X			
6	Notification et élection de domicile	X			
7	Financement de la recherche				* Article 7.1 : Modification du montant du financement du Programme * Article 7.2 : Modification des montants de répartition du financement du Programme
8	Facturation et Paiement				* Article 8.1 : Modification des modalités de facturation afin de prendre en compte l'impact financier de l'Avenant n° 1
9, 10, 11, 12, 13,14, 15		X			

N° d'article de l'Annexe A1 : Proposition technique et financière	Intitulé	Conservé en l'état	Nouvellement ajouté	Modifié	Nature des modifications
1	Contexte	X			
2	Objectifs	X			
3	Programme de recherche			X	* Ajout des compléments techniques réalisés sur les tâches 2, 3bis et 4 * Suppression du paragraphe relatif à la description de la méthode d'interprétation des pompages d'essai.
4	Livrables	X			
5	Chronogramme			X	* Modification du chronogramme suite à la révision du Programme
6	Equipe de projet	X			
7	Décomposition financière			X	* Ajout des compléments techniques et financiers liés à l'avenant 1 * Consolidation financière
8	Plan de financement prévisionnel			X	* Prise en compte des compléments financiers
9	Références bibliographiques	X			