

	EXTRAIT DU REGISTRE DES DELIBERATIONS DU CONSEIL DE BORDEAUX METROPOLE	<i>Délibération</i>
	Séance publique du 29 septembre 2017	N° 2017-618

Convocation du 22 septembre 2017

Aujourd'hui vendredi 29 septembre 2017 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, 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, M. Patrick PUJOL, Mme Anne-Lise JACQUET, Mme Claude MELLIER, Mme Agnès VERSEPUY, M. Michel DUCHENE, Mme Brigitte TERRAZA, M. Jean TOUZEAU, Mme Anne WALRYCK, M. Dominique ALCALA, M. Max COLES, Mme Béatrice DE FRANÇOIS, Mme Véronique FERREIRA, Mme Andréa KISS, M. Kévin SUBRENAT, M. Alain TURBY, Mme Josiane ZAMBON, M. Erick AOUIZERATE, Mme Cécile BARRIERE, Mme Léna BEAULIEU, Mme Maribel BERNARD, Mme Odile BLEIN, M. Jean-Jacques BONNIN, Mme Isabelle BOUDINEAU, M. Guillaume BOURROUILH-PAREGE, M. Jacques BOUTEYRE, Mme Marie-Christine BOUTHEAU, Mme Anne BREZILLON, M. Nicolas BRUGERE, Mme Sylvie CASSOU-SCHOTTE, M. Alain CAZABONNE, M. Didier CAZABONNE, Mme Chantal CHABBAT, M. Gérard CHAUSSET, Mme Solène CHAZAL, Mme Brigitte COLLET, M. Jacques COLOMBIER, 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. Marik FETOUH, M. Jean-Claude FEUGAS, M. Nicolas FLORIAN, Mme Florence FORZY-RAFFARD, M. Philippe FRAILE MARTIN, M. Guillaume GARRIGUES, M. Max GUICHARD, M. Daniel HICKEL, M. Pierre HURMIC, M. Franck JOANDET, M. Bernard JUNCA, Mme Conchita LACUEY, Mme Anne-Marie LEMAIRE, M. Pierre LOTHAIRE, 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 TRIJOLET, Mme Marie-Hélène VILLANOVE.

EXCUSE(S) AYANT DONNE PROCURATION:

M. Alain ANZIANI à M. Thierry TRIJOLET
M. Michel LABARDIN à M. Daniel HICKEL
M. Michel HERITIE à Mme Béatrice DE FRANÇOIS
M. Jean-Jacques PUYOBRAU à M. Jean TOUZEAU
M. Jean-Pierre TURON à Mme Josiane ZAMBON
M. Michel VERNEJOUL à Mme Andréa KISS
Mme Emmanuelle AJON à Mme Michèle FAORO
Mme Anne-Marie CAZALET à M. Nicolas FLORIAN
Mme Michèle DELAUNAY à M. Vincent FELTESSE
Mme Magali FRONZES à M. Yohan DAVID
M. Jacques GUICHOUX à M. Serge TOURNERIE
M. Jean-Pierre GUYOMARC'H à M. Nicolas BRUGERE
Mme Martine JARDINE à M. Arnaud DELLU
M. Bernard LE ROUX à Mme Anne-Marie TOURNEPICHE
Mme Zeineb LOUNICI à Mme Dominique POUSTYNNIKOFF
Mme Emilie MACERON-CAZENAVE à M. Bernard JUNCA
M. Alain SILVESTRE à M. Benoît RAUTUREAU

PROCURATION(S) EN COURS DE SEANCE :

M. Jacques MANGON à M. Guillaume GARRIGUES à partir de 12h30
Mme Agnès VERSEPUY à Mme Anne-Lise JACQUET jusqu'à 10h25
Mme Anne WALRYCK à M. Michel DUCHENE à partir de 10h20
M. Alain TURBY à M. Kévin SUBRENAT jusqu'à 10h20
M. Erick AOUIZERATE à Mme Chantal CHABBAT à partir de 11h05
M. Guillaume BOURROUILH-PAREGE à M. Jean-François EGRON à partir de 12h20
Mme Solène CHAZAL à Mme Elizabeth TOUTON jusqu'à 11h15
Mme Brigitte COLLET à M. Jean-Jacques BONNIN à partir de 12h20
Mme Emmanuelle CUNY à Mme Brigitte COLLET jusqu'à 10h40
Mme Emmanuelle CUNY à Mme Dominique IRIART à partir de 12h20
M. Stéphan DELAUX à Mme Marie-Hélène VILLANOVE jusqu'à 11h50
Mme Laurence DESSERTINE à M. Stéphan DELAUX à partir de 12h15
M. Marik FETOUH à Mme Solène CHAZAL à partir de 12h25
M. Nicolas FLORIAN à Mme Cécile BARRIERE à partir de 12h20
Mme Florence FORZY-RAFFARD à Mme Gladys THIEBAULT à partir de 11h45
M. Philippe FRAILE MARTIN à M. Didier CAZABONNE à partir de 11h50
Mme Conchita LACUEY à M. Gérard DUBOS à partir de 12h00
Mme Christine PEYRE à M. Thierry MILLET à partir de 12h20
Mme Marie RECALDE à Mme Véronique FERREIRA de 10h20 à 10h40 et de 11h30 à 12h15
M. Fabien ROBERT à Mme Karine ROUX-LABAT à partir de 12h20

EXCUSE(S) EN COURS DE SEANCE :

Mme Anne-Marie CAZALET à partir de 12h20

LA SEANCE EST OUVERTE

	Conseil du 29 septembre 2017	<i>Délibération</i>
	Direction générale Haute qualité de vie Direction de l'Eau	N° 2017-618

Avenant n°2 à la convention de recherche et de développement partagés entre Bordeaux Métropole et le BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières) relative au programme pour l'amélioration des connaissances géologiques et hydrogéologiques de l'oligocène dans le secteur du champ captant des Landes du Médoc (projet PHONEME 33) - Décision - Autorisation

Monsieur Jean-Pierre TURON 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 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 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.

Pour répondre aux objectifs d'atteinte du bon état quantitatif des nappes profondes, le SAGE (Schéma d'aménagement et de gestion des eaux) « 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. Ce projet a fait l'objet de nombreuses études préalables auxquelles le BRGM a été associé via l'utilisation du Modèle hydrodynamique nord-aquitain (MONA). Cet outil de référence, intérateur des connaissances géologiques et hydrogéologiques de la région, permet de simuler les écoulements au sein des grands aquifères du nord du Bassin. Il constitue la base de connaissance la plus complète à l'échelle régionale.

Par délibération n° 2013/0062 en date du 18 janvier 2013, la Communauté urbaine de Bordeaux (devenue Bordeaux Métropole au 1^{er} janvier 2015), dans le cadre de l'exercice de sa compétence alimentation en eau potable, a confirmé son engagement de porter la maîtrise d'ouvrage du premier projet de ressource de substitution désigné comme le projet « Champ captant des Landes du Médoc », et a décidé d'amorcer la mise en œuvre de ce projet par la réalisation d'études opérationnelles.

Dans le cadre de ces études et sur sollicitation de la Commission locale de l'eau (CLE) du SAGE nappes profondes de Gironde, le Conseil de Communauté a autorisé par délibération n° 2014/0263 du 23 mai 2014, la signature d'une convention de recherche et de développement partagés avec le BRGM. Cette convention,

signée le 8 août 2014, est destinée à l'élaboration d'un programme pour l'amélioration des connaissances géologiques et hydrogéologiques de l'oligocène dans le secteur du champ captant des Landes du Médoc (projet PHONEME 33).

Un modèle a été construit spécifiquement pour affiner l'évaluation des impacts que pourrait engendrer la mise en place du champ captant. L'outil finalisé permettra d'orienter les choix de réalisation (emplacement optimum des forages, mise à jour de la géométrie du système multicouche) et de piloter à terme l'exploitation du champ.

En effet, l'utilisation du MONA pour créer ce modèle local dans le cadre du partenariat Bordeaux Métropole/BRGM, a permis de disposer d'un outil cohérent avec le modèle régional, qui est l'outil de référence utilisé pour aider à la définition des volumes prélevables du SAGE nappes profondes de Gironde. En effet, la capacité du futur champ captant (estimée à 10 millions de m³/an) des Landes du Médoc et son impact régionalisé attendu sur la piézométrie nécessitent une prise en compte fine dans le modèle nord-aquitain. Ce travail partenarial doit donc permettre d'assurer cette cohérence entre les deux outils tout en répondant aux objectifs propres à chacun des deux organismes (connaissance géologique et hydrogéologique régionale, et fiabilité du MONA pour le BRGM ; connaissance géologique et hydrogéologique locale, ainsi qu'outil de pilotage opérationnel du champ captant pour Bordeaux Métropole).

Un premier avenant a été signé le 6 novembre 2015 impliquant des modifications de la convention notamment techniques et financières.

Dans le cadre de la concertation entre Bordeaux Métropole et les acteurs concernés par le projet de champ captant des Landes du Médoc (collectivités, associations, sylviculteurs, agriculteurs, riverains, ...), des compléments d'études ont été identifiés. Ils impliquent, sur les plans techniques, financiers, ainsi qu'en termes de durée des modifications de la convention initiale.

➤ **Compléments d'étude**

La convention initiale prévoyait un programme de recherche décomposé en 2 phases, relatives à la construction d'un modèle géologique fin et à l'élaboration d'un modèle hydrodynamique local cohérent avec le modèle nord-aquitain (géométrie, conditions aux limites). Une troisième phase a été ajoutée dans le cadre de l'avenant n°1 et portait sur :

- L'amélioration des modèles géologique et hydrodynamique suite aux réunions de concertation : réalisation d'une analyse de sensibilité, ...,
- L'utilisation du modèle hydrodynamique pour évaluer l'impact du projet et tester un déplacement du champ captant en vue d'atténuer voire annuler ses impacts sur les milieux superficiels (nappe du plio-quadernaire notamment),
- L'appui technique et la fourniture de données à l'INRA (Institut national de recherche agronomique) pour la mise en œuvre d'une modélisation agronomique en vue d'évaluer l'impact d'une baisse piézométrique sur la croissance des pins.

Des compléments d'étude ont été identifiés lors des phases de concertation nécessitant la formalisation d'une phase 4 dans le programme de recherche et un prolongement de la durée de la convention, la portant ainsi à échéance au 30 juin 2018.

Le projet d'avenant intègre donc la création d'une phase 4 dont les éléments sont les suivants :

- Mise à jour de la géométrie du modèle géologique en se basant sur les données du forage du Temple,
- Mise à jour des données d'entrée du modèle hydrodynamique jusqu'à fin 2016,
- Ajustement ponctuel du calage du modèle afin d'aboutir à une version finalisée du modèle répondant à la problématique de l'évaluation de l'impact du projet sur la nappe du plio-quadernaire,
- Réalisation de simulations pour évaluer l'impact du projet tel que défini suite à la concertation et pour comparer les résultats par rapport aux précédentes versions du modèle.

Un rapport sera rendu par le BRGM à l'issue de l'actualisation du modèle hydrodynamique et présentera les résultats des simulations d'impact du champ captant.

➤ **Impact financier**

Les compléments techniques de la phase 4 induisent un complément financier de 46 811 € HT, dont 80 % à la charge de Bordeaux Métropole, soit 37 448,80 € HT.

Ainsi, le montant total du programme de recherche est fixé à 299 527,66 € HT (dont 239 622, 13 € HT à la charge de Bordeaux Métropole et 59 905,53 € HT 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 du Conseil de Communauté n° 2013/0062 en date du 18 janvier 2013 relatif au projet ressources de substitution ;

VU la délibération n° 2014/0263 du Conseil de Communauté en date du 23 mai 2014, relative à la convention de recherche et de développement partagés entre Bordeaux Métropole et le BRGM relative au programme pour l'amélioration des connaissances géologiques et hydrogéologiques de l'oligocène dans le secteur du « Champ captant des Landes du Médoc »,

VU la convention de recherche et de développement partagés entre Bordeaux Métropole et le BRGM signée le 8 août 2014,

VU la délibération n°2015-0577 du Conseil de Métropole en date du 25 septembre 2015, relative à l'avenant n°1 à la convention de recherche et développement partagés entre Bordeaux Métropole et le BRGM,

VU l'avenant n°1 signé le 6 novembre 2015,

ENTENDU le rapport de présentation

CONSIDERANT

- Que lors des phases de concertation entre Bordeaux Métropole et les acteurs concernés (collectivités, associations, sylviculteurs, agriculteurs, riverains, ...) par le projet de champ captant des Landes du Médoc, des compléments d'études ont été identifiés dans le programme de recherche,
- La nécessité 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°2 à la convention de recherche et de développement partagés entre Bordeaux Métropole et le BRGM relative au programme pour l'amélioration des connaissances géologiques et hydrogéologiques de l'oligocène dans le secteur du champ captant des Landes du Médoc (projet PHONEME 33), et ses annexes, ci-joints,

Article 2 : d'autoriser Monsieur le Président à signer l'avenant n°2 ci-annexé, ainsi que tout autre avenant à la convention autre 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 - Article 2031 - Fonction 732.

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 29 septembre 2017

REÇU EN PRÉFECTURE LE : 19 OCTOBRE 2017	Pour expédition conforme,
PUBLIÉ LE : 19 OCTOBRE 2017	le Conseiller délégué,
	Monsieur Jean-Pierre TURON

**AVENANT N°2 A LA CONVENTION DE
RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT PARTAGÉS DU
8/08/2014**

**« Programme pour l'amélioration des connaissances
géologiques et hydrogéologiques de l'Oligocène dans le
secteur du champ captant des landes du Médoc (33) -
projet PHONEME 33 »**

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 dont le siège se trouve 3 avenue Claude Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 2, représenté par Philippe Dutartre, Directeur adjoint de la direction du Développement, 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 qualité en vertu d'une délibération n°2017/ du Conseil de Métropole en date du 2017,

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 8 août 2014 (ci-après « la Convention »), dont l'échéance est le 31 décembre 2017, pour réaliser le programme d'amélioration des connaissances géologiques et hydrogéologiques de l'Oligocène dans le secteur du champ captant des Landes du Médoc (33) aussi appelé PHONEME 33.

Un premier avenant (ci-après « l'Avenant n°1 ») a été signé le 6 novembre 2015 impliquant des modifications de la Convention notamment techniques et financières.

Dans le cadre de la concertation entre Bordeaux Métropole et les acteurs concernés (collectivités, associations, sylviculteurs, agriculteurs, riverains...) par le projet de champ captant des Landes du Médoc, des compléments d'études ont été identifiés. Les Parties se sont rapprochées afin de signer le présent avenant (ci-après « l'Avenant n°2 ») et d'apporter les modifications nécessaires à la Convention.

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

ARTICLE 1 : OBJET DE L'AVENANT

L'Avenant n°2 a pour objet de définir les modifications des documents contractuels suivants :

- La convention de recherche et développement partagés du 8 août 2014, modifiée par l'Avenant n°1,
- L'Annexe A (Proposition technique et financière) de la Convention,
- L'Annexe B (Annexe financière) de la Convention.

ARTICLE 2 : MODIFICATION DE L'ARTICLE 2.2

L'article 2.2 « Durée » de la Convention est remplacé et modifié comme suit :

« *La durée de la présente convention est prévue jusqu'au 30 juin 2018.* »

ARTICLE 3 : MODIFICATION DE L'ARTICLE 4.1

Est ajouté à l'article 4.1 « Programme d'action » de la Convention ce qui suit :

«

➤ Phase 4

- *Mise à jour de la géométrie du modèle géologique en se basant sur les données du forage du Temple,*
- *Mise à jour des données d'entrée du modèle hydrodynamique jusqu'à fin 2016, les données les plus récentes seront utilisées pour mettre à jour les valeurs de prélèvements, les données météorologiques et les chroniques d'observation,*
- *Ajustement ponctuel du calage du modèle afin d'aboutir à une version finalisée du modèle répondant à la problématique de l'évaluation de l'impact du projet sur la nappe du Plio-quatenaire,*
- *Réalisation de simulations pour évaluer l'impact du projet tel que défini suite à la*

concertation (scénario J) et pour comparer les résultats par rapport aux précédentes versions du modèle,

- *Suivi et porté à connaissance des résultats. »*

ARTICLE 4 : MODIFICATION DE L'ARTICLE 4.2

Est ajouté à l'article 4.2 « Livrables » de la Convention ce qui suit :

«

- *Un rapport à l'issue de l'actualisation du modèle hydrodynamique (phase 4) présentant les résultats des simulations d'impact du champ captant. 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. »*

ARTICLE 5 : MODIFICATION DE L'ARTICLE 4.4

A l'article 4.4, le terme « Programme 187 » est remplacé par le terme « *Programme 172* ».

ARTICLE 6 : MODIFICATION DE L'ARTICLE 7

L'article 7 « Financement de la recherche » de la Convention est remplacé et modifié comme suit :

« 7.1 MONTANT

Le montant du programme visé à l'article 4.1 de la présente convention était fixé à un total de deux cent cinquante-deux mille sept cent seize euros et soixante-six centimes Hors Taxes (252 716,66 € HT). La Phase 4, ajoutée dans le cadre de l'avenant n°2, s'élève à quarante-six mille huit cent onze euros Hors Taxes (46 811 € HT), ce qui porte l'ensemble à un montant total de deux cent quatre-vingt-dix-neuf mille cinq cent vingt-sept euros et soixante-six centimes Hors Taxes (299 527,66 € HT)

Le taux de TVA en vigueur est de 20%. En cas de modification du taux de TVA au cours de la période d'exécution de la présente convention, le nouveau taux sera appliqué sur le montant HT exprimé ci-dessus, dès l'échéance de facturation suivant l'entrée en vigueur du nouveau taux.

7.2 REPARTITION

La répartition du financement (Annexe B) se présente comme suit :

- *Pour le BRGM, la somme de 59 905,53 € HT, soit 20% du montant ;*
- *Pour Bordeaux Métropole, la somme de 239 622,13 € HT, soit 80% du montant. »*

ARTICLE 7 : MODIFICATION DE L'ARTICLE 8

L'article 8 « Facturation et paiement » de la Convention est remplacé et modifié 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 1^{er} acompte de l'échéancier initial d'un montant de 52 869,16 € HT ; et au titre du 1^{er} acompte de l'échéancier de l'avenant n°1 d'un montant de 104 512,92 € HT, soit un solde restant dû de 82 240,05 € HT réparti comme suit :*
 - a. *A la signature de l'avenant n°2 : 56 025,89 € HT (cinquante-six mille vingt-cinq euros et quatre-vingt-neuf centimes hors taxes) intégrant le solde restant dû au titre de l'avenant n°1 (44 791,25 € HT) et 30% du montant de la phase 4 (11 234,64 € HT) ;*
 - b. *A la remise des livrables : le solde soit 26 214,16 € HT (vingt-six mille deux cent quatorze euros et seize centimes hors taxes) représentant 70% de la phase 4.*

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

- *Identifiant Chorus de Bordeaux Métropole : n° SIRET 243300316000011*
- *Si nécessaire numéro de service : 5013*
- *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 30 jours calendaires à compter de leur date d'émission augmenté de deux jours ouvrés, à l'ordre de BRGM, sur présentation de factures émises par BRGM, accompagnées d'un RIB.

A défaut de paiement intégral à la date prévue pour leur règlement, les sommes restant dues sont 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'appliquent sur le montant toutes taxes comprises de la créance et sont 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 Bordeaux Métropole. »

ARTICLE 8 : MODIFICATION DE L'ARTICLE 3 DE L'ANNEXE A - CRÉATION D'UNE PHASE 4

Est ajouté à l'article 3 « Programme de recherche » de l'annexe A (Proposition technique et financière) de la Convention ce qui suit :

«

➤ **Phase 4**

- **Mise à jour de la géométrie du modèle géologique**

L'objectif est ici de bénéficier des récents travaux réalisés sur la commune du Temple pour lequel 4 nouveaux piézomètres ont été réalisés pour évaluer les capacités du réservoir de

l'Oligocène et les échanges avec les aquifères supérieurs (Aquitainien, Langhien-Serravallien et Plio-Quaternaire).

Les données géologiques provenant de ces forages permettront d'affiner la géométrie des réservoirs dans ce secteur stratégique. Ces informations seront intégrées au modèle géologique développé dans le cadre du projet PHONEME à l'aide du logiciel GDM.

Par ailleurs, les données précises acquises lors de ces travaux permettront, en se basant sur les données diagraphiques, de réaliser des corrélations avec les forages alentours et d'avoir une vision intégrée de la géométrie des réservoirs et des épontes associés.

In fine la nouvelle géométrie sera intégrée au modèle hydrodynamique développé sous Marthe.

- **Mise à jour des données d'entrée jusqu'à fin 2016**

Afin d'actualiser le modèle hydrodynamique, les données les plus récentes seront utilisées pour mettre à jour les valeurs de prélèvements, les données météorologiques et les chroniques d'observation.

Les données de prélèvement feront l'objet d'une attention particulière. Une ventilation par usage sera utilisée :

- *Pour l'alimentation en eau potable, des données plus fines seront récoltées sur l'emprise du modèle auprès des exploitants. Pour les exploitants pour lesquels, des données mensuelles ne sont pas disponibles, les clés de répartition produites par le SMEGREG seront utilisées.*
- *Les prélèvements pour usage agricole seront ventilés sur la saison d'irrigation en se basant sur la clé de répartition proposée par la Chambre d'Agriculture et le GRCETA (Groupement de Recherche sur les Cultures et Techniques Agricoles des Sols Forestiers d'Aquitaine) décrite dans la note du SMEGREG.*
- *Les autres usages seront considérés comme uniformément répartis sur l'année.*

Prélèvements

En Gironde, les prélèvements effectués dans les nappes d'eaux souterraines sont collectés chaque année par le BRGM dans le cadre de la convention « Gestion des nappes en Gironde » signée avec le Conseil Général de la Gironde. Les données de cet inventaire, stockées dans la BSS-EAU gérée par le BRGM, sont quasi exhaustives pour les usages AEP et industriels et chaque ouvrage est affecté géologiquement à la nappe qu'il capte.

Cet inventaire présente toutefois des lacunes pour les usages agricoles et individuels. Pour les prélèvements destinés à l'agriculture, le BRGM s'appuie sur la Chambre d'agriculture de Gironde qui réalise depuis quelques années un important travail d'inventaire pour cet usage dans le cadre des demandes d'autorisation de prélèvements.

Données météorologiques

La détermination des flux de recharge est réalisée par l'intermédiaire du calcul de bilans hydro-climatiques avec le schéma GARDENIA (Thiéry, 2003) intégré dans le code MARTHE. Les données de précipitation et d'évapotranspiration journalières utilisées sont issues des « ré-analyses SAFRAN » (résolution de 8 kilomètres soit 67 mailles réparties sur l'extension du modèle) et ont été fournies par Météo-France.

L'utilisation de ce type de données permet en particulier d'avoir une meilleure spatialisation des pluies et de l'évapotranspiration par rapport à l'utilisation de quelques stations météo (1 station météo utilisée dans le modèle précédent).

Piézométrie et qualité

Le BRGM est opérateur des réseaux quantité et qualité du département de la Gironde. A ce titre, il collecte et bancarise les données piézométriques et chimiques régulièrement dans la BSS-EAU et dans la base nationale ADES (Accès aux Données sur les Eaux Souterraines).

- **Ajustement ponctuel du calage du modèle**

L'objectif est ici d'aboutir à une version finalisée du modèle répondant à la problématique de l'évaluation de l'impact du projet sur la nappe du Plio-quatenaire. Cette version fait suite aux investigations réalisées sur les communes de Saumos (pompages d'essais réalisés fin 2016) et du Temple (Forages de reconnaissances et pompages d'essais associés) dont le but est de lever les incertitudes sur des secteurs stratégiques.

Le BRGM participera à la définition du protocole de pompage des différents essais réalisés sur le site. Un accompagnement sera également apporté pour la mise en place du matériel et la réalisation des mesures. Les données des pompages d'essais recueillies au Temple seront interprétées pour identifier les différents régimes d'écoulement autour de chaque forage (Plio-Quaternaire, Langhien-Serravallien, Aquitanien, Oligocène) 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).

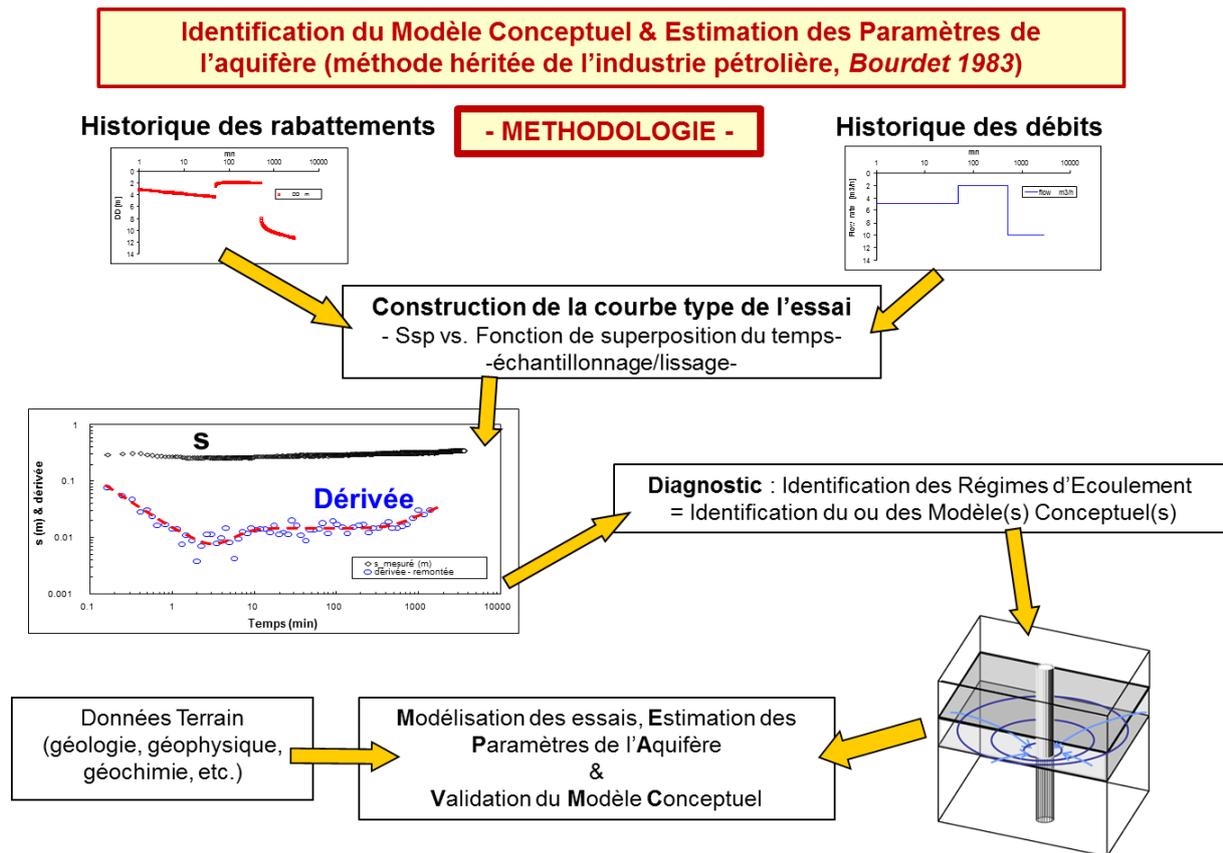


Figure 1 : Méthodologie mise en œuvre pour l'interprétation de pompages d'essai.

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 PHONEME.

Les essais seront également reproduits dans Marthe pour s'assurer que le modèle reproduit bien localement les effets de drainance réellement observés sur le terrain.

Un réajustement ponctuel du calage du modèle sera effectué sur la base des chroniques piézométriques disponibles en restituant au mieux les niveaux piézométriques observés ainsi que leur pente et leur amplitude. A l'issue de ce travail, une évaluation visuelle du calage sera réalisée. Une évaluation statistique sera également entreprise pour les couches disposant de suffisamment de chroniques de calage.

- **Utilisation du modèle**

Une fois le modèle finalisé il sera utilisé pour évaluer l'impact du projet tel que défini suite à la concertation (scénario J) et pour comparer les résultats par rapport aux précédentes versions du modèle.

- **Suivi et porté à connaissance**

Le BRGM, sur demande de Bordeaux Métropole, assurera une participation aux réunions de la Commission Locale de l'Eau du SAGE Nappes Profondes, des inter-CLE avec le SAGE des Lacs Médocains, et des différentes réunions liées à la concertation sur ce projet. Des présentations relatives à l'état d'avancement et aux résultats du programme de recherche seront réalisées en tant que de besoin. »

ARTICLE 9 : MODIFICATION DE L'ARTICLE 4 DE L'ANNEXE A

L'article 4 « Livrables » de l'annexe A de la Convention est remplacé par ce qui suit :

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

- *La base de données géologique locale au format GDM,*
- *Une extraction du Gigogne sous forme d'un modèle local avec les conditions aux limites du MONA (format de fichier Win Marthe),*
- *Un rapport, reprenant les éléments du rapport intermédiaire mais en présentant les modifications liées aux investigations de terrain (ce qui induit un travail important pour rééditer les figures déjà existantes au rapport intermédiaire) et en présentant les résultats d'impact effectués avec le scénario J. A la demande du partenaire, ce rapport sera transmis au format numérique 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 de recherche auprès de la Commission Locale de l'Eau du SAGE Nappes Profondes (1 réunion), des inter-CLE avec le SAGE des Lacs Médocains (1 réunions) et des différentes réunions liées à la concertation sur ce projet (2 réunions). »*

ARTICLE 10 : MODIFICATION DE L'ARTICLE 5 DE L'ANNEXE A

Est ajouté à l'article 5 « Chronogramme » de l'annexe A de la Convention ce qui suit :

«

➤ Phase 4

	mois à compter du début des travaux					
	1	2	3	4	5	6
Actualisation de la géométrie	■					
Mise à jour des données d'entrée jusqu'à fin 2016	■					
Recalage ponctuel du modèle		■	■			
Réalisation de simulations d'impact				■	■	
Suivi et porté à connaissance		■		■	■	■
Synthèse, rapport						■

ARTICLE 11 : MODIFICATION DE L'ARTICLE 7 DE L'ANNEXE A

Est ajouté à l'article 7 de l'annexe A de la Convention ce qui suit :

«

➤ **Phase 4**

	Total par tâche
PHONEME	
1. Gestion de projet	2 055.00
Gestion et coordination du projet, réunions internes au projet (Bx Métropole, maîtrise d'œuvre, SMEGREG)	
2. Actualisation de la géométrie	3 234.00
Intégration des nouveaux forages dans la base de données existante. Corrélation/réinterprétation, sibesoin, des forages environnants	
Construction et validation du modèle	
Intégration dans Marthe	
3. Mise à jour des données d'entrée jusqu'à fin 2016	7 392.00
Actualisation des données de prélèvements par usage au pas de temps mensuel (y compris récupération données brutes)	
Intégration des données de pluie et d'ETP pour calcul de la recharge	
Mise à jour des chroniques d'observation	
4. réajustement ponctuel du calage du modèle	15 708.00
Mise en place du protocole de pompage en concertation avec BM et AMO	
Suivi/contrôle sur site en appui à l'AMO (4 forages) - 1 j./pompage	
Diagnostic et modelisation des essais réalisés au Temple	
Modélisation des essais dans Marthe	
Ajustement du calage Modèle	
5. Réalisation de simulations d'impact	2 772.00
rejeu des scénarios de la configuration J	
Exploitation des résultats	
6. Suivi et porté à connaissance	5 734.00
Préparations de réunions	
Réunions	
7. Synthèse, rapport, restitution	9 916.00
Rapport : Rédaction, Relecture, Qualité.	
Edition du rapport (1ex papier BRGM) + version numérique	
Coût total (€ HT)	46 811.00

ARTICLE 12 : MODIFICATION DE L'ARTICLE 8 DE L'ANNEXE A

L'article 8 « Plan de financement prévisionnel » de l'annexe A de la Convention est remplacé par ce qui suit :

« 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 3^{ème} trimestre 2016, le plan de financement proposé se résume comme suit :

En € HT	Bordeaux Métropole (80 %)	BRGM (20%)	Total
Phase 1	67 476,00	16 869,00	84 345,00
Phase 2	64 697,33	16 174,33	80 871,66
Phase 3	70 000,00	17 500,00	87 500,00
TOTAL	202 173,33	50 543,33	252 716,66

En € HT	Bordeaux Métropole (80%)	BRGM (20%)	Total
Phase 4	37 448,80	9 362,20	46 811,00

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

ARTICLE 13 : MODIFICATION DE L'ANNEXE B

Le plan de financement de l'annexe B (Annexe financière) de la Convention est remplacé par ce qui suit :

« 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
Phase 1	67 476,00	16 869,00	84 345,00
Phase 2	64 697,33	16 174,33	80 871,66
Phase 3	70 000,00	17 500,00	87 500,00
Phase 4	37 448,80	9 362,20	46 811,00
Total	239 622,13	59 905,53	299 527,66

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

ARTICLE 14 – 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°2 et celles de la Convention, modifiée par l'Avenant n°1, celles de l'Avenant n°2 prévaudront.

La Convention, l'Avenant n°1 et l'Avenant n°2 forment un tout indissociable.

ARTICLE 15 – CONSOLIDATION DE L'AVENANT N°2

Conformément à l'article 17 de la Convention, les Parties conviennent de substituer à la convention initiale, modifiée par l'Avenant n°1, une version consolidée résultant des modifications apportées par l'Avenant n°2.

Cette version constitue l'annexe n°1 de l'Avenant n°2.

ARTICLE 16 – EXECUTION

L'Avenant n°2 entrera en vigueur à compter de la date de signature par la dernière des Parties.

ARTICLE 17 - ANNEXES

- Annexe 1 : Convention de recherche et développement partagés consolidée par l'Avenant n°2 ;

Fait à Pessac, en deux (2) exemplaires originaux,
Le

Pour le BRGM,
Le Directeur adjoint de la
direction du Développement du
BRGM

Pour Bordeaux Métropole,
Le Président, et par délégation,
Le Conseiller délégué en charge de
la préservation de la ressource en
Eau,

Philippe Dutartre

Jean-Pierre TURON

Annexe 1 à l'avenant n°2

CONVENTION DE RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT PARTAGÉS

Version consolidée du

A partir de :

- la convention de R&D partagés signée le 08/08/2014 ;
 - l'avenant n°1 signé le 6 novembre 2015
 - l'avenant n°2 signé le

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 dont le siège se trouve 3, avenue Claude-Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 02, représenté par Philippe Dutartre, Directeur adjoint de la direction du Développement du BRGM, 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°2017/ du Conseil de Métropole en date du 2017,

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 Bureau de recherches géologiques et minières ;

Le décret du 22 décembre 1967 portant regroupement du service de la carte géologique et du BRGM ;

Le contrat quadriennal ETAT-BRGM pour la période 2013/2017, approuvé par le conseil d'administration du BRGM le 29 novembre 2013 ;

Les orientations du service public du BRGM pour l'année 2014 adoptées par le « Comité National d'Orientations du Service public » le 3 mai 2013 ; les orientations du service public du BRGM pour l'année 2015 adoptées par le « Comité National d'Orientations du Service public » le 21 mai 2014 et approuvées par le Conseil d'Administration du 25 juin 2014 ; les orientations de service public du BRGM pour l'année 2016, adoptées par le « Comité National d'Orientations du Service public » le 21 mai 2015 et approuvées par le Conseil d'Administration du 25 juin 2015 et les orientations de service public du BRGM pour l'année 2017, adoptées par le « Comité National d'Orientations du Service public » le 27 mai 2016 et approuvées par le Conseil d'Administration du 23 juin 2016.

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 acquiert 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. Par délibération n° 2013/0062 en date du 18 janvier 2013, Bordeaux Métropole, dans le cadre de l'exercice de sa compétence Alimentation en eau potable, a confirmé son engagement de porter la maîtrise d'ouvrage du 1^{er} projet de ressource de substitution désigné comme le projet « Champ captant des Landes du Médoc » et a décidé d'amorcer la mise en œuvre de ce projet par la réalisation des études pré-opérationnelles.
- C. Le BRGM et Bordeaux Métropole ont décidé d'un commun accord de mener un Programme de Recherche et de Développement Partagés destiné à l'amélioration des connaissances géologiques et hydrogéologiques de l'Oligocène dans le secteur du « champ captant des Landes du Médoc », et à la conception, en amont de la réalisation du champ captant, d'un modèle hydrodynamique de gestion fin qui permettra d'orienter les choix en cours de réalisation (emplacement optimum des forages, mise à jour de la géométrie du système multicouche) et de piloter *in fine* l'exploitation du champ, ci-après désigné par « le Programme ».
- D. 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.
- E. En outre, compte tenu du fait que (i) les Parties cofinancent le Programme et que (ii) la propriété des résultats du Programme, ci-après désignés par « les Résultats » sera partagée entre elles, la présente 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 présente convention a pour objet de définir les termes et conditions par lesquels le BRGM et Bordeaux Métropole s'engagent à réaliser le programme visé à l'article 4.1 de la présente convention.

ARTICLE 2. PRISE D'EFFET, DURÉE

2.1. PRISE D'EFFET

La présente convention entre en vigueur à compter de sa signature par les Parties.

2.2. DURÉE

La durée de la présente convention est prévue jusqu'au 30 juin 2018.

ARTICLE 3. DOCUMENTS CONTRACTUELS

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

- L'Annexe A : Proposition technique et financière arrêtée par les Parties ;
- L'Annexe B : Annexe financière.

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 suivantes conformément aux conditions de l'annexe A visée à l'article 3 supra, et notamment :

➤ **Phases 1, 2 et 3**

- Construction d'un modèle géologique à la maille de 100 m et la base de données géologique associée au format GDM,
- Elaboration d'un modèle hydrodynamique local au format Marthe cohérent avec le modèle Nord-Aquitain (géométrie, conditions aux limites) et calé au pas de temps trimestriel entre 1972 et 2000, mensuel à partir de 2001,
- Amélioration des modèles géologique et hydrodynamique suite aux réunions de concertation : réalisation d'une analyse de sensibilité, prise en compte des investigations de terrain réalisées et intégration des données spatialisées les plus fines nécessaires à la recharge (INRA, Météo France),
- Utilisation du modèle hydrodynamique pour évaluer l'impact du projet et tester un déplacement du champ captant en vue d'atténuer voire annuler ses impacts sur les milieux superficiels (nappe du Plio-quatenaire notamment),
- Appui technique et fourniture de données à l'INRA pour la mise en œuvre d'une

modélisation agronomique en vue d'évaluer l'impact d'une baisse piézométrique sur la croissance des pins,

- Suivi et porté à connaissance des résultats.

➤ **Phase 4**

- Mise à jour de la géométrie du modèle géologique en se basant sur les données du forage du Temple,
- Mise à jour des données d'entrée du modèle hydrodynamique jusqu'à fin 2016, les données les plus récentes seront utilisées pour mettre à jour les valeurs de prélèvements, les données météorologiques et les chroniques d'observation,
- Ajustement ponctuel du calage du modèle afin d'aboutir à une version finalisée du modèle répondant à la problématique de l'évaluation de l'impact du projet sur la nappe du Plio-quatenaire,
- Réalisation de simulations pour évaluer l'impact du projet tel que défini suite à la concertation (scénario J) et pour comparer les résultats par rapport aux précédentes versions du modèle,
- Suivi et porté à connaissance des résultats.

4.2. LIVRABLES

Conformément à la proposition technique et financière (Annexe A), le BRGM s'engage à remettre à Bordeaux Métropole les livrables suivants :

- La base de données géologique locale au format GDM,
- La version actualisée du modèle PHONEME,
- Un rapport à l'issue de la finalisation du modèle hydrodynamique. 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 de recherche auprès de la Commission Locale de l'Eau du SAGE Nappes Profondes (1 réunion), des inter-CLE avec le SAGE des Lacs Médocains (2 réunions) et des différentes réunions liées à la concertation sur ce projet [6 réunions (2x 3 GT)],
- Un rapport à l'issue de l'actualisation du modèle hydrodynamique (phase 4) présentant les résultats des simulations d'impact du champ captant. 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.

4.3. OBLIGATIONS DE MOYENS

Il est rappelé que le contenu des documents visés au 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 tout tiers à la présente 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 de la présente convention.

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 : Nicolas Gendreau 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 deux cent cinquante-deux mille sept-cent seize euros et soixante-six centimes Hors Taxes (252 716,66 € HT). La Phase 4 ajoutée dans le cadre de l'avenant n°2, s'élève à quarante-six mille huit cent onze euros Hors Taxes (46 811,00 € HT), ce qui porte l'ensemble du programme à un montant total de deux cent quatre-vingt-dix-neuf mille cinq cent vingt-sept euros et soixante-six centimes Hors Taxes (299 527,66 € HT).

Le taux de TVA en vigueur est de 20%. En cas de modification du taux de TVA au cours de la période d'exécution de la présente convention, le nouveau taux sera appliqué sur le montant HT exprimé ci-dessus, dès l'échéance de facturation suivant l'entrée en vigueur du nouveau taux.

7.2 REPARTITION

La répartition du financement (Annexe B) se présente comme suit :

- Pour le BRGM, la somme de 59 905,53 € HT, soit 20% du montant ;
- Pour Bordeaux Métropole, la somme de 239 622,13 € HT, soit 80% du montant.

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 52 869,16 € HT ; et au titre du 1er acompte de l'échéancier de l'avenant n°1 d'un montant de 104 512,92 € HT, soit un solde restant dû de 82 240,05 € HT réparti comme suit :
 - A la signature de l'avenant n°2 : 56 025,89 € HT (cinquante-six mille vingt-cinq euros et quatre-vingt-neuf centimes hors taxes) intégrant le solde restant dû au titre de l'avenant n°1 (44 791,25 € HT) et 30% du montant de la phase 4 (11 234,64 € HT) ;
 - A la remise des livrables : le solde soit 26 214,16 € HT (vingt-six mille deux cent quatorze euros et seize centimes hors taxes) représentant 70% de la phase 4.

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

- Identifiant Chorus de Bordeaux Métropole : n° SIRET 243300316000011
- Si nécessaire numéro de service : 5013
- 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 30 jours calendaires à compter de leur date d'émission augmenté de deux jours ouvrés, à l'ordre de BRGM, sur présentation de factures émises par BRGM, au compte ouvert à :

Bénéficiaire :	BRGM
Etablissement :	XXXXXXXXXXXXXXXX
Code banque :	XXXXXXXXXXXXXXXX
Code guichet :	XXXXXXXXXXXXXXXX
Numéro de compte :	XXXXXXXXXXXXXXXX
Clef :	XXXXXXXXXXXXXXXX
IBAN :	XXXXXXXXXXXXXXXX

A défaut de paiement intégral à la date prévue pour leur règlement, les sommes restant dues sont 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'appliquent sur le montant toutes taxes comprises de la créance et sont 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 Bordeaux Métropole.

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 co-proprétaires 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 de la présente convention 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

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.

ARTICLE 12. RESPONSABILITÉ

Chaque Partie est responsable, tant pendant l'exécution de la présente convention, des prestations et/ou travaux qu'après leur achèvement et/ou leur réception, de tous dommages 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 de la présente convention.

ARTICLE 13. ASSURANCES

Chaque partie souscrira toutes les polices d'assurance nécessaires à la garantie des préjudices matériels ou immatériels qu'elle pourrait causer à l'autre partie du fait de l'exécution de la présente convention.

ARTICLE 14. RÉSILIATION

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

En cas de résiliation anticipée de la présente 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 présente convention est régie par la loi française.

Tout différend portant sur l'interprétation et/ou l'exécution de la présente 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 3 semaines suivant sa notification, le différend sera soumis au Tribunal Administratif de Bordeaux.

ARTICLE 16. ANNEXES

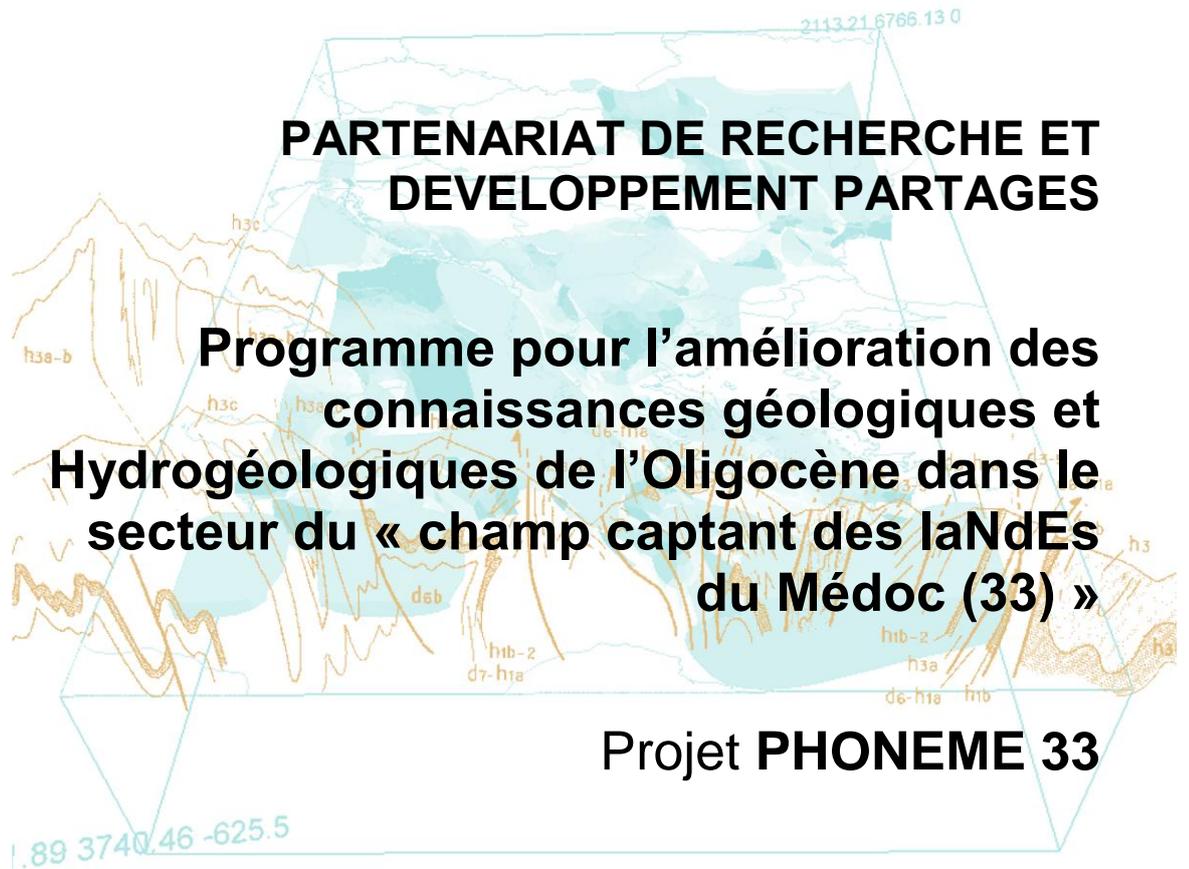
- Annexe A : Proposition technique et financière,
- Annexe B : Annexe financière.

ARTICLE 17. VERSION CONSOLIDEE

Les Parties s'engagent à tenir à jour une version consolidée de la convention initiale et de ses annexes actualisées par les différents avenants à la convention, en annexant cette version consolidée à chaque avenant successif.

Annexe A

PROPOSITION TECHNIQUE ET FINANCIERE



**PARTENARIAT DE RECHERCHE ET
DEVELOPPEMENT PARTAGES**

**Programme pour l'amélioration des
connaissances géologiques et
Hydrogéologiques de l'Oligocène dans le
secteur du « champ captant des laNdEs
du Médoc (33) »**

Projet PHONEME 33

**Proposition technique et financière
Version consolidée du**



1. CONTEXTE

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

- baisse de sa capacité de production suite à la pollution récente de certaines de ses ressources,
- augmentation programmée 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 (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) 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.

Bordeaux Métropole, dans l'exercice de sa compétence Alimentation en eau potable, a confirmé son engagement de porter la maîtrise d'ouvrage du 1^{er} projet de ressource de substitution désigné comme le projet « Champ captant des Landes du Médoc » sur la commune de Saumos (33). Ce projet a fait l'objet de nombreuses études préalables auxquelles le BRGM a été associé via l'utilisation du Modèle hydrodynamique Nord-Aquitain (MONA). Cet outil de référence (cf. annexe 1), intégrateur des connaissances géologiques et hydrogéologiques de la région, permet de simuler les écoulements au sein des grands aquifères du nord du Bassin. La robustesse de son calage permet de l'utiliser pour réaliser des simulations prospectives et ainsi appuyer les acteurs en charge de la gestion de ces ressources.

Il a été utilisé à plusieurs reprises, à la demande du SMEGREG, pour évaluer l'impact de l'exploitation du futur champ captant sur la nappe de l'Oligocène et les réservoirs encadrants [(Pédron et al., 2009) ; (Saltel, 2012) ; (Saltel et al., 2012) (Cabaret et al., 2012)].

Au cours des différentes étapes de son développement et dans le cadre de son utilisation sur ce secteur, le modèle Nord-Aquitain a fait l'objet d'ajustements à partir des différentes avancées : construction du modèle géologique (Platel et al., 2000), thèses universitaires [(Larroque, 2004) ; (Saltel, 2008)], construction du modèle hydrodynamique de l'Oligocène (Saltel, 2010). Il constitue donc la base de connaissance la plus complète à l'échelle régionale.

Dans le cadre du projet du champ captant des Landes du Médoc, un modèle a été construit spécifiquement pour affiner l'évaluation des impacts que pourraient engendrer la mise en place du champ captant (Saltel et al., 2015). L'outil finalisé permettra d'orienter les choix de réalisation (emplacement optimum des forages, mise à jour de la géométrie du système multicouche) et de piloter à terme l'exploitation du champ.

L'utilisation du Modèle Nord-aquitain pour créer ce modèle local, dans le cadre d'un partenariat Bordeaux Métropole/BRGM, a permis de disposer d'un outil cohérent avec le modèle régional qui est l'outil de référence utilisé pour aider à la définition des volumes prélevables du SAGE nappes profondes de Gironde. En effet, la capacité du futur champ captant (estimée à 10 millions de m³/an) des « Landes du Médoc » et son impact régionalisé attendu sur la piézométrie nécessitent une prise en compte fine dans le Modèle Nord-Aquitain. Ce travail partenarial doit donc permettre d'assurer cette cohérence entre les deux outils tout en répondant aux objectifs propres à chacun des deux organismes (connaissance géologique et hydrogéologique régionale, et

fiabilité du MONA pour le BRGM ; connaissance géologique et hydrogéologique locale, et outil de pilotage opérationnel du champ captant pour Bordeaux Métropole).

2. OBJECTIF

L'objectif global de ce programme de recherche est :

- Pour le BRGM : d'améliorer les connaissances dans un secteur disposant de peu d'informations en précisant les relations entre les différentes aquifères en ajustant les paramètres hydrodynamiques à partir des données de pompages disponibles pour accroître la représentativité du modèle PHONEME et indirectement du MONA.

- Pour Bordeaux Métropole : d'améliorer la connaissance géologique et hydrogéologique des ressources qu'elle exploite pour l'eau potable, et d'élaborer, en amont de l'exécution du champ captant, un outil de gestion fin qui permettra d'orienter les choix de réalisation (emplacement optimum des forages pour limiter voire annuler les impacts), et à terme, pour le maître d'ouvrage, de piloter l'exploitation du champ.

3. PROGRAMME DE RECHERCHE

➤ Phase 1a – Construction du modèle géologique fin à la maille de 100 m

Ce travail s'appuiera sur la base géologique version 4 du MONA actuellement en cours de finalisation. Celle-ci intègre près de 3 400 forages et près de 350 données diagraphiques. L'intérêt de cette démarche est qu'elle permet de s'appuyer sur une base consolidée et qu'elle assure la cohérence avec le MONA dans ses prochaines versions.

Dans le secteur raffiné (zone d'impact substantielle du champ captant), un recueil complémentaires des données de base sera réalisé afin de garantir l'exhaustivité des informations disponibles : sondages, carte géologique, MNT 50 m, failles, données sismiques, ...

Ces données complémentaires sont codées en fonction des horizons aquifères ou des épontes traversées suivant le formalisme adopté par le MONA, mises en cohérence avec les données validées du MONA et intégrées dans le modèle géologique.

La dernière étape correspond à l'interpolation des surfaces et le contrôle de cohérence pour validation du modèle. Un maillage à 100 m permettra de bénéficier d'une représentation fine de la topographie et ainsi de retranscrire au mieux la zone d'influence du champ captant.

Il est proposé d'assurer le développement de ce modèle géologique à l'aide du logiciel de modélisation géologique GDM, développé par le BRGM (<http://gdm.brgm.fr/>), et qui est utilisé par le BRGM en Aquitaine pour sa base forage de la version 4 du MONA. Ce logiciel disponible en français et en anglais est utilisé par de nombreux organismes tels que l'ANDRA, EDF, CFG, ANTEA, GEOTEC, ... Reconnu en France, il est également utilisé dans plus de 65 pays dans le monde (cf. annexe 2).

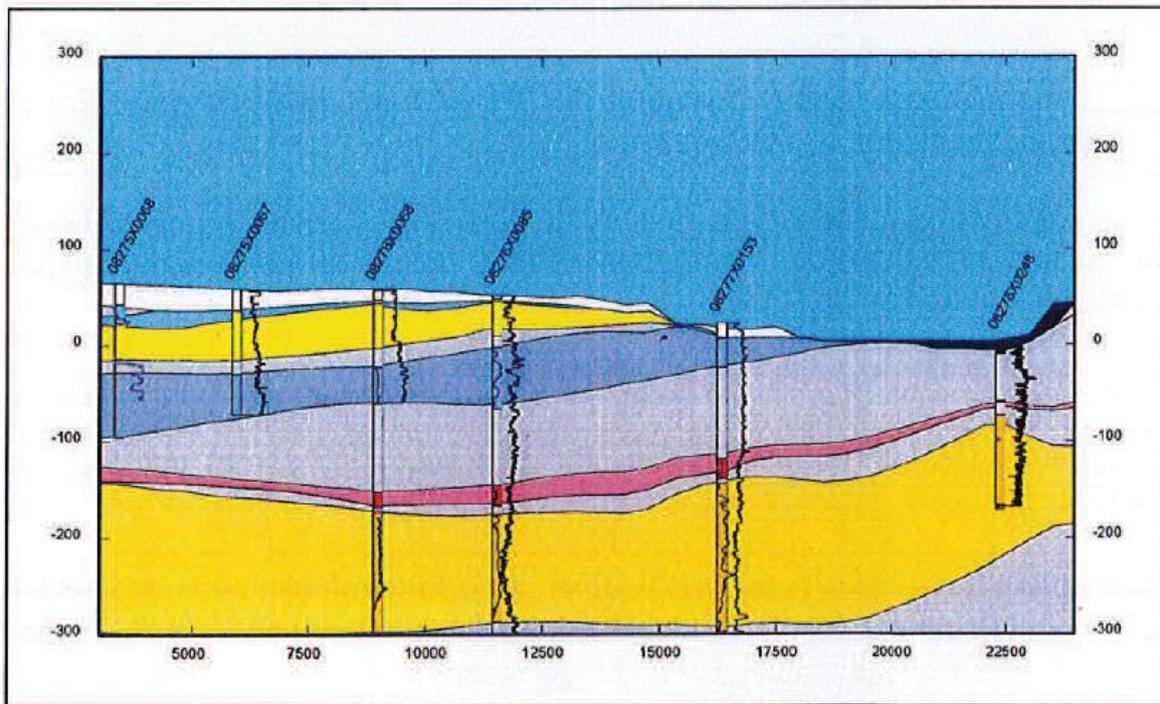


Figure 2 : Vue en coupe de la géométrie de la version 4 du MONA

➤ **Phase 1b – Modèle hydrodynamique**

Cette géométrie actualisée sera intégrée dans le MONA dans sa version 3.3 qui est à l'heure actuelle la version opérationnelle la plus récente.

Il sera alors nécessaire d'adapter le modèle pour intégrer correctement dans le logiciel les prélèvements et les mailles à historiques.

Une attention particulière sera apportée à l'intégration du réseau hydrographique sur la zone d'intérêt de manière à pouvoir appréhender dans le modèle les éventuels impacts de l'exploitation du champ captant sur les eaux superficielles. Son intégration permettra notamment de lever les incertitudes sur l'ampleur des rabattements dans la nappe du Plio-quaternaire. Leur estimation par les modèles régionaux (modèle Nord-Aquitain ou modèle universitaire (Larroque, 2004)) est soumise à une grande incertitude du fait de leur maillage (non adapté à ce type de problématique) et de la non prise en compte du réseau hydrographique superficiel (Cabaret, 2012).

L'ensemble des chroniques piézométriques de la zone sera ensuite utilisé pour ajuster le calage de l'outil en régime transitoire au pas de temps trimestriel de 1972 à 1999 et pas de temps mensuel à partir de 2000 jusqu'à l'année n-1.

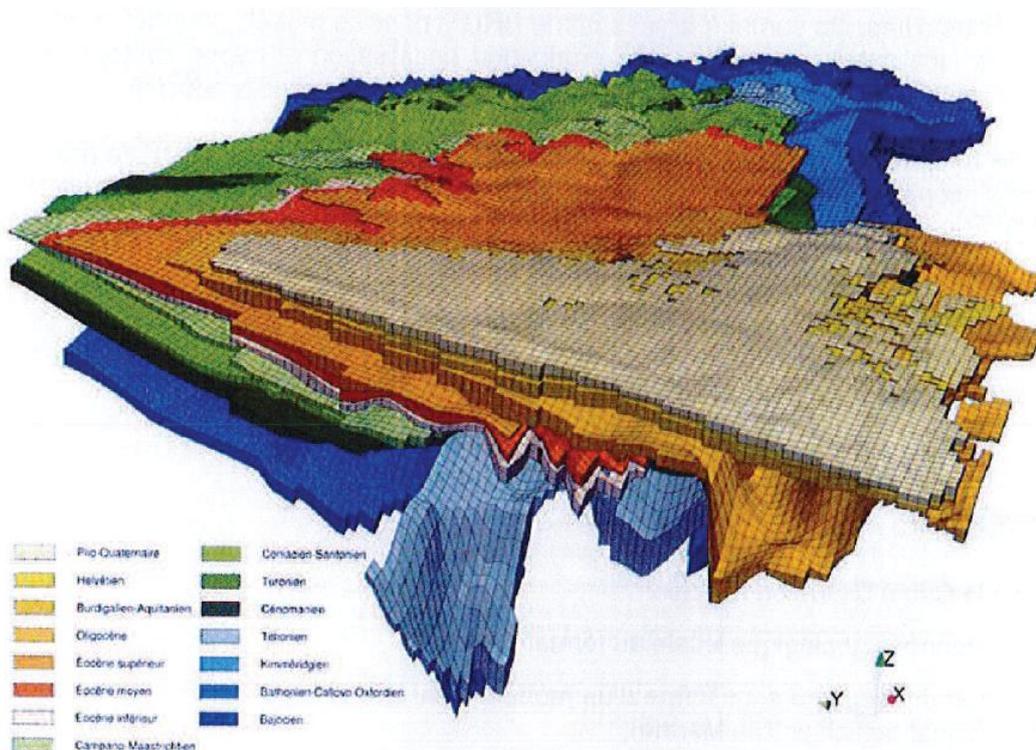


Figure 3 : Géométrie du Modèle Nord-Aquitain dans sa version 3.3

➤ **Phase 2 – Mise à jour des modèles et exploitation de l'outil**

La phase 2 consiste en :

- la réalisation d'une analyse de sensibilité sur les paramètres du modèle hydrodynamique afin de cerner le champ des incertitudes et orienter le choix des secteurs où réaliser des investigations complémentaires,

- la supervision de travaux d'investigation (pompage d'essai) sur le secteur de Sainte-Hélène et leur interprétation,

- la participation aux réunions de la commission locale de l'Eau du SAGE Nappes Profondes de Gironde, des inter-CLE avec le SAGE des Lacs Médocains, et des différentes réunions liées à la concertation sur ce projet entre décembre 2014 et juin 2015. Des présentations relatives à l'état d'avancement et aux résultats du Programme seront réalisées autant que de besoin.

➤ **Phase 3 – Compléments techniques**

- **Finalisation du modèle**

L'objectif est ici d'aboutir à une version finalisée du modèle, en l'état actuel des connaissances et des données disponibles, répondant à la problématique de l'évaluation de l'impact du projet sur la nappe du Plio-quatenaire. Cette version fait suite à l'analyse de sensibilité effectuée sur le modèle et aux investigations réalisées sur la commune de Sainte-Hélène (pompages d'essais) dont le but est de lever les incertitudes sur des secteurs stratégiques. Par ailleurs, l'incorporation de données spatialisées plus fines (Météo France, INRA) pour calculer les flux d'infiltration dans les différentes nappes du modèle, en réponse aux interrogations et inquiétudes des acteurs locaux, doit permettre une amélioration sensible de la restitution des écoulements dans la nappe du Plio-Quatenaire.

- **Utilisation du modèle**

Une fois le modèle finalisé il sera utilisé pour évaluer l'impact du projet tel que défini en 2012 et pour comparer les résultats par rapport aux précédentes simulations. Plusieurs autres configurations du champ captant seront testées pour évaluer l'intérêt de déplacer celui-ci en vue de limiter voire annuler ses impacts sur la nappe du Plio-Quatenaire. Ce travail ne se substitue pas au travail de la maîtrise d'œuvre de Bordeaux Métropole mais se situe en amont et doit permettre de cerner la zone de déplacement optimale.

- **Évaluation de l'impact sur la croissance des pins**

En parallèle à l'évaluation des impacts sur la nappe du Plio-Quatenaire, une approche de modélisation agronomique sera opérée par l'INRA pour évaluer l'impact sur la croissance des pins de différentes configurations du projet de champ captant et sur différents scénarii climatiques. Cette modélisation agronomique s'appuiera sur les données piézométriques issues du modèle hydrodynamique PHONEME transmises par le BRGM.

- **Suivi et porté à connaissance**

Le BRGM, sur demande de Bordeaux Métropole, assurera une participation aux réunions de la Commission Locale de l'Eau du SAGE Nappes Profondes de Gironde, des inter-CLE avec le SAGE des Lacs Médocains, et des différentes réunions liées à la concertation sur ce projet. Des présentations relatives à l'état d'avancement et aux résultats du programme de recherche seront réalisées autant que de besoin.

➤ **Phase 4**

- **Mise à jour de la géométrie du modèle géologique**

L'objectif est ici de bénéficier des récents travaux réalisés sur la commune du Temple pour lequel 4 nouveaux piézomètres ont été réalisés pour évaluer les capacités du réservoir de l'Oligocène et les échanges avec les aquifères supérieurs (Aquitainien, Langhien-Serravallien et Plio-Quatenaire).

Les données géologiques provenant de ces forages permettront d'affiner la géométrie des réservoirs dans ce secteur stratégique. Ces informations seront intégrées au modèle géologique développé dans le cadre du projet PHONEME à l'aide du logiciel GDM.

Par ailleurs, les données précises acquises lors de ces travaux permettront, en se basant sur les données diagraphiques, de réaliser des corrélations avec les forages

alentours et d'avoir une vision intégrée de la géométrie des réservoirs et des épontes associés.

In fine la nouvelle géométrie sera intégrée au modèle hydrodynamique développé sous Marthe.

- **Mise à jour des données d'entrée jusqu'à fin 2016**

Afin d'actualiser le modèle hydrodynamique, les données les plus récentes seront utilisées pour mettre à jour les valeurs de prélèvements, les données météorologiques et les chroniques d'observation.

Les données de prélèvement feront l'objet d'une attention particulière. Une ventilation par usage sera utilisée :

- Pour l'alimentation en eau potable, des données plus fines seront récoltées sur l'emprise du modèle auprès des exploitants. Pour les exploitants pour lesquels, des données mensuelles ne sont pas disponibles, les clés de répartition produites par le SMEGREG seront utilisées.
- Les prélèvements pour usage agricole seront ventilés sur la saison d'irrigation en se basant sur la clé de répartition proposée par la Chambre d'Agriculture et le GRCETA (Groupement de Recherche sur les Cultures et Techniques Agricoles des Sols Forestiers d'Aquitaine) décrite dans la note du SMEGREG.
- Les autres usages seront considérés comme uniformément répartis sur l'année.

Prélèvements

En Gironde, les prélèvements effectués dans les nappes d'eaux souterraines sont collectés chaque année par le BRGM dans le cadre de la convention « Gestion des nappes en Gironde » signée avec le Conseil Général de la Gironde. Les données de cet inventaire, stockées dans la BSS-EAU gérée par le BRGM, sont quasi exhaustives pour les usages AEP et industriels et chaque ouvrage est affecté géologiquement à la nappe qu'il capte.

Cet inventaire présente toutefois des lacunes pour les usages agricoles et individuels. Pour les prélèvements destinés à l'agriculture, le BRGM s'appuie sur la Chambre d'agriculture de Gironde qui réalise depuis quelques années un important travail d'inventaire pour cet usage dans le cadre des demandes d'autorisation de prélèvements.

Données météorologiques

La détermination des flux de recharge est réalisée par l'intermédiaire du calcul de bilans hydro-climatiques avec le schéma GARDENIA (Thiéry, 2003) intégré dans le code MARTHE. Les données de précipitation et d'évapotranspiration journalières utilisées sont issues des « ré-analyses SAFRAN » (résolution de 8 kilomètres soit 67 mailles réparties sur l'extension du modèle) et ont été fournies par Météo-France.

L'utilisation de ce type de données permet en particulier d'avoir une meilleure spatialisation des pluies et de l'évapotranspiration par rapport à l'utilisation de quelques stations météo (1 station météo utilisée dans le modèle précédent).

Piézométrie et qualité

Le BRGM est opérateur des réseaux quantité et qualité du département de la Gironde. A ce titre, il collecte et bancarise les données piézométriques et chimiques régulièrement dans la BSS-EAU et dans la base nationale ADES (Accès aux Données sur les Eaux Souterraines).

- **Ajustement ponctuel du calage du modèle**

L'objectif est ici d'aboutir à une version finalisée du modèle répondant à la problématique de l'évaluation de l'impact du projet sur la nappe du Plio-quaternaire. Cette version fait suite aux investigations réalisées sur les communes de Saumos (pompages d'essais réalisés fin 2016) et du Temple (Forages de reconnaissances et pompages d'essais associés) dont le but est de lever les incertitudes sur des secteurs stratégiques.

Le BRGM participera à la définition du protocole de pompage des différents essais réalisés sur le site. Un accompagnement sera également apporté pour la mise en place du matériel et la réalisation des mesures. Les données des pompages d'essais recueillies au Temple seront interprétées pour identifier les différents régimes d'écoulement autour de chaque forage (Plio-Quaternaire, Langhien-Serravallien, Aquitanien, Oligocène) 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).

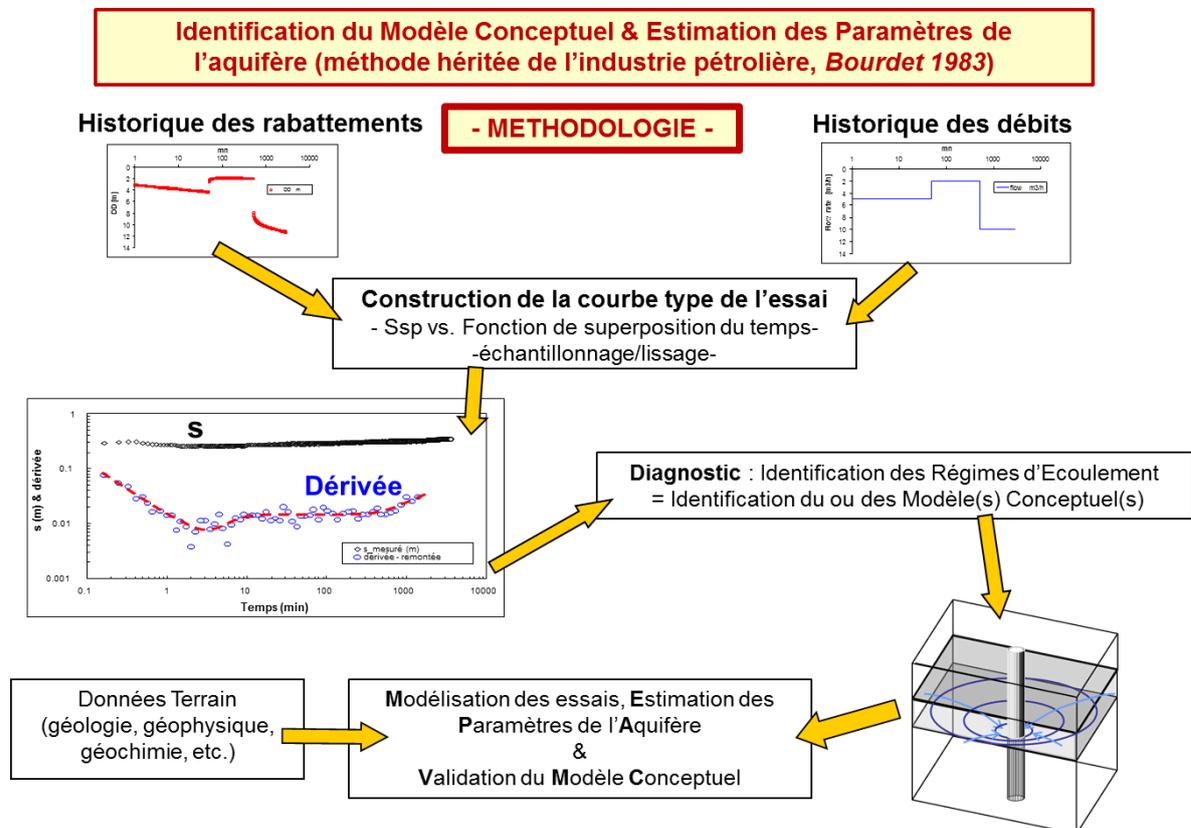


Figure 1 : Méthodologie mise en œuvre pour l'interprétation de pompages d'essai.

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 PHONEME.

Les essais seront également reproduits dans Marthe pour s'assurer que le modèle reproduit bien localement les effets de drainance réellement observés sur le terrain.

Un réajustement ponctuel du calage du modèle sera effectué sur la base des chroniques piézométriques disponibles en restituant au mieux les niveaux piézométriques observés ainsi que leur pente et leur amplitude. A l'issue de ce travail, une évaluation visuelle du calage sera réalisée. Une évaluation statistique sera également entreprise pour les couches disposant de suffisamment de chroniques de calage.

- **Utilisation du modèle**

Une fois le modèle finalisé il sera utilisé pour évaluer l'impact du projet tel que défini suite à la concertation (scénario J) et pour comparer les résultats par rapport aux précédentes versions du modèle.

- **Suivi et porté à connaissance**

Le BRGM, sur demande de Bordeaux Métropole, assurera une participation aux réunions de la Commission Locale de l'Eau du SAGE Nappes Profondes, des inter-CLE avec le SAGE des Lacs Médocains, et des différentes réunions liées à la concertation sur ce projet. Des présentations relatives à l'état d'avancement et aux résultats du programme de recherche seront réalisées en tant que de besoin.

4. LIVRABLES

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

- La base de données géologique locale au format GDM,
- Une extraction du Gigogne sous forme d'un modèle local avec les conditions aux limites du MONA (format de fichier Win Marthe),
- Un rapport, reprenant les éléments du rapport intermédiaire mais en présentant les modifications liées aux investigations de terrain (ce qui induit un travail important pour rééditer les figures déjà existantes au rapport intermédiaire) et en présentant les résultats d'impact effectués avec le scénario J. A la demande du partenaire, ce rapport sera transmis au format numérique 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 de recherche auprès de la Commission Locale de l’Eau du SAGE Nappes Profondes (1 réunion), des inter-CLE avec le SAGE des Lacs Médocains (1 réunions) et des différentes réunions liées à la concertation sur ce projet [2 réunions].

5. CHRONOGRAMME

➤ Phases 1 et 2

	Mois à compter du début des travaux											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	::	10	
1a - Modèle géologique												
1b - Modèle hydrodynamique												
2 - Mise à jour des modèles géologiques et hydrodynamiques à l'issue de la réalisation des sondages de reconnaissance et exploitation de l'outil												

➤ Phase 3

	Mois à compter de la phase 2						
	1	2	3	4	5	6	7
Finalisation du modèle							
Exploitation du modèle							
Evaluation de l'impact sur la croissance des pins							
Suivi et porté à connaissance							

➤ **Phase 4**

	mois à compter du début des travaux					
	1	2	3	4	5	6
Actualisation de la géométrie						
Mise à jour des données d'entrée jusqu'à fin 2016						
Recalage ponctuel du modèle						
Réalisation de simulations d'impact						
Suivi et porté à connaissance						
Synthèse, rapport						

6. EQUIPE DE PROJET

Chef de projet : M. SALTEL

Géologues : P. BOURBON

Hydrogéologie : M. SALTEL
O. CABARET
N. PEDRON

Géomaticien : B. AYACHE

Secrétariat : V. MALANDIT

7. DECOMPOSITION FINANCIERE

Phase 1 - Préalable

	UO BRGM (nbre de jours)	Frais (déplacements, reprographie..)	Total par sous-tache	Total par tâche
Phase 1 -"Champ captant Landes du Médoc"				
1. Gestion de projet				5 890,00
Gestion et coordination du projet, établissement de la proposition technique et financière	6,00		5 890,00	
2. Construction du modèle géologique (1a)				24 980,00
Recueil des données complémentaires dans la zone d'intérêt (Sondages : coupes géologiques, techniques, chroniques de piézométrie et de prélèvements, diagraphies..., carte géologique, MNT 50 m, Failles, données sismiques,..)	5,00		3 850,00	
Codage des données et intégration dans le modèle géologique du MONA	10,00		7 700,00	
Interpolation des surfaces au pas de 100 m et contrôle de cohérence pour validation dans la zone d'intérêt (Gigogne)	17,00		13 430,00	
3. Modèle hydrodynamique (1b)				34 130,00
Adaptation du modèle MONA aux nouvelles limites (création du gigogne, fixations de toutes les conditions aux limites)	5,00		3 850,00	
Intégration de la nouvelle géométrie dans un Gigogne créé dans le MONA (version 3.3)	3,00		2 480,00	
Affectation des prélèvements et définition des mailles à historique	5,00		3 850,00	
Intégration du réseau hydrographique sur la zone d'intérêt	5,00		3 850,00	
Recalage de l'outil en transitoire (pas de temps trimestriel de 1972 à 1999 et pas de temps mensuel à partir de 2000 jusqu'à l'année n-1)	25,00		20 100,00	
4. Synthèse, rapport				19 345,00
Rapport + document de synthèse PPT : Rédaction, Relecture, Qualité.	24,00		19 290,00	
Edition du rapport (1ex papier BRGM) + version numérique		55,00	55,00	
Coût total (€ HT)			84 345,00	

	UO BRGM	Frais (déplacements, reprographie...)	Total par sous- tache	Total par tâche
Phase 2 -"Champ captant Landes du Médoc"				
1. Analyse de sensibilité du modèle				20 745,00
Modifications des paramètres du modèle. Evaluation de leur impact	16,00		14 845,00	
Identification des secteurs où réaliser des investigations complémentaires et pistes d'améliorations du modèle	6,00		5 900,00	
2. Evolutions/améliorations du modèle				26 085,00
Modification du réseau hydrographique	9,00		8 440,00	
Ajustement du calage	18,50		17 645,00	
3. investigations complémentaires				12 796,66
Inventaire des pompages d'essai sur la zone d'étude	3,00		2 745,00	
Suivi du pompage d'essai de Sainte Hélène et interprétation des résultats	10,00	491,66	10 051,66	
4. Participations aux groupes de travail, CLE, Inter CLE				21 245,00
Temps de préparation présentations	15,50		14 182,50	
Réunions	7,50	200,00	7 062,50	
Total temps passé	85,50			
Coût total (€ HT)			80 871,66	

	UO BRGM (nbre de jours)	Frais (déplacements, reprographie...)	Total par sous- tache	Total par tâche
PHONEME - Phase 3				
1. Gestion de projet				5 900,00
Gestion et coordination du projet, réunions internes au projet (Bx Métropole, maîtrise d'œuvre, SME GRE G)	6,00		5 900,00	
2. Finalisation du modèle				27 355,00
Modification de la loi de recharge (concertation amont et intégration dans le modèle)	11,00		10 270,00	
Recalage de l'outil suites aux améliorations	18,00		17 085,00	
3. Exploitation du modèle				13 930,00
Réalisation de simulations pour évaluer l'impact du projet et exploitation des résultats	12,00		11 185,00	
Exploitation des résultats	3,00		2 745,00	
4. Evaluation de l'impact sur la croissance des pins				7 525,00
Phase de concertation avec l'INRA	3,00		2 950,00	
Réalisation de simulations spécifiques	3,00		2 745,00	
Exploitation des résultats	2,00		1 830,00	
5. Suivi et porté à connaissance				21 235,00
Préparations de réunions	15,00		13 725,00	
Réunions (10)	8,00	190,00	7 510,00	
6. Synthèse, rapport, restitution				11 555,00
Rapport : Rédaction, Relecture, Qualité.	13,00		11 500,00	
Edition du rapport (1ex papier BRGM)+ version numérique		55,00	55,00	
Coût total (€ HT)			87 500,00	

➤ **Phase 4**

	UO BRGM (nbre de jours)	Frais (déplacements, reprographie..)	Total par sous- tache	Total par tâche
PHONEME				
1. Gestion de projet				2 055.00
Gestion et coordination du projet, réunions internes au projet (Bx Métropole, maîtrise d'œuvre, SMEGREG)	2.00		2 055.00	
2. Actualisation de la géométrie				3 234.00
Intégration des nouveaux forages dans la base de données existante. Corrélation/réinterprétation, sibesoins, des forages environnants	0.50		462.00	
Construction et validation du modèle	2.00		1 848.00	
Intégration dans Marthe	1.00		924.00	
3. Mise à jour des données d'entrée jusqu'à fin 2016				7 392.00
Actualisation des données de prélèvements par usage au pas de temps mensuel (y compris récupération données brutes)	5.00		4 620.00	
Intégration des données de pluie et d'ETP pour calcul de la recharge	2.00		1 848.00	
Mise à jour des chroniques d'observation	1.00		924.00	
4. réajustement ponctuel du calage du modèle				15 708.00
Mise en place du protocole de pompage en concertation avec BM et AMO	1.00		924.00	
Suivi/contrôle sur site en appui à l'AMO (4 forages) - 1 j./pompage	4.00		3 696.00	
Diagnostic et modélisation des essais réalisés au Temple	2.00		1 848.00	
Modélisation des essais dans Marthe	5.00		4 620.00	
Ajustement du calage Modèle	5.00		4 620.00	
5.Réalisation de simulations d'impact				2 772.00
rejeu des scénarios de la configuration J	1.00		924.00	
Exploitation des résultats	2.00		1 848.00	
6. Suivi et porté à connaissance				5 734.00
Préparations de réunions	4.00		3 696.00	
Réunions	2.00	190.00	2 038.00	
7. Synthèse, rapport, restitution				9 916.00
Rapport : Rédaction, Relecture, Qualité.	10.50		9 550.50	
Edition du rapport (1ex papier BRGM) + version numérique	0.50	55.00	365.50	
Coût total (€ HT)			46 811.00	
Coût total (€ TTC)			56 173.20	

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 3^{ème} trimestre 2016, le plan de financement proposé se résume comme suit :

En € HT	Bordeaux Métropole (80%)	BRGM (20%)	Total
Phase 1	67 476,00	16 869,00	84 345,00
Phase 2	64 697,33	16 174,33	80 871,66
Phase 3	70 000,00	17 500,00	87 500,00
Total	202 173,33	50 543,33	252 716,66

En € HT	Bordeaux Métropole (80%)	BRGM (20%)	Total
Phase 4	37 448,80	9 362,20	46 811,00

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

9. ANNEXES

- Annexe 1 : Présentation du modèle Nord aquitain : ses différentes utilisations et les références,
- Annexe 2 : le logiciel GDM : plaquette commerciale et argumentaire,
- Annexe 3 : le logiciel Marthe : plaquette commerciale et argumentaire.

***Annexe 1 : présentation du modèle Nord
aquitain : ses différentes utilisations et les
références***

Les références du MONA

Le modèle Nord-Aquitain (**MONA**), initié au départ pour apporter des réponses à la problématique de la baisse continue des niveaux de la nappe de l'Eocène en Gironde, a connu depuis le début des années 1990 de nombreuses évolutions notamment dans le cadre des deux conventions pluriannuelles régionales « Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine » précédentes (1996-2001, 2002-2006 et 2008-2013)

Il a notamment été utilisé dans le cadre du Schéma Directeur de Gestion de la Ressource en Eau de la Gironde puis du SAGE « nappes profondes » de Gironde, pour chiffrer les économies d'eau à réaliser et proposer des réductions de prélèvements ou des ressources de substitution. Il a également été utilisé, ponctuellement, dans le cadre de la simulation de nouveaux champs captant à Sainte-Hélène [(Pédron et al., 2009) ; (Saltel, 2012) ; (Cabaret et al., 2012)]. En 2010, il a permis d'appuyer la définition de volumes prélevables dans toutes les nappes captives du nord du Bassin aquitain (Gomez et al., 2010). Il est actuellement utilisé dans le cadre de la révision du SAGE « nappes profondes » de Gironde [(Saltel et al., 2012) ; (Cabaret et al., 2012)].

Il a été employé pour des problématiques qui émergent comme l'exploitation de l'aquifère jurassique en Lot-et-Garonne ou de l'Eocène et du Crétacé supérieur en Dordogne (Platel et al., 2010).

D'un point de vue national, il a récemment été utilisé pour étudier les problématiques du changement climatique dans le cadre du projet Explore 2070.

Liste des études sur le MONA :

Ackerer P., Delay F., Porel G., Marsily G. (1998) - Expertise de la restructuration du modèle nord-aquitain de gestion des nappes.

Amraoui N., Bichot F., Platel J.P., Seguin J.J. (1998) - Gestion des eaux souterraines en Aquitaine. Année 2 - Evaluation des ressources. Ajout des couches du Santonien-Turonien, du Cénomanién et du Jurassique moyen et supérieur au modèle nord aquitain. BRGM/RR-40110-FR, 239p.

Amraoui N., Bichot F., Seguin J.J., Platel J.P., Sourisseau B. (1999) - Restructuration du modèle nord aquitain de gestion des nappes. Réalisation de 6 simulations pour le Schéma de Gestion des Eaux du département de la Gironde. BRGM/RR-40224-FR, 20p.

Braneyre M., Chigot D., Lambert M., Moreau C., Sourisseau, J., Dubreuilh J., Gaaloul N. (1993) - Modélisation mathématique multicouche de trois aquifères exploités du sédimentaire nord-aquitain (Oligocène - Eocène - Crétacé). R-37361, 73p.

Braneyre M., Chigot D., Lambert M., Moreau C.F., Sourisseau B., Platel J.P., Dubreuilh J., Gaaloul N. (1993) - Modélisation mathématique multicouche des trois aquifères exploités du bassin sédimentaire nord-aquitain (Oligocène - Eocène - Crétacé) - BRGM/RR-37361-FR.

Braneyre M., Lambert M., Sourisseau B. (1994) - Rapport de synthèse du modèle régional multicouche du Bassin Nord-Aquitain : Calage en régime transitoire et simulations. Rapport BRGM R38006 SGN SP 94, 255p.

Braneyre M., Lambert M., Sourisseau B. (1994) - Rapport de synthèse du modèle régional multicouche du Bassin Nord-aquitain. Calage en régime transitoire et simulations - BRGM/RR-38006-FR.

Braneyre M., Seguin J., Lambert M. (1993) - Modèle conceptuel sommaire - Multicouche aquitain. Rapport BRGM R37322 BOR AQI 93, 25p.

Cabaret O., Saltel M. (2012) - Simulations d'impacts d'un champ captant d'une capacité de 10 et 12 millions de m³ dans l'Oligocène à l'aide du Modèle Nord-Aquitain (MONA) – Sainte-Hélène (33) – Rapport BRGM/RP-61290-FR, 81 p., 62 fig., 3 ann.

Cabaret, O., Saltel, M. (2012) - Contribution à la révision du SAGE Nappes Profondes de Gironde : Utilisation du Modèle Nord-Aquitain - phase « Tendances et Scénarios » - Simulations complémentaires - Rapport final, BRGM/RP-61479-FR, 46 p., 21 fig., 4 ann.

Gomez E., Pédron N., Buscarlet E. (2010) - Utilisation du Modèle Nord-Aquitain (MONA) pour appuyer la définition des volumes prélevables dans les aquifères profonds du Nord du Bassin aquitain - BRGM/RP-57878-FR.

Gomez E., Pédron N., Winckel A., Corbier P., Caperan F., Grabenstaetter L., Fondin A. (2008) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine. Piézométrie d'objectif d'étiage et de crise. Module 3, Année 4. Rapport final, BRGM/RP-56615-FR.

Gomez E., Saltel M., Pédron N. (2010) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine - Développements et maintenance du Modèle Nord-Aquitain - Module 4 - Année 1 - Convention 2008-2013. BRGM/RP-57810-FR.

Pédron N., Akar A., Gomez E. (2009) - Simulation d'impact d'un champ captant dans l'aquifère Oligocène sur le secteur de Sainte-Hélène (33) à l'aide du Modèle Nord-Aquitain (MONA) – BRGM/RC-57035-FR.

Pédron N., Akar A., Platel J. (2007) - Evaluation de la ressource en eau de l'Eocène dans le Bergeracois. Phase 2 : Finalisation de l'inventaire, intégration des données au modèle régional et simulations. Rapport final.

Pédron N., Gomez E. (2010) - Utilisation du MOdèle hydrodynamique Nord Aquitain (MONA) pour appuyer à la définition des volumes prélevables dans les aquifères profonds du nord du Bassin aquitain.. Dix-septièmes journées techniques du Comité Français d'Hydrogéologie de l'Association Internationale des Hydrogéologues. « La DCE 10 ans après : une dynamique pour la connaissance et la gestion des eaux souterraines. Avancées techniques et scientifiques ».

Pédron N., Lopez B. (2006) - Actualisation du modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes. Période 2001 - 2003. Rapport final - BRGM/RP-54220-FR.

Pédron N., Platel J., Bourguine B. (2006) - Gestion des eaux souterraines en région aquitaine. Développement et maintenance du modèle nord-aquitain de gestion des nappes - Module 4 - Année 3 - BRGM/RP-55242-FR, 56 pages, 24 figures, 3 annexes.

Pédron N., Platel J.P., Akar A. (2008) - Évaluation de la ressource en eau de l'Éocène dans le Bergeracois. Phase 2 : Finalisation de l'inventaire, intégration des données au modèle régional et simulations. Rapport final. - BRGM/RP-56301-FR.

Pédron N., Platel J.P., Bourguine B. (2006) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine - Développements et maintenance du Modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes – Module 4 – Année 3 – BRGM/RP-55242-FR.

Pédron N., Platel J.P., Bourguine B., Loiseau J.B. (2008) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine - Année 4 - Module 4 - Développements et maintenance du Modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes - RP-56614-FR.

Pédron N., Platel J.P., Lopez B. (2005) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine - Développements et maintenance du Modèle Nord Aquitain de gestion des nappes - Modules 4 - Année 2 - Rapport final - BRGM/RP-53659-FR.

Pédron N., Seguin J., Capdeville J. (2003) - Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine. Développements et maintenance du modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes - Module 4 - Année 1 - BRGM/RP-52602-FR, 56 pages, 25 figures, 5 tableaux, 7 annexes.

Pédron N., Seguin J.J., Capdeville J.P. (2003) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine - Développements et maintenance du Modèle Nord Aquitain de gestion des nappes - Module 4 - Année 1. BRGM/RP-52602-FR.

Platel Jean-Pierre, Pédron N., Gomez E., Saltel M. (2010) - Perspectives de gestion des nappes du Secondaire en Agenais-Périgord. Synthèse géologique et hydrogéologique, modélisation hydrodynamique.

Saltel M. (2012) - Simulation d'impact d'un champ captant d'une capacité de 10 millions de m³ par an dans l'aquifère oligocène sur le secteur de Sainte-Hélène (33) à l'aide du Modèle Nord-Aquitain (MONA) –Rapport BRGM/RP-60822-FR, 40 p., 18 fig., 3 ann.

Saltel M., Pédron N. (2012) - Contribution à la révision du SAGE Nappes Profondes de Gironde : Utilisation du Modèle Nord-Aquitain dans le cadre du module « Tendances et Scénarios » -Rapport final, BRGM/RP-60416-FR 56 p., 24 fig., 5 ann.

Saltel M., Pédron N., Platel J.P., Bourguine B., Gutierrez T. (2011) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine -Développements et maintenance du Modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes – Module 1 – Année 2 – BRGM/RP-59 959-FR, 63 pages, 38 figures, 6 annexes.

Seguin J.J. (1999) - Contrôle qualité et gestion des nappes d'eaux souterraines en Gironde. Actualisation du modèle nord-aquitain de gestion des nappes. Période 1997-1998. BRGM/RR-40760-FR.

Seguin J.J. (1999) - Restructuration du modèle nord-aquitain de gestion des nappes. Correction du biais de calage du modèle. BRGM/RR-40711-FR.

Seguin J.J. (2002) - Gestion des eaux souterraines en Aquitaine. Actualisation du modèle nord-aquitain. Période 1999-2000. BRGM/RP-51758-FR. .

Annexe 2 : le logiciel GDM : plaquette commerciale et argumentaire



Information géologique Modélisation et visualisation

GDM 6.0 Le logiciel des géologues



> Descriptif

GDM est utilisé pour la représentation et la modélisation de données géologiques pourvues de coordonnées X, Y et Z.

- de tout type : limites géologiques, failles, sondages, échantillons,
- et de toute forme : codes géologiques, textes descriptifs, résultats d'analyses, diagraphies, images.

GDM lit directement des données Texte / Excel / Access / Oracle / SQL Server / PostgreSQL

GDM produit des graphiques vecteur :

- multicouches : cartes, sections verticales,
- multicolonne : logs de sondages,

et des vues 3D dynamiques (raster).

La modélisation peut être faite :

- sur cartes et sur sections,
- avec prise en compte de failles et limites,
- de façon automatique (interpolation) ou manuelle (digitalisation).

> Domaines d'application

- Exploration et exploitation de ressources minérales.
- Gestion des ressources en eau,
- Conception de tunnels, barrages, sites de stockage souterrains,
- Aménagement du territoire,
- Diagnostic de pollution du sous-sol.

> Conditions / Tarification

- Application Windows GDM 6.0 :
Licence mono-utilisateur : 3200 € HT
Tarif dégressif pour les licences suivantes.
Licences université : nous consulter
- Visualiseur GDM : gratuit.
- Composants pour intégrer les fonctions de GDM dans un SIG ou dans une application Internet : nous consulter

> Contact

brgm

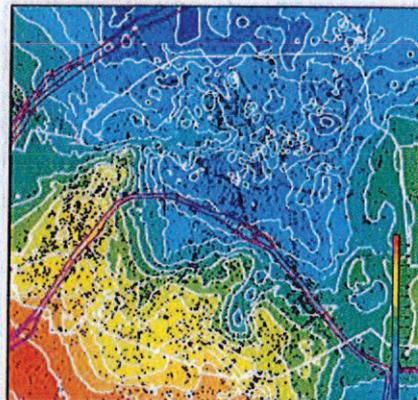
Systèmes et Technologies de l'Information

Tél. : 02 38 64 30 14

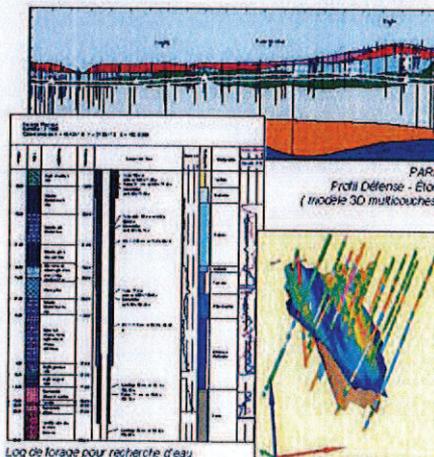
Fax : 02 38 64 39 70

Mél : gdm@brgm.fr

Web : <http://software.brgm.fr>



PARIS - Altitude du toit des Sables de Beauchamp



Log de forage pour recherche d'eau

Filon minéralisé et sondages



GDM 6.0

Fiche technique

GESTION DES DONNEES

Caractéristiques générales

- Connexion directe aux bases Access, Oracle, SQLServer, PostgreSQL, MySQL (lecture seule)
- Connexion directe aux fichiers Excel, dBase, Texte (lecture seule)
- Connexion à des services standard OGC : WMS (cartographie) et WFS (données codées en XML)
- Connexion à des données de sondages GeoSciML
- Utilisation de coordonnées locales et générales, avec des unités variées
- Nombre illimité d'enregistrements
- Jusqu'à 256 champs
- Champs textes : jusqu'à 5000 caractères
- Champs codés : jusqu'à 20 caractères
- Champs numériques : distinction entre valeurs nulles et absentes
- Calcul automatique et conservation des paramètres statistiques des champs numériques
- Critères de sélection définissables sur tous les champs
- Exportations : XLS, DBF, MDB, CSV, DXF, MIF, SHP
- Gestion de sondages verticaux ou déviés
- Fusion de données de sondages en fonction de la profondeur
- Détermination de formations et de composites à partir des bases de sondages

Dans les bases GDM

- Définition, sauvegarde et réutilisation de modèles de bases de données
- Suppression, addition, insertion, copie, couper-coller d'enregistrements
- Recherche, remplacement, saisie répétitive de valeurs
- Digitalisation à l'écran de points, courbes, polygones 3D sur plans ou sections rectilignes ou non
- Importations : XLS, DBF, MDB, CSV, DXF, MIF, SHP, Oracle, SQLServer, PostgreSQL, MySQL, ESRI Ascii grid
- Mise à jour (par champ clé), et concaténation d'enregistrements
- Valorisation de champs avec des opérateurs et des fonctions
- Calcul de surface de polygones 3D projetés sur un plan

INTERPOLATION

- Prise en compte de failles, de limites polygonales, de variable indicatrice
- Estimation de points, de grilles de points, ou de grilles de blocs 2D
- 8 méthodes d'interpolation dont le krigeage
- Calcul de la variance d'estimation
- Définition de dérive polynomiale et/ou externe
- Recherche de voisinage global, ou rectangulaire, ou par octants avec prise en compte de groupement des données en profils ou en clusters
- Contrôle du pré-classement des données et du seuil de fusion
- Sauvegarde et réutilisation des paramètres d'interpolation
- Vario2D : Calcul et modélisation de variogrammes en option ; module vendu en complément de GDM

GRAPHIQUES

Caractéristiques générales

- Catalogues de figurés, de symboles 2D/3D et de types de traits
- Affichage d'images référencées dans des sources de données de points ou de sondages : JPG, BMP, GIF, TIF, PNG, WMF. Un convertisseur est fourni pour d'autres formats
- Export WMF + conversion en DXF / BMP / 15 autres formats. Export COLLADA pour les vues 3D
- Un clic de la souris dans les données repère la donnée correspondante sur tous les plans, sections, logs de sondage ou vues 3D affichés
- Un clic sur le plan, la section ou la vue 3D affiche le log de sondage, ou pointe sur la donnée dans la base
- Un clic dans le log de sondage pointe sur la donnée dans la base, ou repère la donnée sur tous les plans, sections ou vues 3D affichés

Plans et sections

- Représentation en coordonnées locales ou générales
- Structure en couches du dessin (jusqu'à 20 couches, 9 types de couches)
- Superposition des données sur une ou plusieurs images en fond de plan
- Légendes, échelles graphiques, flèche Nord
- Sections rectilignes, ou non rectilignes dépliées (profils en long)

- Echelles horizontale et verticale distinctes sur les sections
- Représentation des échantillons : symbole déterminé par valeur d'un champ, identifiant au choix, et 8 positions de valeurs autour du symbole
- Représentation des données de sondages : trace du sondage, report de textes / valeurs, figurés, diagrammes en barres / linéaires, symboles
- Représentation des données de courbes : types de traits et/ou remplissages par figurés déterminés par valeurs de champs
- Représentation des données interpolées par des courbes isovaleurs avec ou sans remplissage, ou par des blocs colorés
- Représentation des formations interpolées sur les sections (rectilignes ou non)

Logs de sondages

- Cartouche standard ou importé
- Jusqu'à 200 colonnes définies par l'utilisateur
- 14 types de colonnes : textes, figurés, images, équipement de forage, diagraphies, symboles, etc.
- Duplication, déplacement et superposition des colonnes
- Impression / exportation de logs en série
- Mise en page pour impression feuille à feuille ou en un seul morceau

Vues 3D dynamiques

- Types de couches graphiques : points, sondages, courbes 3D, failles, grilles (surfaces calculées par interpolation), sections verticales rectilignes ou non
- Rotation, zoom et translation
- Dilatation selon la coordonnée Z
- Deux coupes mobiles verticales

- Disponible pour Windows XP / Vista, en version monoposte ou réseau
- Interface avec menus contextuels sur une structure de projet
- Interface Documents Multiples (MDI)
- Polices et couleurs Windows dans les graphiques
- Disponibilité de tous les périphériques d'affichage et d'impression reconnus par Windows



Systèmes et Technologies de l'Information
Tél : 02 38 64 30 14 - Fax : 02 38 64 39 70
Mél : adm@brgm.fr
Web : <http://software.brgm.fr>

© BRGM Copyright 1987-2008
Ce document a été conçu dans un but informatif et n'a pas de valeur contractuelle
GDM est une marque déposée du BRGM
Toutes les marques citées sont déposées par leurs sociétés respectives

08gn - octobre 2008

Annexe 3 : le logiciel Marthe : plaquette commerciale et argumentaire

MARTHE

MODÉLISATION D'AQUIFÈRES AVEC MAILLAGE RECTANGULAIRE, TRANSPORT ET HYDRODYNAMIQUE

DOMAINE D'APPLICATION

Conçu et réalisé au groupe BRGM pour la modélisation hydrodynamique et hydrodispersive des écoulements souterrains en milieu poreux, le code de calcul MARTHE est destiné à modéliser les problèmes d'écoulement rencontrés dans des contextes variés :

- Gestion des ressources aquifères :
 - Évaluation des termes du bilan hydraulique d'un système aquifère : recharge par infiltration pluviale, apports latéraux par les bassins versants, circulations souterraines et flux associés, fluctuations annuelles, stockages-déstockages saisonniers ...
 - Impacts hydrodynamiques d'aménagements existants ou à créer : pompages, irrigation, drainage, gravières, bassins d'infiltration ...
 - Gestion et optimisation de champs captants.
 - Étude de l'influence de la variabilité climatique et des effets prévus du changement climatique.
- Génie civil :
 - Assèchement de fouilles.
 - Effets hydrauliques de parois étanches.
 - Travaux souterrains (métros, parking, tunnels, ...).
- Environnement :
 - Infiltration d'un polluant en zone non saturée, percolation jusqu'à la nappe, puis migration souterraine.
 - Simulation du panache de pollution s'échappant d'une zone contaminée : trajectoires, vitesses de déplacement, concentrations atteintes à l'aval. Modélisation de scénarios hydrauliques de confinement ou de décontamination.
 - Impacts de décharges domestiques et industrielles sur les eaux souterraines.
 - Étude du confinement de stockages souterrains.
- Exploitation minière :
 - Calcul de débits d'exhaures miniers et des rabattements associés.

REFERENCES

Au cours des 20 dernières années, MARTHE a été utilisé pour modéliser plus de 250 contextes aquifères répartis dans une vingtaine de pays, sur des financements français, nationaux et internationaux.

<p>Manuels d'utilisation :</p> <p>Rapports BRGM : R 32210, R 37762, R 38018, R 38085, R 38149</p>	<p>Ordinateurs :</p> <p>Micro-ordinateurs PC sous Windows (Également environnement LINUX)</p>
<p>Langage de programmation :</p> <p>Fortran 95 Pré-post processeurs : C++</p>	<p>Langues :</p> <p>Français, Anglais</p>

M A R T H E

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

MARTHE permet de simuler de nombreux types d'écoulement en milieu poreux, en zones saturées et non saturées, en milieux monophasiques et diphasiques. Plusieurs niveaux d'utilisation sont distingués :

• **Hydrodynamique classique :**

- Maillages 2D (en plan, en coupe verticale, en coordonnées cylindriques) ou 3D.
- Aquifères monocouches ou multicouches (empilement d'aquifères séparés par des épontes semi-perméables).
- Nappes libres, captives ou semi-captives en régime hydraulique permanent ou transitoire.
- Prise en compte de discontinuités telles que plans d'eau à surface libre (lacs, gravières), assèchements locaux de nappe (et remise en eau), y compris en aquifères multicouches, débordements de nappe (cours d'eau, sources, drains), parois étanches (palplanches, ...).
- Limitation automatique du débit des pompages en fonction du dénoiement des crépines
- Couplage total avec les réseaux hydrographiques.
- Bilan hydro-climatique couplé.
- Anisotropies horizontale et verticale des perméabilités.
- Calcul de trajectoires (directes et inverses) en régime hydraulique permanent ou transitoire.

• **Transport hydrodispersif :**

- Migration hydro-dispersive d'un effluent dans la nappe et la zone non saturée.

• **Zone Non Saturée, Densité, Température :**

- Traitement continu de la zone saturée et de la zone non saturée.
- Transferts d'énergie.
- Effets densitaires induits par des salinités et/ou des températures hétérogènes.
- Variation de viscosité avec la température.

• **Calage automatique, Optimisation :**

- Calage automatique du modèle, selon des zones homogènes ou maille par maille.
- Analyse de sensibilité aux paramètres de calage.

• **Utilisations spéciales :**

- Fractures verticales par transmissivités équivalentes ; Réseaux de galeries.
- Transport avec interactions physico-chimiques entre eau, effluents et matrice poreuse.
- Écoulements diphasiques : eau douce et eau salée, eau et air, eau et "huile".
- Écoulements de gaz.
- Prise en compte du développement de la végétation.

• **Maillages :**

Le domaine à modéliser est discrétisé selon un maillage rectangulaire de type "écossais" : chaque ligne et chaque colonne de mailles a une largeur constante, mais l'utilisateur est libre d'adapter la largeur de chacune de ces lignes et colonnes en fonction des hétérogénéités locales, de la densité des informations disponibles, et de la précision recherchée.

Il est possible d'affiner localement le maillage par des sous-maillages emboîtés (gigognes).

Selon les configurations, il est possible de gérer des maillages de plus de 2 millions de mailles sur un ordinateur PC de 32 bits (1.5 millions de mailles avec transport).

M A R T H E

Les données des maillages peuvent être définies maille par maille, ou bien par zones, par couches ou globalement pour tout le maillage.

• **Représentations graphiques :**

Les mailles du modèle sont automatiquement associées à des coordonnées géographiques, ce qui permet de superposer les données initiales et les résultats des simulations à des fonds cartographiques préalablement digitalisés.

Les résultats de modélisation sont édités dans des fichiers texte. Ils peuvent être édités et représentés graphiquement : Post-processeur WinMarthe, Model3D, exportations Mapinfo®, VRML, VTK, Paraview®.

Les débits calculés (débits aux potentiels imposés, débits résiduels de convergence) peuvent être présentés maille par maille, ou bien par zones, par couches, ou encore pour tout le modèle.

• **Contrôle de la convergence des calculs :**

La convergence des calculs est contrôlée par plusieurs critères : écarts de charge (moyen et maximal entre deux itérations successives) et débits résiduels d'erreur (global sur l'ensemble du modèle, et ponctuel dans chacune des mailles).

SCHÉMAS DE CALCULS

Calcul des écoulements

Les calculs hydrodynamiques sont effectués selon une méthode aux volumes finis (Différences Finies Intégrées). Plusieurs algorithmes de résolution par gradients conjugués sont proposés (gradients conjugués avec pré-conditionnement de Choleski, méthode Eisenstat).

Calcul du transport

Selon le type de problème posé (dominance de la convection ou de la dispersion), l'utilisateur peut choisir entre trois techniques de calcul pour optimiser le schéma de transport mis en oeuvre :

- méthode TVD (Total Variation Diminishing) à limiteur de flux ;
- volumes finis ;
- méthode des caractéristiques (MOC) utilisant des particules ;
- méthode des déplacements aléatoires (Random Walk), dite aussi méthode des particules ;

Le transport en nappe est simulé sous ses composantes convective, diffusive et dispersive. Plusieurs options sont proposées pour le transport réactif :

- décroissance exponentielle de l'effluent en fonction du temps (fonction de la teneur en eau et de la température) ;
- dégradation en chaîne ;
- facteur de retard avec coefficient de partage K_d (phénomènes d'adsorption-désorption) ;
- prise en compte de la double porosité (avec cinétique ou en équilibre) ;
- isothermes de Freundlich ou de Langmuir.

Interactions géochimiques

MARTHE a été couplé avec deux solveurs géochimiques : Le module hydrogéochimique REACT du code de calcul TOUGHREACT (Lawrence Berkeley National Laboratory) et les modules hydrogéochimiques IPHREEQC de l'USGS. Les interactions physico-chimiques entre eau, effluents et matrice peuvent être simulées au choix par une de ces versions couplées. [Diffusion restreinte]

M A R T H E

AVANTAGES DE MARTHE PAR RAPPORT À D'AUTRES CODES

MARTHE présente un certain nombre d'avantages par rapport à des codes de calcul de référence.

Avantage	MODFLOW	FEFLOW	TOUGH2
Dialogues, entrées-sorties en français	N	N	N
Couches qui peuvent se biseauter et disparaître, comme les vraies couches géologiques.	N		
Modifications de n'importe quel champ (géométrie, perméabilités, cours d'eaux, conditions aux limites) en cours de calcul, à n'importe quel pas de temps.	N	N	N
Réseau hydrographique (rivières) totalement couplé avec les aquifères.		N*	N
Bilan hydroclimatique (Pluie, ETP, fonte de neige, ruissellement vers les cours d'eau, infiltration).	N	N	N
Maillages gigognes couplés.	N*		
Transferts d'énergie (géothermie) simultané au transport de masse et de salinité : permet la prise en compte de la température sur la densité et la salinité.	N		
Transport de masse et d'énergie totalement couplé, dans un même exécutable ce qui évite des fichiers très volumineux et permet une bonne efficacité.	N		
Transferts d'énergie avec une solution analytique (Vinsome) dans les épontes : ce qui réduit considérablement le nombre de mailles.	N	N	
Vraie modélisation du continuum Zone Non Saturée – Zone Saturée (Loi de Richards).	N		
Modélisations en « nappe libre » par utilisation de charge hydraulique, de cotes de débordement.			N
En nappe libre : assèchement (dénioiement de mailles), et re-saturation ultérieure sans aucun problème.	N*		
Limitation des débits de pompages par rapport aux dénoiements et altitudes de crépines.	N	N	N
Calcul des charges au puits en fonction du diamètre de l'ouvrage par rapport à la dimension de la maille.	N	N	N
Transport avec dispersion (dispersivités).			N
Transport par schéma TVD et MOC.		N	N
Bilan de nitrates dans le sol (applications d'engrais, besoins des cultures, minéralisation du sol).	N	N	N
Développement de la végétation et des racines des cultures avec Évapotranspiration fonction du stress.	N	N	N
Réseaux couplé de drains en charge.	N		
Prise en compte de plus d'un million de mailles sur un ordinateur de bureau.			N

« N » = Non disponible à notre connaissance ; * = Disponible dans certaines versions.

La comparaison s'applique à la version standard des codes (ex. MODFLOW de l'USGS), et provient des informations des manuels d'utilisation officiels.

Il convient de remarquer que ces codes de références présentent par ailleurs certains avantages non disponibles dans MARTHE. Par exemple : multiphasique complexe avec changement de phase avec TOUGH2 ou discrétisation très raffinée avec FEFLOW.

M A R T H E

STRUCTURE DU LOGICIEL

Au module de calcul hydrodynamique et hydrodispersif (MARTHE proprement dit), sont associés des modules de préparation, gestion et représentation graphique des données et des résultats de modélisation ces modules sont centralisés dans l'interface WinMarthe :

WinMarthe

Définition et modification graphique, sous environnement Windows, d'un maillage écossais, en superposition à un fond cartographique digitalisé.

Visualisation des données couche par couche ou en coupe verticale Ouest-Est ou Nord-Sud

Opérations diverses sur les données de maillages :

- opérations algébriques, logiques ou géographiques sur les données d'un maillage,
- combinaisons algébriques, logiques ou géographiques entre les données de plusieurs grilles de données.

Représentation graphique des fichiers de résultats générés par MARTHE :

- courbes isovaleurs (piézométrie, rabattements, épaisseurs mouillées, Visualisation 3D, ...)

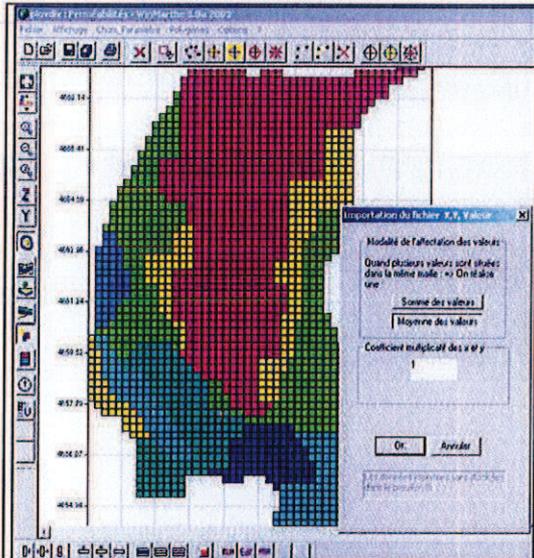
CONTACTS

Dominique THIERY : BRGM Service EAU

marthe@brgm.fr

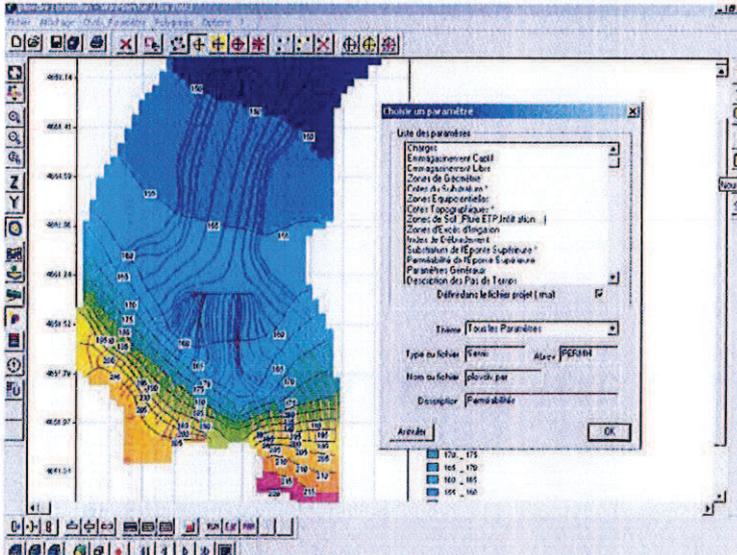
M A R T H E

Préparation et visualisation des données avec le préprocesseur WinMarthe



Le préprocesseur WinMarthe permet :

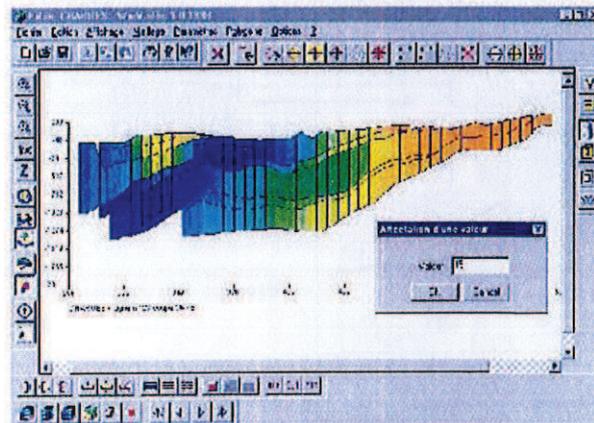
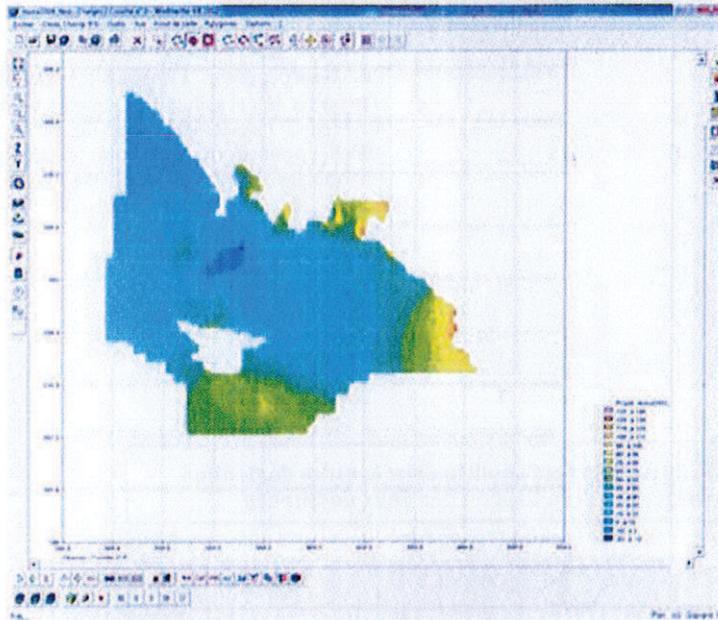
- l'entrée des données
- les calculs (éventuels) sur les données
- l'introduction des paramètres généraux de la modélisation
- l'exploitation des résultats (interpolateur intégré) :
isovaleurs de charges, de concentrations...
- champs de vitesses, trajectoires comparaisons calculs/observations



Visualisation de la piézométrie simulée et des trajectoires

MARTHE

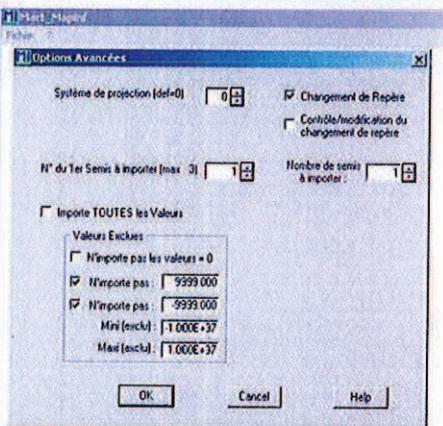
Vue en plan et en coupe verticale avec le préprocesseur WinMarthe
Multicouche aquitain : charges hydrauliques dans l'Éocène



Vue en coupe verticale

M A R T H E

Préprocesseur WinMarthe : exportation vers MAPINFO ©



Options Avancées

Système de projection (def=0) : 0

Changement de Repère

Contrôle/modification du changement de repère

N° du 1er Semis à importer (max 3) : 1

Nombre de semis à exporter : 1

Importe TOUTES les Valeurs

Valeurs Exclues:

N'importe pas les valeurs = 0

N'importe pas : 9999 000

N'importe pas : -9999 000

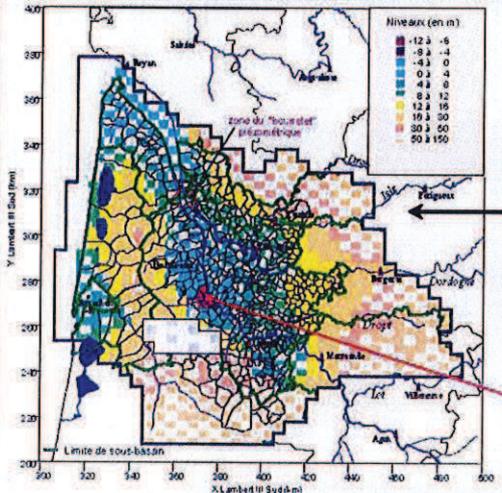
Min (excl) : 1 000E+37

Max (excl) : 1 000E+37

OK Cancel Help

Le préprocesseur WinMarthe permet d'exporter les résultats des calculs vers MAPINFO directement sous forme de grilles, permettant ainsi une analyse thématique directe et la réalisation de cartes de synthèses. Exemple ci-dessous

Utilisation du modèle nord aquitain dans le cadre du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux de Gironde



Niveaux (en m)

- 12 à -5
- 8 à -4
- 4 à 0
- 0 à 4
- 4 à 8
- 8 à 12
- 12 à 15
- 15 à 30
- 30 à 50
- 50 à 150

Limite de tout-bâton

Eocène : état piézométrique objectif de gestion

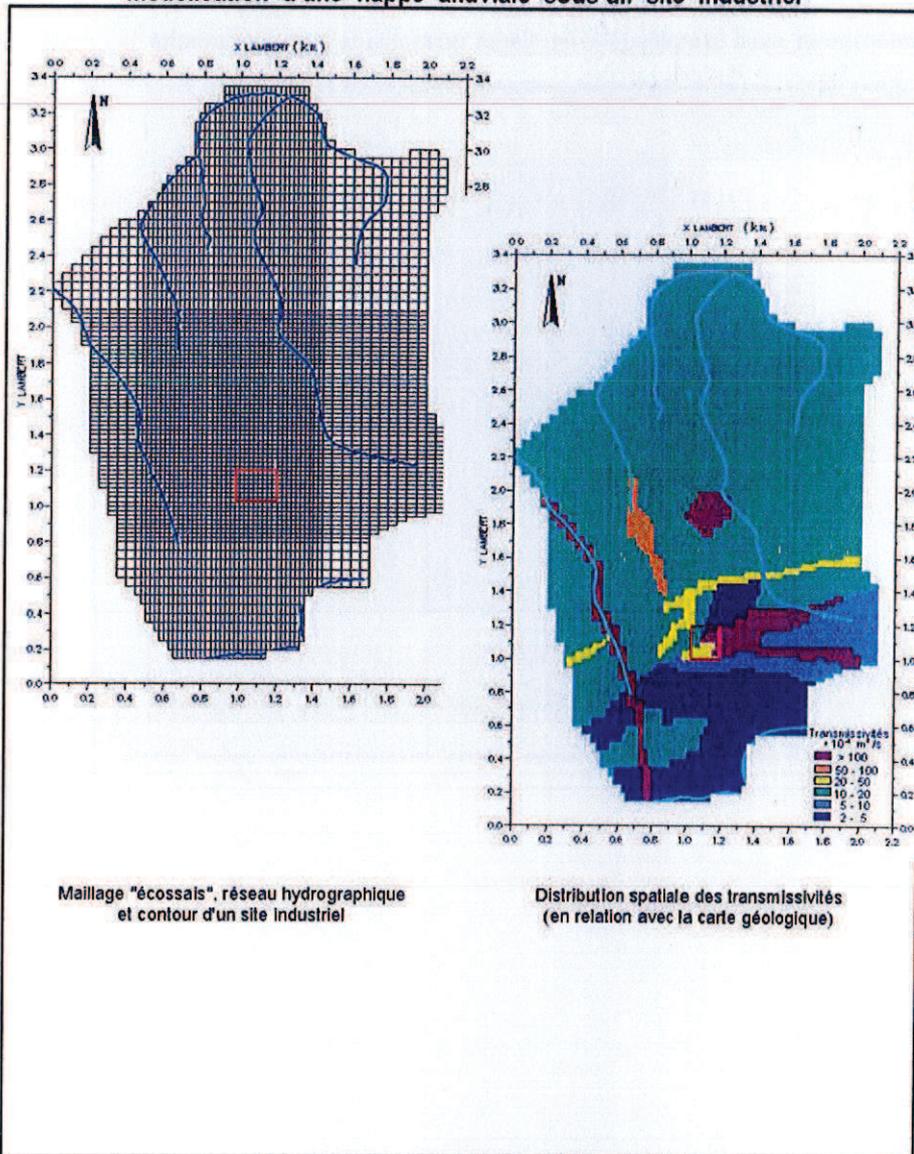


Le scénario "économies et substitutions", définit un état piézométrique considéré comme objectif de gestion devant être atteint en 2015

→ Résorption de la dépression

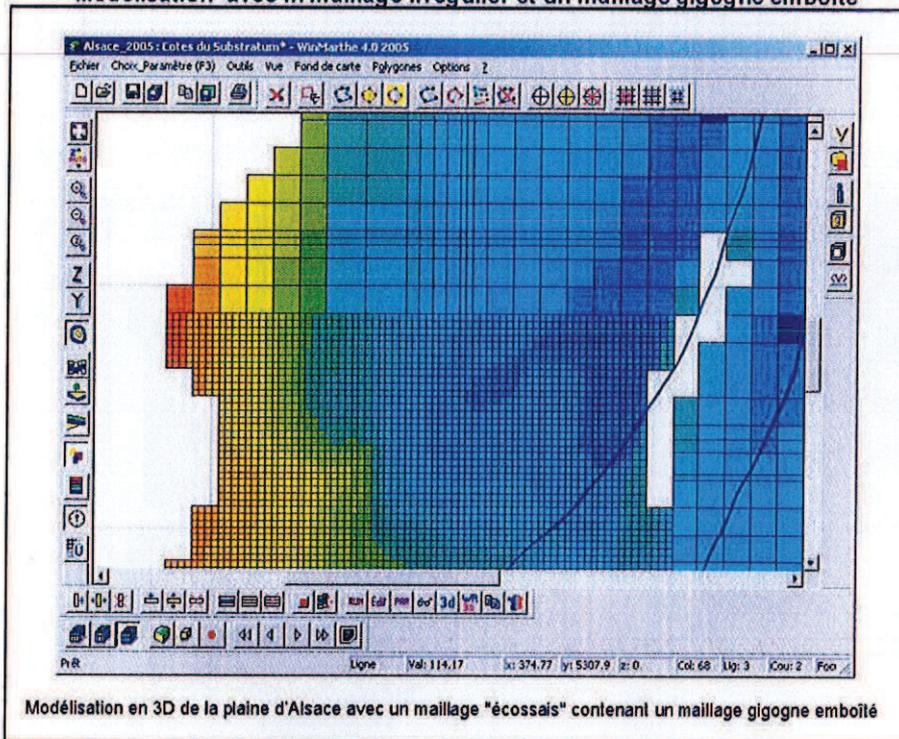
M A R T H E

Modélisation d'une nappe alluviale sous un site Industriel



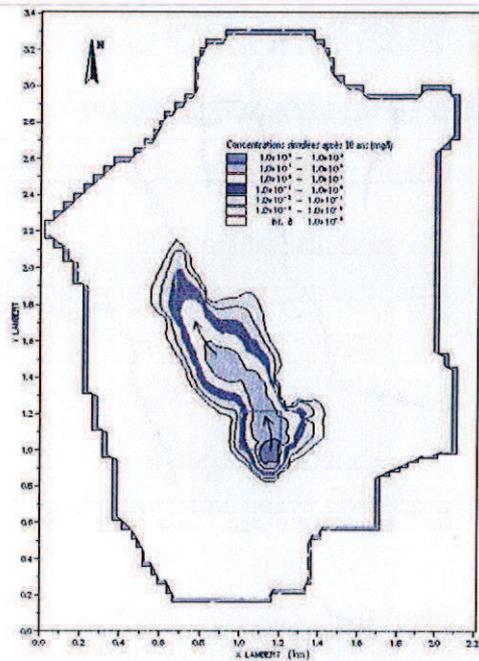
M A R T H E

Modélisation avec in maillage irrégulier et un maillage gigogne emboîté

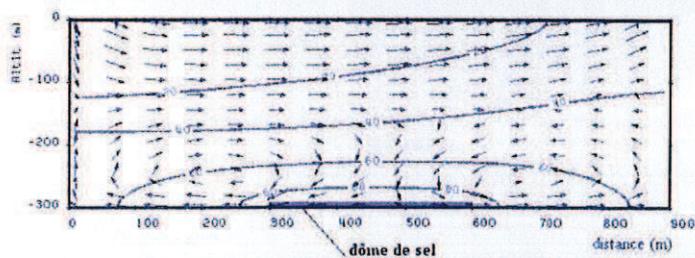


MARTHE

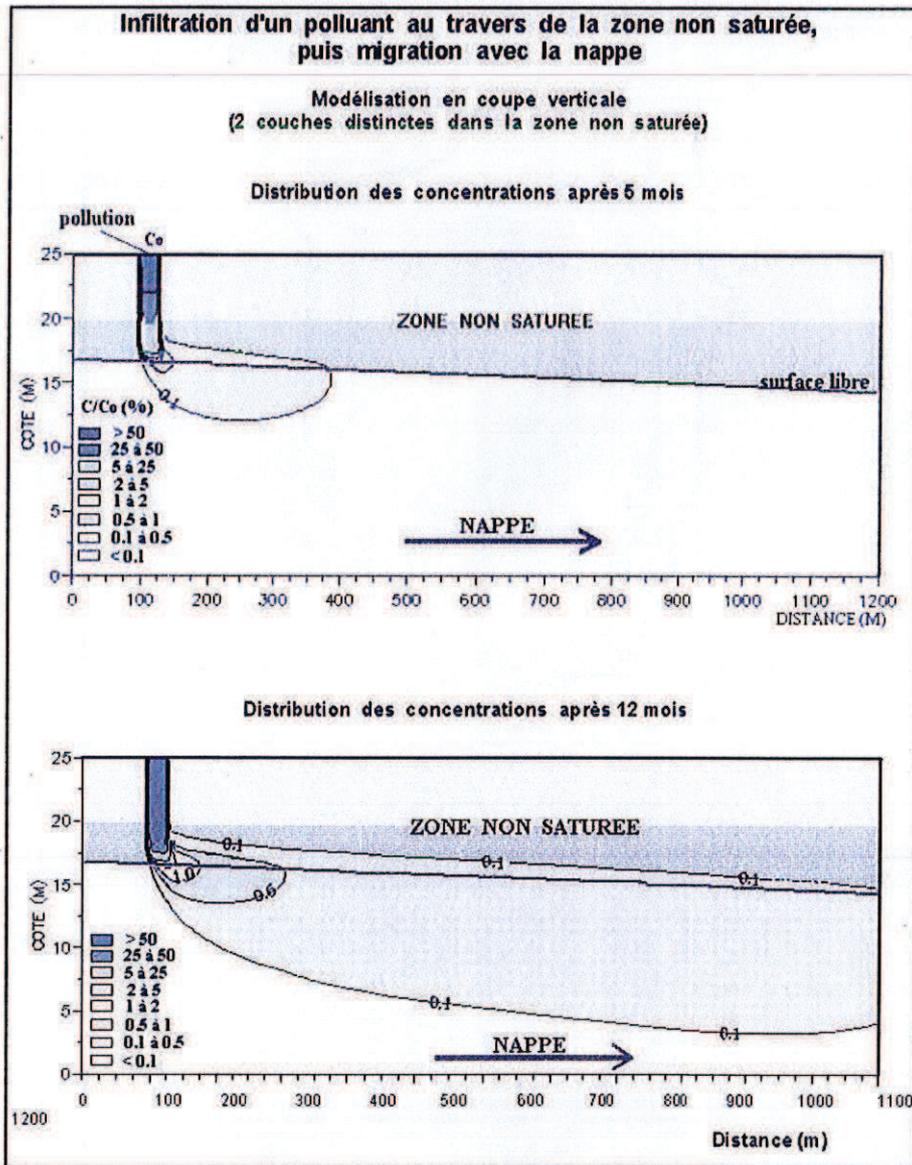
Simulation de la migration d'un panache de pollution



Cellules de convection induites dans une nappe par un dôme de sel
(Champ des vitesses et courbes Iso-concentrations en sel - Coupe verticale)

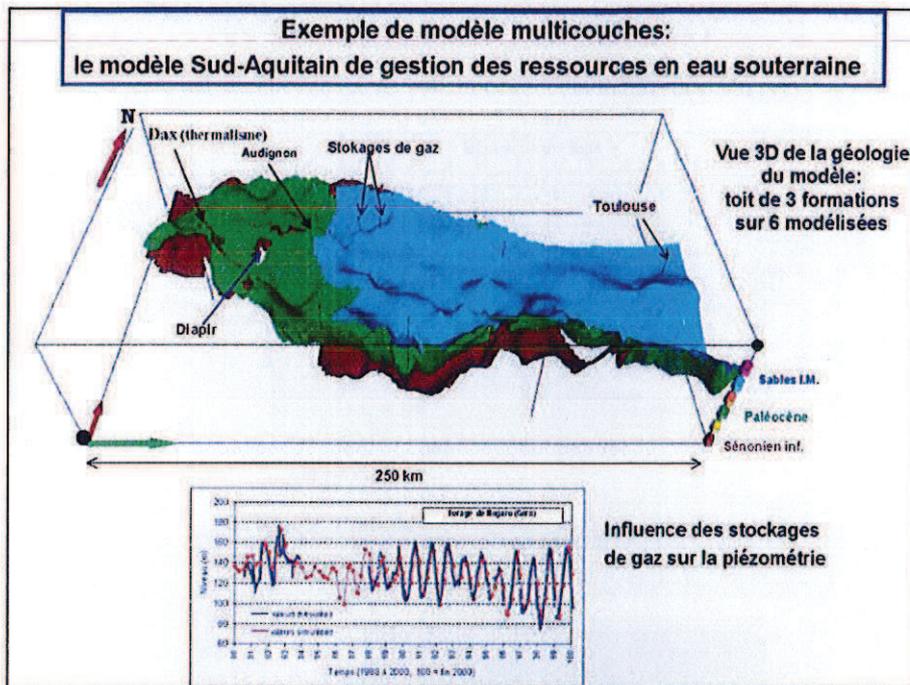


MARTHE



M A R T H E

Configurations hydrogéologiques complexes

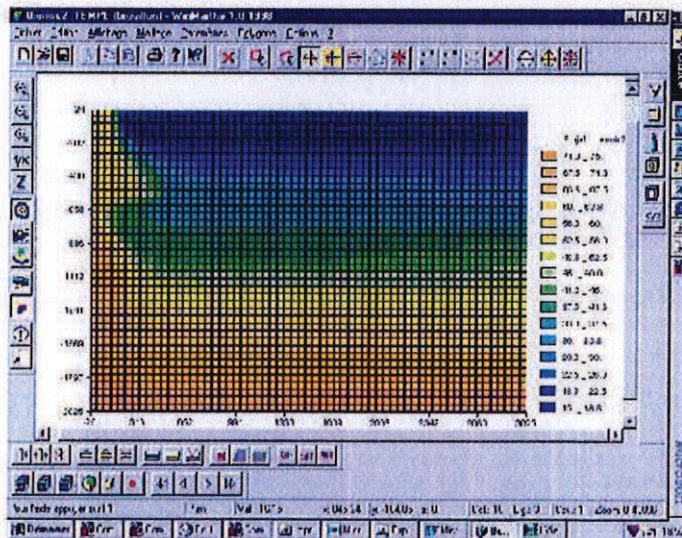
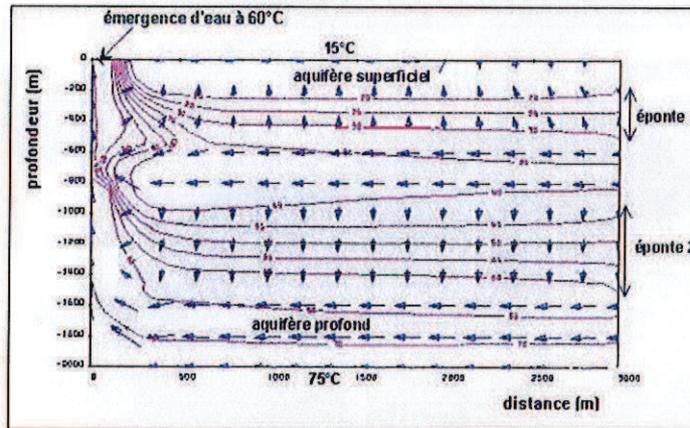


Le logiciel permet de traiter des configurations hydrogéologiques complexes comme des systèmes multicouches d'extension régionale.

M A R T H E

Effets densitaires - simulation couplée hydraulique et thermique

Émergence d'une source chaude (vue en coupe verticale)

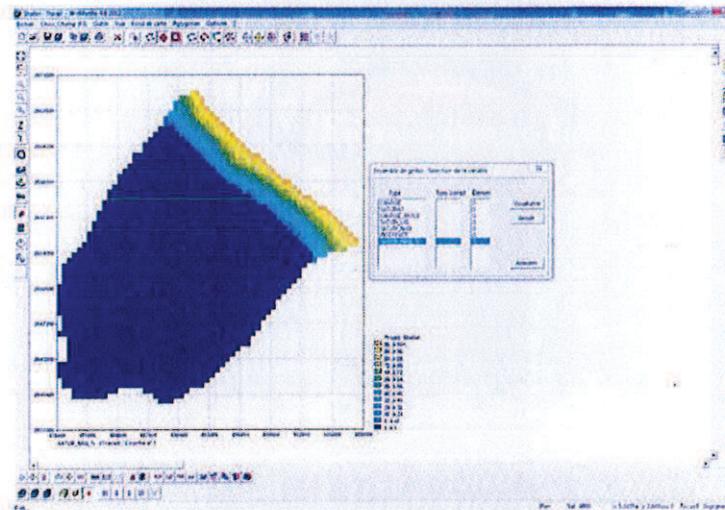


Températures calculées : (préprocesseur WinMarthe)

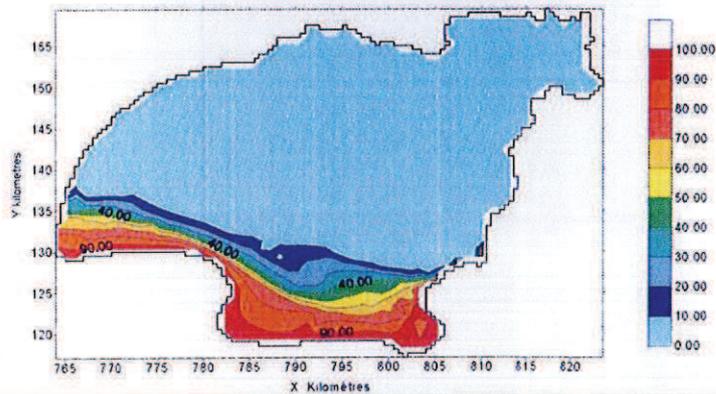
M A R T H E

Simulations diphasique de l'intrusion saline
(Les couleurs représentent le pourcentage d'eau salé)

Nappe côtière en Oman : carte des saturations en eau salée
(visualisation WinMarthe)

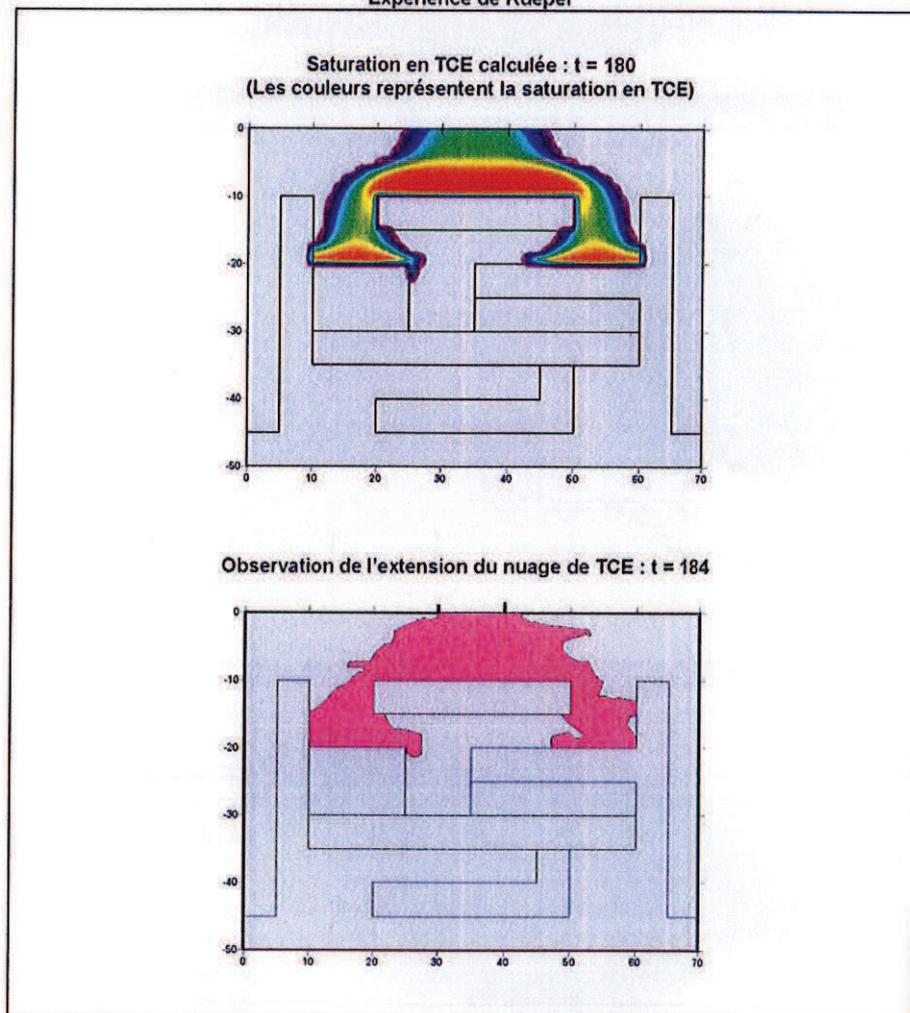


Nappe de la Crau en France : carte des saturations en eau salée
(visualisation Surfer ©)



M A R T H E

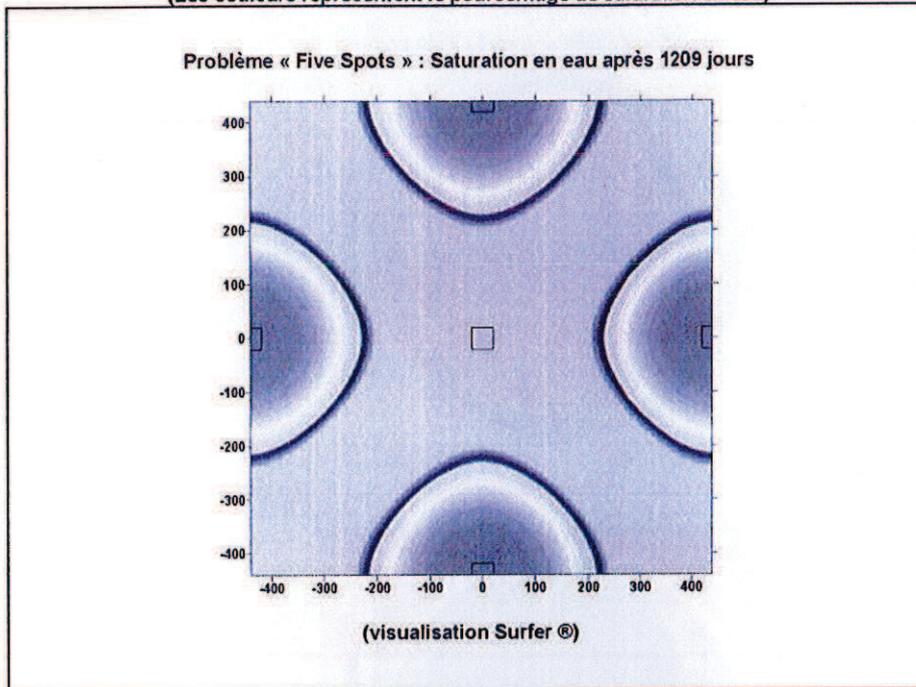
Infiltration de TCE (Tétra-Chloro-Éthylène) non miscible dans des sables hétérogènes initialement saturés en eau
Expérience de Kueper



M A R T H E

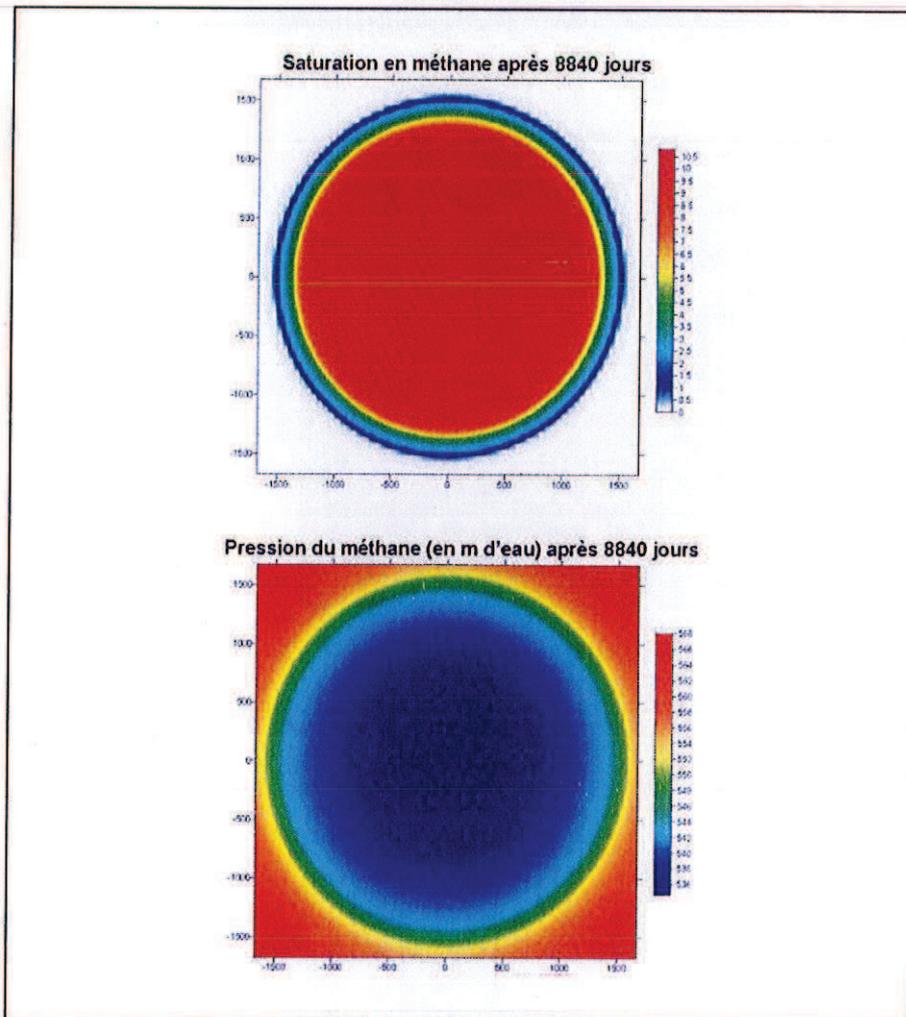
Simulation diphasique de l'injection d'eau en 4 points dans une formation saturée
en hydrocarbure

(Les couleurs représentent le pourcentage de saturation en eau)



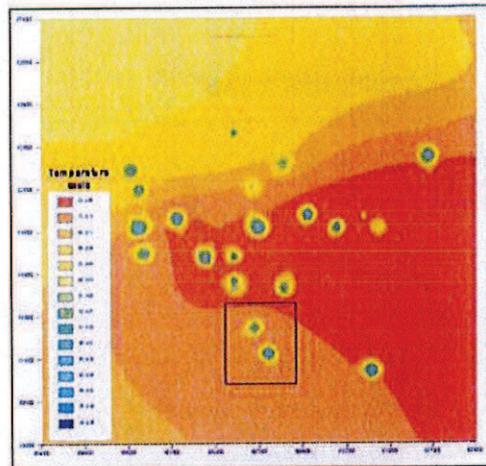
M A R T H E

Simulation diphasique d'un stockage de méthane dans un aquifère



MARTHE

Simulation de doublets géothermiques dans le Dogger



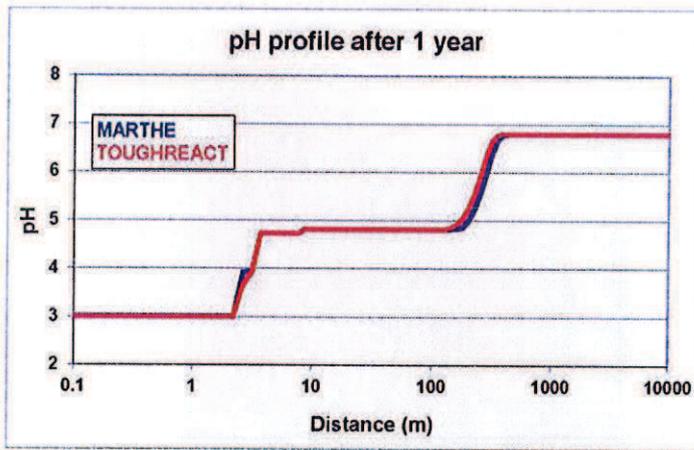
Doublets géothermiques dans le Dogger : vue en plan



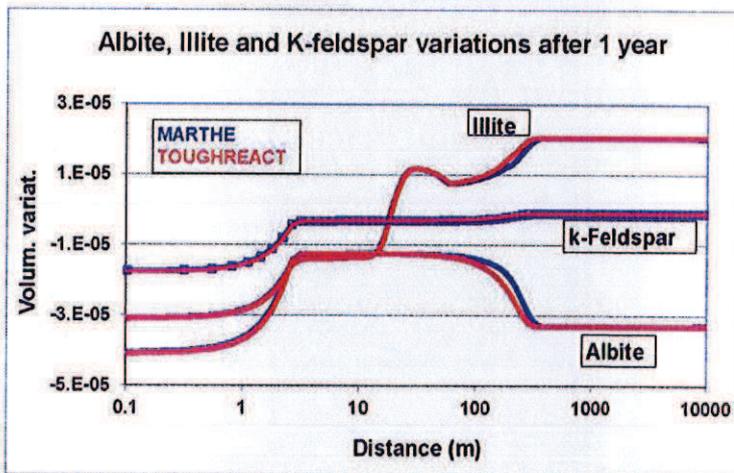
Détail de la zone centrale montrant le maillage utilisé

MARTHE

Injection d'une eau saturée en CO₂ dans l'aquifère du Dogger (Bassin de Paris).
Maillage 2D radial
Solveur Géochimique REACT du code TOUGHREACT du LBNL (Berkeley)



Profil de pH en fonction de la distance au point d'injection



Variation des volumes de certains minéraux de la matrice

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
Phase 1	67 476,00	16 869,00	84 345,00
Phase 2	64 697,33	16 174,33	80 871,66
Phase 3	70 000,00	17 500,00	87 500,00
Phase 4	37 448,80	9 362,20	46 811,00
Total	239 622,13	59 905,53	299 527,66

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