

**Monsieur le Président
Conseil de Bordeaux Métropole**

**Esplanade Charles-de-Gaulle
33045 Bordeaux Cedex**

A l'attention de M. Le directeur de l'Eau

**Affaire suivie au BRGM par N. Pédron et M. Saltel
Affaire suivie à Bordeaux Métropole par E. Gravelier**

N/Réf. PB/VM n° AQI 2021/058

Objet : champ captant des Landes du Médoc : contribution du BRGM aux différents questionnements soulevés par des associations au cours des consultations locales.

Projet : AP21BDX043

Pessac, le 13 mai 2022

Dans le cadre du projet de champ captant des Landes du Médoc, le BRGM, Service Géologique National, est intervenu à la demande de Bordeaux Métropole pour évaluer les incidences potentielles de ce projet sur les ressources en eaux souterraines. Pour ce faire, le BRGM a élaboré un modèle local de simulation des écoulements souterrains, le modèle PHONEME.

Cet outil, construit selon des principes et une démarche reconnus par la communauté scientifique des hydrogéologues modélisateurs, a permis de tester les impacts potentiels liés à la mise en place de ce champ captant tout en les minimisant par une approche d'optimisation du positionnement du champ captant et de la répartition spatiale des ouvrages.

Le BRGM a souhaité, dans le cadre de la concertation préalable menée par Bordeaux Métropole (26 octobre 2021 au 21 décembre 2021), répondre par le présent courrier aux demandes de précision formulées par l'AMAF aux garantes de la concertation dans le mail du 22 février 2022 en réponse du courrier n°AQI 2021/147 datant du 20 décembre 2021. En préambule, il est rappelé que le BRGM, établissement public de recherche et d'expertise, est attaché à respecter des principes d'intégrité et de responsabilité ; il réalise ses missions indépendamment de tout intérêt politique, économique ou commercial particulier (code de déontologie du BRGM). Le BRGM est par ailleurs signataire de la charte nationale de déontologie des métiers de la recherche.

Direction régionale Nouvelle-Aquitaine
Parc Technologique Europarc
24, avenue Léonard de Vinci, 33600 Pessac - France Tél. +33
(0)5 57 26 52 70 – Fax +33 (0)5 57 26 52 71
Mél. : nouvelle-aquitaine@brgm.fr

Siège - Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemain, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 2 - France
Tél. +33(0)2 38 64 34 34 - Fax +33(0)2 38 64 35 18

PARTIE 2 – Présentation de l'AMAF :

1. Diapositive 2 - « *Etudes trop complexes avec l'aide de modèles simplifiés* »

Réponse du BRGM : Par définition un modèle est une représentation schématique d'une entité ou d'un processus réel dont le but est de comprendre et d'expliquer son fonctionnement mais également d'anticiper son comportement.

L'outil Phonème reproduit bien de manière schématique et simplifiée le système étudié. Toutefois, la notion de simplification de la réalité ne veut pas dire pour autant que l'outil est simpliste. Il synthétise l'état des connaissances actuelles sur une surface totale de 3 600 km², 15 couches (8 aquifères, 7 épontes). Il a une zone raffinée sur la zone d'intérêt de 960 km² avec une taille de maille 400 fois plus fine. Les bilans hydroclimatiques sont calculés au pas de temps journaliers à partir des données de référence produites par Météo-France (données climatiques) et l'INRAE (données sur les sols). Les charges sont calculées au pas de temps mensuel pour prendre en compte les variations saisonnières. Le réseau hydrographique est également simulé (échanges nappes/rivières).

Réponse AMAF : pas de question mais nous abordons le pourquoi de tant de modèles et de versions différentes. Si des voix ne s'étaient pas élevée pour montrer l'incohérences du premier modèle, nous y serions peut-être encore. d'où la remarque de complexité et de besoin de simplification . Nous ne parlons pas d'outil simpliste. Nous voyons que la réponse n'est pas adaptée

Réponse du BRGM : Le travail scientifique réalisé par le BRGM depuis 2009 pour le compte des acteurs publics (SMEGREG puis Bordeaux métropole) sur le projet de champ captant des Landes du Médoc a relevé d'un processus itératif. A chaque étape, en fonction de la maturité du projet et de ses évolutions, de l'émergence d'interrogations, de l'acquisition de connaissances nouvelles, le BRGM s'est attaché à améliorer les outils pour apporter des réponses adaptées aux questions qui lui étaient posées. Les différentes versions des modèles traduisent et retracent ce cheminement. Qu'il s'agisse du Modèle Nord-Aquitain (MONA) utilisé en 2009 et 2012 ou du modèle Phonème (depuis 2014), chaque version est numérotée et décrite dans les différents rapports produits (BRGM/RC-57035-FR, BRGM/RP-60822-FR, BRGM/RP-61290-FR, BRGM/RP-65368-FR et BRGM/RP-68406-FR).

2. Diapo 4, « *Aspects métrologiques: Incertitude de mesure* » - Incertitude de mesure « *Cet écart type est l'incertitude de mesure minimale qui est à répercuter sur la valeur de l'impact donné en conclusion du rapport* »

Réponse du BRGM : Il y a une confusion entre les domaines de la métrologie et de la modélisation. Ces disciplines sont totalement distinctes et les critères d'appréciation qualitatifs de l'une ne peuvent pas être utilisés pour l'autre.

En ce qui concerne la modélisation, ce n'est en rien l'incertitude de mesures qui est présentée mais l'écart entre les observations disponibles et les simulations sur un même point. La phase dite de « calibration » en modélisation vise à minimiser ces écarts. Toutefois, cette phase de calibration n'est pas une fin en soi, l'objectif est bien d'évaluer le comportement du système dans différentes configurations. C'est tout l'intérêt de l'approche par modélisation.

Réponse AMAF : aspect métrologique et précision de mesure du modèle. Le BRGM dit que nous faisons une confusion et que ces disciplines sont totalement distinctes. Nous ne faisons aucune confusion, nous voudrions savoir sur quoi repose cette affirmation, même l'INRAE a fait des études sur les incertitudes de mesures de leur modèle GO+. Etant donné la finesse des valeurs annoncées -2 cm

en moyenne nous pensons toujours qu'il est légitime de s'interroger sur ce point. Il faudrait une entité indépendante pour juger de ce point et pouvoir avoir une idée de la fiabilité de ces valeurs.

Dans leur 2eme paragraphe de cette réponse, nous contestons cette réponse, un écart type est forcément à intégrer dans un calcul d'incertitude de mesure. : "dans la calibration : ce n'est pas une incertitude de mesure mais des mesures des écarts entre réel et simulation », il faut bien quelque part essayer d'évaluer la précision et la fiabilité des valeurs d'impact qui sont très faibles. Or d'après le BRGM, on ne peut pas évaluer la fiabilité des évaluations du modèle, ce n'est pas rassurant pour statuer sur l'impact du champ captant.

Réponse du BRGM : Il y a ici deux notions à différencier

- D'une part l'incertitude sur la mesure qui sert de donnée de référence au modèle,
- D'autre part, l'incertitude sur les résultats du modèle.

La première relève de la métrologie et correspond aux mesures effectuées sur le terrain, les mesures de niveau dans les puits sur laquelle l'erreur de mesure est généralement infra-centimétrique.

La seconde nécessite, pour pouvoir être évaluée, un très grand nombre de simulations et un nombre de paramètres limités. Le Modèle Phonème ne répond ni à l'un ni à l'autre de ces deux critères. Ce qui est possible sur GO+ (modèle non distribué) ne l'est pas sur Phonème. Pour pallier à cet écueil, les hydrogéologues (pas uniquement le BRGM) évaluent la sensibilité du modèle, et adoptent des approches sécuritaires/maximisantes.

Le BRGM travaille en étroite collaboration avec Bordeaux INP-ENSEGID depuis plusieurs années pour mettre en œuvre des approches permettant d'évaluer les incertitudes sur les résultats des modèles hydrogéologiques complexes. Ces approches relèvent du champ de la recherche et ne sont pas encore opérationnelles sur les modèles dont nous parlons.

3. Diapo 5 : « *Il n'existe pas de critères d'acceptabilité, La subjectivité rentre en ligne de compte, et cette subjectivité dépend des objectifs du modèle* »

Réponse du BRGM :

Cette affirmation n'est pas fondée. Si une première vérification visuelle de l'adéquation entre résultats simulés et données observées sur les chroniques est opérée à « dire d'experts » par le modélisateur, sur la base de son expérience et de son savoir-faire, pour apprécier la qualité du calage, celle-ci s'appuie également sur des critères objectifs. Le RMSE (root mean square deviation ou racine de l'erreur quadratique moyenne), qui caractérise la taille des écarts entre observation et simulation, est un critère qui vise à être minimisé lors du calage. D'autres critères objectifs tels que la moyenne des écarts (cf. figure ci-après), ou l'écart-type des écarts, et leur évolution au cours du temps dans les zones d'intérêt sont autant d'indicateurs qui permettent d'évaluer la qualité d'un calage de façon objective (voir rapport BRGM/RP-68406-FR de la page 49 à 58).

Réponse AMAF : "notre affirmation n'est pas fondée: pas de critères d'acceptabilité et subjectivité". Pourtant nous n'avons fait que reprendre ce qui est écrit dans le rapport page 50. De plus dans la réponse la "figure ci-après" n'est pas présente pour expliquer la réponse. Le BRGM précise qu'il y a bien des indicateurs objectifs, mais alors quelles sont les valeurs satisfaisantes pour évaluer la qualité d'un calage? Nous n'en voyons pas.

Réponse du BRGM : La démarche est décrite dans le rapport BRGM/RP-68406-FR de la page 49 à 58

4. Diapo 6 : Le prélèvement - lié à la culture du sylvicuture, donc l'eau pompé par les pins- « *n'est pas pris en compte au chapitre des prélèvements dans les données d'entrée page 23. Pourquoi ?* »

Réponse du BRGM : Les prélèvements pris en compte dans le modèle sont tous les prélèvements réalisés dans les nappes qui sont mesurés.

Dans l'outil, un bilan hydroclimatique journalier est réalisé zone par zone avec une valeur spatialisée de l'ETP. Pour mémoire, l'ETP ou évapotranspiration potentielle est la quantité d'eau susceptible d'être

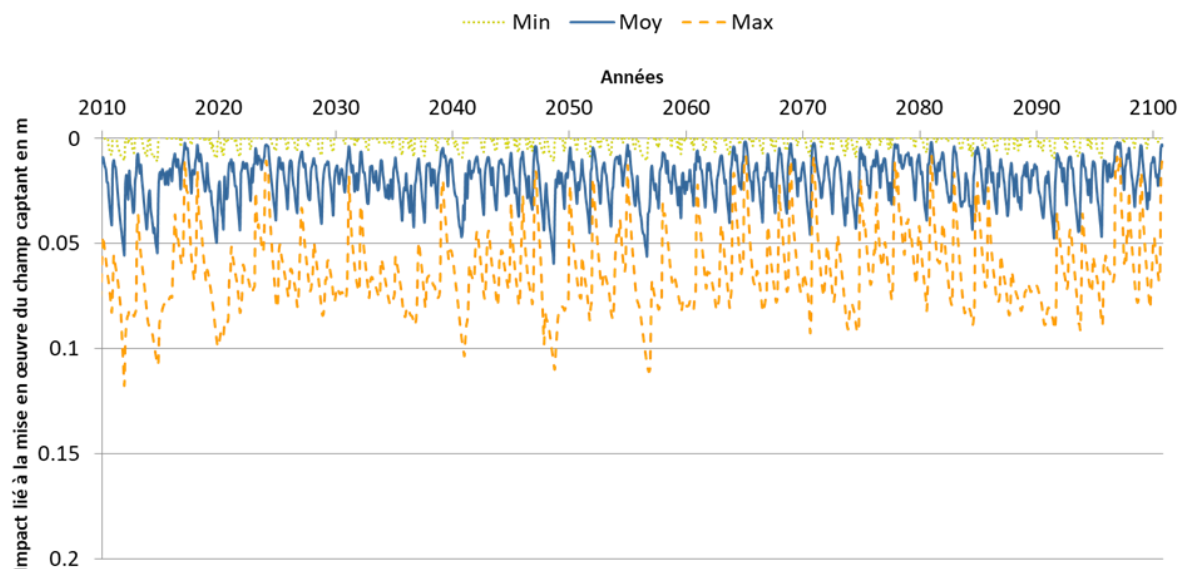
évaporée par une surface d'eau libre ou par un couvert végétal dont l'alimentation en eau n'est pas le facteur limitant. La valeur limite de l'ETP est fonction de l'énergie disponible. (J. Margat, 1997). Les valeurs de Réserve Disponible pour l'Évapotranspiration (RDE) estimées ont été intégrées au modèle pour le calcul de la recharge dans Marthe via le module Gardenia. Ces valeurs ont servi de guide et ont été ensuite ajustées à la marge lors du calage. Les autres paramètres utilisés pour calculer la recharge (niveau d'équilibre-ruissellement-percolation efficace et le temps de demi-percolation) ont fait l'objet d'un calage par la modélisation Gardénia du bassin de la Garroueyre. Ces paramètres sont effectivement affectés d'une certaine incertitude car il est difficile de les extrapoler sur une grande zone géographique. La bonne restitution des variations piézométriques, notamment sur la nappe plio-quadernaire, et des débits des cours d'eau (exutoires naturels de cette nappe) par le modèle montre que la recharge appliquée et qui prend en compte les phénomènes évapotranspiratoires est correcte.

Réponse AMAF : pas de réponse à la question posée à savoir quelle est la quantité d'eau prise en compte dans le modèle concernant le prélèvement de la sylviculture?

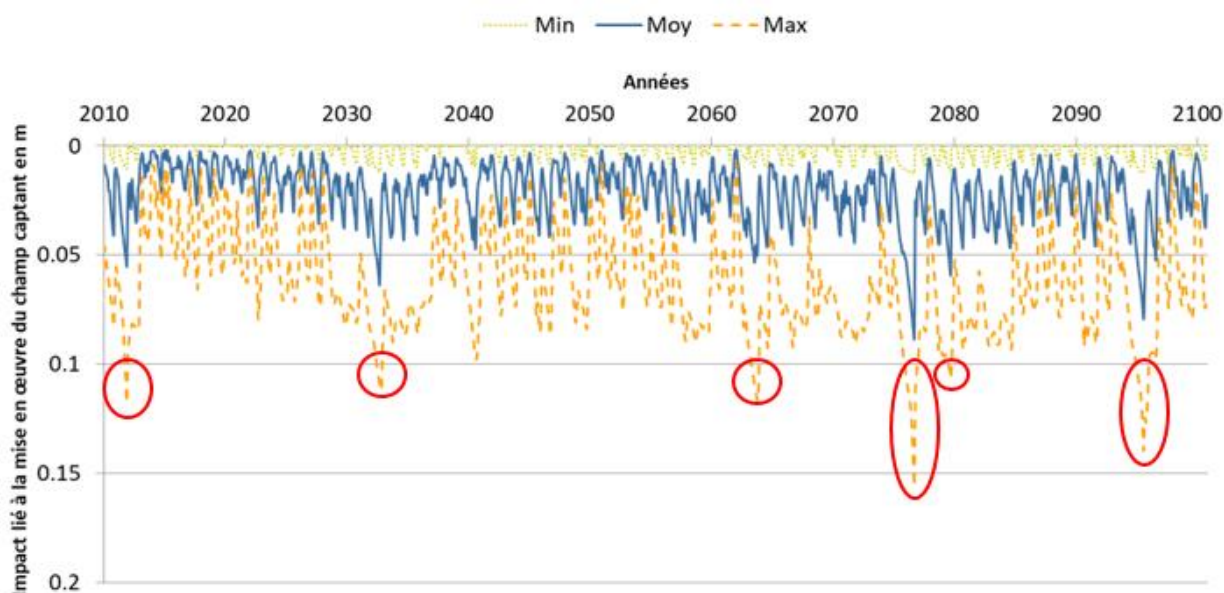
Réponse du BRGM : Seuls les prélèvements en forages sont pris en compte car mesurés (compteurs), « les prélèvements » de la sylviculture et de la végétation en général ne peuvent être quantifiés précisément. Ce qui est décrit dans la 1^{ère} réponse du BRGM ci-dessus c'est que les prélèvements de l'ensemble de la végétation sont considérés indirectement dans les bilans par l'intermédiaire de l'ETP.

5. Diapo 8 : « *Comment est-ce possible d'avoir un impact identique entre les 2 scénarios ?* »

Réponse du BRGM : le résultat des simulations n'a pas été compris ici puisque l'impact n'est pas identique entre les deux scénarios : la simulation - scénario RCP 8.5 - se traduit par des impacts plus intenses et plus fréquents que dans le scénario RCP 2.6, comme le montre les figures suivantes. Ces valeurs restent cependant dans des gammes cohérentes avec les autres approches utilisées (prospectives et rétrospectives).



Ecarts min, moy et max pour 24 points de contrôle entre simulations avec et sans champ captant dans la nappe du Plio-Quaternaire - 10 millions de m³/an - configuration J - recharge calculée à partir du RCP 2.6 - version 2.2

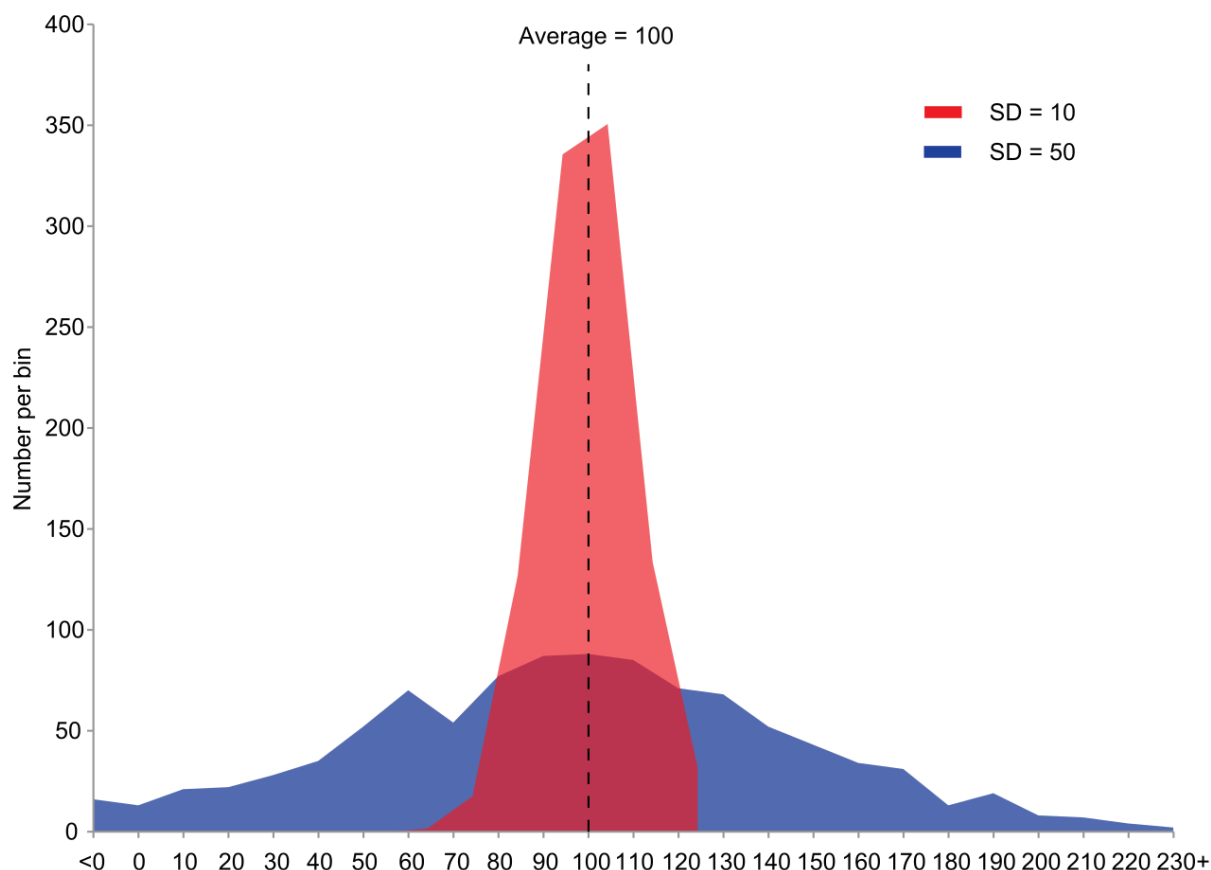


Ecarts min, moy et max pour 24 points de contrôles entre simulation avec et sans champ captant dans la nappe du Plio-Quaternaire - 10 millions de m³/an - configuration J - recharge calculée à partir du RCP 8.5 - version 2.2

Réponse AMAF : Le BRGM dit que le résultat des simulations n'a pas été compris puisque l'impact n'est pas identique entre les 2 scénarios de changement climatique. Pourtant nous n'avons fait que reprendre ce qui est écrit dans le rapport en page 72 où il est écrit en toute lettre que l'impact sur la valeur moyenne de -2 cm est identique dans les 2 scénarios. Ensuite effectivement il y a une différence d'impact dans les valeurs maximales, nous l'avons bien compris puisque retranscrit dans notre document de présentation. D'où nos interrogations comment l'impact moyen peut-il être identique étant donné les grosses différences dans les valeurs maximales? Interrogations auxquelles il n'y a toujours pas de réponse.

La réponse indique que "ces valeurs restent dans des gammes cohérentes". D'où notre question complémentaire, à partir de quand on peut considérer que les valeurs sont cohérentes?? Il faudrait peut-être là aussi l'appui d'un expert indépendant. Et peut-être se rencontrer avec le BRGM pour échanger sur nos doutes pour mieux se comprendre.

Réponse du BRGM : Sur les deux scénarios, les impacts moyens sont quasi-identiques (de l'ordre de 2 cm). Pour rappel, deux échantillons présentant des dispersions différentes autour de la moyenne peuvent avoir la même moyenne comme l'illustre la figure ci-dessous.



Ces valeurs restent dans des gammes cohérentes avec les autres approches utilisées (prospectives et rétrospectives) notamment en ce qui concerne les impacts maximums qui sont toujours du même ordre de grandeur (entre 9 et 11 cm pour l'approche prospective court terme, 12 cm pour l'approche rétrospective et 15 cm pour l'approche prospective long terme avec le scénario RCP 8.5).

Au regard des propos tenus, il nous semble important de rappeler à l'AMAF que le BRGM est un établissement public doté d'une charte de déontologie et qui répond à la charte nationale de l'expertise.

6. Diapo 9 : « le scenario défavorable serait-il meilleur? »

Réponse du BRGM : La réponse est non. L'interprétation des résultats faite par l'AMAF n'est pas la bonne. Les projections climatiques utilisées sont basées sur les scénarios d'émission de gaz à effet de serre RCP 2.6 et RCP 8.5 provenant du portail DRIAS de météo France issues de l'expérience CNRM2014. Le modèle climatique utilisé est le modèle ALADIN (ALADIN-Climat v4). Les scénarios RCP 2.6 et 8.5 ont été utilisés lors du 5^{ème} rapport du GIEC en 2014 (Moss, et al., 2010). Ils constituaient lors de cette étude les scénarios de référence de l'évolution du climat sur la période 2006-2300. Le scénario RCP 8.5 est considéré comme le plus « pessimiste », le scénario RCP 2.6, correspond schématiquement aux engagements de la conférence de Paris 2015 (voir rapport BRGM/RP-68406-FR page 70).

Réponse AMAF : "Le scenario défavorable serait-il meilleur, la réponse est non . L'AMAF ne fait pas la bonne interprétation". Pour nous la question n'a pas été comprise. Nous avons vu écrit dans la conclusion générale du rapport du BRGM que les valeurs d'impact annoncées concernait le scénario le plus favorable "impact de 9 à 11 cm" si l'on se rapporte aux valeurs indiquées dans le coeur du rapport. . Pourquoi ne pas prendre l'impact du scénario le plus défavorable en conclusion générale. c'est ça la vrai question?? Nous reconnaissons que la question n'était pas très bien explicitée car un peu ironique.

Réponse du BRGM : La dernière phrase de la conclusion est : « Les résultats des simulations rétrospectives et prospectives long terme viennent confirmer le fait que l'ordre de grandeur maximum de l'impact est compris entre 8 et 15 cm. »

7. Diapo 9 : « On note pourtant 44 dépassements de plus de 10 cm : Les périodes de sécheresse accrues se produiraient donc tous les 2 ans. Il y a quelques incohérences et une exploitation à revoir » et Diapo 10 : « Dans le scénario défavorable RCP 8.6 qui semble être le plus probable, les périodes d'impacts inférieures à – 10 cm vont se produire un an sur deux (44 fois en 90 ans), les périodes de stress hydrique seront plus longues et répétitives.»

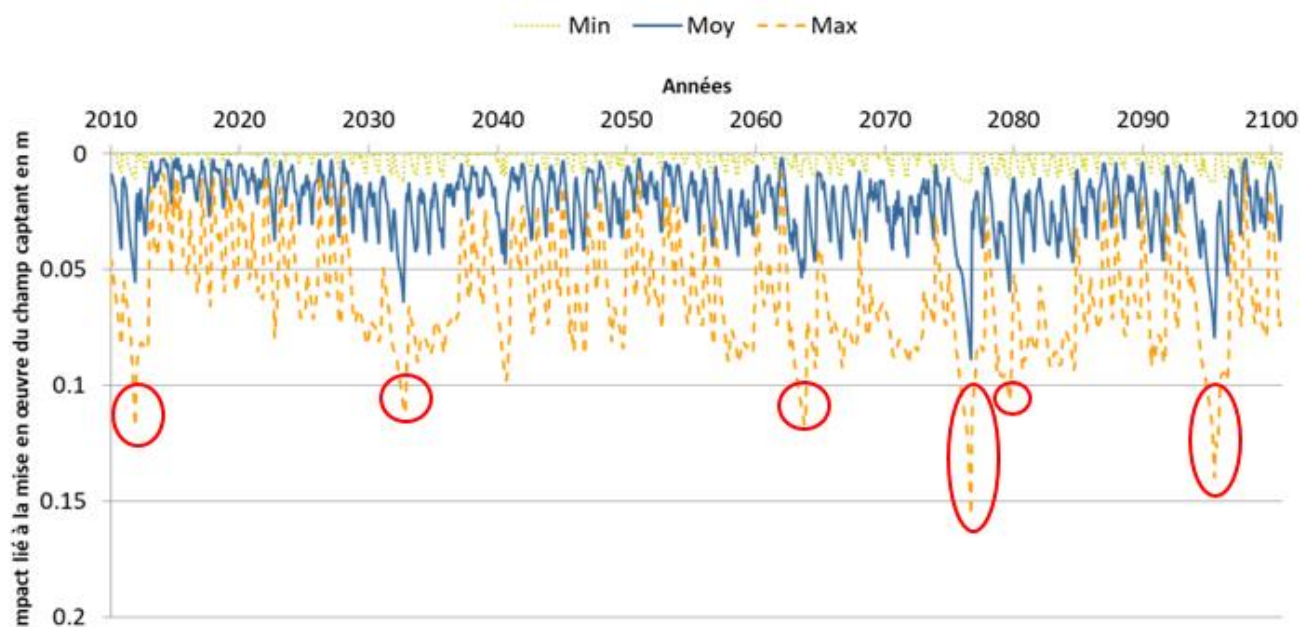
Réponse du BRGM : Ces assertions sont fausses et résultent d'une mauvaise interprétation des résultats. La valeur de 44 correspond ici à un dépassement de la valeur maximale de 10 cm sur les 24 points de contrôle sur la période 2010-2100 au pas de temps mensuel. Cela veut dire que sur seulement 44 pas de temps (1 pas de temps = 1 mois) sur les 1092 simulés la valeur d'impact a été en de plus de 10 cm. Cela concerne 6 périodes comme indiqué sur le graphique précédent (entouré en rouge) et donc 6 années sur les 91 années simulées (1 année sur 15) et principalement sur la période d'été. Ce sont ces valeurs qui ont été transmises à l'INRAE qui a donc pris en compte les deux scénarios et leurs comportements différents..

Réponse AMAF : "ces assertions sont fausses et résultent d'une mauvaise interprétation" . Nous avons l'impression de ne pas se comprendre dans les questions et les réponses. Dans la réponse , il n'est aucunement démontré que nos assertions sont fausses. est ce que les dépassements se produisent à la période d'été qui ne représente qu'un mois oui ou non? Nous pensons que oui et dans sa réponse le BRGM le laisse entendre. Donc notre question reste sans réponse et jusqu'à preuve du contraire , notre interprétation est bonne, et la réponse est incompréhensible. D'autre part , à quoi correspondent les 6 périodes sur le graphique dont parle le BRGM dans sa réponse , on ne peut pas se rendre compte sur ce type de graphique trop compact ?

Réponse du BRGM : Les 6 périodes sont entourés en rouges sur le graphique ci-dessous. Sur ces six périodes il y a 44 pas de temps (1 pas de temps = 1 mois) sur les 1092 soit 91 années. Les périodes correspondantes sont les suivantes :

- octobre et novembre 2011 soit 2 pas de temps (mois)
- juillet à novembre 2032 soit 5 pas de temps (mois)
- mai à décembre 2063 soit 7 pas de temps (mois)
- janvier 2076 à janvier 2077 soit 13 pas de temps (mois)
- août à octobre 2079 soit 3 pas de temps (mois)
- février 2095 à février 2096 soit 13 pas de temps (mois)

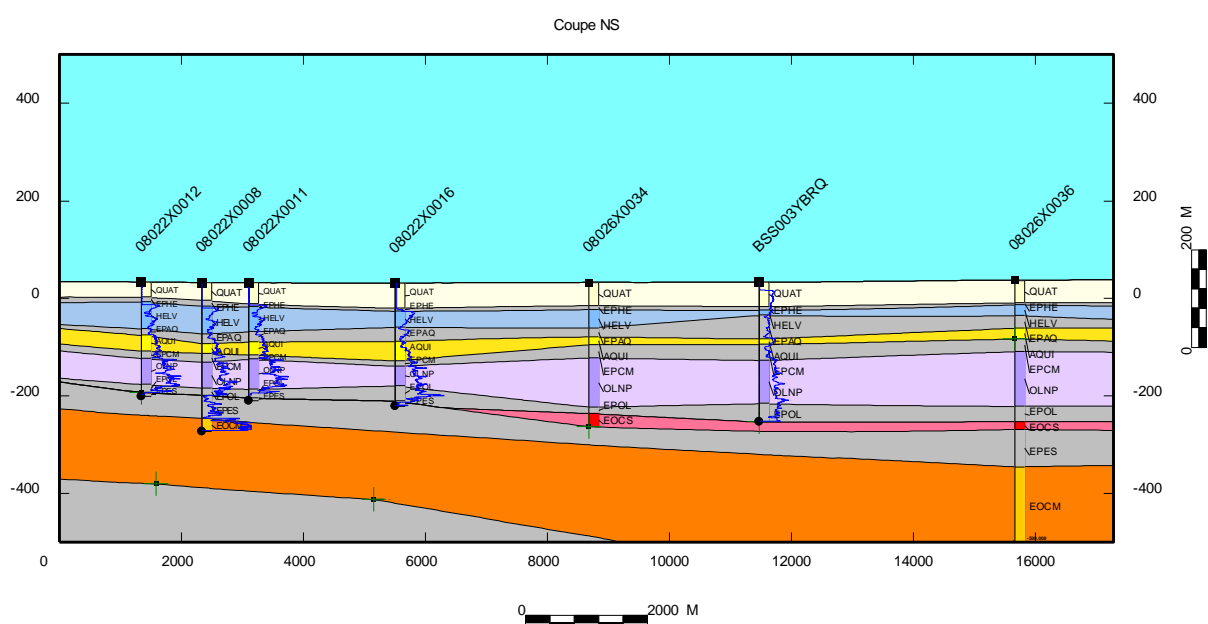
Le total fait bien 44 pas de temps sur seulement 6 périodes sur les 91 années simulées. Ce sont ces résultats qui ont été transmis à l'INRAE et testés dans GO+.



Ecarts min, moy et max pour 24 points de contrôles entre simulation avec et sans champ captant dans la nappe du Plio-Quaternaire - 10 millions de m³/an - configuration J - recharge calculée à partir du RCP 8.5 - version 2.2

8. Diapo 11 : « Le BRGM a considéré que le territoire est homogène »

Réponse du BRGM : Absolument pas. L'hétérogénéité des réservoirs a bien été prise en compte à partir des données géologiques disponibles sur la zone d'intérêt. Les forages disposant d'une description géologique dans la BSS (Banque des données du Sous-Sol) ont servi à l'élaboration du modèle soit au total 147 forages. En compléments des descriptions lithologiques, les données diagraphiques et les profils sismiques existants ont été utilisés pour délimiter les horizons réservoirs et les épontes. La coupe de direction nord-sud ci-dessous illustre pour exemple les ouvrages utilisés pour la réalisation du modèle.



Réponse AMAF : "absolument pas. l'hétérogénéité des réservoirs a bien été prise en compte". Dans notre affirmation sur le fait que le BRGM a considéré que le territoire est homogène, nous voulons parler bien sûr du sol dans les 1ers mètres de profondeur où il y a présence ou absence d'une couche d'alias, ou il y a des hauteurs de nappe du Plioquaternaire très différentes en fonction du type de territoire "lande humide" ou "lande sèche", nous imaginons que l'impact n'est pas le même s'il y a de l'alias, si le niveau

de nappe plio quaternaire est différent . Pas de réponse à cette question. Notre question suivante au paragraphe 9 en est le prolongement . "

Réponse du BRGM : Comme évoqué plus haut un modèle reste une schématisation. La nappe du Plio-Quaternaire est définie comme une seule couche dans Phoneme donc le modèle ne prend pas en compte la variabilité sur la verticale. Cependant il prend bien en compte la variabilité spatiale puisque le modèle est distribué.

9. Diapo 11 : « *Est-ce que le BRGM a pris en compte dans les simulations les 2 cas extrêmes avec et sans alios pour étudier l'impact sur la nappe ?* »

Réponse du BRGM : Il n'existe pas dans la littérature de cartographies/documents précisant l'extension, la profondeur, l'épaisseur et le caractère continu ou non de l'Alios sur la zone d'étude.

Réponse AMAF : " Simulation de 2 cas extremes avec et sans alios pour voir la cohérence des réponses du modèle . "il n'existe pas dans la littérature de cartographie existante sur l'alios" . c'est dommage car le territoire est réputé en posséder de façon abondante. C'est donc une étude à faire. Cela montre encore le manque de fiabilité et de garanties de ces études d'impact.

Réponse du BRGM : Nous rappelons ici que le modèle du fait qu'il constitue une simplification de la complexité géologique réelle maximise par construction (les tests réalisés sur les données de pompages d'essai du Temple le montrent) les impacts. Cela constitue une approche sécuritaire dans le cadre de l'évaluation des risques dans un contexte où les acteurs s'inquiètent des impacts du projet.

**Le Directeur Régional
du BRGM Nouvelle-Aquitaine**

Le Directeur Régional
du BRGM Nouvelle - Aquitaine



Nicolas PEDRON

N. PEDRON