



VIVE LA FORET ASSOCIATION LOI 1901 N° 4/02099

déclarée en préfecture le 30 août 1989. Parution J.O. le 04.10.89
AGREEE pour le département de la Gironde
par ARRETE PREFECTORAL DU 22 DECEMBRE 1994
siège social : Mairie de Lacanau

ADRESSE POSTALE : VLF - CIDEX 0122.49 - 33680 LACANAU
☎ / FAX 05.56.26.20.04 – site : <http://www.vivelaforet.org>

Quelques observations à propos du modèle Phonème

Patrick POINT

A titre liminaire, nous voudrions indiquer tout l'intérêt que nous portons à la démarche engagée autour du projet d'étude du champ captant des landes de Médoc.

Si les premières étapes ont été initiées sans grande concertation en dehors de la CLE du SAGE nappes profondes de Gironde¹, la procédure engagée à partir de la réunion inter-CLE du 12 décembre 2014 marque une nette avancée.

La constitution de groupes de travail nous est apparue, dans l'esprit et à l'usage, comme une initiative très positive.

La brève analyse que nous développons ici fait suite à notre participation aux 3 ateliers (GT1) consacrés à l'utilisation de modèles mathématiques de simulation des nappes pour apprécier les impacts de l'exploitation du champ captant².

Ces impacts sont estimés à l'aide du modèle PHONEME développé par le BRGM.

Ce modèle poursuit les affinements du modèle MONA qui avait vu l'intégration d'un modèle gigogne à la maille de 100m sur la zone d'intérêt dans une première version utilisée pour livrer de premiers résultats en 2012³.

Les résultats avaient fortement fait réagir, car ils révélaient des rabattements significatifs de la nappe plio-quaternaire (max 1,7 m et une assez large superficie pour un abaissement compris entre 0,25 et 1 m). Ceci pour un prélèvement de 10 Mm³, avec des conditions de recharge égales à la moyenne des 10 dernières années. Le modèle examinait aussi, dans les mêmes conditions, les effets d'un prélèvement de 12 Mm³ (abaissement max 2 m. et zone encore élargie pour la zone entre 0,25 et 1 m de rabattement).

Le modèle Phonème est donc une création spécifique pour améliorer l'évaluation des impacts. Il est conçu pour simuler les impacts avec divers positionnements des forages. A terme il doit servir à piloter l'exploitation du champ.

¹ Les premières investigations semblent remonter à 1999 (rapport R40224 BRGM). Une étape importante est un rapport confidentiel du BRGM (rapport BRGM/RC-57035-FR) en date d'avril 2009.

² Nous avons aussi pris part aux 4 réunions de l'atelier 2 (GT2) qui s'intéressait quant à lui aux impacts induits par la variation du niveau de la nappe du Plio-quaternaire sur les milieux et les usages.

³ Simulations d'impacts d'un champ captant d'une capacité de 10 et 12 millions de m³ par an dans l'Oligocène à l'aide du Modèle Nord-Aquitain (MONA) –Sainte-Hélène (33). Rapport final BRGM/RP-61290-FR, Juin 2012.

Ce modèle a connu 2 versions : Phonème 1 (27 février 2015) et Phonème 2 (1^{er} octobre 2015).

Les observations que nous livrons ici concernent la dernière version du modèle. Elles s'appuient sur le rapport : « *Modèle Phonème : construction, paramétrisation et évaluation qualitative et statistique du calage en régime transitoire.* » Rapport intermédiaire BRGM -65368-FR, Décembre 2015. Rapport dont nous avons appris l'existence lors de la dernière réunion du GT1 (8 juin 2016).

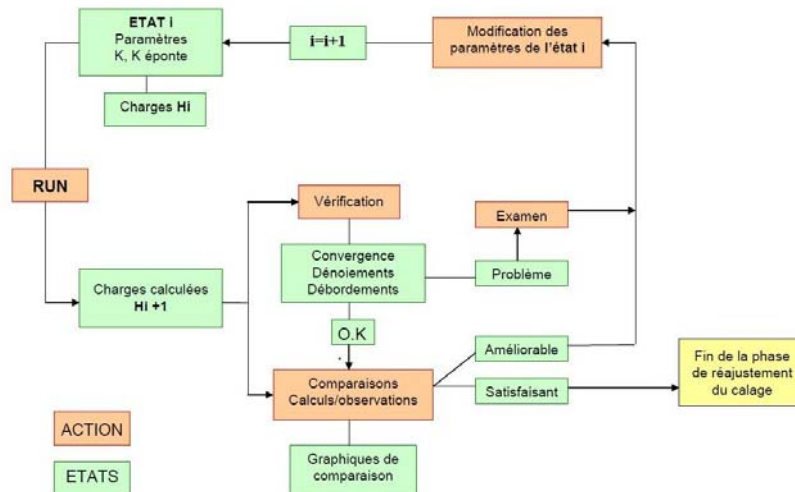
Lors des débats en atelier, nous nous étions régulièrement élevés contre l'utilisation d'un modèle dont la paramétrisation et le calage n'étaient pas communiqués. Le document objet de nos commentaires apporte d'incontestables précisions sur la structure du modèle, son calage sa performance et ses limites. Il montre le considérable travail engagé par le BRGM. Il éclaire aussi la complexité des phénomènes dont on cherche à rendre compte.

Le modèle s'appuie sur un assez vaste ensemble d'observations issu de 147 forages et 91 piézomètres. On en sait pas de combien de chroniques complètes pour la période traitée ont disposé les modélisateurs.

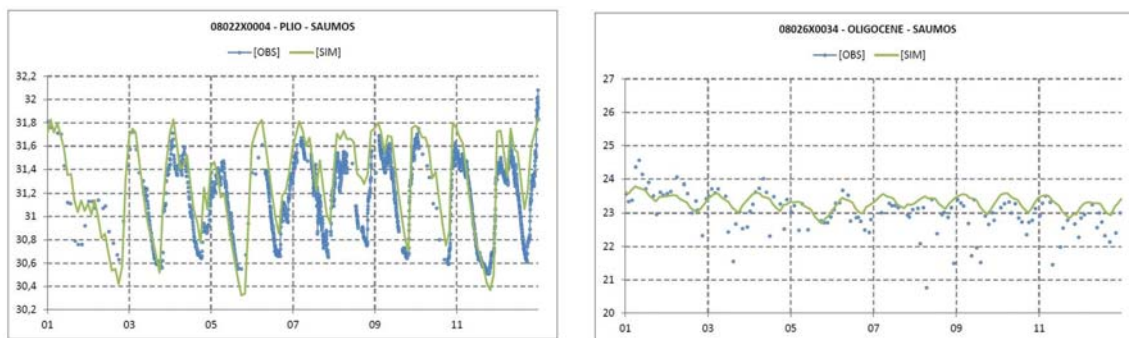
En première analyse et de façon assez sommaire, nous livrons ici trois ensembles de remarques qui pourront éventuellement contribuer à l'amélioration du modèle et à la compréhension de la portée des résultats.

1. Les arbitrages dans la procédure de calage du modèle

La procédure de calage, très bien décrite par la figure ci-jointe, tirée du rapport, conserve nécessairement une dimension subjective. En effet, la complexité du modèle interdit l'obtention automatique d'un paramétrage qui minimiserait les écarts entre valeurs observées et valeurs estimées. L'algorithme décrit par la figure ci-dessous, indique clairement que c'est le responsable de l'étude qui va décider du caractère satisfaisant des résultats pour valider le calage.



Il nous semble que l'attention étant focalisée sur la nappe du plio-quaternaire, l'appréciation du caractère satisfaisant du calage repose pour beaucoup sur la proximité des valeurs observées et estimées relatives à cette nappe. Comme il est très difficile de coller à l'ensemble des valeurs observées pour les différents aquifères, un calage favorable au plio-quaternaire peut se traduire par une moins bonne approximation pour les autres aquifères. Nous l'illustrons à partir de deux sorties du modèle :



L'ajustement du plio-quadernaire à Saumos paraît tout à fait correct. Par contre l'ajustement à Saumos pour l'oligocène n'apparaît pas satisfaisant. Ce mauvais ajustement pour l'oligocène est d'autant plus gênant que c'est cet aquifère qui va être mis en exploitation.

Un examen de l'ensemble des chroniques de calage montre des ajustements assez peu satisfaisants pour l'oligocène, alors même que le modèle se propose d'aider à piloter l'exploitation de cet aquifère.

Il faut comprendre que selon toute probabilité, un calage apprécié pour sa conformité aux données observées pour l'oligocène, donnerait de moins bons résultats pour le plio-quadernaire. Il en résulterait une plus grande incertitude sur les valeurs simulées.

2. Analyse de la précision et de la sensibilité du modèle

Les concepteurs de Phonème livrent des informations sur les paramètres du modèle en spécifiant ceux qui sont fixés et ceux qui sont calés. Ils ajoutent une information de nature qualitative sur l'incertitude qui s'y attache. Il apparaît que l'incertitude la plus grande concerne deux paramètres calés : la perméabilité et l'emmagasinement des épontes. Ce sont deux paramètres stratégiques qui, de fait, gouvernent le modèle. Le calage consiste à faire varier ces valeurs de façon à ajuster du mieux possible le modèle. Un examen de la littérature permet de s'assurer que les valeurs trouvées pour ces paramètres restent vraisemblables.

Nous ne revenons pas sur les aspects développés dans le point 1, mais nous rappelons que la marge d'appréciation sur la vraisemblance des paramètres est assez grande.

Pour la version Phonème 2.2, on nous dit que c'est une version plus pénalisante car la perméabilité des épontes serait majorée.

La perméabilité de l'éponte du sommet du Langhien-Seravaliens qui est au contact du plio-quadernaire joue évidemment un rôle clef dans la mesure de l'ampleur du rabattement de cette nappe.

Une fixation de la valeur passant de $3 \cdot 10^{-9} \text{ m.s}^{-1}$ à $5 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$ ne semble pas être en non-conformité avec la littérature. (cf thèse d'Olivier Cabaret⁴ 2011).

Le document du BRGM livre une étude de sensibilité de la valeur de perméabilité de cette éponte. (figures 40 et 41) pour des pourcentages inférieurs à celui retenu pour Phonème 2.2. On constate que les effets sont significatifs sur les nappes sous-jacentes.

On aimerait voir les chroniques de calage du plio-quadernaire avec le paramétrage retenu pour Phonème 2.2.

Le document fournit une évaluation de la précision du modèle avec l'analyse des écarts des valeurs observées et des valeurs estimées. Cette analyse ne semble concerner que la version 2.1 de Phonème. On aimerait la voir appliquée à la version 2.2. Cela permettrait de saisir l'éventuelle perte de précision du modèle et d'établir un véritable comparatif.

Pour ce qui est de la version 2.1, on constate qu'en moyenne et globalement (tableau 32), le modèle sous-estime de 37 cm les valeurs observées. L'analyse aquifère par aquifère laisse apparaître une surestimation de 8 cm des niveaux piézométriques du Plio-quadernaire. Cela peut-être gênant pour une évaluation NGF du rabattement puisque le modèle surestime le niveau piézométrique. On

⁴ Cabaret O. (2011) Caractérisation physique et approche numérique du rôle des aquitards dans les systèmes aquifères multicouches - Application au complexe tertiaire nord-aquitain. Thèse Bordeaux 3, 308p.

observera la confirmation de ce que nous notions dans le point 1 à savoir l'assez mauvais calage de l'oligocène qui enregistre un écart moyen de 73 cm.

Les résidus ont une allure gaussienne (figure 33). Les auteurs auraient pu calculer les intervalles de confiance. On peut supposer l'indépendance statistique des écarts. L'intervalle de confiance à 95% de la moyenne \bar{x} est donné par :

$$\left[\bar{x} - t_{\alpha} \frac{\sigma(x)}{\sqrt{n}}; \bar{x} + t_{\alpha} \frac{\sigma(x)}{\sqrt{n}} \right] \text{ où } \bar{x} \text{ est la moyenne, } \sigma(x) \text{ l'écart-type observé, } n \text{ le nombre}$$

d'observations et t_{α} la valeur du t de Student.

Pour un intervalle de confiance à 95%, $t_{\alpha} = 1,96$.

D'où l'intervalle de confiance pour l'ensemble des aquifères: $IC_G = [0,324 ; 0,415]$ pour la moyenne 0,37m.

Ce même intervalle est pour le plio-quaternaire de $IC_P = [-0,129 ; - 0,031]$ autour de la valeur - 0,08 m et pour l'oligocène, on a : $IC_O = [0,630 ; 0,829]$ autour de la valeur 0,73 m.

Le document fournit un tracé de l'évolution des écarts. On observe que les écarts moyens restent stables sur les 12 années examinées. S'agissant du plio-quaternaire, les écarts-types paraissent subir un changement de régime à partir de 2006 la tendance étant plus marquée à la hausse, ce qui traduirait une certaine dégradation de la précision.

3. Les informations complémentaires attendues pour apprécier le fonctionnement du modèle

Comme mentionné ci-dessus, le calage du modèle Phonème 2.2 devrait être détaillé au même titre que l'est la version 2.1.

Pour aider à la compréhension du modèle, il serait très utile de disposer d'un bilan entrée-sortie des aquifères sur la période étudiée. Ce bilan devrait faire apparaître les flux latéraux et verticaux, avec la recharge et les prélèvements.

Quelques précisions sur les valeurs d'emmagasinement et de perméabilité dans les épontes ne seraient pas dépourvues d'utilité, notamment pour comparer les calages de Phonème 2.1 et 2.2.

Remarques :

- La fluctuation dans les codifications : figure 3 pile stratigraphique et annexe 2 coupes géologiques ne facilite pas la lecture du non spécialiste

-La disparition des mailles pour la zone d'intérêt (Annexe 4 potentiels imposés) est un peu troublante. Elle pourrait laisser croire à un traitement uniforme....

Conclusion

La question du calage du modèle mérite encore d'être discutée. Une restitution de la validation du modèle dans sa version Phonème 2.2 serait de la plus grande utilité. La production des résultats avec un intervalle de confiance à 95% a une valeur pédagogique dont il ne faut pas se priver.

Bordeaux, le 16 juin 2016

Patrick POINT
Président de l'association Vive la Forêt



Patrick POINT