

Compréhension de la circulation des eaux souterraines dans un système aquifère profond : investigations récentes et valorisation de 100 ans de connaissances et d'études des fluides dans le sud du Bassin aquitain

Arnaud Wuilleumier, Olivier Douez, Nicolas Pédron, Laurent André, Olivier Serrano, Eric Lasseur, Maritxu Saplairoles

▶ **To cite this version:**

Arnaud Wuilleumier, Olivier Douez, Nicolas Pédron, Laurent André, Olivier Serrano, et al.. Compréhension de la circulation des eaux souterraines dans un système aquifère profond : investigations récentes et valorisation de 100 ans de connaissances et d'études des fluides dans le sud du Bassin aquitain. Géologues, 2019, 202. hal-03886042

HAL Id: hal-03886042
https://brgm.hal.science/hal-03886042

Submitted on 6 Dec 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Compréhension de la circulation des eaux souterraines dans un système aquifère profond : investigations récentes et valorisation de 100 ans de connaissances et d'études des fluides dans le sud du Bassin aquitain

A. Wuilleumier[1], O. Douez[1], N. Pedron[1], L. André[2], O. Serrano[2], E. Lasseur[2] et M. Saplairoles[3].

Un contexte spécifique issu de l'histoire de l'exploitation des fluides dans le sud du Bassin aquitain

La connaissance des aquifères profonds datés du Crétacé supérieur à l'Éocène moyen et présents dans le sud du Bassin aquitain peut difficilement être abordée sans évoquer l'histoire récente de la recherche et de l'utilisation des fluides (eau, huile, gaz) sur ce territoire (Fig. 1). En effet, en dehors des eaux thermo-minérales émergeant en des pointements anomaliques (les structures anticlinales, faisant figure pour la plupart de timbre-poste à l'échelle du Sud du Bassin aquitain) et exploitées depuis l'antiquité, les eaux souterraines profondes sont restées principalement ignorées jusque dans les années 1960, à une époque où l'exploitation de l'Albien du Bassin de Paris avait fêté son centenaire depuis près de vingt ans (jaillissement de l'eau au forage de Grenelle à Paris le 26 février 1841). C'est pourquoi, un retour sur la recherche, l'exploration et l'exploitation d'hydrocarbures dans le sud du Bassin aquitain s'impose.

Entre 1939, date de la découverte du gisement de Saint-Marcet et 2004, 440 forages d'exploration ont été réalisés dans le sud du Bassin aquitain (Serrano *et al.*, 2006). Ces forages, réalisés en liaison avec des prospections sismiques, ont permis la découverte de 35 gisements d'hydrocarbures dans les bassins sédimentaires d'Arzacq, de Tarbes et du Comminges, chacun d'entre eux ayant fait l'objet d'une exploitation spécifique sur une période couvrant une grande moitié du XX^{e} siècle, et jusqu'au début du XXI^{e} siècle.

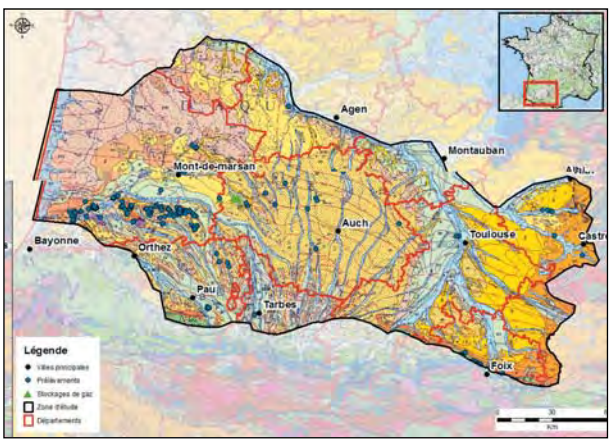


Figure 1. Points de prélèvements des eaux souterraines et sites de stockage de gaz dans les aquifères du sud du Bassin aquitain. Source : A. Wuilleumier - Présentation au colloque EGU 2018.

Si la plupart de ces gisements ont concerné des réservoirs jurassiques profonds, tels que les dolomies de Meillon ou de Mano, atteints à plus de 4 000 m de profondeur, plusieurs ont sollicité des niveaux du Crétacé supérieur plus superficiels, comme à Lacq supérieur ou à Saint-Marcet, où les gisements ont été respectivement atteints à 620 m et 1 550 m de profondeur. Des venues d'eau souterraine dans le gisement ont d'ailleurs parfois été constatées (Lacq supérieur, Lagrave), mettant en évidence l'existence d'une connexion entre les fluides (Wuilleumier *et al.*, 2017). Les ressources en eaux souterraines ne constituaient pas un objectif d'investigations mais des formations sableuses ont été traversées par les forages pétroliers à la base des molasses très peu perméables, permettant de réunir – en profondeur – les premières informations concernant ce qui sera appelé les Sables Infra-Molassiques (SIM). Il est intéressant de constater d'ailleurs ce choix sémantique, qui demeure encore aujourd'hui, et dont on notera le caractère descriptif et générique marqué, au détriment de toute distinction d'âge, d'étage géologique, ou encore minéralogique, bref de description litho-stratigraphique détaillée : il s'agit ni plus ni moins que de regrouper au sein de la même dénomination, les sables (et grès) rencontrés à la base des formations molassiques et marquant une étape significative dans la foration pétrolière en direction de couches profondes de quelques milliers de mètres encore.

Ce n'est cependant que dans la deuxième moitié des années 1960 que les aquifères sous-molassiques font l'objet de reconnaissances dédiées, dans le but de préciser l'opportunité de leur exploitation en tant que ressource en eaux souterraines. À partir de cette époque, de nombreux forages sont réalisés dans cette optique, tandis que d'anciens forages pétroliers sont transformés en piézomètres (Wuilleumier *et al.*, 2015) : l'exploitation des eaux souterraines présentes dans les SIM, mais aussi dans des formations carbonatées sous-jacentes (calcaires du

1. BRGM Nouvelle Aquitaine, Parc technologique Europarc, 24 avenue Léonard de Vinci, 33600 Pessac, France. Courriel : a.wuilleumier@brgm.fr
2. BRGM, 3, avenue Claude Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 02, France.
3. BRGM Occitanie, F-31520 Ramonville-Saint-Agne, France.

Danien et du Crétacé supérieur), commence. Elle concernera principalement l'eau potable mais aussi l'irrigation, la géothermie et le thermalisme (Wuilleumier *et al.*, 2017). Elle oscille depuis une vingtaine d'années entre 10 et 12 Mm³/an pour les SIM et atteint de 25 à 30 Mm³/an pour l'ensemble des aquifères profonds.

Deux autres évènements majeurs sont à relever dans l'histoire des fluides présents dans les formations sédimentaires du sud du Bassin aquitain : la mise en place des sites de stockage de gaz de Lussagnet (1957) et d'Izaute (1981) dans les sables de Lussagnet (sables intégrés aux SIM). Résultant de la nécessité de stocker l'excédent de gaz produit en été par le gisement de Lacq profond (découvert en 1951), pour le restituer en hiver, le programme de stockage a induit et induit encore l'exercice d'une pression sur les fluides présents au sein des formations sableuses, qu'il s'agisse du gaz ou de l'eau avec laquelle il est en contact. La quantification de cette pression exercée antérieurement à l'exploitation profonde des SIM, et surtout son impact sur les niveaux piézométriques, sont malheureusement très peu documentés, l'opérateur actuel des sites ne disposant pas des données probablement mesurées à l'époque.

Une approche interdisciplinaire pour préciser les causes de la baisse des niveaux piézométriques

L'absence d'information sur les niveaux d'eau avant l'exploitation de ces aquifères profonds contribue de façon prépondérante à laisser place à l'existence d'hypothèses diverses sur l'origine de la baisse des niveaux piézométriques (Fig. 2) observée depuis le début des années 1970 (en particulier Douez, 2007 ; Wuilleumier *et al.*, 2015). Cette baisse, induisant notamment le tarissement de certaines sources thermales au début des années 1990, a conduit les acteurs publics et privés à initier des études géologiques (Labat, 1998 ; Serrano, 2001), hydrogéochimiques (André, 2002) et hydrogéologiques (Seguin, 2003 ; Douez, 2007) qui ont permis de mieux comprendre les écoulements souterrains et les interactions potentielles entre les aquifères profonds. Cependant, en raison de l'extension de l'aquifère sablo-gréseux (un peu moins de 15 000 km²) et de la rareté des points d'accès (une centaine de forages exploités), des interrogations demeurent quant au bouclage du bilan hydrodynamique et à la géométrie des aquifères. L'ensemble de ces études, résultant notamment en la réalisation de deux modèles hydrodynamiques spatialisés distincts, a ainsi identifié des manques de connaissance ne permettant pas de faire converger les schémas conceptuels adoptés (Wuilleumier et Douez, 2016).

Forts de ce constat établi dès le début des années 2010, TEREGA, l'AEAG et le BRGM ont lancé en toute fin d'année 2013 un programme scientifique (GAIA) destiné à améliorer la connaissance de ces aquifères profonds, en faisant le choix de faire appel à plusieurs disciplines des sciences de la Terre. Construit et mis en œuvre par plusieurs acteurs « historiques » de la connaissance des aquifères profonds (Serrano, 2001 ; André, 2002 ; Seguin, 2003 ; Douez, 2007) auxquels sont venus s'adosser des intervenants nouveaux, ce programme scientifique a pu bénéficier de données et connaissances issues de l'exploitation pétrolière et à une échelle plus locale de l'opérateur des sites de stockage. Ces contributions se sont révélées majeures, notamment par exemple pour la compréhension de la dynamique de remplissage du bassin sédimentaire de la fin du Crétacé supérieur à l'Éocène, mais aussi de façon plus générale pour extraire les éléments de connaissance fondamentaux des références bibliographiques nombreuses et parfois contradictoires.

Le choix de conduire une approche pluridisciplinaire, somme toute assez classique, résulte néanmoins également des spécificités du domaine étudié. Il s'exprime à la fois sous la forme d'une formidable opportunité mais découle aussi de contraintes majeures. Une formidable opportunité car l'exploration pétrolière permet de disposer de plus de 6 000 km de profils sismiques mobilisables pour l'étude, d'un millier de forages (exploration/exploitation, Fig. 3) et de nombreuses datations biostratigraphiques permettant de disposer d'une connaissance géologique des aquifères profonds que les moyens habituellement à disposition pour la recherche d'eau ne permettent pas d'acquérir. Des contraintes majeures par ailleurs, car la rareté des points d'accès sub-mentionnée, qui plus est inégalement répartis (voir figure 3), confrontée à l'extension importante du système aquifère

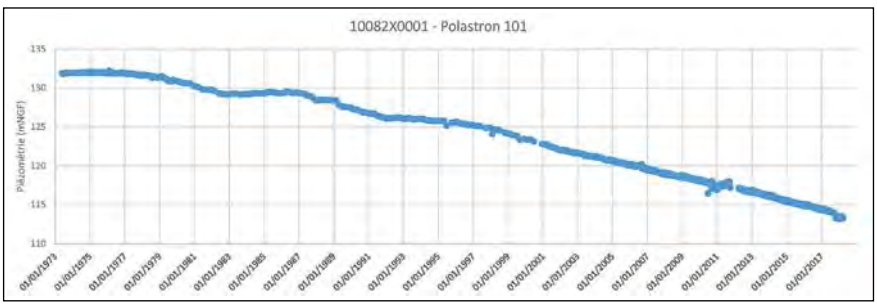


Figure 2. Piézométrie enregistrée au forage de Polastron 101. Source : figure originale pour cet article.

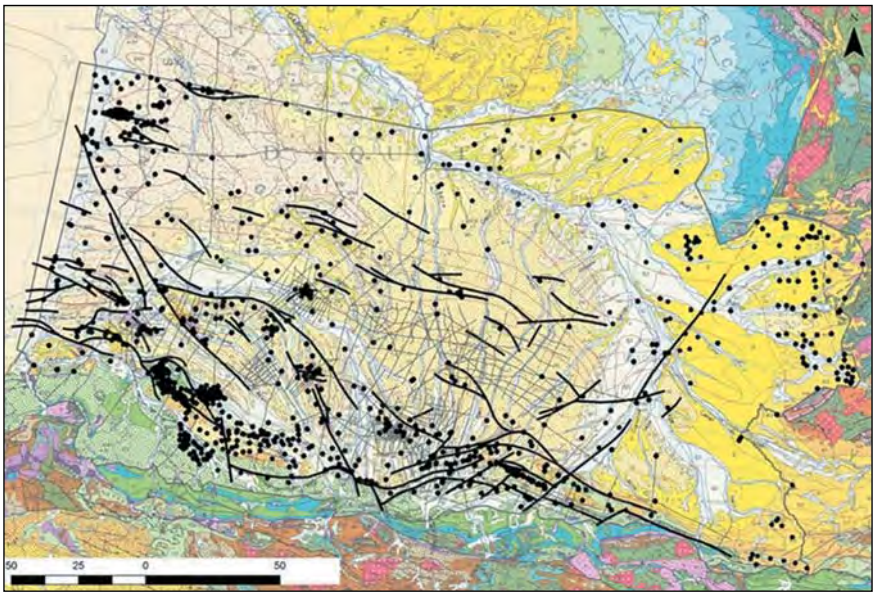


Figure 3. Forages profonds et profils sismiques recensés dans le cadre du programme GAIA. Source : Lasseur et al., 2017.

considéré, induit l'existence de zones blanches de toutes données nécessitant la mise en œuvre d'approches indirectes. Celles-ci reposent alors sur la constitution d'un « faisceau de présomptions » destiné à établir un schéma d'écoulement le plus robuste possible en croisant l'ensemble des informations apportées par les différentes composantes des sciences de la Terre.

Un exemple de la nécessité de conduire ce type d'approche peut être celui de l'estimation de la recharge[4] en limite amont de la zone d'extension des SIM, dans le secteur des Petites Pyrénées. L'existence d'une recharge est estimée en bibliographie (Guessab, 1970) mais seulement partiellement déduite de la piézométrie, qui en démontre l'existence passée mais non nécessairement actuelle compte tenu du contexte hydrodynamique captif de la zone étudiée (absence de fluctuations saisonnières dans les plus proches piézomètres rencontrés à une vingtaine km vers l'aval). Les SIM n'affleurant pas, leur recharge dans ce secteur ne peut être déduite d'un bilan hydroclimatique classique. Il s'agit dès lors et avant tout d'identifier les processus susceptibles de se produire (alimentation latérale, drainage vertical ascendant, descendant ?) en cernant les voies de circulation potentielles pour cette recharge. Ceci a été effectué en alliant une caractérisation de la perméabilité des différents faciès affleurants dans des sondages superficiels, puis en « imageant » la connexion latérale ou verticale entre ces différents faciès et les sables infra-molassiques à l'aide de profils sismiques. Sans pour autant quantifier la recharge, cette approche a permis d'identifier un cheminement plausible.

Des investigations pluri-thématiques destinées à alimenter un modèle numérique spatialisé

De façon plus générale, le programme scientifique GAIA se décompose en activités thématiques ou inter-thématiques dont la consolidation est attendue au travers d'un modèle hydrogéologique numérique destiné à servir de base à la constitution d'un outil d'aide à la gestion opérationnelle des nappes nord-pyrénéennes.

Initié dès le démarrage du programme, le volet géologique repose sur la réinterprétation et la synthèse d'une base de données exceptionnelle constituée en particulier par des profils sismiques, des logs stratigraphiques et diagraphiques établis en forages, ainsi que des datations bio-stratigraphiques issus de l'exploration pétrolière. Ces données ont été traitées et assemblées afin d'établir dans un premier temps des transects diagraphiques nombreux, en préalable à leur intégration au sein d'un modeleur géologique. Ce travail, en cours de finalisation, a d'ores et déjà permis d'actualiser la connaissance de l'évolution du bassin d'Aquitaine du Crétacé supérieur à l'Éocène supérieur, allant jusqu'à une première restitution des géométries et de la dynamique sédimentaire au cours des grandes étapes de l'évolution du bassin (Lasseur *et al.*, 2017 ; Ortega *et al.*, 2017).



Figure 4. Prélèvements d'eau à différentes profondeurs au forage de Labruguière. Source : Gal et al., 2018b.

4. On privilégiera ici la définition proposée par « eaufrance » (http://www.glossaire-eau.fr/concept/recharge), sous réserve d'y adosser une unité de temps voire une surface, c'est-à-dire de considérer un débit ou un flux et non un volume, à celle proposée par Castany et Margat (1977), cette dernière traduisant la résultante d'un état d'équilibre entre flux entrants et sortants durant une période de temps limitée.

Dans le domaine de l'hydrogéochimie, les analyses en laboratoire d'échantillons solides et liquides prélevés sur des sources, ou à différentes profondeurs dans des forages (Gal *et al*., 2018a, Fig. 4), contribuent à contraindre l'écoulement des eaux souterraines de la zone d'étude. Mais au-delà de cette connaissance, les investigations conduites au travers d'un protocole détaillé ont permis d'établir qu'un échantillon d'eau extrait d'un forage non sollicité par un pompage et non exploité depuis plus d'une décennie était susceptible dans certaines conditions de restituer la composition chimique de l'eau contenue dans l'aquifère (Gal *et al*., 2018b). Cette démonstration a constitué un point fondamental du volet « hydrogéochimie », dans la mesure où il a autorisé la poursuite des investigations sur les anciens forages pétroliers convertis en piézomètres, rares fenêtres d'observation des eaux souterraines mais dont les propriétés ne permettent pas la mise en œuvre d'un protocole classique de prélèvement d'échantillon d'eau.

En parallèle, l'existence de fluctuations saisonnières importantes des teneurs en sulfates dans les eaux des SIM du secteur de Nogaro (Gers), anti-corrélées aux variations piézométriques induites par les stockages de gaz, ont conduit à mener une approche couplée hydrodynamique - hydrogéochimie (André et Manceau, 2019). Le phénomène est connu depuis longtemps (voir notamment André, 2002) mais la modélisation couplée a permis de préciser les conditions dans lesquelles l'hypothèse d'un apport d'eau en provenance de la base des formations molassiques pouvait s'avérer valide. Compte tenu de la surface d'échange entre les molasses et les SIM (soit la quasi-totalité de l'extension des SIM), cette analyse revêt un caractère essentiel pour l'établissement d'un bilan hydrodynamique de l'aquifère sablo-gréseux.

Enfin, les outils isotopiques (^{14}C, ^{36}Cl) ont également été employés afin d'évaluer l'âge apparent des eaux souterraines : la mise en œuvre d'une nouvelle méthode d'échantillonnage conduit à identifier des eaux généralement plus anciennes que celles précédemment estimées (André *et al*., 2018). Elles montrent à l'inverse, par comparaison avec les données antérieures, l'existence d'un rajeunissement local de l'âge des eaux souterraines au voisinage de certaines structures anticlinales. Or, il est observé une disparition de l'artésianisme dans ces secteurs, voire le tarissement de certaines sources. Il est dès lors tentant de combiner ces constats pour en déduire l'existence d'une modification du fonctionnement hydrodynamique de ces zones : antérieurement exutoires des eaux souterraines issues des aquifères profonds du sud du Bassin aquitain, elles paraissent désormais devoir jouer le rôle de zones de recharge de ces derniers. La disparition de l'artésianisme des forages de Fontaine Chaude (Lavardens, Gers) au début des années 1990 suivi de l'effondrement survenu début janvier 2018 au droit du ruisseau de la Coulègne induisant une recharge massive des calcaires crétacés par le cours d'eau témoigne par exemple de cette évolution.

Dans le domaine de l'hydrogéologie, une part de l'activité a été consacrée aux nécessités inhérentes à ce type d'étude : établissement de bases de données des prélèvements en eaux souterraines et des chroniques piézométriques disponibles pour le calage du futur modèle, recensement des pompages d'essais effectués et des interprétations qui en ont découlé (paramètres hydrodynamiques), cartographies piézométriques... Compte tenu des profondeurs atteintes par les aquifères étudiés, l'effet de la température sur la perméabilité[5] et la piézométrie mesurée sur des colonnes d'eau pouvant dépasser un kilomètre a dû être pris en compte. Par ailleurs, une étude préparatoire à la modélisation a été conduite (Manceau *et al*., 2017) afin de préciser les conditions sous lesquelles les principaux phénomènes hydrodynamiques pouvaient être restitués en régime transitoire dans le logiciel de modélisation : conditions libres et captives des nappes, effets thermiques, représentation des bulles de gaz permettant de restituer la pression exercée sur les eaux souterraines, échanges localisés entre nappes et rivières.

En parallèle, des études hydrogéologiques complémentaires ont été axées autour de différentes thématiques : compréhension des processus de recharge et d'exhaure de l'aquifère sablo-gréseux, évaluation des propriétés hydrodynamiques des aquifères, recherche d'interactions potentielles avec les gisements d'hydrocarbures (songeons que la baisse de pression dans le gisement de Lacq profond a atteint 600 bars en fin d'exploitation, soit l'équivalent de 6 km d'eau douce !). De façon synthétique, les débits sortants ont été appréhendés au travers de différentes approches, dont l'étude de structures anticlinales au droit desquelles les formations éocènes, voire secondaires, affleurent (Dax, Roquefort-Créon) et la recherche de débits sortants off-shore (Wuilleumier, 2018). La structure anticlinale d'Audignon a quant à elle été étudiée dans un cadre spécifique (Cabaret *et al*., 2018).

Les paramètres hydrodynamiques ont été appréhendés au travers d'une ré-interprétation de pompages d'essais utilisant la méthode des dérivées (Bourdet *et al*., 1983, 1989) et par l'analyse de la propagation du signal de pression issu des deux sites de stockage de gaz (Seguin, 2017, Fig. 5) : ces deux approches complémentaires ont permis de restituer des ordres de grandeur portant sur des extensions géographiques distinctes, à savoir géné-

5. Celle des hydrogéologues, qu'il pourrait donc être plus correct d'appeler conductivité hydraulique.

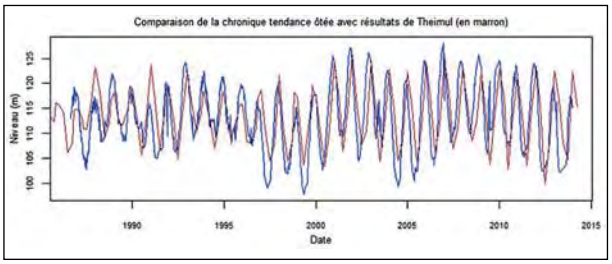


Figure 5. Analyse de la propagation du signal de pression : données observées (en bleu) et simulées (en marron) au forage de Pécorade 101. Source : Seguin, 2017.

ralement kilométriques pour les pompages d'essais et de quelques dizaines de kilomètres pour l'analyse du signal.

Perspectives

Le projet GAIA comporte d'autres aspects qui n'ont pas été évoqués ici, telle que l'étude des formations molassiques conduite en partenariat avec l'ENSEGID de Bordeaux. D'autres volets demeurent aussi encore à conduire, tels que la construction et le calage du modèle hydrodynamique. Ils viendront alimenter la connaissance des aquifères du sud du Bassin aquitain. Le modèle permettra aussi de structurer l'ensemble des briques de connaissance au sein d'un outil reposant sur les lois de l'hydrodynamique, s'assurant de leur cohérence dans les limites des possibilités apportées par l'outil.

De façon générale, il paraît nécessaire d'insister sur l'intérêt des approches pluri-disciplinaires pour aborder la connaissance de systèmes aquifères complexes dont les conditions d'accès limitent considérablement les données disponibles. C'est bien la confrontation (au sens du dialogue scientifique) des apports des différents domaines des sciences de la Terre qui font la force et la robustesse des études hydrogéologiques d'ampleur que l'on peut conduire aujourd'hui et à l'avenir.

Enfin, pour paraphraser un auteur des sciences sociales (Clot Y., 2006), on pourrait dire que l'amélioration de la connaissance d'un système aquifère ne s'arrêtera jamais, tant que la dernière investigation n'aura pas été conduite et la dernière étude réalisée. Il parait donc essentiel de s'attacher à restituer les briques de connaissance que nous sommes en mesure d'apporter sur un territoire donné afin, en particulier, que les générations futures d'hydrogéologues, géologues et hydrogéochimistes, qui ne manqueront sans doute pas de critiquer – au sens scientifique du terme – et de remettre en cause nos conclusions, puissent s'appuyer sur des données fiables et précises qui leur permettront de conduire un travail accompli. Il n'y aurait rien de pire que de constater dans dix ou vingt ans l'incapacité des hydrogéologues de demain à réviser ou simplement compléter les conclusions d'un tel programme, faute pour eux de pouvoir disposer de l'ensemble des données acquises et/ou recensées.

Bibliographie

- André L., 2002. Contribution de la géochimie à la connaissance des écoulements profonds - Application à l'aquifère des sables Infra-Molassiques du Bassin Aquitain. Thèse de doctorat, Université Michel de Montaigne - Bordeaux 3.
- André L., Michelot J.-L., Deschamps P., Decouchon E. et Wuilleumier A., 2018. Revision of radiocarbon ages in groundwater from the Eocene aquifer in the Aquitaine basin (France). EGU - European Geosciences Union General Assembly 2018, Apr 2018, Vienne, Austria. ?hal-01707123?
- André L. et Manceau J.-C., 2019 (à paraître). Projet GAIA. Modélisation couplée des variations de teneurs en sulfates dans le secteur de Nogaro (Gers). Rapport BRGM.
- Bourdet D., Ayoub J-A., Pirard Y-M., 1983. A new set of type curves simplifies well test analysis. World Oil. 1983. Vol. 196. p. 95-106.
- Bourdet D., Ayouba A. et Pirard Y.-M., 1989. Use of Pressure Derivative in Well-Test Interpretation. Society of Petroleum Engineers Formation Evaluation. 1989. Vol. 4. p. 293-302.
- Cabaret O., Husson É. et Jacob T., 2018. Hydrogeology of the anticline structure of Audignon (Landes, SW of France) – Karst behaviour and integration into regional flows in the southern Aquitaine Basin. EuroKarst 2018, Besançon.
- Castany G. et Margat J., 1977. Dictionnaire français d'hydrogéologie. Édition du BRGM.
- Clot Y., 2006. Clinique du travail et clinique de l'activité. Nouvelle Revue de psycho-sociologie, p. 165-177.
- Douez O., 2007. Réponse d'un système aquifère multicouche aux variations paléoclimatiques et aux sollicitations anthropiques - Approche par modélisation couplée hydrodynamique, thermique et géochimique. Hydrologie. Thèse de doctorat, Université Michel de Montaigne - Bordeaux 3. tel-00198733v2.
- Gal F., Barriere J., Bentivegna G., Djemil M., André L. et Wuilleumier A., 2018a. New investigations in former hydrocarbon exploration wells in the Aquitaine Basin, France: how to get reliable data? A case study. EGU - European Geosciences Union General Assembly 2018, Apr 2018, Vienne, Austria hal-01699418.
- Gal F., André L. et Wuilleumier A., 2018b. Water sampling in low productive boreholes: how to ensure of the representativeness of sampling? EGU - European Geosciences Union General Assembly 2018, Apr 2018, Vienne, Austria. hal-01699414.
- Guessab D., 1970. Alimentation des Aquifères Eocène et Crétacé supérieur par les affleurements des Petites Pyrénées. Bordeaux 3, Bordeaux.
- Labat N., 1998. Rôle de particularités sédimentaires et structurales sur le comportement de l'aquifère des sables sous-molassiques soumis aux fluctuations induites par des stockages souterrains de gaz : application à l'étude de leur influence sur l'hydrodynamisme des émergences locales. Thèse de doc-

torat, Université Michel de Montaigne - Bordeaux 3.

- Lasseur E., Ortega C., Issautier B., Briais J., Thinon I., Vernhet Y., Badinier G., Serrano O., Guillocheau F., Wuilleumier A. et Malet D., 2017. Upper Cretaceous Paleogene sedimentary record of the Pyrenean retroforeland (Aquitain basin). Deformations and sediment dynamics. International Meeting of Sedimentology 2017, Oct 2017, Toulouse, France.
- Manceau J.-C., Thiéry D., Seguin J.-J. et Wuilleumier A., 2017. Projet GAIA – Travaux préliminaires à la modélisation hydrogéologique : prise en compte des effets diphasiques et thermiques. Rapport BRGM/RP- 67307-FR.
- Ortega C., Lasseur E., Guillocheau F. et Serrano O., 2017. Evolution of sedimentary architecture in retro-foreland basin: Aquitaine basin example from Paleocene to lower Eocene. EGU - European Geosciences Union General Assembly 2017, Apr 2017, Vienne, Austria. hal-01478276.
- Seguin J.-J., 2003. Outil de gestion des aquifères du Sud du Bassin Adour-Garonne - Année 4. Calage du modèle hydrodynamique en régime transitoire - BRGM/RP-52041-FR.
- Seguin J.-J., avec la collaboration de Wuilleumier A., 2017. Projet GAIA – Année 3 – Exploitation des cycles d'injections et de soutirages de gaz aux sites de Lussagnet et Izaute pour déterminer les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère des Sables infra-molassiques. Rapport BRGM/RP-67369-FR.
- Serrano O., 2001. Le Crétacé Supérieur - Paléogène du Bassin Compressif Nord-Pyrénéen (Bassin de l'Adour). Sédimentologie, Stratigraphie, Géodynamique. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1. tel-00675829.
- Serrano O., Hanot F., Delmas J., Vially R., Herbin J.-P., Houel P. et Tourlière B., 2006. Le Bassin d'Aquitaine : valorisation des données sismiques, cartographie structurale et potentiel pétrolier, Ed. BRGM, 245 p.
- Wuilleumier A., André L., Cabaret O., Abou Akar A., Bardeau M., Mazurier C. et Sasseville P.-L., 2015. Projet GAIA – année 1. Collecte des données hydrogéologiques et hydrogéochimiques. Rapport BRGM/RP-64850-FR.
- Wuilleumier A. et Douez O., 2016. Projet GAIA. Inter-comparaison des modèles hydrodynamiques existants. Rapport final. BRGM/RP-65498-FR.
- Wuilleumier A., Cabaret O., Saltel M., avec la collaboration de Brossard S. et Thicoipé P., 2017. Projet GAIA – année 3. Avancement du volet hydrogéologique. Rapport final. BRGM/RP-66849-FR.
- Wuilleumier A., 2018. Evaluating offshore groundwater outflows: the weight of the salinity. A case study in the South Aquitaine basin (France). EGU - European Geosciences Union General Assembly 2018, Apr 2018, Vienne, Austria. hal-01693670.