

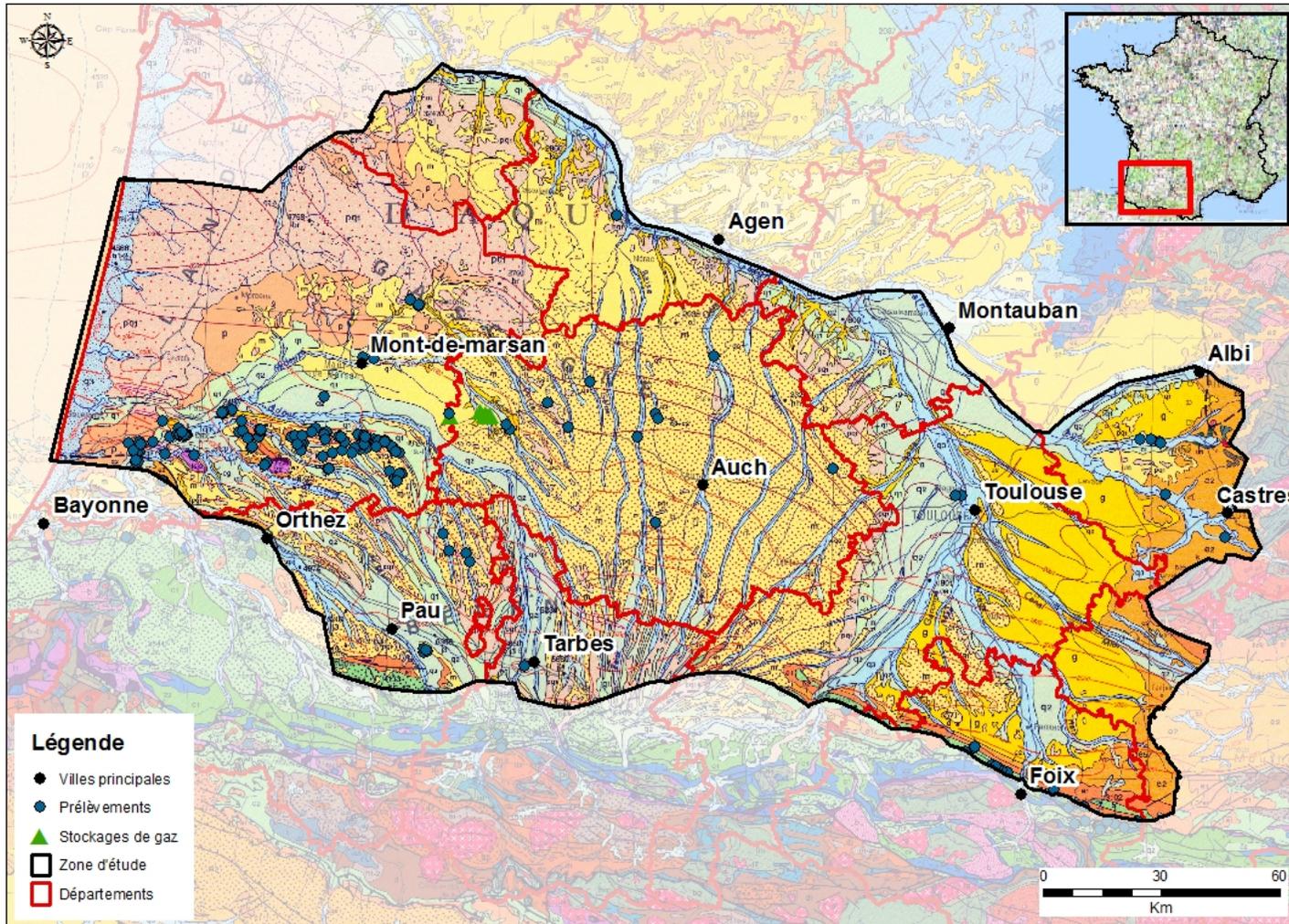


GAIA, UN PROGRAMME
SCIENTIFIQUE DÉDIÉ À LA
CONNAISSANCE DES
AQUIFÈRES PROFONDS
DU SUD
DU BASSIN AQUITAIN
(VERSION FRANÇAISE)

Arnaud Willeumier, Nicolas Pedron, David Malet

Contexte hydrogéologique

Les aquifères « profonds » (Eocène à Crétacé supérieur) du Sud du Bassin aquitain sont exploités pour de multiples usages : eau potable, thermalisme, géothermie, irrigation et stockage de gaz



Emprise :
32 000 km²

*Profondeurs
d'accès : 0-3000m*

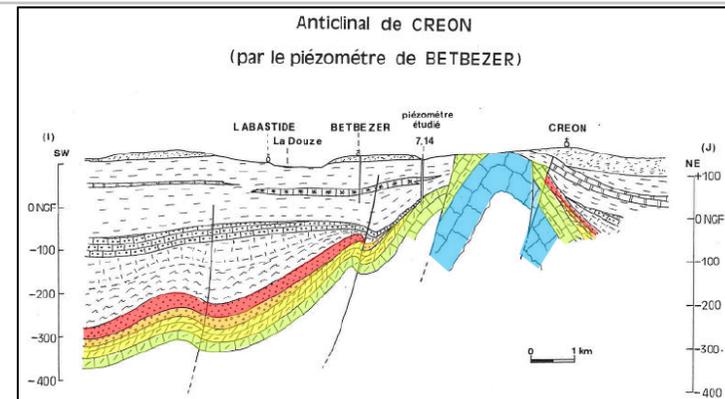
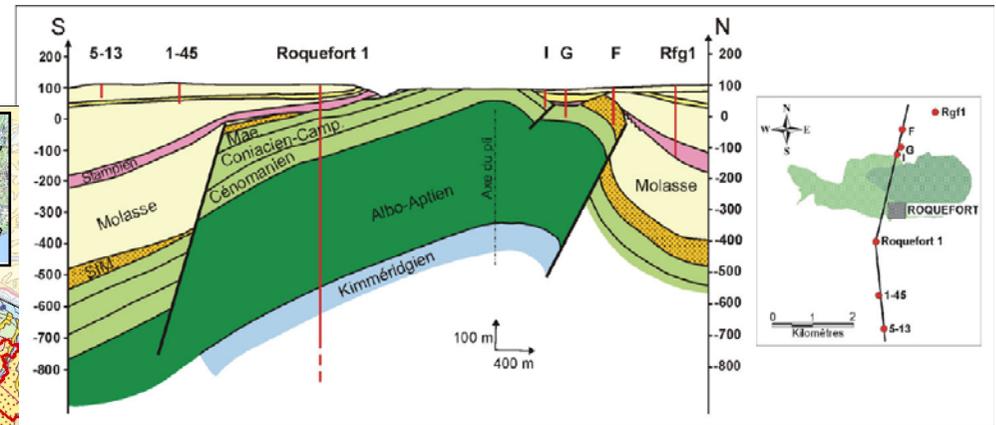
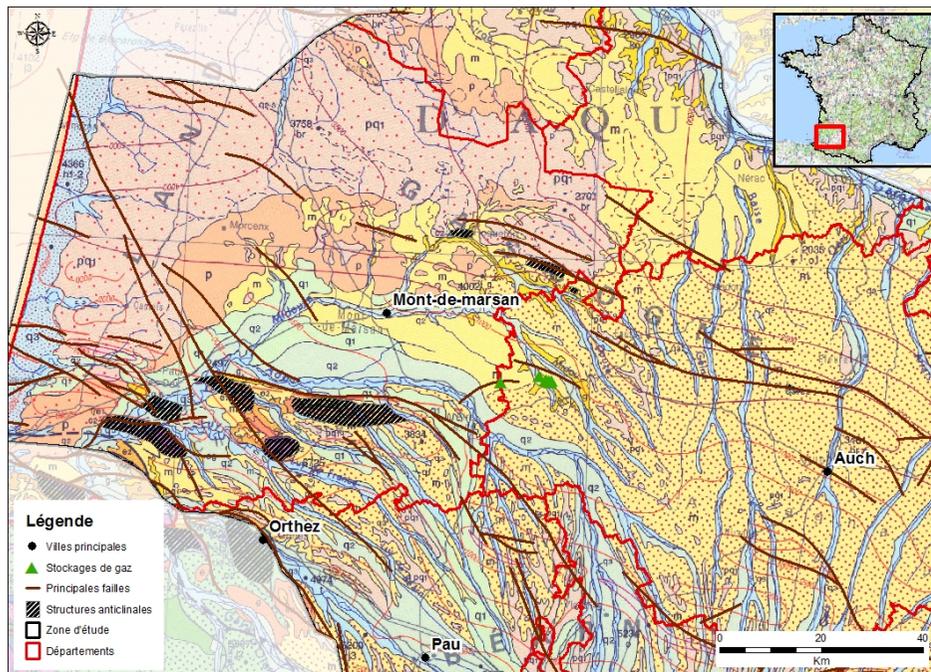
*Un peu moins de
200 forages
d'exploitation pour
un volume prélevé
cumulé de
25 à 30 Mm³/an*

*Distribution
géographique
hétérogène*

Un système aquifère complexe

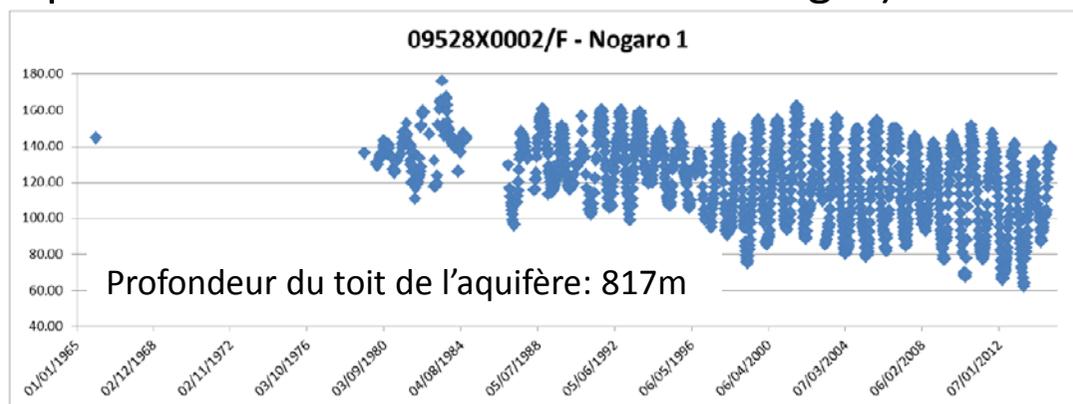
Particularité de la zone : nombreuses manifestations d'une déformation des couches par compression orientée globalement Sud-Nord, incluant des failles inverses et des plis (anticlinaux et synclinaux), accompagnés localement de remontée de sels datant du Trias (diapirisme)

Les aquifères profonds confinés sont connectés entre eux localement au droit des structures anticlinales et, pour deux d'entre eux, à une échelle régionale (Sables Infra-Molassique – SIM – et Paléocène) (Douez, 2007)



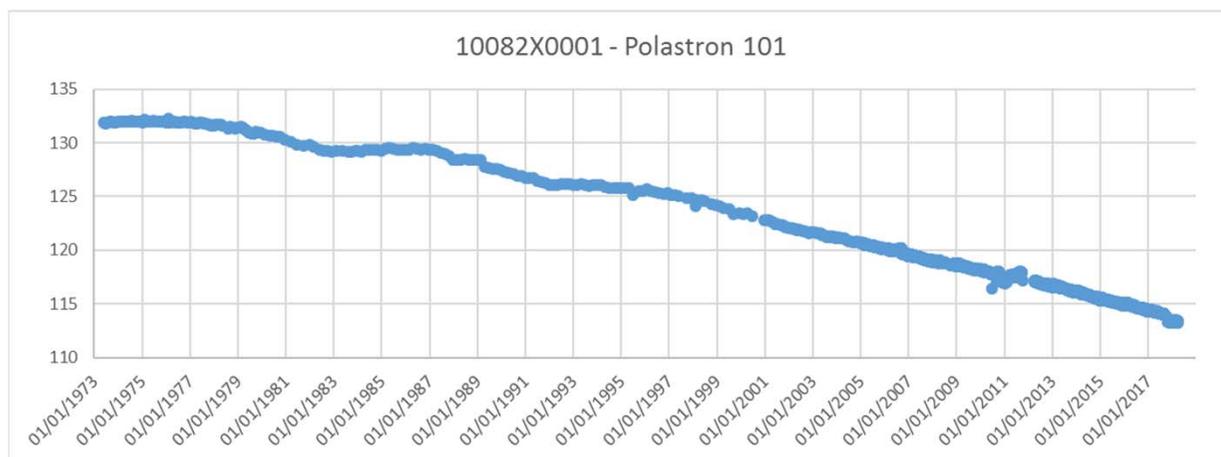
Le principal aquifère: les SIM

Les **Sables Infra-Molassiques** (extension de l'ordre de 15 000 km²) constituent l'aquifère le plus sollicité (12 Mm³/an). Ils sont le siège de stockages de gaz qui influencent fortement le niveau piézométrique (sur une distance allant jusqu'à plusieurs dizaines de km des stockages)



Fluctuations annuelles du niveau piézométrique : presque 80m

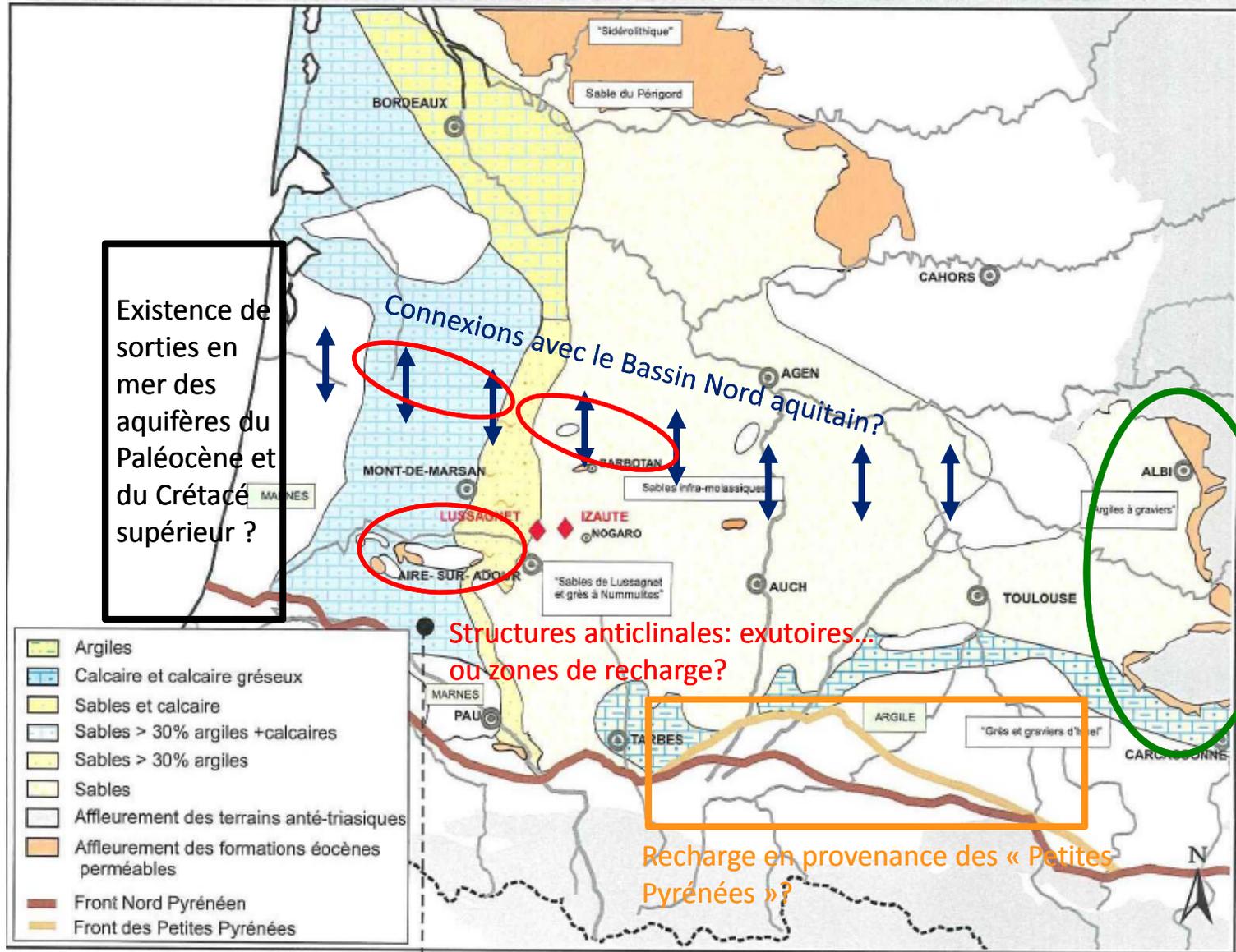
Une **baisse du niveau piézométrique** est enregistrée presque depuis le début des suivis (fin des années 1960), induisant une perte d'artésianisme dans certains secteurs et le tarissement de sources thermales



=> l'Agence de l'Eau a exprimé le besoin d'un outil de gestion des eaux souterraines et TREGA son intérêt pour une amélioration de la connaissance

Les principales questions scientifiques du programme

=> Géométrie et bilan en eau des aquifères profonds



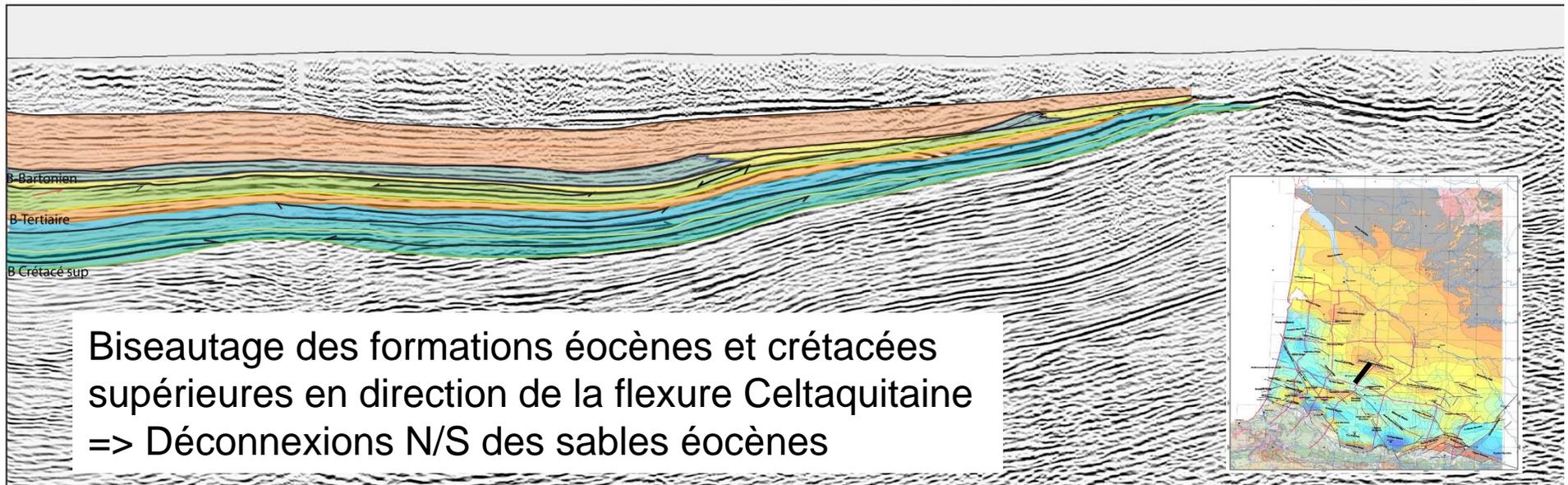
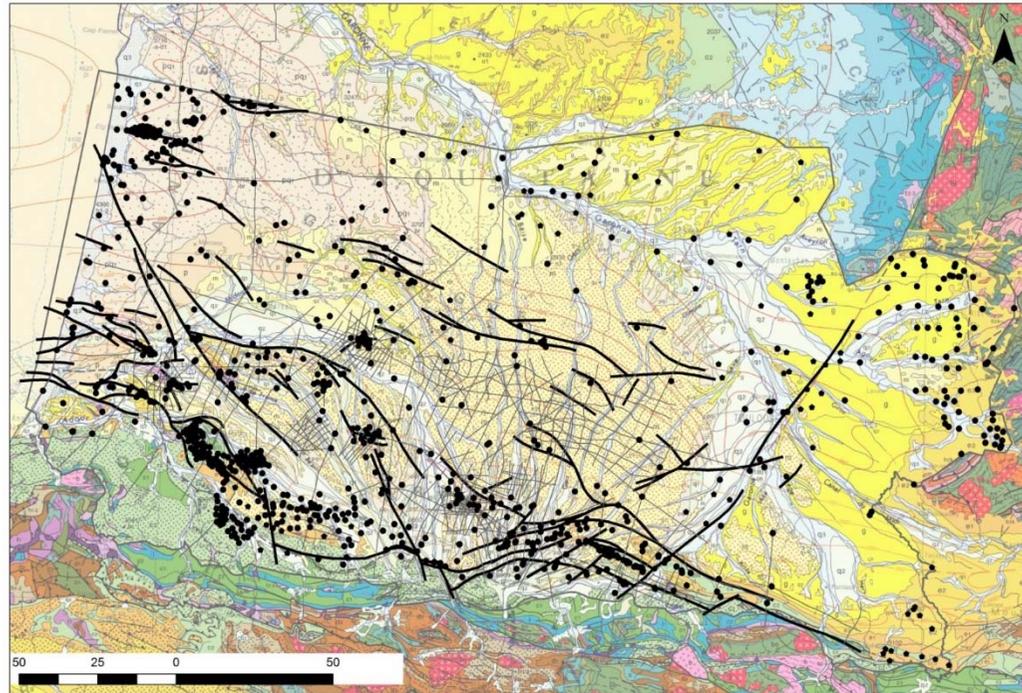
Carte issue de Elf Gaz de France et Aquila Conseil, 2001

Des données géologiques pour établir une géométrie

Base de données géologiques

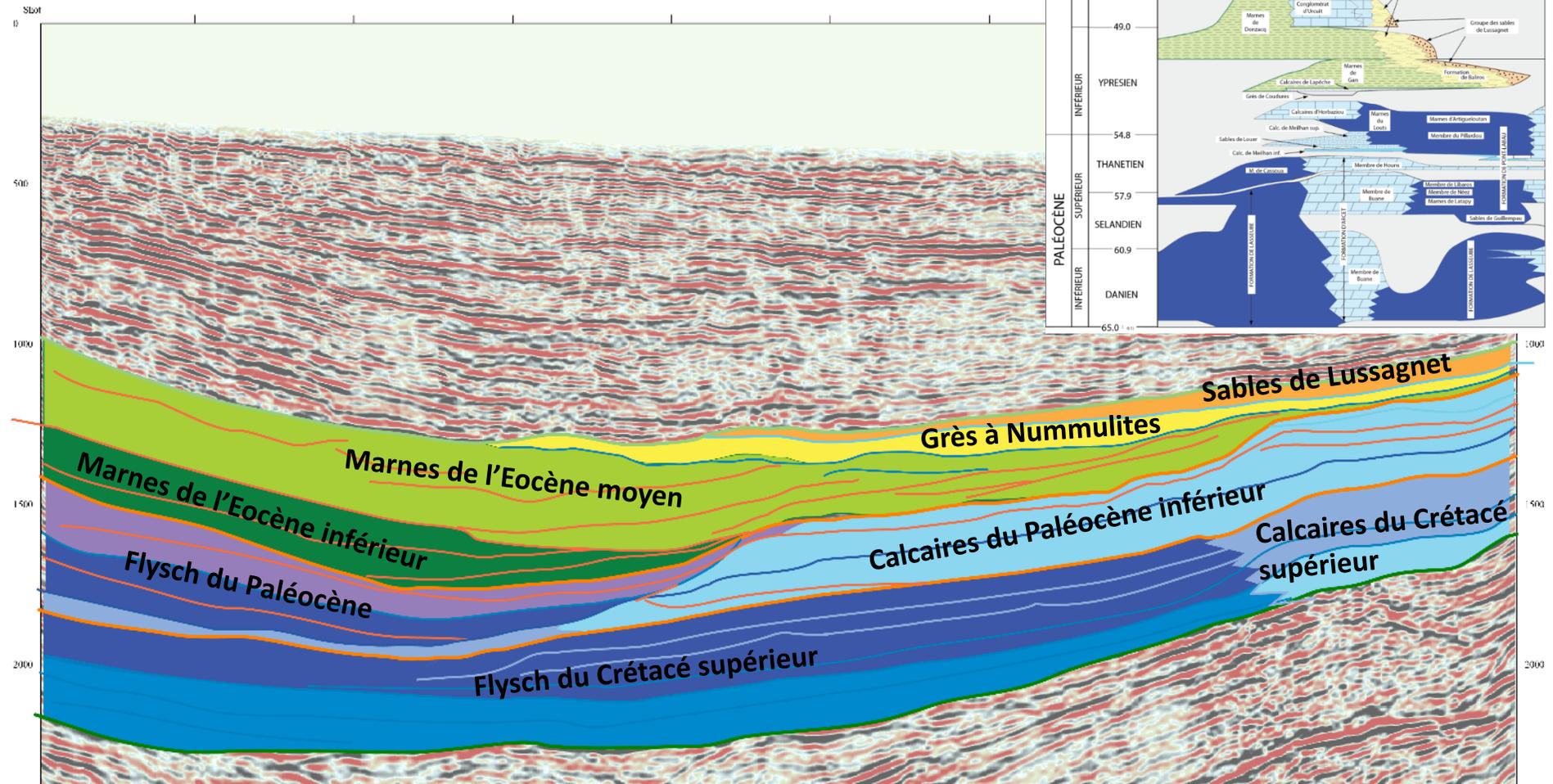
- 1050 forages profonds ré-interprétés
- Plus de 1300 forages
- Plus de 6000 km de lignes sismiques

(Lasseur et al, 2017)



Vers un modèle géologique 3D

Sur la base de coupes transversales et l'établissement de schémas litho-stratigraphiques de référence, élaboration d'une représentation simplifiée du système aquifère multicouches



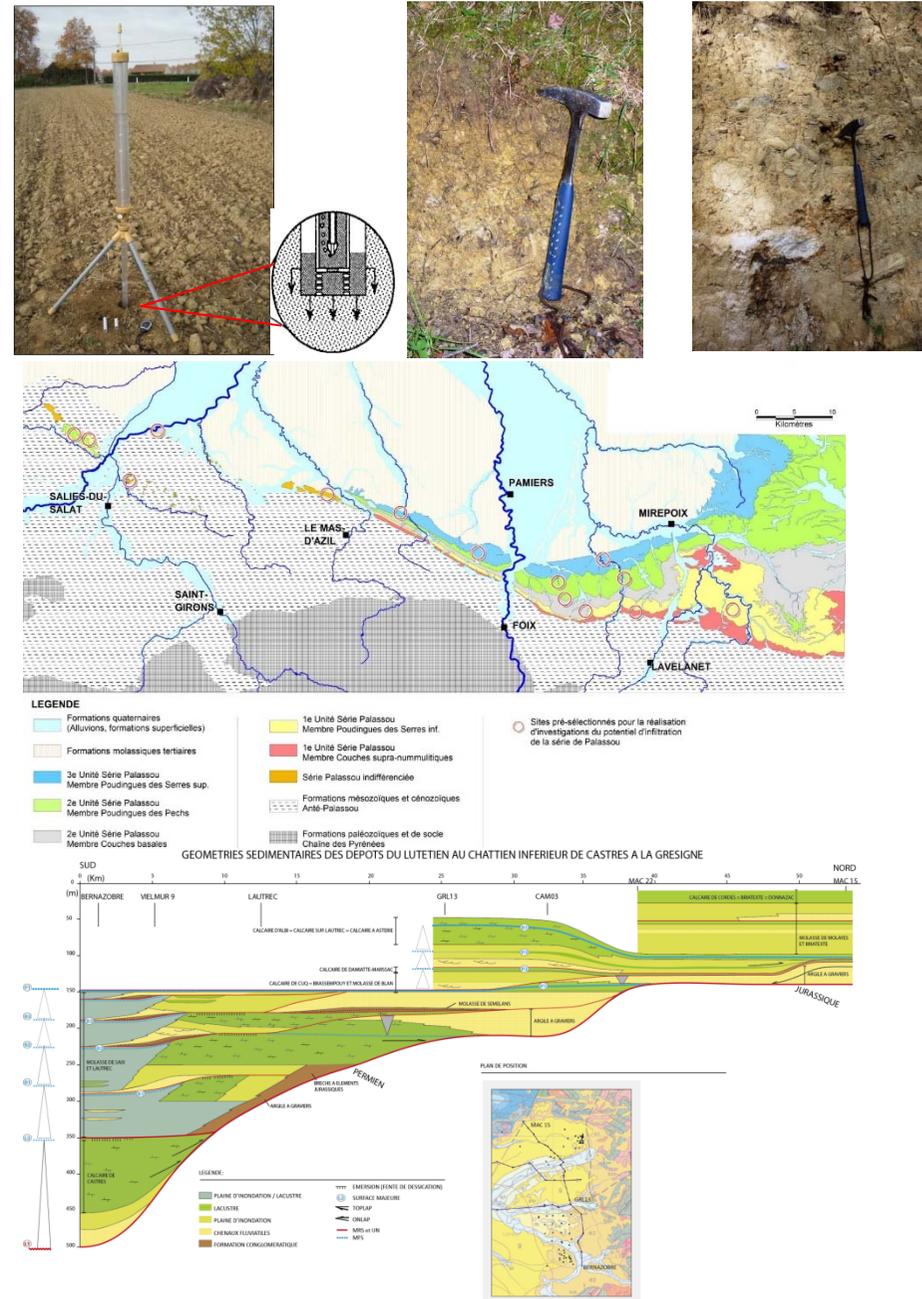
Investigations hydrogéologiques - Recharge

La recharge ne se fait pas directement dans les SIM mais est transférée via des formations relais : les argiles à graviers et les poudingues de Palassou, deux formations **fortement hétérogènes**

Des tests de perméabilité ont été réalisés sur le terrain, aboutissant à une gamme de perméabilité allant par exemple de $9 \cdot 10^{-5}$ à $2 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ pour les « argiles à graviers »

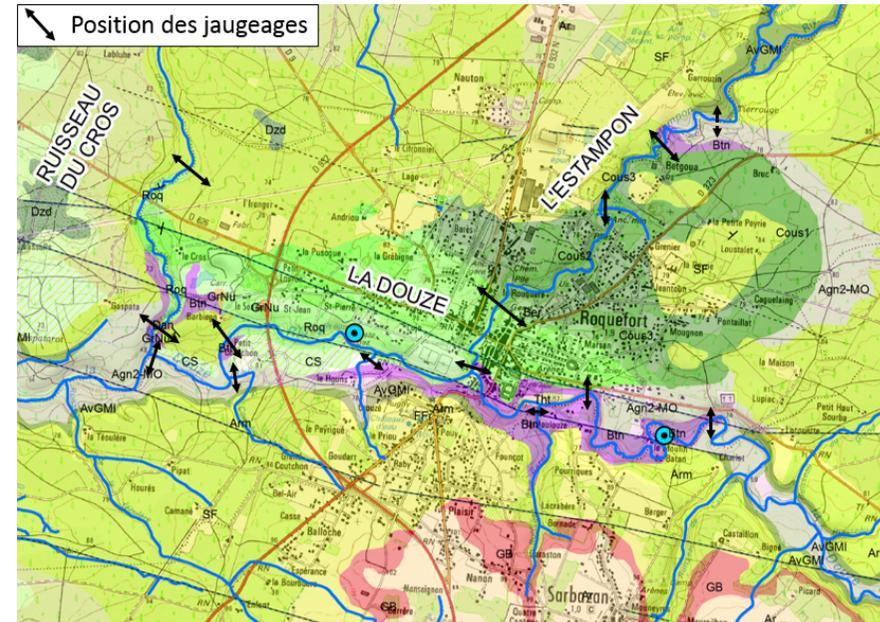
Des jaugages différentiels ont été réalisés pendant la période de basses eaux afin d'identifier une éventuelle recharge depuis des cours d'eau

Le cheminement de la recharge est déduit des coupes litho-stratigraphiques établies

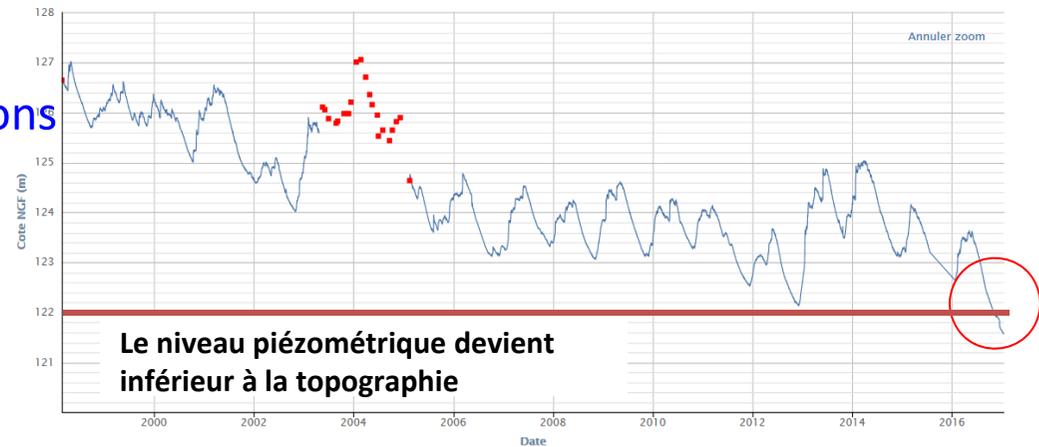


Investigations hydrogéologiques - Exutoires

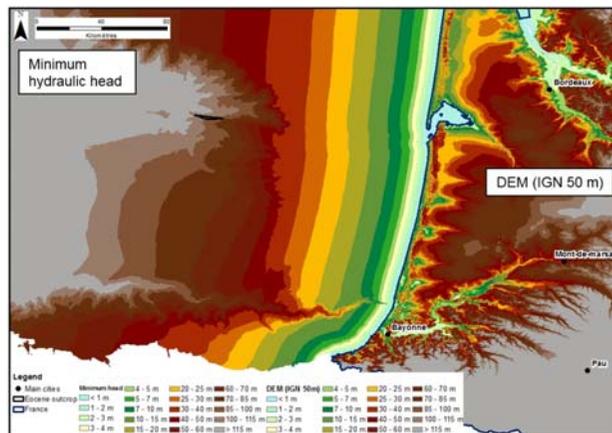
- Etude des structures anticlinales : campagnes piézométriques, analyses chimiques, jaugeages différentiels
- Modification du comportement hydrodynamique liée à la baisse de la piézométrie : inversion des écoulements (tarissement de sources, perte de cours d'eau vers la profondeur) ; rajeunissement et modification de la chimie des eaux souterraines
- Faibles probabilités d'émergences off-shore au vu de la géologie, des conditions de pression et d'observations effectuées par des plongeurs



Graphique du piézomètre
09546X0022/F - Le Masca



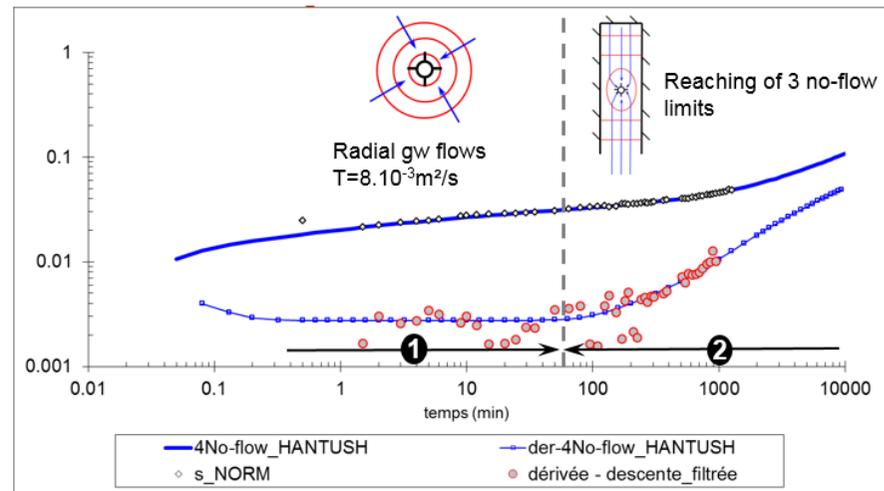
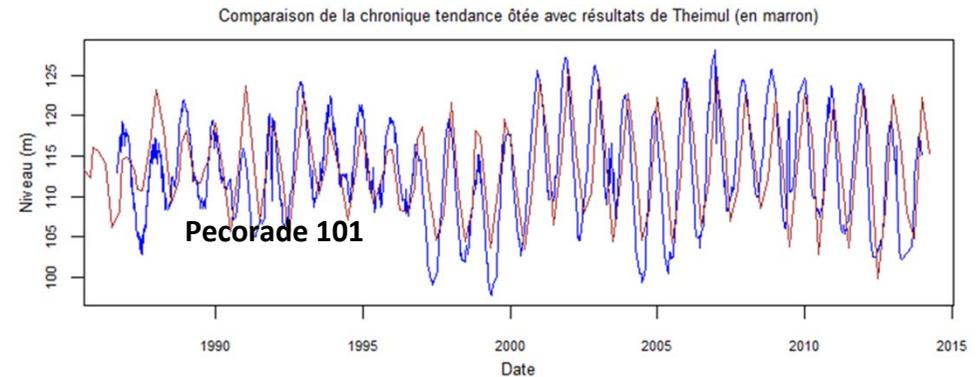
Le niveau piézométrique devient inférieur à la topographie



(Wuilleumier, presentation EGU n°2018-7622)

Investigations hydrogéologiques – propriétés hydrodynamiques

- Exploitation de la propagation au travers des SIM de l'onde de pression issue des sites de stockage de gaz pour en déduire un coefficient de stockage et une transmissivité moyenne sur de grandes distances (plusieurs dizaines de km)
- Ré-interprétation d'anciennes données de pompages d'essais en utilisant la méthode de la dérivée (Bourdet, 1983) pour établir un diagnostic de la circulation des eaux souterraines autour d'un forage en pompage => permet de déduire une transmissivité locale

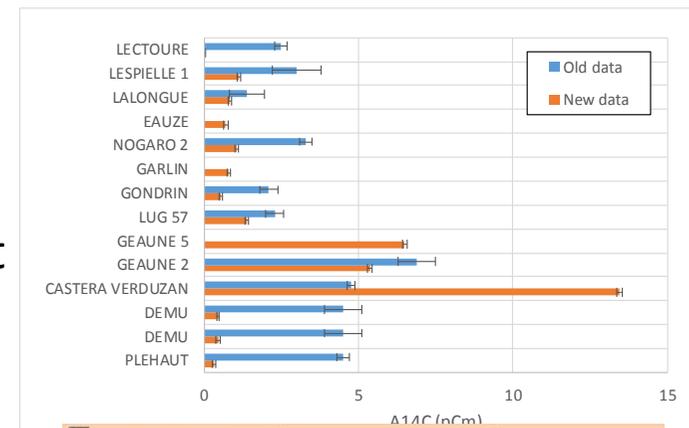


Datation des eaux souterraines

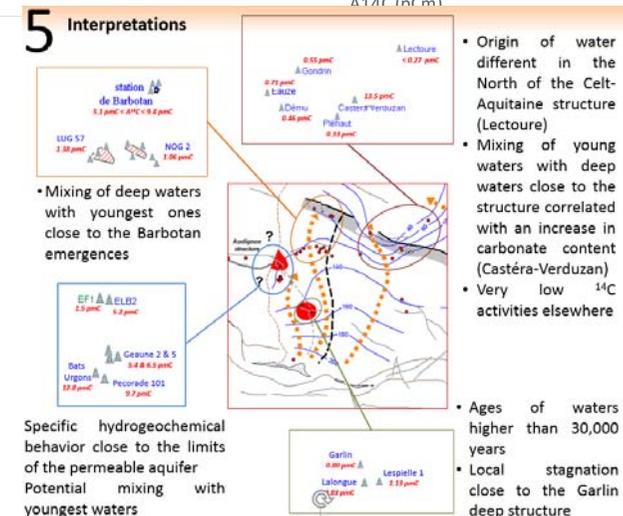
Des mesures de ^{14}C ont été effectuées sur 14 forages, utilisant une méthode d'échantillonnage permettant d'assurer une isolation parfaite de l'eau souterraine vis-à-vis de contaminations atmosphériques éventuelles



Les activités en ^{14}C sont presque toujours inférieures à celles déterminées au cours d'investigations antérieures ; elles correspondent à des eaux présentant un **âge moyen supérieur à 30 000 ans**



Au regard du faible nombre de données disponibles dans certains secteurs, la datation est très utile pour identifier des **lignes de courant** et contribuer à l'établissement d'un **modèle hydrogéologique conceptuel**

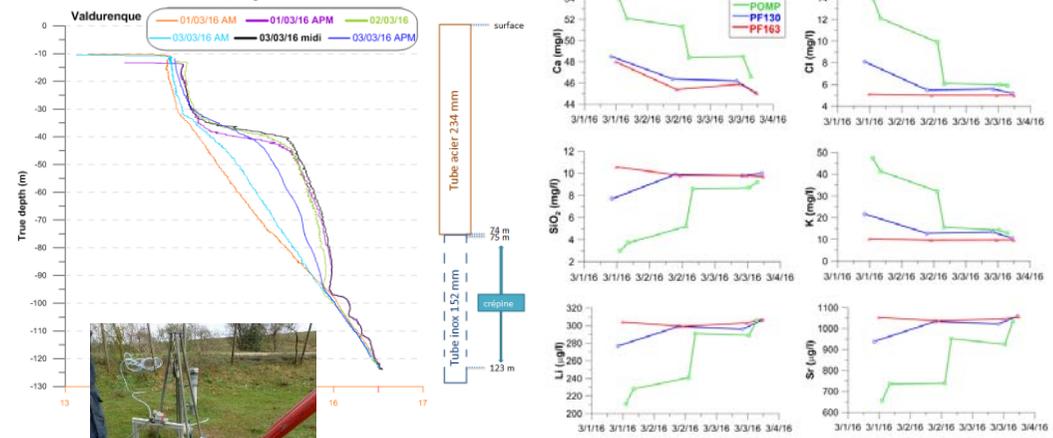


(André et al, presentation EGU n°EGU2018-7811)

Obtenir des données de chimie fiables dans des forages peu productifs

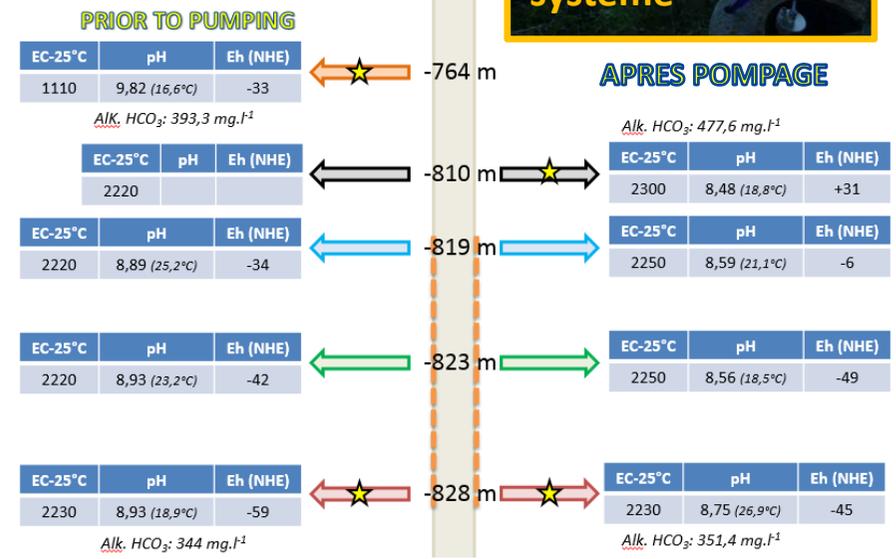
- ✓ Plusieurs piézomètres sont d'anciens forages pétroliers rebouchés jusqu'à un niveau choisi et dont les tubages ont été perforés sur une dizaine de mètres.
=> généralement de faibles productivités, fournissent-ils des données fiables?

(Gal et al, presentation EGU n°2018-7116 et 7172)



- ✓ Des investigations cycliques ont été conduites : **diagraphie, prélèvements à profondeurs sélectionnées, pompage léger, diagraphie,...**
=> un prélèvement effectué avant pompage, à la bonne profondeur, présente une chimie similaire à celle obtenue en surface, en pompant dans l'ouvrage

Example of Polastron



Conclusions

Comprendre le cheminement des eaux souterraines dans des aquifères profonds caractérisés par un faible nombre de points d'accès nécessite de **combiner les méthodes d'investigations**, en faisant appel aux différents domaines des Sciences de la Terre

Les investigations conduites renforcent notre compréhension et apportent des **contraintes objectives** pour calibrer le modèle hydrogéologique destiné, à terme, à simuler et approcher les conditions d'une exploitation durable

Le programme GAIA dans son intégralité comprend, en sus, d'autres investigations non mentionnées ici, dans le domaine de la géologie, de l'hydrogéologie et de l'hydrogéochimie

Toutes les investigations faites dans le cadre du projet GAIA sont restituées dans le cadre de **rapports techniques publics** disponibles en ligne (<http://infoterre.brgm.fr>)



MERCI POUR VOTRE
ATTENTION
