



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité



Geosciences pour une terre durable

brgm

# LES RESSOURCES EN EAUX SOUTERRAINES PROFONDES DU SUD DU BASSIN AQUITAIN

## Le projet GAIA

Douez O., Grataloup S. Lasseur E., André L. et Manceau J.-C.  
26/11/2021



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité

**eau**  
GRAND SUD-OUEST  
AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE



terēga

## Déroulé de la présentation du programme GAIA

Contexte de l'étude - Olivier Douez

Les apports en géologie - Eric Lasseur et Sandrine Grataloup

Les apports en hydrogéologie/Hydrogéochimie - Jean-Charles Manceau et Laurent André

**GAIA** : **G**éologie et **A**quifères du sud du bassin **A**quitain



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité



Géosciences pour une Terre durable

brgm

# LES RESSOURCES EN EAUX SOUTERRAINES PROFONDES DU SUD DU BASSIN AQUITAIN

## Le projet GAIA – Contexte

Douez O.  
26/11/2021

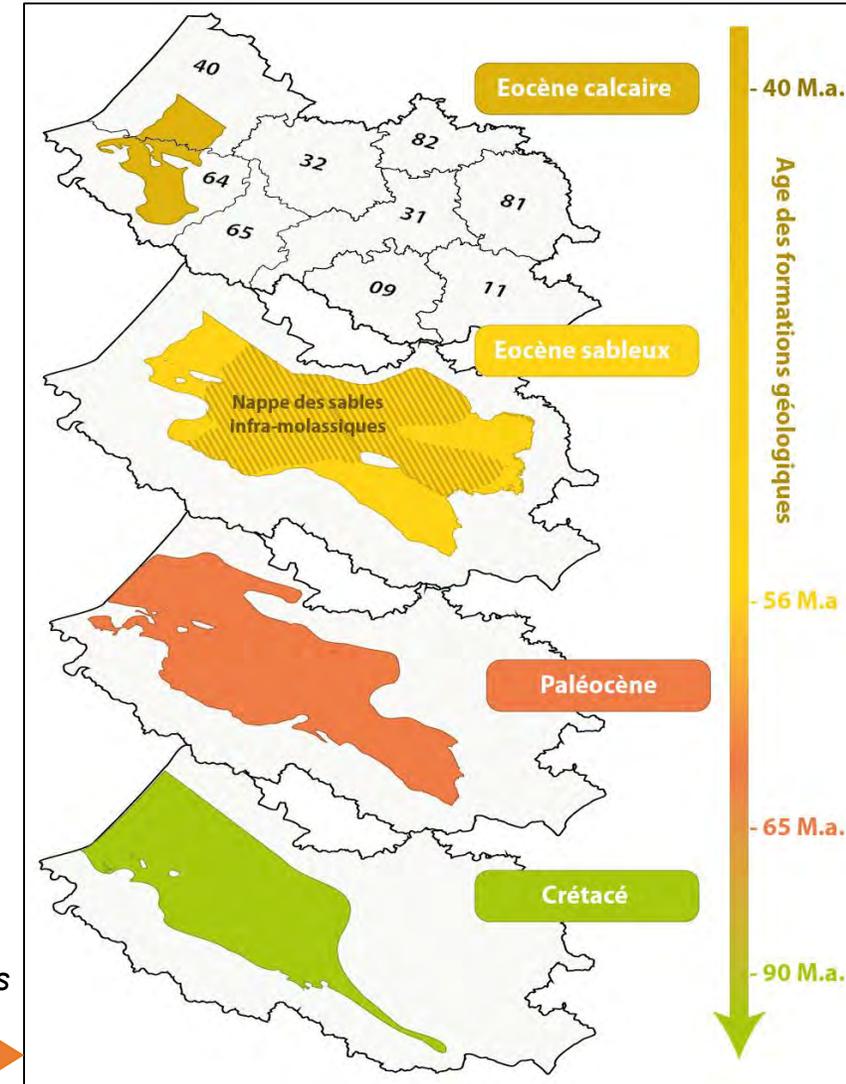
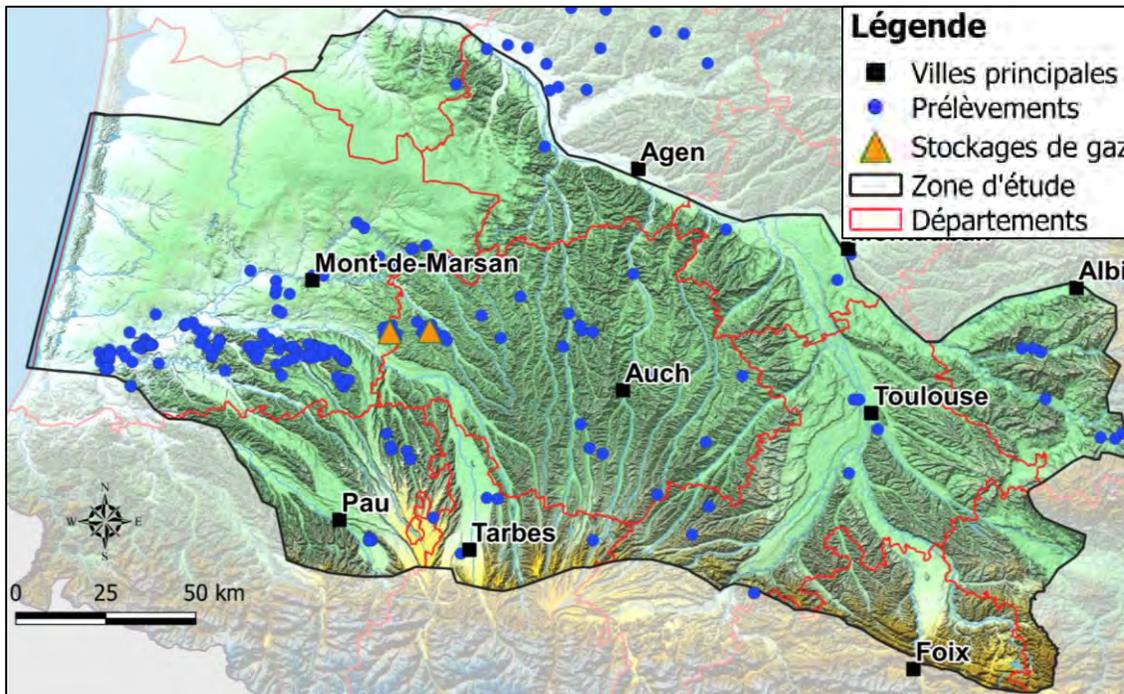


## Des aquifères profonds et des usages multiples de l'eau dans le sud du Bassin aquitain :

Différents **grands aquifères profonds** « empilés » : **Sables Infra-Molassiques** ou **SIM** (Eocène), **Paléocène** et **Crétacé supérieur**.  
Des aquifères plus ou moins séparés par des formations « imperméables à peu perméables » → **Système aquifère multicouche** ↓

Ces nappes « profondes » sont des ressources en eau stratégiques / différents usages : **eau potable, thermalisme, géothermie, irrigation et stockage de gaz**

- **Emprise** des ces aquifères ~ 30 000 km<sup>2</sup>
- **Profondeurs d'accès** : 0 - 3 000 m
- **Distribution géographique hétérogène** de la ressource
- ~ 200 forages d'exploitation – un volume prélevé cumulé de **25 à 30 Mm<sup>3</sup>/an**

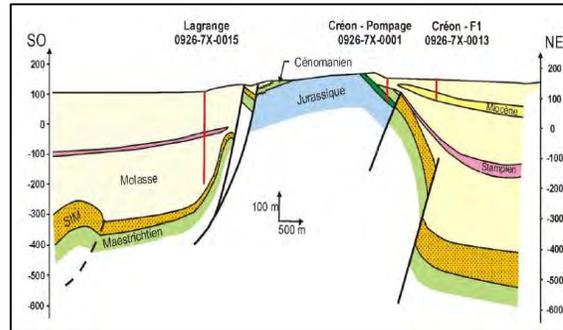
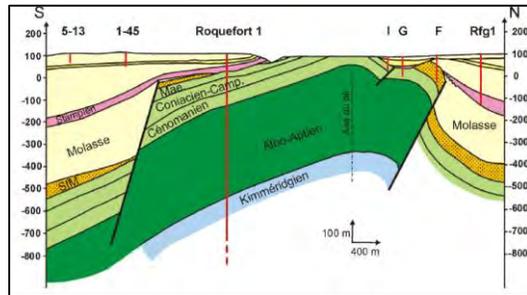


Les grandes formations aquifères profondes (Institution Adour) ▶

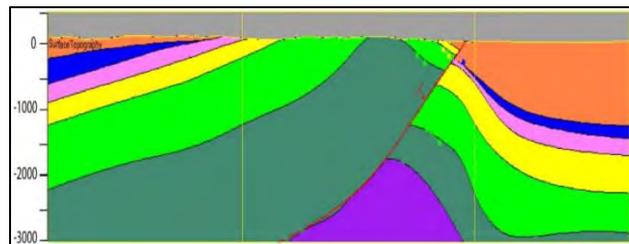
... et donc un système multicouche aquifère complexe ...

- ... du fait de **nombreuses manifestations de déformation des couches** incluant des failles, des plis (anticlinaux et synclinaux) et des diapirs (remontées de sels datant du Trias). Exemples ci-dessous sur différentes structures.
- Les aquifères profonds confinés sont connectés entre eux **localement** au droit des structures anticlinales et entre eux, à **une échelle régionale** (notamment les Sables Infra-Molassiques (SIM) et Paléocène)

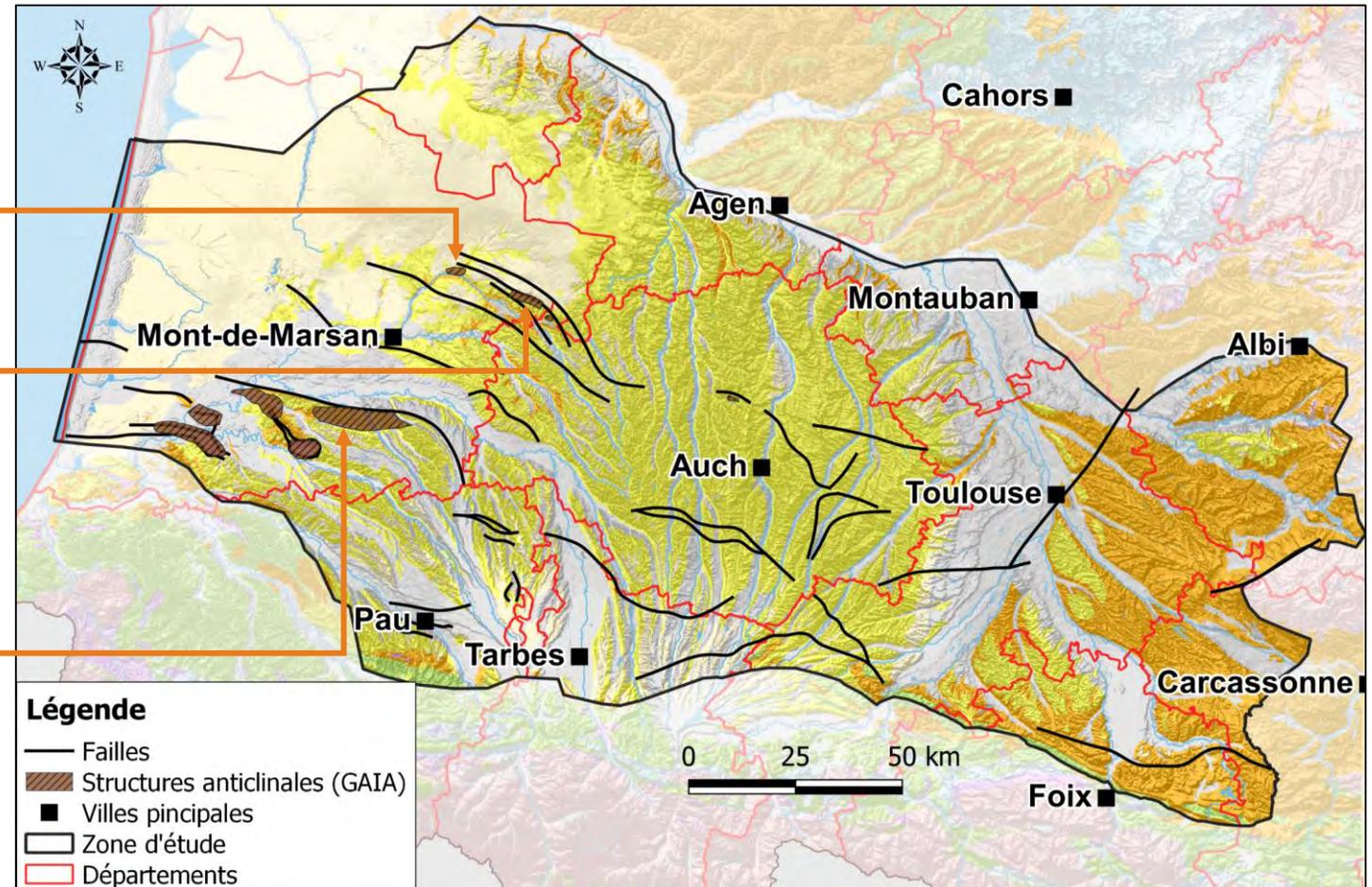
**Roquefort** (Douez, 2007 (d'après Guillemain et Krause, 2000))



**Créon** (Douez, 2007 (d'après Guillemain et Krause, 2000))

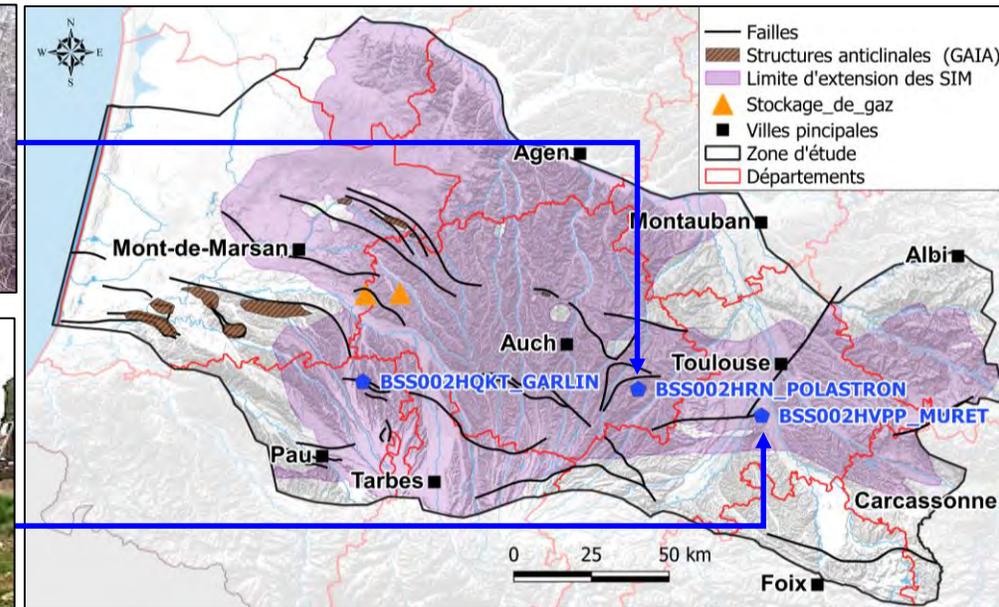
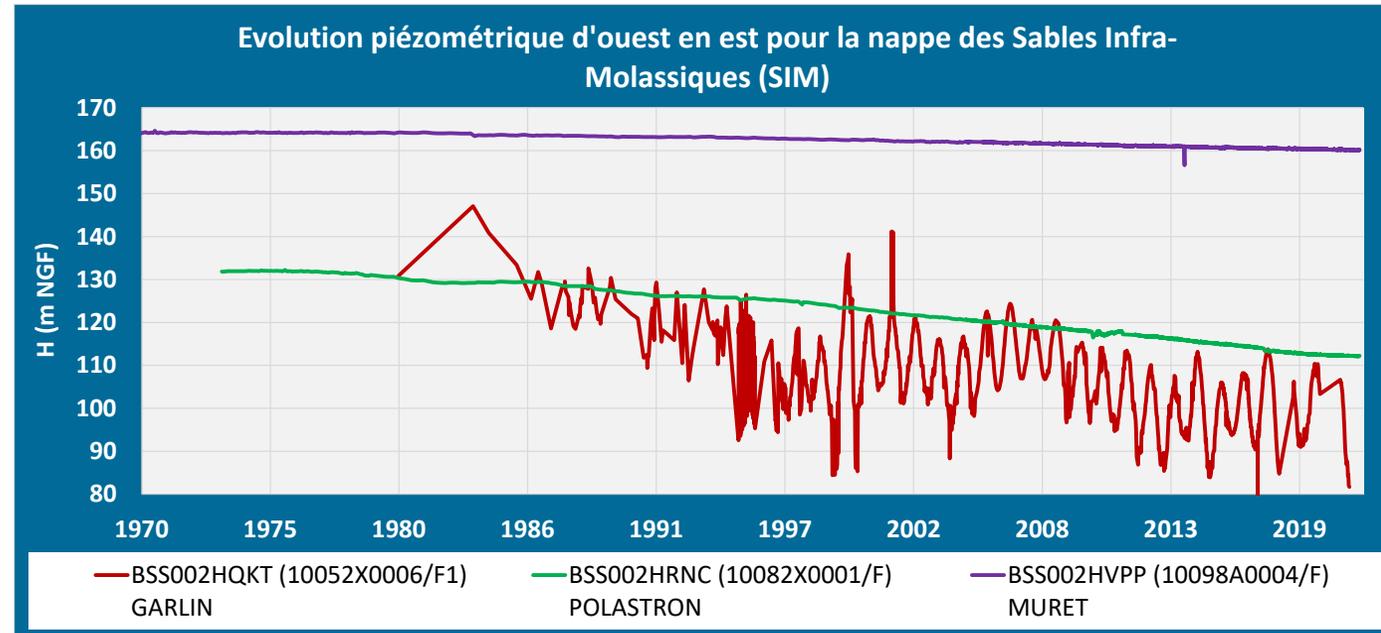


**Audignon** (Cabaret et al., 2020)



## Quelques éléments sur les nappes

- La nappe des **Sables Infra-Molassiques** est de loin la plus sollicitée avec :
  - Une augmentation régulière des prélèvements jusqu'au début des années 2000 - 12 Mm<sup>3</sup>/an environ
  - Un **abaissement des niveaux piézométriques** enregistrés quasi depuis le début des suivis (fin des années 1960), induisant une perte d'artésianisme dans certains secteurs et le tarissement de sources thermales
- La nappe des **SIM** est le **siège des stockages de gaz** naturel de Lussagnet (40) et Izaute (32) :
  - Influencent le niveau piézométrique en générant une fluctuation saisonnière « artificielle » (influence perceptible que sur un rayon d'environ 40 km autour des stockages)
- Les nappes du **Paléocène** et du **Secondaire** :
  - sont mal connues
  - peuvent présenter une alternative intéressante à l'utilisation de la nappe des SIM dans certains secteurs

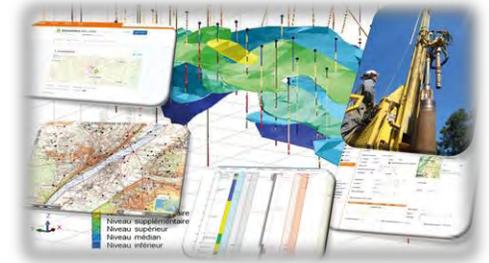
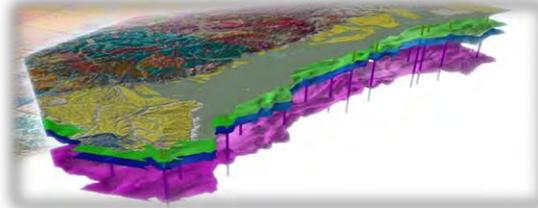


## Des objectifs

Mieux comprendre le **fonctionnement des aquifères profonds du Sud du Bassin aquitain** :

- en revenant notamment sur les **concepts géologiques** (types de roches et organisation des dépôts, cartographie terrain, géophysique, etc.) et **hydrogéologiques**,
- en s'appuyant sur les **nombreux travaux déjà publiés** sur ce territoire et les **compétences** du BRGM et des équipes de recherche universitaires ou privées sur les domaines suivants : géologie, géophysique, hydrogéologie, isotopie, modélisation, etc.

A terme, amener à des avancées susceptibles de créer les conditions d'une gestion opérationnelle de ces ressources en eau



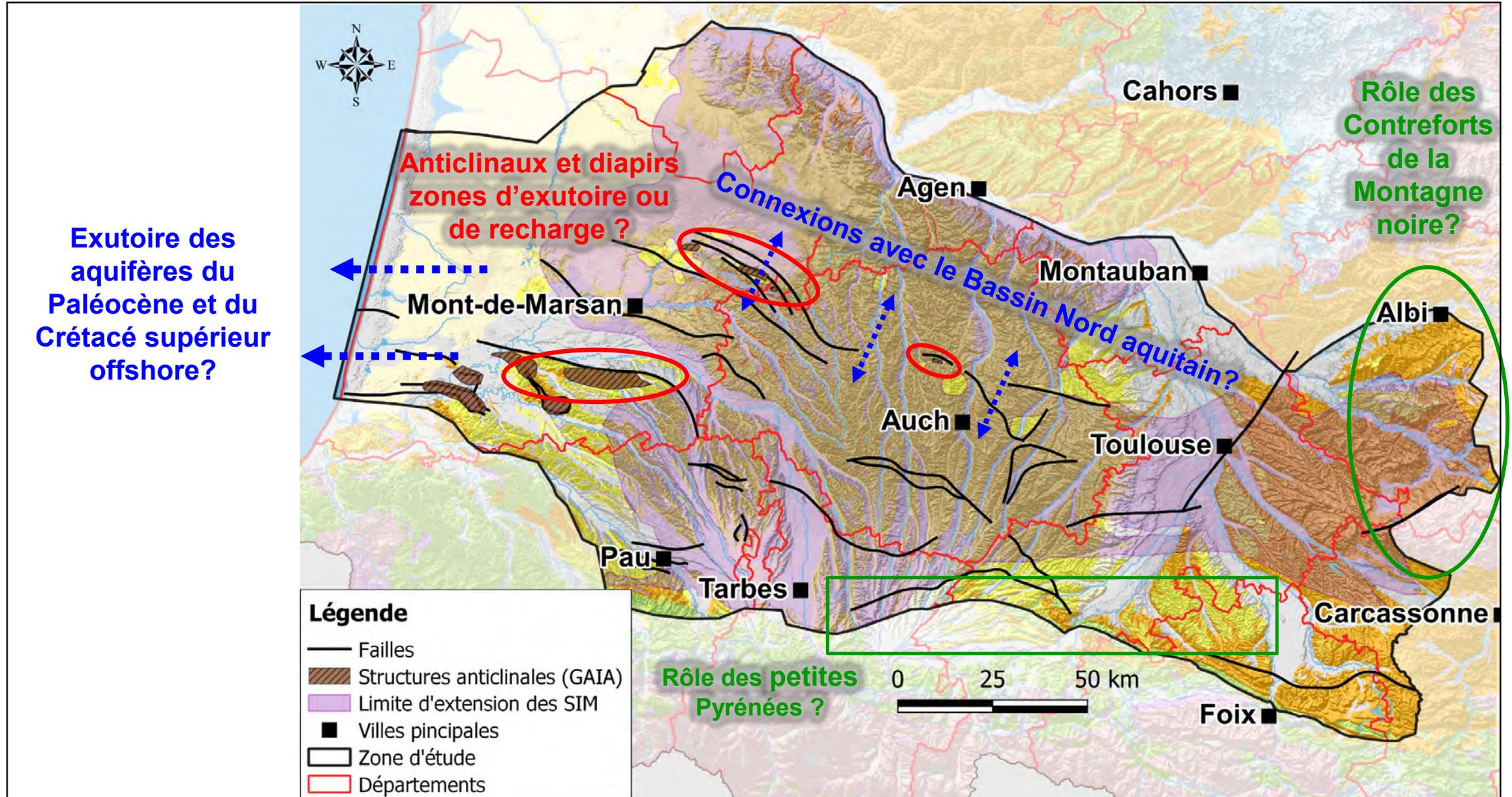
\* projet GAIA :  
Programme de  
recherche sur la  
Géologie et les Aquifères  
du sud du bassin  
Aquitain



TEREGA, l'Agence  
de l'Eau Adour-  
Garonne et le BRGM  
ont mené entre 2014  
et 2021 des  
investigations sur le  
sud du Bassin  
aquitain



## Des questionnements en hydrogéologie : de la recharge aux exutoires en passant par les écoulements



## Méthodologie / organisation du projet



➤ **Analyse de l'existant**

Synthèse, analyse des informations bibliographiques et des données disponibles & définition d'un programme d'acquisition

➤ **Acquérir des données**

Acquisition de données géologiques hydrogéologiques et hydrogéochimiques complémentaires

➤ **Etudier**

Etudier les zones de recharge et d'exutoire de la nappe des SIM      Etudier les interactions avec les aquifères sous-jacents et les formations molassiques

Elaborer un modèle hydrogéologique conceptuel

Apports de nouveaux concepts en géologie

Construire et caler un modèle hydrogéologique numérique

Elaboration d'un modèle géologique 3D

Autant que nécessaire

Vérifier la validité des hypothèses (géologie, hydrogéologie, hydrogéochemie)

A terme

Aider à la gestion des ressources en eaux souterraines



... et des résultats (résumés succinctement)

## ➤ Volet Géologie

- Constitution d'une base de données de **lignes sismiques** et traitements de ces lignes
- Constitution d'une base de données de **forages** ré-interprétés
- **Actualisation de la connaissance** de l'évolution du Bassin aquitain du Crétacé supérieur à l'Eocène supérieur (conditions de mise en place et variabilité spatiale des formations)
- **Modélisation de bassin** pour tester la cohérence des hypothèses retenues pour la mise en place des formations sédimentaires

## ➤ Volet Hydrogéologie

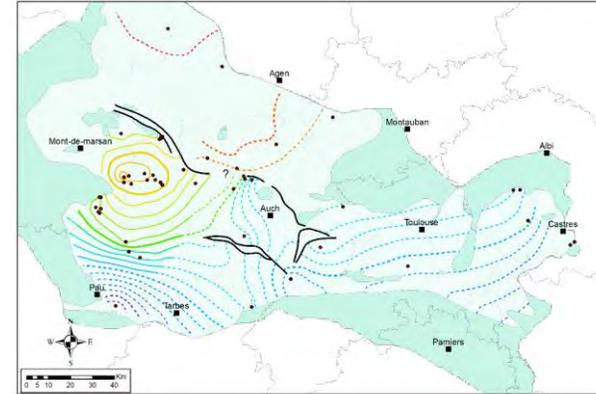
- Deux **grandes problématiques** :
  - Recharge (en particulier à l'est de la zone d'étude)
  - Exutoires : zoom sur les **structures anticlinales, émergences off-shore**
- Et en **parallèle** :
  - **Capitalisation** des données historiques : chroniques piézométriques, de prélèvements, débits de sources, ...
  - **Inter-comparaison des modèles hydrogéologiques** existants
  - **Caractérisation des propriétés hydrodynamiques**
  - **Elaboration de cartes piézométriques**
  - **Modélisation hydrogéologique**

## ➤ Volet Hydrogéochimie

- Mise en œuvre d'**outils isotopiques** pour évaluer l'**âge apparent des eaux** ( $^{14}\text{C}$ ,  $^{36}\text{Cl}$ )
- Réalisation de **prélèvements de fond** sur des forages pétroliers transformés en piézomètres – **faisabilité** et établissement d'un **protocole**
- Origine de la **variabilité de teneurs en sulfates** observée au voisinage des sites de stockage de gaz
- Appui aux études conduites sur la **recharge** et les zones d'**émergences** : apport de l'hydrogéochimie à la compréhension des écoulements

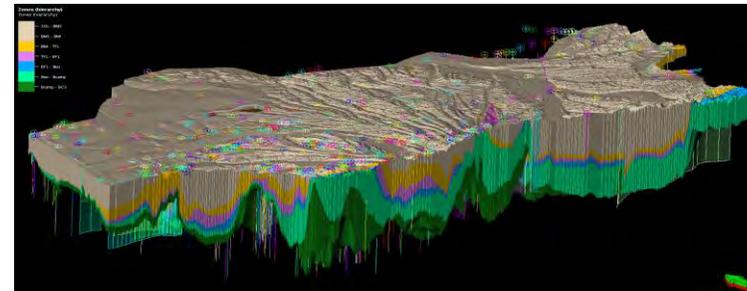
## Chronogramme

- 
- Année 1 : inventaire bibliographique / données, état des connaissances de l'hydrodynamique
  - Année 2 : lancement des investigations hydrogéologiques, en particulier sur les exutoires et la recharge et des investigations hydrogéo-chimiques
  - Année 3 : finalisation des investigations géologiques
  - Année 4 : finalisation des investigations hydrogéologiques et hydrogéo-chimiques
  - Année 5 : finalisation des modèles géologiques et modèles hydrogéologiques
  - Année 6 : valorisation, focus sur la modélisation hydrogéologique

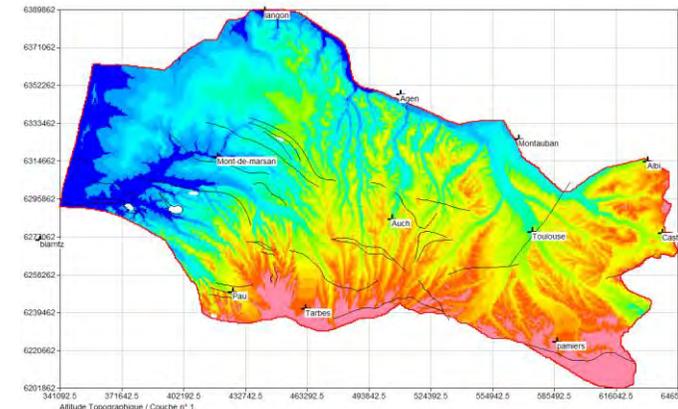


## Deux étapes clés :

- Modélisation géologique → 2019-2020
- Modélisation hydrogéologique → fin 2020



**Des outils agrégateurs de l'ensemble des données produites qu'il convient de maintenir à jour pour être opérationnels**



17  
Rapports  
publics  
téléchargeable  
sur Infoterre\*

12  
Publications  
scientifiques

➤ Des informations sur :  
<https://sigesaqi.brgm.fr/-Projet-de-recherche-GAIA-.html>

- Projet GAIA. Définition du lexique géologique des formations paléogènes de l'Aquitaine orientale. BRGM/RP-64630-FR
- Projet GAIA – année 1. Collecte des données hydrogéologiques et hydrogéochimiques. BRGM/RP-64850-FR
- Projet GAIA. Inter-comparaison des modèles hydrodynamiques existants. BRGM/RP-65498-FR
- Investigations sur les forages de Labruguière et de Valdurenque – Diagraphies, Pompages et Prélèvements de fond. BRGM/RP-65934-FR
- Synthèse hydrogéologique et recharge des aquifères éocènes et paléocènes sur la bordure sud-orientale du Bassin aquitain et sur le piémont pyrénéen. BRGM/RP-65024-FR
- Projet GAIA. Année 3. Avancement du volet hydrogéologique. BRGM/RP-66849-FR
- Projet GAIA – Travaux préliminaires à la modélisation hydrogéologique : prise en compte des effets diphasiques et thermiques. BRGM/RP-67307-FR
- 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. BRGM/RP-67369-FR
- Projet GAIA. Année 4. Avancement des volets hydrogéologique et hydrogéochimique. Rapport d'étape. BRGM/RP-69126-FR
- Projet GAIA. Origines des variations cycliques des teneurs en sulfates observées au voisinage du forage de Nogaro 2 : investigations de terrain, validation des hypothèses envisagées par modélisation hydrodynamique et transport de masse. BRGM/RP-69552-FR
- Projet GAIA. Investigations sur les forages profonds de Polastron, Saint-André et Lacquy : caractérisation, diagraphies de production, prélèvements sélectifs et analyses. Rapport d'étape. BRGM/RP-69170-FR
- Projet GAIA – Etude des exutoires des aquifères profonds du sud du Bassin aquitain. BRGM/RP-69131-FR
- Projet GAIA. Année 5. Avancement des volets hydrogéologique et hydrogéochimique. BRGM/RP-70381-FR
- Projet GAIA. Construction et calage du modèle hydrodynamique. BRGM/RP-70475-FR
- Projet GAIA. Synthèse géologique et modélisation 3D des aquifères infra-molassiques aquitains. BRGM/RP-70569-FR

Quelques valorisations actuelles : BDLISA / Géothermie mimine importance