

# Projet : UPGEO

Scientifique, Ex-post, Tfinal + 60 Mois - 14/10/2025

Navigation dans la fiche

---

[Identité du projet](#)

[Informations projet](#)

[Consortium](#)

[Rapport scientifique](#)

[Enjeux et état de l'art](#)

[Objectifs](#)

[Méthodes et approches](#)

[Résultats](#)

[Impact et retombées](#)

[Verrous scientifiques et techniques](#)

[Apports du projet pour les partenaires](#)

[Perspectives](#)

[Exploitation des résultats](#)

[Bilan du projet et de la collaboration](#)

[Déroulement du projet](#)

**Identité du projet**

[Interactions avec le monde socio-économique](#)

[Financements publics](#)

[Productions du projet](#)

[Publications et communications](#)

[Prépublications, documents de travail](#)

[Travaux universitaires](#)

[Données de la recherche](#)

[Logiciels, codes sources](#)

[Autres media](#)

 [Démonstrateurs, prototypes](#)

 [Plateformes](#)

 [Diffusions grand public et auprès des professionnels](#)

 [Productions en préparation](#)

# Informations projet

## Chargé.e de projets scientifiques ANR

**Email de la/du Chargé.e de Projets Scientifiques**

Thamires.MOREIRA@agencerecherche.fr

**Email de la/du Chargé.e de Projets Scientifiques**

liz.pons@agencerecherche.fr

### Code décision ANR du projet

ANR-19-CE05-0032

### Titre du projet

Changement d'échelle et simulation des flux de chaleur pour améliorer l'efficacité des systèmes géothermiques profonds

### Intitulé de l'appel à projets

Une énergie durable, propre, sûre et efficace

### Édition de l'appel à projets

2019

### Instrument de financement

PRC - Projets de recherche collaborative

### Date de démarrage scientifique du projet

01/02/2020

### Durée initiale du projet

48

### Date de fin scientifique (sans prolongation éventuelle)

31/01/2024

### Date de fin scientifique avec prolongation

30/06/2025

**Déclarez le ou les grand(s) domaine(s) scientifique(s) au(x)quel(s) le projet correspond.**

- BS : Biologie Santé
- EERB : Environnements, écosystèmes, ressources biologiques
- NuMa : Numérique et mathématiques
- SPICE : Sciences physiques, ingénierie, chimie, énergie
- SHS : Sciences humaines et sociales

**ODD du projet déclarés au dépôt du projet**

Vide

**Sélectionnez le ou les Objectifs de Développement Durable (ODD) auxquels répond le projet.**

- ODD 01 - "Pas de Pauvreté" = Éliminer la pauvreté sous toutes ses formes et partout dans le monde
- ODD 02 - "Faim Zéro" = Éliminer la faim, assurer la sécurité alimentaire, améliorer la nutrition et promouvoir une agriculture durable
- ODD 03 - "Bonne Santé et Bien-Etre" = Donner aux individus les moyens de vivre une vie saine et promouvoir le bien-être à tous les âges
- ODD 04 - "Education de qualité" = Veiller à ce que tous puissent suivre une éducation de qualité dans des conditions d'équité et promouvoir les possibilités d'apprentissage tout au long de la vie
- ODD 05 - "Egalité entre sexes" = Réaliser l'égalité des sexes et autonomiser toutes les femmes et les filles
- ODD 06 - "Eau propre et assainissement" = Garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau
- ODD 07 - "Enérgie propre et d'un coût abordable" = Garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable
- ODD 08 - "Travail décent et croissance économique" = Promouvoir une croissance économique soutenue, partagée et durable, le plein emploi productif et un travail décent pour tous

- ODD 09 - "Industrie, Innovation et Infrastructure" = Mettre en place une infrastructure résiliente, promouvoir une industrialisation durable qui profite à tous et encourager l'innovation
- ODD 10 - "Inégalités réduites" = Réduire les inégalités entre les pays et en leur sein
- ODD 11 - "Villes et communautés durables" = Faire en sorte que les villes et les établissements humains soient ouverts à tous, sûrs, résilients et durables
- ODD 12 - "Consommation et productions responsables" = Établir des modes de consommation et de production durables
- ODD 13 - "Mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques" = Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions
- ODD 14 - "Vie aquatique" = Conserver et exploiter de manière durable les océans, les mers et les ressources marines aux fins du développement durable
- ODD 15 - "Vie terrestre" = Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres
- ODD 16 - "Paix, Justice et institutions efficaces" = Promouvoir l'avènement de sociétés pacifiques et ouvertes aux fins du développement durable
- ODD 17 - "Partenariats pour la réalisation des objectifs"
- ODD 00 – Aucun objectif de développement durable ne correspond à mon projet

**Expliquez comment votre projet a contribué à l'atteinte des ODD renseignés ci-dessus. (995/1000 carac. max)**

UPGEO vise à optimiser la géothermie profonde en Île-de-France, énergie locale et renouvelable. En cartographiant les aquifères du Dogger et des Sables Albien, ce projet améliore la connaissance des sites et l'efficacité des opérations géothermiques. Ses méthodes avancées d'exploration et de simulation thermique, accessibles via des données ouvertes, aident les acteurs du sous-sol (entreprises, collectivités...) à réduire les risques géologiques et les coûts d'investissement. Les résultats alimentent, par exemple, la connaissance du sous sol et la prédiction sur la profondeur des "toits" ainsi que l'épaisseur des différents réservoirs géothermiques présents en Ile-de-France (exemple sur le réseau de chaleur de Paris-Saclay, utilisant

l'Albien pour une énergie renouvelable et à faible émission en CO<sub>2</sub>). Le projet identifie les niveaux à exploiter et ceux à éviter, réduisant coûts et risques, facilitant l'intégration de la géothermie dans les réseaux urbains et contribuant à l'ODD 7.

## Consortium

### Partenaire

**Nom du partenaire où sont réalisés les travaux**

Géosciences Paris-Sud

**Montant d'aide allouée au partenaire**

211851.18

**Code décision ANR du partenaire**

ANR-19-CE05-0032-01

**Nom de la/du Responsable Scientifique**

Brigaud

**Prénom de la/du Responsable Scientifique**

Benjamin

**Email de la/du Responsable Scientifique**

benjamin.brigaud@universite-paris-saclay.fr

**Nom du partenaire où sont réalisés les travaux**

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement

**Montant d'aide allouée au partenaire**

143087.04

**Code décision ANR du partenaire**

ANR-19-CE05-0032-03

**Nom de la/du Responsable Scientifique**

Mouche

**Prénom de la/du Responsable Scientifique**

Emmanuel

**Email de la/du Responsable Scientifique**

emmanuel.mouche@lsce.ipsl.fr

**Nom du partenaire où sont réalisés les travaux**

Institut Camille Jordan

**Montant d'aide allouée au partenaire**

3046.74

**Code décision ANR du partenaire**

ANR-19-CE05-0032-04

**Nom de la/du Responsable Scientifique**

Mikelic

**Prénom de la/du Responsable Scientifique**

Andro

**Email de la/du Responsable Scientifique**

Andro.Mikelic@univ-lyon1.fr

**Nom du partenaire où sont réalisés les travaux**

GEORESSOURCES & ENVIRONNEMENT

**Montant d'aide allouée au partenaire**

38880

**Code décision ANR du partenaire**

ANR-19-CE05-0032-05

**Nom de la/du Responsable Scientifique**

BOURILLOT

**Prénom de la/du Responsable Scientifique**

Raphaël

**Email de la/du Responsable Scientifique**

raphael.bourillot@bordeaux-inp.fr

**Nom du partenaire où sont réalisés les travaux**

Direction Géosciences

**Montant d'aide allouée au partenaire**

86538.24

**Code décision ANR du partenaire**

ANR-19-CE05-0032-06

**Nom de la/du Responsable Scientifique**

Souque

**Prénom de la/du Responsable Scientifique**

Christine

**Email de la/du Responsable Scientifique**

christine.souque@ifpen.fr

**Nom du partenaire où sont réalisés les travaux**

BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES

**Montant d'aide allouée au partenaire**

29970

**Code décision ANR du partenaire**

ANR-19-CE05-0032-07

**Nom de la/du Responsable Scientifique**

Audigane

**Prénom de la/du Responsable Scientifique**

Pascal

**Email de la/du Responsable Scientifique**

p.audigane@brgm.fr

**Nom du partenaire où sont réalisés les travaux**

GPC INSTRUMENTATION PROCESS / R&D

**Montant d'aide allouée au partenaire**

Vide

**Code décision ANR du partenaire**

ANR-19-CE05-0032-08

**Nom de la/du Responsable Scientifique**

Antics

**Prénom de la/du Responsable Scientifique**

Miklos

**Email de la/du Responsable Scientifique**

m.antics@geoproduction.fr

**Nom du partenaire où sont réalisés les travaux**

CENTRALESUPELEC

**Montant d'aide allouée au partenaire**

15120

**Code décision ANR du partenaire**

ANR-19-CE05-0032-09

**Nom de la/du Responsable Scientifique**

Goudenège

**Prénom de la/du Responsable Scientifique**

Ludovic

**Email de la/du Responsable Scientifique**

goudenege@math.cnrs.fr

**Nom du partenaire où sont réalisés les travaux**

Laboratoire de mathématiques d'Orsay

**Montant d'aide allouée au partenaire**

160898.4

**Code décision ANR du partenaire**

ANR-19-CE05-0032-02

**Nom de la/du Responsable Scientifique**

Maury

**Prénom de la/du Responsable Scientifique**

Bertrand

**Email de la/du Responsable Scientifique**

bertrand.maury@math.u-psud.fr

## Rapport scientifique (i)

### Enjeux et état de l'art

Positionnez le projet par rapport à l'état de l'art et précisez ses enjeux.

(2972/3000 carac. max)

L'état de l'art montre que notre compréhension de la circulation de l'eau et des transferts de chaleur dans les réservoirs géothermiques « stratigraphiques » des bassins sédimentaires reste limitée par la complexité de la porosité, à différentes échelles : de l'échelle du micromètre à celle du réservoir (km), ainsi que par la forte hétérogénéité spatiale des propriétés pétrophysiques. Les méthodes classiques de mise à l'échelle et de corrélations simplifiées ou linéaires des couches perméables entre puits demeurent insuffisantes pour relier de manière rigoureuse les observations fines, obtenues sur échantillons de laboratoire ou par diagraphe, avec le comportement global du réservoir. Par exemple, même à l'échelle du doublet géothermique, la corrélation des niveaux perméables entre puits producteur et injecteur est difficile à établir et à prédire. Les simulations thermiques prévoient des percées thermiques avant 30 ans, alors que les

données d'exploitation ne montrent pas de baisse de température (exemple du Dogger en Île-de-France). Cette difficulté à prédire à la fois l'hétérogénéité et l'évolution thermique des réservoirs constitue un risque majeur pour l'implantation de nouveaux forages et limite la capacité à anticiper précisément l'efficacité et la durabilité des systèmes géothermiques.

UPGEO se positionne sur ce défi scientifique et technologique en développant des méthodes de corrélation basées sur (1) la connaissance géologique des corps réservoirs observés en affleurements et (2) la mise à l'échelle fondée sur l'homogénéisation mathématique, permettant de passer de l'échelle des pores et mésopores à l'échelle macroscopique du réservoir. Un paramètre clé est l'architecture stratigraphique des corps réservoirs. Dans UPGEO, l'étude de l'hétérogénéité sédimentologique et pétrophysique sur des affleurements analogues à des réservoirs de subsurface apporte une information essentielle. Nous numérisons des affleurements continus sur plusieurs kms afin de construire des modèles statiques de réservoir. Ces modèles très détaillés sont ensuite utilisés pour améliorer les représentations des réservoirs en subsurface.

En général, les modèles statiques de perméabilité reposent sur deux types de données : (1) les perméabilités mesurées en laboratoire sur carottes ou directement dans les puits par diagraphe, fournissant une mesure ponctuelle sur quelques cm<sup>3</sup>, et (2) les perméabilités calculées à partir d'essais de puits (pompage et remise à l'équilibre). Selon les données d'entrée, ces deux approches produisent des représentations statiques en 3D pouvant différer jusqu'à un ordre de grandeur. Les modèles thermo-hydro-mécaniques (THM) qui en découlent peuvent ainsi diverger sensiblement dans la simulation du comportement réel des aquifères. Notre approche multi-échelle relie directement les observations géologiques fines aux modèles macroscopiques, offrant une compréhension renforcée du fonctionnement THM des réservoirs.

## Objectifs

**Indiquez les objectifs du projet.** (1651/3000 carac. max) (2991/3000 carac. max)

**Structuration d'UPGEO** - Le projet a été structuré en cinq tâches principales afin de couvrir l'ensemble des objectifs scientifiques et techniques :

- Management du projet, communication et médiation scientifique : cette tâche inclut la coordination globale du projet, le suivi des livrables, ainsi que les actions de diffusion et de valorisation des résultats auprès des acteurs scientifiques et du grand public.
- Géologie et modélisation statistique des réservoirs : cette tâche vise à caractériser les réservoirs géothermiques, à partir des données géologiques (sédimentologiques et pétrophysiques) d'affleurements et de puits, et à développer des modèles statistiques permettant de représenter la variabilité et l'hétérogénéité géologique.
- Modélisation mathématique « THM » via le changement d'échelle : cette tâche explore l'influence de la microstructure sédimentaire sur les propriétés mécaniques, hydrauliques et thermiques des roches, en intégrant des méthodes de modélisation thermo-hydro-mécanique (THM) à différentes échelles.
- Connectivité des réservoirs et simulation des écoulements dans les réservoirs carbonatés et sableux (transfert thermique) : cette tâche consiste à étudier la connectivité des réservoirs et à simuler les écoulements et transferts thermiques, afin de mieux comprendre le comportement des réservoirs en conditions réelles.
- Simulation des réservoirs et optimisation du positionnement des doublets : cette tâche vise à utiliser les modèles développés pour optimiser la localisation et l'efficacité des doublets géothermiques, en maximisant la récupération de chaleur et en minimisant les risques opérationnels.

**Résumé** - La géothermie, c'est-à-dire la mobilisation de la chaleur contenue dans le sous-sol à très basse, basse ou haute température, est l'une des méthodes permettant de réaliser la transition énergétique. Malgré son potentiel, la géothermie pour le chauffage (hors production d'électricité) n'a

produit qu'un million de térajoules (TJ) en 2020, soit seulement 0,17 % de la production annuelle mondiale d'énergie, qui s'élevait à 580 millions de TJ. En France, la géothermie a produit 7 térawattheures (TWh) de chaleur en 2023 : 2,3 TWh pour la géothermie profonde et 4,7 TWh pour la géothermie de surface, soit 0,49 % des 1 420 TWh d'énergie produits en France en 2023. Une des raisons de ce faible déploiement réside dans les risques géologiques élevés qu'une nouvelle opération n'obtienne pas une ressource géothermique présentant des caractéristiques de débit et de température suffisantes pour assurer la rentabilité du projet pendant sa durée de vie. Ce risque géologique constitue un obstacle important au développement futur de la géothermie en France et en Île-de-France.

Le projet UPGEO mène des recherches novatrices pour mieux prédire la géométrie des réservoirs géothermiques « stratigraphiques » dans les bassins et les transferts de chaleur associés. L'originalité du projet repose sur la constitution d'une équipe multidisciplinaire réunissant sédimentologues, hydrogéologues, géophysiciens et mathématiciens issus de neuf institutions : Géosciences Paris-Saclay (GEOPS), le Laboratoire de Mathématiques d'Orsay (LMO), le Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE), l'Institut Camille Jordan (ICJ), la Fédération de Mathématiques de CentraleSupélec (FdM), EPOC, l'IFPEN, le BRGM et GEOFLUID.

Ce projet consiste à développer des méthodes innovantes de modélisation en proposant des solutions permettant d'optimiser et d'explorer le développement de nouvelles zones en domaine sédimentaire. Cette optimisation nécessite (1) une connaissance précise de l'hétérogénéité du réservoir en termes de géométries sédimentaires, de porosité/perméabilité et de connectivité du réservoir, et (2) des simulations numériques fiables des écoulements et flux de chaleur à +30 ans, voire +100 ans après le début de la production.

L'objectif principal du projet est d'améliorer, dans les modèles géologiques, le saut d'échelle entre les analyses ponctuelles mesurées en laboratoire (perméabilité) et leur représentation aux échelles du réservoir et du bassin (connectivité sédimentaire des corps réservoirs). La manière

d'homogénéiser les coefficients efficaces, tels que la perméabilité ou la dispersion thermique effective, par des équations valables en tout point pour les constituants fluides et solides, constitue le défi majeur du projet. Celui-ci nécessite de coupler données et concepts géologiques et mathématiques. L'un des défis consiste à associer deux communautés scientifiques travaillant rarement ensemble en France : les géologues et les mathématiciens.

## Méthodes et approches

**Indiquez les méthodes et approches du projet et le cas échéant, leurs évolutions. (2837/3000 carac. max)**

L'approche et les méthodes utilisées dans UPGEO sont :

- Utiliser des diagraphies de puits, en particulier la RMN, ainsi que des échantillons de carottes ou de cuttings observés au microscope ou caractérisés au µCT scan pour caractériser les faciès, la microstructure et les propriétés pétrophysiques.
- Améliorer la qualité des relations permettant de mesurer les perméabilités à partir de l'outil RMN de puits.
- Compiler la base de données publiques de puits du Bassin de Paris afin de construire, à haute résolution, un modèle géologique 3D de deux aquifères du Bassin de Paris : les Calcaires du Jurassique moyen et les Sables de l'Albien.
- Utiliser des statistiques pour peupler les faciès et les géométries stratigraphiques des réservoirs carbonatés et silicoclastiques.
- Intégrer des données provenant d'affleurements analogues à des réservoirs de sub-surface par acquisition photogrammétrique par drones (surfaces stratigraphiques, surfaces sédimentaires, faciès,倾き des strates ou bancs...) afin de réaliser des modèles 3D analogues aux réservoirs de sub-surface.

- Utiliser les affleurements numériques et les modèles statiques associés afin d'améliorer la qualité des modèles statiques des réservoirs de subsurface.
  - Commencer à constituer un catalogue d'affleurements analogues à des réservoirs géothermiques (Oolithe Blanche affleurant en Bourgogne, Calcaires bathoniens dans les Charentes, Grès de Roda de l'Yprésien dans le Bassin de Grauss-Tremp, Sables néocomiens dans le Pays de Bray).
  - Proposer de nouveaux concepts de connectivité des réservoirs, à partir de modèles géostatistiques, pour accroître la fiabilité des simulations d'écoulement.
  - Proposer de nouvelles équations pour le changement d'échelle, i.e. des équations Thermo-Hydro-Mécaniques (THM), incluant les équations quasi-statiques de Biot, pour la simulation d'écoulement dans des sables non fracturés ainsi que dans des réservoirs silicoclastiques et carbonatés fracturés.
  - Travailler sur l'établissement de codes de simulation intégrant l'*upscaling*.
  - Comparer les résultats des simulations THM aux données d'exploitation.
- Tester et discuter la qualité des prédictions THM en fonction des données de perméabilité utilisées (mesures en laboratoire versus perméabilités issues des tests de puits).
- Élaborer des modèles prédictifs pour la simulation de l'écoulement dans les systèmes sédimentaires géothermiques carbonatés et clastiques.
- Proposer une application de la nouvelle méthode à une installation spécifique pour estimer le risque géologique de l'exploration géothermique profonde dans le Bassin de Paris, et ainsi aider à la décision pour une municipalité ou une agglomération souhaitant construire un doublet géothermique.
  - Fournir un flux de travail novateur pour la simulation, applicable à d'autres bassins sédimentaires.

# Résultats

## Résultats et faits marquants du projet

**Indiquez les résultats majeurs obtenus au cours du projet.** (2978/3000 carac. max)

### **Résultat 1 : De l'affleurement numérique au géomodèle analogue aux réservoirs géothermiques.**

Les résultats de nos recherches ont permis de mettre au point une méthodologie pour reconstruire des affleurements numériques afin de capturer les hétérogénéités sédimentaires et structurales à des échelles allant du décimètre au kilomètre, et de construire des géomodèles 3D analogues aux réservoirs géothermiques.

L'approche consiste d'abord à réaliser une modélisation 3D de la surface rocheuse affleurante par photogrammétrie drone, constituant un véritable « double numérique » de l'affleurement. Ce modèle peut ensuite être exploité en laboratoire pour interpréter les éléments géologiques telles que les surfaces et structures sédimentaires, les faciès, les fractures ou encore l'inclinaison des strates. Dans un 2ème temps, un géomodelleur est utilisé pour reconstituer un « cube » numérique centré sur la zone étudiée et habillé en propriétés, créant ainsi un modèle géologique 3D. Cette méthodologie offre une voie rapide et efficace pour générer des modèles pétrophysiques 3D, de l'échelle micrométrique (pore) à kilométrique. Ces modèles constituent de véritables « analogues à l'affleurement » de réservoirs géothermiques.

Nous avons déployé cette méthodologie sur quatre affleurements principaux : (1) les grès de Roda du Bassin Sud-Pyrénéen (systèmes deltaïques ; âge Yprésien, 50 Ma environ), (2) l'Oolithe Blanche et le Comblanchien du Bassin de Paris (systèmes de dunes oolithiques et lagons d'âge Bathonien en Bourgogne, 165 Ma environ), (3) les calcaires du Dogger du nord-est du Bassin aquitain (bordure progradante de la

plate-forme carbonatée des Charentes, environ 165 Ma) et (4) les Sables du Valanginien de la carrière de carrière de Cuy-Saint-Fiacre (140Ma). Couplés à une étude de faciès et pétrophysique, ces jeux de données quasiment uniques (terrain, carottes, nombreux échantillons récoltés) ont permis de détailler les hétérogénéités des faciès, de porosité, de perméabilité, de vitesse acoustique et de signal RMN. Le travail sur le terrain, au laboratoire pour les analyses pétrophysiques ou sur les affleurements numériques, a permis de définir les géométries et les propriétés de ces systèmes sédimentaires complexes avec une résolution rarement atteinte pour ces objets sédimentaires. Les dimensions des barres sableuses, des dunes oolithiques ou encore des corps progradants, leur connectivité, leur taux d'amalgame ou leur dynamique de mise en place peuvent ainsi être appréciés. Ce travail nous a permis de commencer à constituer un catalogue d'affleurements analogues à des réservoirs géologiques.

#### ***Articles dans des revues internationales***

Mas, P., et al., <https://anr.hal.science/hal-04863300v1>

Thomas, H., et al., 2021. *Marine Petroleum Geology*, 104772,  
<https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2020.104772>

#### ***Thèses***

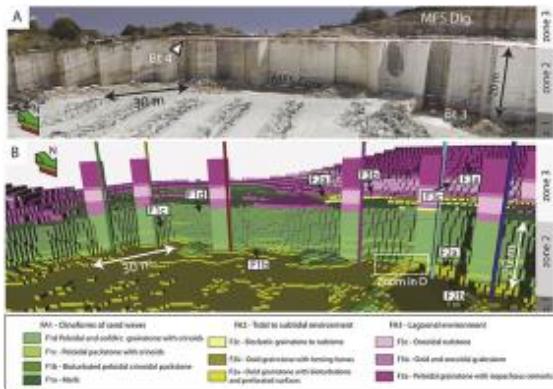
Mas. <https://theses.hal.science/tel-04785194v1>

Thomas. <https://theses.hal.science/tel-04090080v1>

#### ***Dataset***

Mas. <https://doi.org/10.57745/Y2OXPZ>

#### **Illustration des résultats. 1**



**Indiquez les résultats majeurs obtenus au cours du projet. (2578/3000 carac. max)**

### Résultat 2 : Modélisation des hétérogénéités géologiques de deux aquifères : les Calcaires du Dogger et les Sables de l'Albien.

Les hétérogénéités sédimentaires et diagénétiques des réservoirs géothermiques des calcaires du Dogger et des sables de l'Albien ont été identifiées à différentes échelles : (1) à l'échelle micrométrique avec une microtomographie aux rayons X et en lame mince, (2) à l'échelle du puits / carotte (4 puits carottés, échelle décimétrique), (3) à celle du réservoir (< 5 km ; échelle de l'emprise d'un ou deux doublets de puits pour la production géothermique, comme sur le plateau de Saclay) et (4) à l'échelle du bassin (jusqu'aux côtes du sud de l'Angleterre pour l'Albien).

À l'échelle de l'Île-de-France, les hétérogénéités sont mises à l'échelle dans des mailles les plus fines possibles XYZ de 100 m × 100 m × 1,5 m. Il en résulte une modélisation statique de ces propriétés où les zones les plus favorables forment : (1) pour le Dogger, des lentilles perméables d'une épaisseur d'environ 4 m, d'une longueur de 1 600 m et d'une largeur de 1 100 m ; (2) pour l'Albien, des niveaux sableux d'épaisseur plurimétrique, dont les teneurs les plus faibles en argile (de 5 à 10 %) s'enregistrent vers le sommet de la série, particulièrement bien développés en Essonne et en Seine-Marne. La prédiction de cette hétérogénéité des propriétés géologiques constitue une avancée importante, prérequis indispensable pour les futures implantations de doublets.

## *Articles dans des revues internationales*

Catinat, M., Brigaud, B., Fleury, M., Thomas, H., Antics, M., Ungemach, P., 2023. Characterizing facies and porosity-permeability heterogeneity in a geothermal carbonate reservoir with the use of NMR-wireline logging data. *Geothermics*, 115, 102821.

<https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2023.102821>

Thomas, H., Brigaud, B., Blaise, T., Zordan, E., Zeyen, H., Catinat, M., Andrieu, S., Mouche, E., Fleury, M., 2023. Upscaling of geological properties in a world-class carbonate geothermal system in France: From core scale to 3D regional reservoir dimensions. *Geothermics*, 112, 102719 <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2023.102719>

## *Thèses*

Perrine Mas. <https://theses.hal.science/tel-04785194v1>

Maxime Catinat. <https://theses.hal.science/tel-04520397v1>

Hadrien Thomas. <https://theses.hal.science/tel-04090080v1>

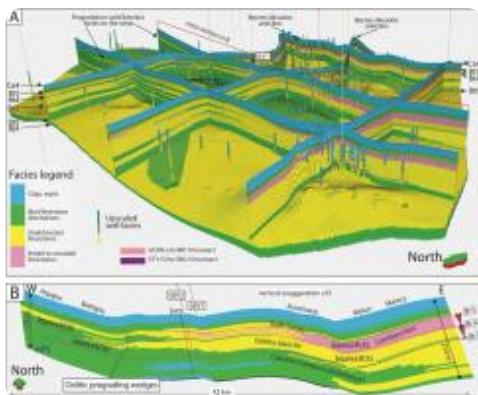
## *Dataset*

Mas. <https://doi.org/10.57745/OCDAQP> , Recherche Data Gouv

Catinat. <https://www.data.gouv.fr/datasets/projet-petrel-c-du-reservoir-geothermique-du-dogger-du-bassin-de-paris-en-region-francilienne/>

Thomas. <http://dx.doi.org/10.17632/fcdg3jvjdp.1>

## **Illustration des résultats. 1**



**Indiquez les résultats majeurs obtenus au cours du projet.** (1923/3000 carac. max)

### Résultat 3 : Calibration de l'outil RMN pour la mesure de la perméabilité.

Dans le Bassin de Paris, l'aquifère carbonaté du Jurassique moyen étant exploité de manière intensive, l'objectif d'augmenter l'énergie géothermale passe par une très bonne connaissance géologique de ce réservoir profond (environ 1500 m) dans le but d'optimiser son exploitation. Dans cette optique, un outil diagraphique, basé sur la mesure de la résonance magnétique nucléaire (RMN), a été calibré en laboratoire, notamment en fonction de l'analyse des microfaciès sur lame minces, ce qui permet une estimation continue de la perméabilité dans l'ensemble du réservoir. Une relation inédite entre le signal RMN, les microfaciès et la perméabilité offre une opportunité unique de mieux utiliser la sonde Combinable Magnetic Resonance (CMR©) afin de mesurer plus fidèlement la perméabilité dans le réservoir carbonaté du Dogger. Avec ces nouvelles perméabilités, nous avons pu proposer de nouveaux modèles pétrophysiques du Dogger du Bassin de Paris.

#### ***Article dans des revues internationales***

Catinat, M., Brigaud, B., Fleury, M., Thomas, H., Antics, M., Ungemach, P., 2023. Characterizing facies and porosity-permeability heterogeneity in a geothermal carbonate reservoir with the use of NMR-wireline logging

data. *Geothermics* 115, 102821.

<https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2023.102821>

Catinat, M., Fleury, M., Brigaud, B., Antics, M., Ungemach, P., 2023.

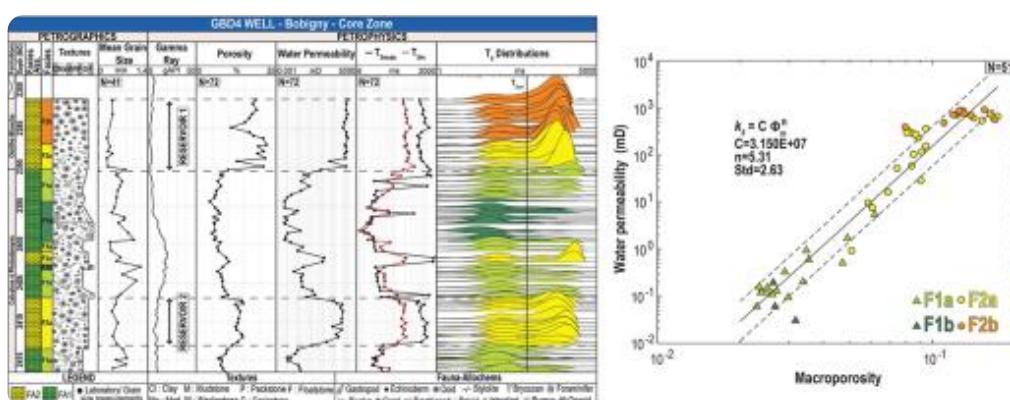
Estimating permeability in a limestone geothermal reservoir from NMR laboratory experiments. *Geothermics*, 111, 102707

<https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2023.102707>

### Thèse

Maxime Catinat. Caractérisation multi-échelle des hétérogénéités du réservoir géothermique du Dogger d'Ile-de-France : apport de la résonance magnétique nucléaire et de la modélisation numérique statique et hydrodynamique. Stratigraphie. Université Paris-Saclay, 2023. Français. <https://theses.hal.science/tel-04520397v1>

### Illustration des résultats. 1



Indiquez les résultats majeurs obtenus au cours du projet. (2937/3000 carac. max)

### Résultat 4 Analyse numérique d'un problème poro-élastique à coefficients connus.

La poroélasticité permet de décrire l'interaction entre l'écoulement d'un fluide dans un milieu poreux et des petites déformations élastiques de ce milieu poreux. Nous avons étudié en profondeur un modèle linéaire appelé modèle de Biot, et élaboré des méthodes numériques appropriées. Le problème de Biot est un système de deux

équations aux dérivées partielles couplées, une équation elliptique linéaire pour un petit déplacement mécanique couplée avec une équation parabolique linéaire pour la pression liquide. Nous avons étudié le problème afin de pouvoir appliquer de nouvelles méthodes à un système où intervient également la température du sous-sol. Dans un premier temps, nous supposons que tous les coefficients sont connus et travaillé dans un contexte déterministe. En s'appuyant sur une méthode itérative, Mikelic et Wheeler ont démontré l'existence et l'unicité d'une solution assez régulière à l'aide d'une méthode de point fixe de contraction. Nous proposons d'appliquer des méthodes de type gradient à la fois pour la discrétisation du déplacement mécanique et pour celle de la pression liquide.

La méthode d'éléments finis quadratiques par morceaux  $P_2$  ainsi que la méthode d'éléments finis linéaires par morceaux  $P_1$  utilisée pour les discrétisations, respectivement, du déplacement mécanique et de la pression, sont des méthodes de type gradient. Nous utilisons également un schéma d'Euler implicite pour la discrétisation en temps. Nous démontrons tout d'abord l'existence et l'unicité de la solution du problème discrétisé à l'aide d'une méthode de point fixe semblable à celle utilisée par Mikelic et Wheeler dans le cas du problème continu. Du point de vue mathématique, il est essentiel de pouvoir garantir que les algorithmes convergent. Nous nous sommes attachés à démontrer cette convergence. Plutôt que de démontrer la convergence de la solution du problème discrétisé vers celle du problème continu (le système de Biot), nous démontrons une estimation d'erreur entre la solution approchée et celle du problème continu, ce qui est possible grâce à la linéarité du problème de Biot. Nous présentons des résultats de simulations numériques qui témoignent de l'efficacité de la méthode proposée.

#### ***Article dans des revues internationales***

Gao, Y., Hilhorst, D., Vu Do H. C., 2021. A Generalized Finite Volume Method for Density Driven Flows in Porous Media. *Energies*, 14 (19), 6151  
<https://doi.org/10.3390/en14196151>

van Duijn, C.J., Mikelić, A., Wick, T. 2020. Mathematical theory and simulations of thermoporoelasticity. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 366, 113048,  
<https://doi.org/10.1016/j.cma.2020.113048>

### **Thèse**

Adrien Beguinet. Analyse numérique d'un problème poroélastique à coefficients aléatoires : Application à la géothermie. Université Paris-Saclay, 2024. English. <https://theses.hal.science/tel-05078048v1>

### **Illustration des résultats. 1**

$$(P) \begin{cases} -\operatorname{div}(2\kappa e(\bar{\mathbf{u}}) + \lambda \operatorname{div}(\bar{\mathbf{u}}) \operatorname{Id} - \alpha \bar{p} \operatorname{Id}) = \mathbf{f}, & \text{dans } D \times [0, T], \\ \partial_t \left( \frac{\bar{p}}{M} + \alpha \operatorname{div}(\bar{\mathbf{u}}) \right) - \operatorname{div}(\kappa \nabla \bar{p}) = \mathbf{g}, & \text{dans } D \times (0, T), \\ \bar{\mathbf{u}} = 0, \bar{p} = 0, & \text{sur } \partial D \times [0, T], \\ \bar{p}(0) = \bar{p}_0, & \text{dans } D, \end{cases}$$

où  $D$  est le domaine spatial et  $x \in D$  et la variable de temps  $t$  varie dans l'intervalle  $[0, T]$ . L'opérateur  $e$  est le gradient symétrique défini par :

$$e(\bar{\mathbf{u}}) = (\nabla \bar{\mathbf{u}} + \nabla \bar{\mathbf{u}})^T / 2.$$

les coefficients de Lamé  $\lambda$  et  $\mu$  sont des paramètres fondamentaux pour la description du comportement élastique des matériaux et  $\kappa$  représente la perméabilité du milieu. Le coefficient de Biot  $\alpha$  définit le couplage entre la pression du fluide et la déformation mécanique, tandis que  $M$  représente le module de Biot. La pression  $\bar{p}$  à l'instant initial est donnée par la fonction  $\bar{p}_0$  et  $\mathbf{f}$  et  $\mathbf{g}$  représentent des termes sources.

**Indiquez les résultats majeurs obtenus au cours du projet. (2648/3000 carac. max)**

### **Résultat 5 Analyse numérique d'un problème poro-élastique à coefficients aléatoires et son application à la géothermie.**

Nous considérons un système de Biot dont les coefficients sont supposés aléatoires, i.e. où les coefficients de Lamé et la perméabilité dépendent également d'une variable "omega" sur un espace probabilisé ("Omega", P). Cette modélisation aléatoire est rendue nécessaire par les incertitudes inhérentes aux phénomènes géothermiques. Ces coefficients peuvent varier de façon importante selon les facteurs d'environnement et les conditions spécifiques du site. Ces variations et incertitudes peuvent provenir d'erreurs de mesures, d'imperfections matérielles ou de variations spatiales difficiles à caractériser. L'approche stochastique permet de capturer les

incertitudes plus efficacement et d'obtenir ainsi de meilleures estimations statistiques des comportements géothermiques. Nous présentons tout d'abord une formulation mathématique des équations de poroélasticité avec coefficients aléatoires et nous démontrons un résultat d'existence et d'unicité de la solution. Nous appliquons ensuite la décomposition de Karhunen-Loève des coefficients de Lamé et de la perméabilité, ce qui revient à approcher ces coefficients par des sommes finies faisant intervenir une certaine base orthonormale de l'espace  $L^2(D)$  et des variables aléatoires non-correlées de moyenne nulle et de variance unité. Nous utilisons de nouveau la méthode des éléments finis quadratiques par morceaux  $P_2$  pour la discrétisation du déplacement ainsi que la méthode d'éléments finis linéaires par morceaux  $P_1$  pour celle de l'équation en pression, tandis qu'il s'appuie sur une méthode de type Monte-Carlo pour prendre en compte le caractère aléatoire du problème. Nous démontrons une estimation d'erreur entre la solution du problème de Biot à coefficients aléatoires et la solution approchée du problème de Biot où les coefficients sont tronqués à l'aide de la décomposition de Karhunen-Loève et nous présentons des résultats de simulations numériques.

Pour pouvoir mieux appréhender les applications en géothermie, nous avons été conduits à coupler les équations pour le déplacement et la pression liquide avec une équation pour la température décrivant le transport de chaleur par le milieu poreux. L'idée essentielle de l'exploitation de l'énergie thermique souterraine est d'injecter un fluide froid à haute pression dans le réservoir souterrain et d'extraire de l'eau chaude de nappes suffisamment profondes du sol. Nous obtenons un problème thermo-poro-élastique de la forme : [voir ci-dessous]

### ***Thèse***

Beguinet. <https://theses.hal.science/tel-05078048v1>

### **Illustration des résultats. 1**

problème thermo-élastique de la forme

$$(Q) \begin{cases} -\operatorname{div}\left(2\mu e(\mathbf{u}) + \lambda \operatorname{div}(\mathbf{u})\right) + \alpha \nabla p + (1-\alpha) K_S \nabla \bar{\theta} = \mathbf{f}, & \text{dans } D \times [0, T], \\ \partial_t \left(\frac{p - K_S \bar{\theta}}{M} + \alpha \operatorname{div}(\mathbf{u})\right) - \operatorname{div}(\kappa \nabla p) = \mathbf{g}, & \text{dans } D \times [0, T], \\ \partial_t \left(\left(\frac{K_S}{K_T} + \frac{K_3^2}{M}\right) \bar{\theta} - \frac{K_S}{M} p + K_S (1-\alpha) \operatorname{div}(\mathbf{u})\right) \\ \quad - \eta \cdot \nabla \bar{\theta} - \operatorname{div}(\beta \nabla \bar{\theta}) = \mathbf{h}, & \text{dans } D \times [0, T], \\ \mathbf{u}, p, \bar{\theta} = 0, & \text{sur } \partial D \times [0, T], \\ p(t=0) = \bar{p}_0, \bar{\theta}(t=0) = \bar{\theta}_0, & \text{dans } D, \end{cases}$$

où l'on note la température  $\bar{\theta}$ . Ici, la diffusivité thermale  $\beta$  mesure la vitesse de diffusion de la chaleur à travers le milieu poreux tandis que  $K_S$  représente le coefficient de dilatation du solide,  $K_T$  le paramètre thermo-élastique de couplage, et  $\mathbf{h}$  est un terme source.

**Indiquez les résultats majeurs obtenus au cours du projet. (2968/3000 carac. max)**

### Résultat 6. Modélisation des écoulements et des transferts thermiques dans deux aquifères du Bassin de Paris.

À partir des représentations géologiques, des simulations des écoulements et des transferts thermiques ont été réalisées dans l'aquifère des calcaires bathoniens de l'Oolithe Blanche et du Comblanchien, ainsi que dans l'aquifère de l'Albien. Pour les calcaires bathoniens, les résultats des simulations tendent à montrer que les temps de percée thermique calculés à partir de modèles 3D hétérogènes — dont les cellules sont renseignées avec les perméabilités mesurées en laboratoire sur carottes — sont plus proches de la réalité que ceux obtenus à partir de grilles alimentées uniquement par les données de transmissivité issues des tests de puits.

Pour l'Albien, des recommandations de placement de doublets sont données en utilisant un partitionnement des mailles de la grille du modèle du réservoir à l'aide de l'algorithme k-means implémenté dans un code écrit sous Python. Les attributs sont hiérarchisés selon leur importance et des seuils sont définis pour générer les cartes des zones géographiques potentiellement favorables. L'intégration des données géologiques, pétrophysiques, thermiques et dynamiques dans ce workflow, ainsi que la prise en compte des incertitudes à caractériser ultérieurement, montre qu'il est possible de générer des recommandations à des fins opérationnelles de zones de potentiel

géothermique, à même de maximiser la fonction que représente la chaleur récupérée tout au long de la durée de vie du doublet.

Un outil de modélisation particulièrement pertinent pour la géothermie présentant des niveaux réservoirs stratigraphiques est le modèle proposé par Gringarten et Sauty (1975). Ce modèle décrit l'évolution temporelle de la température dans un puits producteur pour une seule couche perméable infinie, entourée d'une roche encaissante imperméable. Ce modèle est particulièrement utile car il établit un lien analytique entre la réponse thermique d'un doublet et les paramètres physiques du système. Toutefois, il ne peut pas être étendu au cas multicouche et s'avère peu adapté pour traiter les problèmes de connectivité des réservoirs lorsque les couches réservoirs sont de taille finie. Nous abordons comment traiter l'hétérogénéité verticale et horizontale à l'échelle du doublet à l'aide de simulations géostatistiques et de méthodes de changement d'échelle (*upscaling*). Nous proposons de conserver le cadre de modélisation de Gringarten et Sauty et d'explorer comment prendre en compte à la fois les hétérogénéités verticales et latérales en utilisant des paramètres équivalents.

### **Référence**

Gringarten, A. C., Sauty, J. P. 1975. Journal of Geophysical Research, 80(35), (1975), 4956-4962

### **Résumé à congrès**

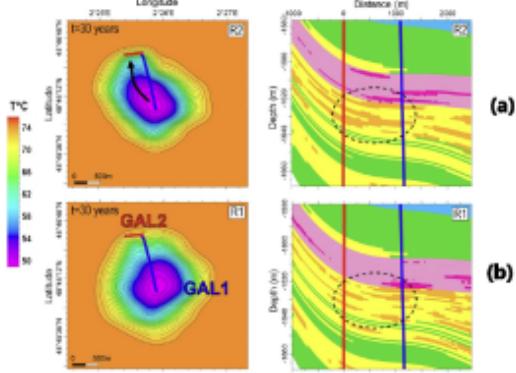
Mouche, E., et al., 50th Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University

Semmani, N., et al., Journées de la Géothermie 2025, Biarritz

### **Thèse**

Maxime Catinat. <https://theses.hal.science/tel-04520397v1>

### **Illustration des résultats. 1**



## Impact et retombées

Décrivez l'impact scientifique et potentiellement économique, social ou culturel des résultats du projet. (909/1000 carac. max) (622/1000 carac. max)

- La méthodologie permettant d'intégrer dans les géo-modèles des données provenant d'affleurements, acquises par photogrammétrie par drone, comme les surfaces stratigraphiques, les surfaces sédimentaires, les faciès, l'inclinaison des strates ou des bancs, constitue une réelle plus-value pour améliorer les modèles géologiques 3D des réservoirs géothermiques.
- Nos modèles géologiques des réservoirs des Calcaires du Dogger ou des Sables de l'Albien prédisent de manière assez précise le top du réservoir (à plus ou moins 3 m en général). Ces modèles ont été mis en accès sur data.gouv et sont déjà utilisés par les entreprises de géothermie afin de dérisquer les opérations.
- Le projet a également permis de mieux calculer la perméabilité avec la sonde CMR de SLB, ce qui permet d'améliorer la qualité de la localisation des réservoirs de bonne qualité en termes de perméabilité lors de la phase de forage.

- Benjamin Brigaud a pu rédiger le carnet « Changement climatique et transition énergétique en région Île-de-France », édité par le Groupe régional d'expertise sur le changement climatique et la transition écologique en Île-de-France (GREC Francilien). Ce carnet est spécifiquement rédigé à l'intention des décideurs et pouvoirs publics sur les

politiques énergétiques et d'atténuation du changement climatique. Il permet de promouvoir le potentiel du sous-sol pour développer une énergie bas carbone, locale, non intermittente et abondante : la géothermie. Lien <https://hal-cnrs.archives-ouvertes.fr/GEOPS/hal-03871752v1>

## Verrous scientifiques et techniques

**Précisez, le cas échéant, les verrous scientifiques et techniques restants ou identifiés en cours de projet. Ajouter une rubrique pour chaque cas.**

(1420/3000 carac. max)

Malgré les avancées réalisées, plusieurs verrous scientifiques et techniques demeurent et nécessitent des investigations complémentaires. Un premier verrou concerne la perméabilité, dont les valeurs peuvent varier de plusieurs ordres de grandeur selon la méthode de mesure utilisée (tests de puits versus mesures sur carottes). Cette disparité peut s'expliquer par des effets locaux liés à la présence de fractures ou de zones plus perméables. Une étude spécifique sur carottes serait à envisager afin de mieux comprendre et quantifier l'influence de ces structures sur les mesures. Un second verrou réside dans la forte hétérogénéité de la diagenèse, qui contrôle directement la distribution et la continuité des niveaux perméables au sein des calcaires. L'origine, l'âge, la température et les processus responsables de cette diagenèse restent encore à mieux contraindre pour améliorer la prédictibilité des propriétés réservoirs. Un autre enjeu majeur consiste à définir comment exploiter efficacement les analogues affleurants pour affiner la connaissance de la subsurface et réduire les incertitudes sur l'architecture et la connectivité des réservoirs géothermiques. Enfin, d'autres verrous techniques et conceptuels persistent, notamment sur la prise en compte des incertitudes et leur intégration dans les workflows de modélisation et de simulation, ouvrant ainsi la voie à des perspectives de recherche ciblées.

## Apports du projet pour les partenaires

**Indiquer si le projet a permis d'acquérir de nouvelles compétences** (807/1000 carac. max) (403/1000 carac. max) (825/1000 carac. max) (283/1000 carac. max) (469/1000 carac. max) (550/1000 carac. max)

Le projet a permis une acquisition significative de nouvelles compétences, tant scientifique que technique. Il a notamment favorisé la création de liens concrets et durables entre les géologues et les mathématiciens de l'Université Paris-Saclay, ouvrant la voie à des approches véritablement interdisciplinaires en géothermie. Au sein de GEOPS, une dynamique très positive s'est développée autour de la recherche en géothermie et en modélisation, avec l'émergence de nouvelles compétences, notamment dans la production d'affleurements numériques et la construction de modèles géologiques 3D. Une montée en compétences globale sur le thème de la géothermie a ainsi été observée. Cette dynamique s'est traduite par des impacts directs en termes de ressources humaines, avec la création de postes permanents :

- un poste de professeur profilé *Géothermie* en 2022,
- un poste d'ingénieur d'étude en imagerie 3D – affleurement numérique en 2024 (CDD), mis au concours en 2025, désormais occupé par Jean-David Moreau de manière permanente,
- un poste de maître de conférences en 2025, profilé *modélisation du sous-sol* (recrutement de Marine Collignon), - deux candidatures au CNRS en 2025 et 2026 profilées *Géothermie*.

Ces nouvelles compétences ont également stimulé le développement de nouveaux projets de recherche au sein de GEOPS, notamment :

- Un post-doctorat d'un an a été recruté dans le cadre du projet PR3DICT (PRédiction 3D des hétérogénéités de réservoirs pour la Caractérisation des ressources géoThermiques), débuté en septembre 2025 (financement ADEME), projet découlant directement de nos travaux dans le cadre de l'ANR UPGEO.

- Des liens ont également été consolidés avec le Programme Équipements Prioritaires de Recherche (PEPR) Sous-Sol, en particulier à travers la tâche THERMOPARIS (« Évaluation du potentiel et suivi de la performance des systèmes géothermiques de minime importance [0–200 m] sous le Grand Paris ») dans le cadre du projet ciblé PC10 S-PASS (« Bassin Parisien – Ressources et usages du sous-sol urbain »).

- Enfin, cette dynamique a contribué au lancement du projet RGF / Thèse de Charlie Marconnet « Contrôles des hétérogénéités géologiques multi-échelle sur les propriétés physiques des roches du Cénozoïque du bassin de Paris : de l'échantillon au bassin sédimentaire », débuté en 2023.

À l'IFPEN, ce projet ANR a représenté le premier financement de recherche en géothermie en 2019, ouvrant la voie à d'autres collaborations sur des cas d'étude proches, en particulier sur l'aquifère de l'Albien :

- un projet avec Geofluid / ADEME sur la réinjection dans l'Albien du plateau de Saclay,
- un projet avec le BRGM sur la stratigraphie (Angleterre / Bassin de Paris) et la diagenèse (*clay coat*) dans l'Aptien supérieur et l'Albien (thèse de Florence Seguin).

Dans la continuité quasi directe du projet UPGEO, le projet AMORES (*De l'Affleurement numérique au MOdèle REServoir*) piloté par EPOC et financé par le Carnot ISIFOR a permis de renforcer les compétences sur les affleurements numériques, notamment via le post-doctorat de Perrine Mas (sédimentologie / modélisation / simulation) en 2025. Nous pouvons également citer, un post-doctorat sur les réservoirs crétacés du Bassin aquitain piloté par EPOC et financé dans le cadre du PEPR Sous-sol biens communs – projet Aquibeat, avec un début décembre 2025.

## Perspectives

Décrivez les perspectives ouvertes par le projet. (2279/3000 carac. max)

Le projet a permis de poser les bases de nouvelles dynamiques de recherche et ouvre des perspectives structurantes à moyen et long terme. Une première perspective majeure concernerait la création d'un Groupement de Recherche (GDR) CNRS dédié à la géothermie, visant à fédérer et structurer la communauté scientifique française autour de cette thématique stratégique pour la transition énergétique. Ce GDR permettrait de renforcer les collaborations interdisciplinaires entre géologues, mathématiciens, ingénieurs et acteurs institutionnels, et d'amplifier la visibilité nationale et internationale des travaux menés. Sur le plan mathématique, les travaux initiés autour du système de Biot seront poursuivis en étroite interaction avec les équipes de géologie. L'objectif est de développer des méthodes numériques avancées permettant d'exploiter les mesures des coefficients physiques obtenues par les géologues et de les intégrer dans le système thermo-poro-élastique. Le développement de méthodes statistiques performantes, telles que la méthode de Monte Carlo multi-niveaux, sera essentiel pour traiter efficacement les incertitudes. Nous envisageons également d'aborder des modèles non linéaires avec des conditions aux limites réalistes, afin de mieux représenter la complexité des systèmes géothermiques. Du point de vue géologique, plusieurs axes de recherche ont été identifiés pour lever des verrous encore existants :

- Améliorer la compréhension des écarts importants de perméabilité observés entre les différentes méthodes de mesure (essais de puits versus mesures sur carottes) ;
- Mieux contraindre la diagenèse des niveaux perméables (origine, âge, température, processus), afin de mieux en comprendre la distribution spatiale et son impact sur la productivité des réservoirs ;
- Exploiter de manière plus systématique les analogues d'affleurement pour affiner la connaissance de la subsurface, en mobilisant notamment des approches statistiques avancées telles que les méthodes *multi-point statistics*.

Ces perspectives ouvrent la voie à de nouvelles collaborations interdisciplinaires, à des développements méthodologiques ambitieux et à une meilleure intégration des connaissances pour optimiser l'exploration et l'exploitation durable des ressources géothermiques.

## Exploitation des résultats

### Indiquer comment sont ou seront valorisés à court terme les résultats du projet (466/1000 carac. max)

Les principaux résultats ont déjà fait l'objet de publications scientifiques dans des revues de rang international, incluant par exemple trois publications à la revue *Geothermics* en 2023. Certaines données brutes ont été déposées sur l'entrepôt recherche.data.gouv . À court terme, plusieurs manuscrits seront soumis à des revues scientifiques de rang international afin de valoriser et diffuser les données qui n'ont pas encore été exploitées ou publiées à ce jour.

## Bilan du projet et de la collaboration

### Déroulement du projet

#### Difficultés

Indiquez dans la liste suivante les éventuelles difficultés rencontrées au cours du projet.

- Retard significatif dans la contractualisation d'un partenaire
- Retard dans la mise en place de l'accord de consortium
- Retard significatif dans le paiement d'un partenaire
- Retard lié au blocage des commandes dans l'institution du partenaire

- Problème ou retard dans le recrutement de personnel spécialisé (doctorant, post-doc, technicien, etc)
- Remplacement de la/du Responsable Scientifique coordinateur.trice par une autre personne du même laboratoire
- Changement de l'institution de la/du RS coordinateur.trice avec transfert du projet (contrat, budget) dans la nouvelle institution d'accueil (dans le même pays ou dans un autre pays)
- Indisponibilité temporaire d'un RS partenaire
- Abandon du projet par un RS partenaire (RS partenaire non joignable et n'accompli plus ses fonctions dans le projet)
- Problème d'expérimentation et/ou de mise au point technologique
- Problèmes d'accès/d'acquisition d'équipement, de plateformes, de bases de données, de cohortes, de terrains d'étude, etc
- Problème lié au contexte (géo)politique ou environnemental

#### Autre(s) difficulté(s) ?

- Oui     Non

#### Commentaires libres à l'attention de l'ANR (0/1000 carac. max)

Vide

#### Commentaires libres à l'attention de l'ANR (partenaire) (0/500 carac. max)

Vide

#### Recrutement de personnel non-permanent

##### Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (11/100 carac. max)

Perrine MAS

##### Indiquez son genre.

Femme

##### Indiquez son adresse mail. (27/100 carac. max)

perrine.mas@bordeaux-inp.fr

Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)

Vide

Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.

(5/100 carac. max)

GEOPS

Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet. (4/200 carac. max)

Oui  Non

EPOC

Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

39

Indiquez la date de fin du contrat.

2024-02-28

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

Post-doc en France

**Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet.** (112/250 carac. max)

Oui  Non

Projet AMORES "De l'Affleurement numérique au MODèle REServoir" piloté par EPOC et financé par le Carnot ISIFOR

**Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée.** (15/100 carac. max)

Adrien BEGUINET

**Indiquez son genre.**

Homme

**Indiquez son adresse mail.** (25/100 carac. max)

adrien.beguinet@gmail.com

**Indiquez son ORCID.** (0/100 carac. max)

Vide

**Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.**

(3/100 carac. max)

LMO

**Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.** (46/200 carac. max)

Oui  Non

Fédération de Mathématiques de CentraleSupélec

**Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.**

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénierie ou niveau ingénieur

- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

36

Indiquez la date de fin du contrat.

2023-09-30

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

CDD (public)

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet.

Oui  Non

Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (14/100 carac. max)

Maxime CATINAT

Indiquez son genre.

Homme

Indiquez son adresse mail. (25/100 carac. max)

Maxime-Catinat@hotmail.fr

Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)

Vide

Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.

(5/100 carac. max)

GEOPS

**Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet. (8/200 carac. max)**

Oui  Non

GEOFUID

**Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.**

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

**Indiquez la durée en mois du ou des contrats.**

36

**Indiquez la date de fin du contrat.**

2022-09-30

**Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.**

CDI (privé)

**Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet. (54/250 carac. max)**

Oui  Non

Embauché chez GEOFUID, partenaire privé du projet ANR

**Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée.** (14/100 carac. max)

Hadrien THOMAS

**Indiquez son genre.**

Homme

**Indiquez son adresse mail.** (20/100 carac. max)

H.Thomas@panterra.nl

**Indiquez son ORCID.** (0/100 carac. max)

Vide

**Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.**

(5/100 carac. max)

GEOPS

**Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.**

Oui  Non

**Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.**

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

**Indiquez la durée en mois du ou des contrats.**

36

**Indiquez la date de fin du contrat.**

2022-09-30

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

CDI (privé)

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet. (97/250 carac. max)

Oui  Non

Embauché chez PanTerra Geoconsultants B.V., compagnie souhaitant développer son pôle "géothermie"

Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (11/100 carac. max)

Daniel OTOO

Indiquez son genre.

Homme

Indiquez son adresse mail. (28/100 carac. max)

daniel.otoo@manchester.ac.uk

Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)

Vide

Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.

(4/100 carac. max)

LSCE

Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.

Oui  Non

Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

18

Indiquez la date de fin du contrat.

2023-09-30

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

CDD (public)

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet.

Oui  Non

Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (13/100 carac. max)

Nazim SEMMANI

Indiquez son genre.

Homme

Indiquez son adresse mail. (23/100 carac. max)

nazim.semmanni@gmail.com

Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)

Vide

Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.

(5/100 carac. max)

IFPEN

Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.

Oui  Non

Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

12

Indiquez la date de fin du contrat.

2024-09-30

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

Post-doc en France

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet. (33/250 carac. max)

Oui  Non

simulation sur l'Albien à l'IFPEN

**Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée.** (16/100 carac. max)

Yannis CHEVALIER

**Indiquez son genre.**

Homme

**Indiquez son adresse mail.** (26/100 carac. max)

yannischevalier2@gmail.com

**Indiquez son ORCID.** (0/100 carac. max)

Vide

**Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.**

(5/100 carac. max)

GEOPS

**Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.**

Oui  Non

**Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.**

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

**Indiquez la durée en mois du ou des contrats.**

Indiquez la date de fin du contrat.

2024-07-31

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

Étudiant/Étudiante

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet.

Oui  Non

Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (13/100 carac. max)

Allan ANDRIAT

Indiquez son genre.

Homme

Indiquez son adresse mail. (40/100 carac. max)

allan.andriat@universite-paris-saclay.fr

Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)

Vide

Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.

(5/100 carac. max)

GEOPS

Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.

Oui  Non

Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

3

Indiquez la date de fin du contrat.

2023-06-30

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

Étudiant/Étudiante

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet.

- Oui     Non

Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (16/100 carac. max)

Yara Al BAYSSARI

Indiquez son genre.

Femme

Indiquez son adresse mail. (24/100 carac. max)

yarabayssari@hotmail.com

Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)

Vide

Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.

(5/100 carac. max)

GEOPS

Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.

Oui  Non

Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

6

Indiquez la date de fin du contrat.

2022-07-31

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

Étudiant/Étudiante

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet.

Oui  Non

**Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée.** (15/100 carac. max)

Nanaba BAGAYOKO

**Indiquez son genre.**

Femme

**Indiquez son adresse mail.** (24/100 carac. max)

yarabayssari@hotmail.com

**Indiquez son ORCID.** (0/100 carac. max)

Vide

**Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.**

(5/100 carac. max)

GEOPS

**Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.**

Oui  Non

**Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.**

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

**Indiquez la durée en mois du ou des contrats.**

6

**Indiquez la date de fin du contrat.**

2022-07-30

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

Étudiant/Étudiante

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet.

Oui  Non

Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (15/100 carac. max)

Mathis BERGOGNE

Indiquez son genre.

Homme

Indiquez son adresse mail. (22/100 carac. max)

bergogne.mat@gmail.com

Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)

Vide

Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.

(5/100 carac. max)

GEOPS

Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.

Oui  Non

Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.

Post-doc

Doctorant/Doctorante

- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

6

Indiquez la date de fin du contrat.

2022-07-30

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

CDD (public)

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet.

Oui  Non

Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (21/100 carac. max)

Maria EL HAGE MOUSSA

Indiquez son genre.

Femme

Indiquez son adresse mail. (26/100 carac. max)

mariyahajjmoussa7@gmail.com

Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)

Vide

Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.

(5/100 carac. max)

GEOPS

Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.

Oui  Non

Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

3

Indiquez la date de fin du contrat.

2022-06-30

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

CDD (public)

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet.

Oui  Non

Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (12/100 carac. max)

Luis BARROSO

**Indiquez son genre.**

Homme

**Indiquez son adresse mail.** (23/100 carac. max)

barroso.luisb@gmail.com

**Indiquez son ORCID.** (0/100 carac. max)

Vide

**Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.**

(5/100 carac. max)

GEOPS

**Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.**

Oui  Non

**Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.**

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

**Indiquez la durée en mois du ou des contrats.**

6

**Indiquez la date de fin du contrat.**

2021-07-31

**Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.**

Étudiant/Étudiante

**Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet.**

Oui  Non

**Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (13/100 carac. max)**

Yanis CHERIFI

**Indiquez son genre.**

Homme

**Indiquez son adresse mail. (40/100 carac. max)**

yanis.cherifi@universite-paris-saclay.fr

**Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)**

Vide

**Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.**

(5/100 carac. max)

GEOPS

**Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.**

Oui  Non

**Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.**

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne

- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

2

Indiquez la date de fin du contrat.

2021-07-31

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

Étudiant/Étudiante

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet.

- Oui
- Non

Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (13/100 carac. max)

Carla D'ABREU

Indiquez son genre.

Femme

Indiquez son adresse mail. (25/100 carac. max)

carla.cf.dabreu@gmail.com

Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)

Vide

Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.

(5/100 carac. max)

GEOPS

Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.

Oui  Non

Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

6

Indiquez la date de fin du contrat.

2021-07-31

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

Étudiant/Étudiante

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet.

Oui  Non

Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (17/100 carac. max)

Vanel KWAHASAMOUO

Indiquez son genre.

Femme

Indiquez son adresse mail. (25/100 carac. max)

vanelkwahasamouo@yahoo.fr

Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)

Vide

Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.

(5/100 carac. max)

GEOPS

Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.

Oui  Non

Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

6

Indiquez la date de fin du contrat.

2021-07-31

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

Aucun

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet.

Oui  Non

Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (11/100 carac. max)

Codjo ESSOU

Indiquez son genre.

Homme

Indiquez son adresse mail. (53/100 carac. max)

codjo-thomas-florent.essou@universite-paris-saclay.fr

Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)

Vide

Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.

(5/100 carac. max)

GEOPS

Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.

Oui  Non

Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire

Stagiaire

Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

6

Indiquez la date de fin du contrat.

2020-07-31

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

CDD (privé)

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet. (24/250 carac. max)

Oui  Non

géothermie chez GEOFLUID

Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (14/100 carac. max)

Vivien FOLLIOT

Indiquez son genre.

Homme

Indiquez son adresse mail. (23/100 carac. max)

vivienfolliot@gmail.com

Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)

Vide

Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.

(5/100 carac. max)

GEOPS

Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.

Oui  Non

Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

3

Indiquez la date de fin du contrat.

2020-08-31

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

Étudiant/Étudiante

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet.

Oui  Non

Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (17/100 carac. max)

Anaëlle GUILLEVIC

Indiquez son genre.

Femme

Indiquez son adresse mail. (24/100 carac. max)

anaelle.guillevic@uis.no

Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)

Vide

Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.

(5/100 carac. max)

GEOPS

Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.

Oui  Non

Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

3

Indiquez la date de fin du contrat.

2020-08-31

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

Étudiant/Étudiante

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet. (36/250 carac. max)

Oui  Non

Géothermie chez Université Stavanger

Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (15/100 carac. max)

Philemon JUVANY

Indiquez son genre.

Homme

Indiquez son adresse mail. (25/100 carac. max)

philemonjuvany@outlook.fr

Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)

Vide

Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.

(5/100 carac. max)

GEOPS

Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.

Oui  Non

Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne

Vacataire Stagiaire Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

6

Indiquez la date de fin du contrat.

2020-07-31

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

CDD (public)

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet.

Oui  Non

Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (14/100 carac. max)

Ysabel HENRIOT

Indiquez son genre.

Femme

Indiquez son adresse mail. (21/100 carac. max)

ysa.henriot@gmail.com

Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)

Vide

Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.

(4/100 carac. max)

BRGM

Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.

Oui  Non

Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

3

Indiquez la date de fin du contrat.

2023-06-30

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

Étudiant/Étudiante

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet.

Oui  Non

Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (25/100 carac. max)

Janaina Fernandes Veloso

Indiquez son genre.

Femme

Indiquez son adresse mail. (25/100 carac. max)

j.fernandesveloso@brgm.fr

Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)

Vide

Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.

(4/100 carac. max)

BRGM

Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.

Oui  Non

Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

3

Indiquez la date de fin du contrat.

2022-06-30

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

Étudiant/Étudiante

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet.

Oui  Non

Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (17/100 carac. max)

Guillaume GALLIEN

Indiquez son genre.

Homme

Indiquez son adresse mail. (20/100 carac. max)

guigal2000@gmail.com

Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)

Vide

Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.

(4/100 carac. max)

BRGM

Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.

Oui  Non

Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire

Stagiaire

Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

6

Indiquez la date de fin du contrat.

2024-07-31

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

CDD (public)

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet. (31/250 carac. max)

Oui  Non

PEPR Sous-sol, thèse géothermie

Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (15/100 carac. max)

Adrien BEGUINET

Indiquez son genre.

Homme

Indiquez son adresse mail. (25/100 carac. max)

adrien.beguinet@gmail.com

Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)

Vide

Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.

(3/100 carac. max)

LMO

**Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.**

Oui  Non

**Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.**

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

**Indiquez la durée en mois du ou des contrats.**

6

**Indiquez la date de fin du contrat.**

2020-07-31

**Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.**

CDD (public)

**Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet. (29/250 carac. max)**

Oui  Non

Doctorant sur le projet UPGEO

**Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (15/100 carac. max)**

Mouhanned GABSI

**Indiquez son genre.**

Homme

**Indiquez son adresse mail.** (23/100 carac. max)

mouhanned450@hotmail.fr

**Indiquez son ORCID.** (0/100 carac. max)

Vide

**Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.**

(3/100 carac. max)

LMO

**Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.**

Oui  Non

**Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.**

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

**Indiquez la durée en mois du ou des contrats.**

6

**Indiquez la date de fin du contrat.**

2020-07-31

**Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.**

Sans nouvelles

**Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet.**

Oui  Non

**Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (12/100 carac. max)**

Adrien HENRY

**Indiquez son genre.**

Homme

**Indiquez son adresse mail. (28/100 carac. max)**

Adrien.Henry@bordeaux-inp.fr

**Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)**

Vide

**Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.**

(15/100 carac. max)

EPOC / ENSEGID

**Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.**

Oui  Non

**Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.**

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne

- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

6

Indiquez la date de fin du contrat.

2021-08-31

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

CDD (public)

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet.

- Oui     Non

Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (16/100 carac. max)

Baptiste HERSANT

Indiquez son genre.

Homme

Indiquez son adresse mail. (32/100 carac. max)

Baptiste.Hersant@bordeaux-inp.fr

Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)

Vide

Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.  
(14/100 carac. max)

EPOC / ENSEGID

Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet.

Oui  Non

Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénieure ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

6

Indiquez la date de fin du contrat.

2020-08-31

Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.

Recherche d'emploi

Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet.

Oui  Non

Indiquez le prénom et NOM de la personne recrutée. (17/100 carac. max)

Florence SEGUIN

Indiquez son genre.

Femme

Indiquez son adresse mail. (24/100 carac. max)

florence.seguin@ifpen.fr

Indiquez son ORCID. (0/100 carac. max)

Vide

Indiquez le nom du partenaire du projet ayant embauché la personne.

(5/100 carac. max)

IFPEN

Précisez si son contrat a donné lieu à une mobilité chez un des partenaires du projet. (5/200 carac. max)

Oui  Non

GEOPS

Indiquez le(s) type(s) de poste occupé(s) par la personne pendant le projet.

- Post-doc
- Doctorant/Doctorante
- Ingénieur/Ingénierie ou niveau ingénieur
- Technicien/Technicienne
- Vacataire
- Stagiaire
- Autre

Indiquez la durée en mois du ou des contrats.

6

Indiquez la date de fin du contrat.

2022-07-31

**Indiquez le parcours professionnel de la personne après la fin de son contrat dans le projet.**

CDD (public)

**Précisez si le devenir professionnel de la personne est en lien avec le projet. (90/250 carac. max)**

Oui  Non

Doctorante en géothermie "Albien", projet connexe à UPGEO, thèse IFPEN/BRGM/Univ. Poitiers

## Interactions avec le monde socio-économique

**Votre projet a-t-il permis la création de Réseaux (RMT) ou d'Unités Mixtes Technologiques (UMT) ?**

Oui  Non

**Contrats avec entreprise(s) (238/250 carac. max) (216/250 carac. max)**

Oui  Non

2020 : Contrat Collaboration n°2019-0164 entre GEOFLUID/Université Paris-Saclay. Titre : « Caractérisation des hétérogénéités des réservoirs géothermiques d'Ile-de-France par le développement d'une modélisation numérique hydro-dynamique"

2021: Contrat Collaboration n° 2021-2034 entre GEOFLUID/Université Paris-Saclay. Titre "Caractérisation des hétérogénéités réservoirs et simulation numérique hydrodynamique dans les systèmes géothermiques"

**Contrats de R&D avec des industriels (184/250 carac. max) (217/250 carac. max)**

Oui  Non

2020 : convention de financement ADEME. Titre « Problématique de l'injection en milieu poreux non consolidés », partenariat entre deux partenaires du consortium ANR : GEOFLUID et IFPEN

2024: convention de financement ADEME. Projet PR3DICT PRédiction 3D des hétérogénéités de réservoirs pour la Caractérisation des ressources géoThermiques, financement ADEME), entre Université Paris-Saclay, BRGM et SLB

#### Bourses CIFRE (222/250 carac. max)

Oui  Non

2021: Caractérisation des hétérogénéités réservoirs et simulation numérique hydrodynamique dans les systèmes géothermiques. ANRT, thèse « Convention industrielle de formation par la recherche » Cifre n° 2021/0773

#### Création d'entreprise, de start-up

Oui  Non

### Financements publics

Les recherches conduites dans votre projet ont-elles donné lieu à de nouveaux contrats européens (ERC, ...) ou internationaux (NSF, JSPS, NIH, ...) ?

Oui  Non

#### Contrats nationaux (hors PIA ou France 2030) (235/250 carac. max)

Oui  Non

2023: RGF / BRGM: « Contrôles des hétérogénéités géologiques multi-échelle sur les propriétés physiques des roches du Crétacé du bassin de Paris : de l'échantillon au bassin sédimentaire »), thèse Charlie Marconnet, PI Cédric Bailly

#### Contrats avec les collectivités territoriales

Oui  Non

Contrats financés dans le cadre du PIA ou de France 2030 (précisez l'opérateur : ANR ou autre). (247/250 carac. max) (224/250 carac. max) (117/250 carac. max) (113/250 carac. max) (133/250 carac. max) (80/250 carac. max) (122/250 carac. max)

Oui  Non

2024: Projet ciblé S-PASS Ressources et Usages du sous-sol urbain – Bassin Parisien (ANR-22-EXSS-0011 : <https://anr.fr/ProjetIA-22-EXSS-0011>) du Programme Équipement Prioritaire de Recherche (PEPR) Sous-Sol, PI Jocelyn Barbarand et Isabelle Halfon

Tâche: Évaluation du potentiel et suivi de la performance des systèmes géothermiques de minime importance (0-200 m) sous le Grand Paris THERMOPARIS. Financement par l'Agence Nationale pour la Recherche (ANR-22-EXSS-0011)

<https://www.soussol-bien-commun.fr/fr/chantiers-regionaux/s-pass-bassin-parisien-ressources-usages-du-sous-sol-urbain>

2024: Carnot ISIFOR; projet AMORES "De l'Affleurement numérique au MODèle REServoir", PI: Raphaël Bourillot, EPOC

2025: projet ciblé Aquibeat du Programme Équipement Prioritaire de Recherche (PEPR) Sous-Sol, PI Jean-Paul Callot et Olivier Serrano

Tâche: Réservoirs crétacés du Bassin aquitain piloté par Raphaël Bourillot, EPOC

<https://www.soussol-bien-commun.fr/fr/chantiers-regionaux/aquibeat-geologie-du-bassin-aquitain-pour-transition-energetique>

**Contrats financés par des associations caritatives et des fondations (ARC, B&M Gates Foundation, FRM, ...)**

Oui  Non

## Productions du projet

### Publications et communications

#### Articles dans une revue

**Notice / Citation**

Yueyuan Gao, Danielle Hilhorst, Huy Cuong Vu Do. A Generalized Finite Volume Method for Density Driven Flows in Porous Media. Energies, 2021, 14 (19), pp.6151. <10.3390/en14196151>. <hal-03581028>

**DOI ou identifiant**

<https://dx.doi.org/10.3390/en14196151>

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03581028>

**Notice / Citation**

Cornelis J van Duijn, Andro Mikelic, Thomas Wick. Mathematical theory and simulations of thermoporoelasticity. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, In press, <10.1016/j.cma.2020.113048>. <hal-02429820>

**DOI ou identifiant**

<https://dx.doi.org/10.1016/j.cma.2020.113048>

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02429820>

**Notice / Citation**

Maxime Catinat, Marc Fleury, Benjamin Brigaud, Miklos Antics, Pierre Ungemach. Estimating permeability in a limestone geothermal reservoir from NMR laboratory experiments. Geothermics, 2023, 111, pp.102707. <10.1016/j.geothermics.2023.102707>. <hal-04052607>

**DOI ou identifiant**

<https://dx.doi.org/10.1016/j.geothermics.2023.102707>

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-04052607>

**Notice / Citation**

Maxime Catinat, Benjamin Brigaud, Marc Fleury, Hadrien Thomas, Miklos Antics, et al.. Characterizing facies and porosity-permeability heterogeneity in a geothermal carbonate reservoir with the use of NMR-wireline logging data. *Geothermics*, 2023, 115, pp.102821. <10.1016/j.geothermics.2023.102821>. <hal-04199645>

**DOI ou identifiant**

<https://dx.doi.org/10.1016/j.geothermics.2023.102821>

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-04199645>

**Notice / Citation**

Hadrien Thomas, Benjamin Brigaud, Thomas Blaise, Elodie Zordan, Hermann Zeyen, et al.. Upscaling of geological properties in a world-class carbonate geothermal system in France: From core scale to 3D regional reservoir dimensions. *Geothermics*, 2023, 112, pp.102719. <10.1016/j.geothermics.2023.102719>. <hal-04086839v2>

**DOI ou identifiant**

<https://dx.doi.org/10.1016/j.geothermics.2023.102719>

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-04086839>

**Notice / Citation**

Hadrien Thomas, Benjamin Brigaud, Thomas Blaise, Bertrand Saint-Bezar, Elodie Zordan, et al.. Contribution of drone photogrammetry to 3D outcrop modeling of facies, porosity, and permeability heterogeneities in carbonate reservoirs (Paris Basin, Middle Jurassic). *Marine and Petroleum Geology*, 2021, 123, pp.104772. <10.1016/j.marpetgeo.2020.104772>. <hal-02984068>

**DOI ou identifiant**

<https://dx.doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2020.104772>

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02984068>

## Communications de congrès

**Notice / Citation**

Maxime Catinat, Benjamin Brigaud, Marc Fleury, Miklos Antics, Pierre Ungemach, et al.. NMR contribution in sub-horizontal well for porosity-permeability heterogeneity characterization in limestones: implications for 3D reservoir prediction and flow simulation in a world class geothermal aquifer. EGU General Assembly 2021, European Geosciences Union, Apr 2021, Vienna, Austria. <10.5194/egusphere-egu21-1101>. <hal-05294837>

**DOI ou identifiant**

<https://dx.doi.org/10.5194/egusphere-egu21-1101>

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05294837>

**Notice / Citation**

Hadrien Thomas, Nobuyasu Hirabayashi, Youri Hamon, Benoît Vincent, Benjamin Brigaud, et al.. Improved dipole sonic imaging of intra-Dogger bodies from Grigny GGR5 sub-horizontal drain, and interpretation. SPWLA France -Geothermal Energy Seminar (2024), SPWLA France, Jun 2024, Clamart (FR), France. <10.13140/RG.2.2.28985.17763>. <hal-04705846>

**DOI ou identifiant**

<https://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.28985.17763>

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-04705846>

**Notice / Citation**

Hadrien Thomas. Upscaling of geological properties in a world-class carbonate geothermal system in France: from core scale to 3D regional

reservoir dimensions » : Petrography, core observation and 3D modelling with Petrel. Schlumberger Geothermal Technology Day 2022, Schlumberger, 2022, Geneva, Switzerland. <hal-05294825>

#### **DOI ou identifiant**

Vide

#### **Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05294825>

#### **Notice / Citation**

Perrine Mas, Benjamin Brigaud, Rémy Deschamps, Eric Lasseur, Raphael Bourillot, et al.. Architectures et modélisation géologique 3D des réservoirs argilo-sableux apto-albiens d'Île-de-France (bassin de Paris) pour des applications en géothermie. 19ème Congrès Français de Sédimentologie, Association des Sédimentologistes Français, Nov 2024, Villeneuve-d'Ascq, France. pp.210-211/332. <hal-05297646>

#### **DOI ou identifiant**

Vide

#### **Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05297646>

#### **Notice / Citation**

Semmani Nazim, Alexandre Fornel, Deschamps Remy, Souque Christine. Évaluation du potentiel géothermique et recommandations pour le placement de doublets de forages dans les sables apto-albiens du bassin de Paris : simulations d'écoulements et classification d'attributs à l'aide d'un algorithme de clustering. 19ème Congrès Français de Sédimentologie, Association des Sédimentologistes Français, Nov 2024, Villeneuve-d'Ascq, France. pp.285-286/332. <hal-05297650>

#### **DOI ou identifiant**

Vide

#### **Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05297650>

### **Notice / Citation**

Maxime Catinat, Benjamin Brigaud, Marc Fleury, Miklos Antics, Pierre Ungemach, et al.. NMR contribution for porosity-permeability heterogeneity characterization in limestones: implications for 3D reservoir prediction and flow simulation in a world class geothermal aquifer. European Geothermal Congress 2022, European Geothermal Energy Council, Oct 2022, Berlin, Germany. <hal-05294983>

### **DOI ou identifiant**

Vide

### **Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05294983>

### **Notice / Citation**

Codjo Thomas Florent Essou, Benjamin Brigaud, Miklos Antics, Pierre Ungemach, Perrine Mas, et al.. Thermo-hydrodynamic modelling in silicoclastic reservoirs: case study of the Albian geothermal reservoir at Saclay, Paris Basin, France. 28ème Réunion des Sciences de la Terre, Société géologique de France, Oct 2023, Rennes, France. <hal-05297692>

### **DOI ou identifiant**

Vide

### **Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05297692>

### **Notice / Citation**

Hadrien Thomas, Benjamin Brigaud, Thomas Blaise, Elodie Zordan, Hermann Zeyen, et al.. Upscaling of geological properties in a world-class carbonate geothermal system in France: from core scale to 3D regional reservoir dimension. Development and Production Geology of Carbonate

Reservoirs, The Geological Society London, May 2022, London, United Kingdom. <hal-05294792>

**DOI ou identifiant**

Vide

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05294792>

**Notice / Citation**

Maxime Catinat, Benjamin Brigaud, Marc Fleury, Miklos Antics, Pierre Ungemach, et al.. NMR contribution in sub-horizontal well for porosity-permeability heterogeneity characterization in limestones: implications for 3D reservoir prediction and flow simulation in a world class geothermal aquifer. 12th European Geothermal PhD Days, Cergy Paris Université; Université de Neuchâtel, Feb 2021, (Visioconférence), France. <hal-05294969>

**DOI ou identifiant**

Vide

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05294969>

**Notice / Citation**

Daniel Otoo, Emmanuel Mouche, Benjamin Brigaud. Reservoir connectivity concerns in the dogger aquifer? an assessment through a geothermal doublet. 10th UK Geothermal Symposium, The Geological Society London, Nov 2023, Londres, United Kingdom. <hal-05295006>

**DOI ou identifiant**

Vide

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05295006>

**Notice / Citation**

Hadrien Thomas, Benjamin Brigaud, Thomas Blaise, Bertrand Saint-Bezar, Elodie Zordan, et al.. Contribution of drone photogrammetry to 3D outcrop modeling of facies, porosity, and permeability heterogeneities in carbonate reservoirs (Paris Basin, Middle Jurassic). 4th Virtual Geoscience Conference, Sep 2021, Marseille, France. <hal-05294964>

**DOI ou identifiant**

Vide

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05294964>

**Notice / Citation**

Cédric Bailly, Emmanuel Léger, Simon Andrieu, Jean-Baptiste Regnet, Mathis Bergogne, et al.. Behavior of elastic properties in carbonates: scale does matter. EGU General Assembly 2024, Apr 2024, Vienne, Austria. <10.5194/egusphere-egu24-12400>. <insu-04726376>

**DOI ou identifiant**

<https://dx.doi.org/10.5194/egusphere-egu24-12400>

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/insu-04726376>

**Notice / Citation**

Hadrien Thomas, Benjamin Brigaud, Hermann Zeyen, Thomas Blaise, Simon Andrieu, et al.. Facies, porosity and permeability prediction and 3-D geological static model in the Middle Jurassic geothermal reservoir of the Paris Basin by integration of well logs and geostatistical modeling. EGU General Assembly 2020, May 2020, Vienna, Austria. <10.5194/egusphere-egu2020-20712>. <hal-05294829>

**DOI ou identifiant**

<https://dx.doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-20712>

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05294829>

**Notice / Citation**

Perrine Mas, Raphaël Bourillot, Benjamin Brigaud, Rémy Deschamps, Bertrand Saint-Bezar. From 3D digital outcrops to fluid flow reservoir simulations in a deltaic system: An integrated approach. EGU General Assembly 2023, European Geosciences Union, Apr 2023, Vienna, Austria. <10.5194/egusphere-egu23-565>. <hal-05294840>

**DOI ou identifiant**

<https://dx.doi.org/10.5194/egusphere-egu23-565>

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05294840>

**Notice / Citation**

Hadrien Thomas, Benjamin Brigaud, Thomas Blaise, Bertrand Saint-Bezar, Elodie Zordan, et al.. Contribution de la photogrammétrie par drone à la modélisation 3D des hétérogénéités des réservoirs carbonatés (carrière de Massangis, Bassin de Paris). Journée scientifique du Groupe Français d'Etude du Jurassique, Groupe Français d'Etude du Jurassique, Dec 2020, Paris, France. <hal-05294862>

**DOI ou identifiant**

Vide

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05294862>

**Notice / Citation**

Perrine Mas, Yara Al Bayssari, Rémy Deschamps, Benjamin Brigaud, Raphaël Bourillot, et al.. Architectures et modélisation géologique 3D des réservoirs argilo-sableux apto-albiens d'Île-de-France (Bassin de Paris)

pour des applications en géothermie. 28ème Réunion des Sciences de la Terre, Société géologique de France, Oct 2023, Rennes, France. <hal-05297695>

#### **DOI ou identifiant**

Vide

#### **Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05297695>

#### **Notice / Citation**

Adrien Henry, Raphaël Bourillot, Perrine Mas, Rémy Deschamps, Benjamin Brigaud, et al.. Rock typing et hétérogénéité de la formation des grès de Roda (Eocène inférieur, Bassin sud pyrénéen) : un analogue de terrain aux réservoirs deltaïques. 27e édition de la Réunion des Sciences de la Terre (RST 2021), SGF, CNRS, Laboratoire de Géologie de Lyon ou l'étude de la Terre, des planètes et de l'environnement, Nov 2021, Lyon, France. <hal-03588186>

#### **DOI ou identifiant**

Vide

#### **Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03588186>

#### **Notice / Citation**

Perrine Mas, Benjamin Brigaud, Raphaël Bourillot, Adrien Henry, Rémy Deschamps, et al.. Réalisation d'un modèle photogrammétrique d'affleurement des Grès de Roda (Eocène inférieur, Bassin sud-pyrénéen) pour l'étude des hétérogénéités réservoirs (projet UPGEO). 27e édition de la Réunion des Sciences de la Terre (RST 2021), SGF, CNRS, Laboratoire de Géologie de Lyon ou l'étude de la Terre, des planètes et de l'environnement, Nov 2021, Lyon, France. <hal-03588158>

#### **DOI ou identifiant**

Vide

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03588158>

**Notice / Citation**

Emmanuel Mouche, Maxime Catinat, Daniel Otoo, Benjamin Brigaud, Pascal Audigane. Flow and thermal modeling of a geothermal doublet in a layered reservoir of Paris Basin. 50th Stanford Geothermal Workshop, Stanford University, Feb 2025, Stanford, United States. pp.SGP-TR-229. <hal-05294682>

**DOI ou identifiant**

Vide

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05294682>

**Notice / Citation**

Hadrien Thomas, Benjamin Brigaud, Thomas Blaise, Bertrand Saint-Bezar, Elodie Zordan, et al.. Contribution of drone photogrammetry to 3D outcrop modeling of facies, porosity, and permeability heterogeneities in carbonate reservoirs (Paris Basin, Middle Jurassic). Development and Production Geology of Carbonate Reservoirs, The Geological Society, May 2022, London, United Kingdom. <hal-05295001>

**DOI ou identifiant**

Vide

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05295001>

**Notice / Citation**

Marc Fleury, Maxime Catinat, Benjamin Brigaud, Miklos Antics, Pierre Ungemach. Permeability estimation from NMR logs in a limestone

geothermal aquifer. European Geothermal Congress 2022, European Geothermal Energy Council, Oct 2022, Berlin, Germany. <hal-05294985>

#### **DOI ou identifiant**

Vide

#### **Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05294985>

#### **Notice / Citation**

Nazim Semmani, Alexandra Fornel, Rémi Deschamps, Christine Souque. Evaluation du potentiel géothermique et recommandations pour le placement de doublets de forages dans les sables apto-albiens du Bassin de Paris. Journées de la Géothermie 2025, Association française des professionnels de la géothermie, Jun 2025, Biarritz, France. <hal-05296835>

#### **DOI ou identifiant**

Vide

#### **Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05296835>

#### **Notice / Citation**

Codjo T.F. Essou, Benjamin Brigaud, Miklos Antics, Pierre Ungemach, Perrine Mas, et al.. Thermo-hydrodynamic modelling in silicoclastic reservoirs: case study of the Albian geothermal reservoir at Saclay, Paris Basin, France. 48th Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Université de Stanford, Feb 2023, Stanford, United States. <hal-05297690>

#### **DOI ou identifiant**

Vide

#### **Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05297690>

**Notice / Citation**

Hadrien Thomas, Benjamin Brigaud, Hermann Zeyen, Bertrand Saint-Bézar, Thomas Blaise, et al.. Contribution de la photogrammétrie par drone à la modélisation 3D des hétérogénéités des réservoirs carbonatés (carrière de Massangis, Bassin de Paris). 27e édition de la Réunion des Sciences de la Terre (RST 2021), SGF, CNRS, Laboratoire de Géologie de Lyon ou l'étude de la Terre, des planètes et de l'environnement, Nov 2021, Lyon, France. <hal-03587816>

**DOI ou identifiant**

Vide

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03587816>

**Notice / Citation**

Chevalier Yannis, Benjamin Brigaud, Fleury Marc, Bailly Cédric, Andrieu Simon, et al.. The importance of nuclear magnetic resonance (NMR) to characterize the porosity, permeability and facies properties of carbonates geothermal reservoir. 19ème Congrès Français de Sédimentologie, Association des Sédimentologistes Français, Nov 2024, Villeneuve-d'Ascq, France. pp.83/332. <hal-05296846>

**DOI ou identifiant**

Vide

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05296846>

**Notice / Citation**

Maxime Catinat, Benjamin Brigaud, Marc Fleury, Miklos Antics, Pierre Ungemach, et al.. NMR contribution in sub-horizontal well for porosity-permeability heterogeneity characterization in limestones: implications for 3D reservoir prediction and flow simulation in a world class geothermal

aquifer. 27e édition de la Réunion des Sciences de la Terre (RST 2021), SGF, CNRS, Laboratoire de Géologie de Lyon ou l'étude de la Terre, des planètes et de l'environnement, Nov 2021, Lyon, France. <hal-03588104>

#### **DOI ou identifiant**

Vide

#### **Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03588104>

## **Posters de conférence**

Aucun élément n'est présent dans HAL

## **Proceedings/Recueil des communications**

Aucun élément n'est présent dans HAL

## **Ouvrages**

Aucun élément n'est présent dans HAL

## **Chapitres d'ouvrage**

Aucun élément n'est présent dans HAL

## **Brevets**

Aucun élément n'est présent dans HAL

## **Autres publications scientifiques**

#### **Notice / Citation**

Benjamin Brigaud. La géothermie, enjeu majeur pour la neutralité carbone des zones urbaines. The Conversation, 2023. <hal-04180476>

#### **Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-04180476>

## **Articles de blog scientifique**

Aucun élément n'est présent dans HAL

## **Notices d'encyclopédie ou de dictionnaire**

Aucun élément n'est présent dans HAL

## N° spécial de revue / special issue

Aucun élément n'est présent dans HAL

## Traductions

Aucun élément n'est présent dans HAL

# Prépublications, documents de travail

## Preprints / prépublications

### Notice / Citation

Perrine Mas, Raphaël Bourillot, Rémy Deschamps, Benjamin Brigaud, Bertrand Saint-Bezar, et al.. Deciphering tidal signature in a fluvial-dominated delta using digital outcrop models (Roda Sandstone, Eocene, South Pyrenean Basin). 2025. <hal-04863300>

### DOI ou identifiant

Vide

### Référence HAL

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-04863300>

## Rapports

Aucun élément n'est présent dans HAL

# Travaux universitaires

## Thèses

### Notice / Citation

Adrien Beguinet. Analyse numérique d'un problème poroélastique à coefficients aléatoires : Application à la géothermie. Artificial Intelligence

[cs.AI]. Université Paris-Saclay, 2024. English. <NNT : 2024UPASM050>. <tel-05078048>

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-05078048>

**Notice / Citation**

Perrine Mas. Géothermie dans les réservoirs silico-clastiques : Apport de l'étude d'un analogue de terrain (Grès de Roda) pour la modélisation des hétérogénéités sédimentaires du réservoir argilo-sableux de l'Albien du Bassin de Paris. Stratigraphie. Université Paris-Saclay, 2024. Français. <NNT : 2024UPASJ024>. <tel-04785194>

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-04785194>

**Notice / Citation**

Hadrien Thomas. Influence de la stratigraphie séquentielle et de la diagenèse sur la modélisation 3D des réservoirs carbonatés : implication pour le développement de la géothermie dans le Bassin de Paris. Géologie appliquée. Université Paris-Saclay, 2022. Français. <NNT : 2022UPASJ017>. <tel-04090080>

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-04090080>

**Notice / Citation**

Maxime Catinat. Caractérisation multi-échelle des hétérogénéités du réservoir géothermique du Dogger d'Ile-de-France : apport de la résonance magnétique nucléaire et de la modélisation numérique statique et hydrodynamique. Stratigraphie. Université Paris-Saclay, 2023. Français. <NNT : 2023UPASJ033>. <tel-04520397>

**Référence HAL**

<https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-04520397>

## HDR

Aucun élément n'est présent dans HAL

## Cours

Aucun élément n'est présent dans HAL

## Données de la recherche ⓘ

### Jeux de données (RDG)

#### Notice / Citation

Mas, Perrine, 2024, "PhD thesis dataset - Deciphering tidal signature in a fluvial-dominated delta using Digital Outcrop Models (Roda Sandstone, Eocene, South Pyrenean Basin)", <https://doi.org/10.57745/Y2OXPZ>, Recherche Data Gouv, V1

#### DOI ou identifiant

<https://doi.org/10.57745/Y2OXPZ>

## Logiciels, codes sources

### Logiciels, codes sources

Aucun élément n'est présent dans HAL

## Autres media

### Cartes

Aucun élément n'est présent dans HAL

### Images

Aucun élément n'est présent dans HAL

## Sons

Aucun élément n'est présent dans HAL

## Vidéos

Aucun élément n'est présent dans HAL

## Démonstrateurs, prototypes

Démonstrateurs / prototypes (0/500 carac. max)

Vide

## Plateformes

Création de plateforme à destination d'une communauté (0/500 carac. max)

Vide

## Diffusions grand public et auprès des professionnels

Actions de médiation scientifique (329/500 carac. max) (217/500 carac. max)

(194/500 carac. max) (471/500 carac. max) (205/500 carac. max) (221/500 carac. max)

Tout au long du projet, une attention particulière a été portée à la médiation scientifique et à la valorisation des connaissances sur la géothermie auprès de publics variés. Ces actions ont permis de sensibiliser le grand public, les scolaires et les décideurs aux enjeux énergétiques et environnementaux liés à cette ressource.

Depuis 2021, un atelier consacré à la géothermie est proposé chaque année dans le cadre de la Fête de la Science, contribuant à faire découvrir les principes, les usages et les bénéfices de cette énergie renouvelable.

Depuis 2021, plusieurs conférences grand public sur la géothermie ont été réalisées : Association Changeons de Caps (2022), Fondation Rovaltain (2022), Cnam Bretagne (2024), Louvsciences (2025).

En février 2024, nous avons participé à une journée portes ouvertes « Géothermie » sur le parvis de la mairie de Versailles dans le cadre du projet Géoscan, en proposant notre atelier autour des carottes du réservoir du Dogger et de géophones permettant d'écouter le son des roches et de mesurer leur vitesse de propagation. Cette journée a offert une rencontre directe entre chercheurs et citoyens, favorisant l'échange et la sensibilisation aux enjeux de la géothermie.

La thématique géothermique a également bénéficié d'une large visibilité médiatique à travers la participation de Benjamin Brigaud à l'émission La Science, CQFD sur France Culture, animée par Natacha Triou.

Dans le domaine de la médiation scolaire, une équipe du projet a participé à l'initiative « Déclics collège : des scientifiques au collège » à Magny-les-Hameaux, en animant un atelier sur la géothermie destiné aux élèves.

#### **Productions pédagogiques pour tout public** (252/500 carac. max) (272/500 carac. max) (418/500 carac. max)

En matière de production pédagogique, plusieurs actions notables ont été réalisées :

- une tribune scientifique dans The Conversation :  
Brigaud, B., 2023. « La géothermie, enjeu majeur pour la neutralité carbone des zones urbaines » (31 juillet 2023)

- la participation à la conception du MOOC MOMENTOM (Molecules and Materials for the Energy of Tomorrow) par Hermann Zeyen et Codjo Essou  
- La Science, CQFD sur France Culture constitue également un support pédagogique largement repris par les enseignants du secondaire.

Ces différentes initiatives illustrent la volonté forte du consortium de diffuser les connaissances sur la géothermie au-delà de la communauté scientifique, en renforçant le lien entre recherche, société et éducation. Un site internet <http://hebergement.universite-paris-saclay.fr/upgeo/> ainsi qu'une page LinkedIn du projet UPGEO permettent également de communiquer sur nos résultats et sur nos actions de médiation.

#### **Productions en préparation** ⓘ

## Production en préparation

**Indiquez le titre et auteurs de la production** (0/250 carac. max)

Vide

**Type de production**

Aucun

**Décrivez la production et précisez toute information utile.** (0/500 carac.

max)

Vide