

ATELIER :

Vers une représentation 3D des formations géologiques et leurs propriétés

**19-20 Octobre 2023
Auxerre + Excursions**

Jour 1

Excursions :

**Visite de deux carrières à Nitry et Joux-la-Ville,
Panorama à Irancy (Yonne)**

**Présentations des travaux de thèse de
Diana Chourio Camacho et de Stephen Brown**

Jour 2

**Discussion sur les perspectives du chantier et le prochain AMI
(Péniche « La Scène des Quais » à Auxerre)**





Figure 1 : Diana Chourio présente ses travaux de thèses sur les alluvions de la Seine et affluents



Figure 2 : Jean-Louis Grimaud et Damien Huyghe présente des éléments de géologie de surface sur le plateau d'Irancy



Figure 3 : Premier groupe sur le terrain à Irancy



Figure 4 : Explication de Stephen Brown sur la fracturation du BP à la carrière de Nitry



Figure 5 : Stephen, à la recherche de la faille perdue... (Joux-la-ville)



Figure 6 : Une falaise dans le BP !



Figure 7 : Atelier de discussion à la péniche de « La scène des quais », Auxerre

Session «Pitches Doctorants » (1^{ère}, 2^{ème} année)

Présentation des travaux de thèse en cours et à venir (deux thèses satellites rattachées au chantier + 3 nouvelles thèses issues du dernier AMI) :

- Présentation des travaux avancés de la thèse de **Julien Talon** (Univ. Dijon) sur « Comment les perturbations des conditions d'humidité et d'aridité sont-elles enregistrées dans les séries continentales à marines éocènes et quel est l'impact sur le remplissage du bassin (forçage climatique vs tectonique – source to sink) ? »
- Laurence Le Callonnec a ensuite présenté le sujet de thèse à venir de **Mathilde Beernaert** (UPMC) - sujet qui démarre suite à un désistement - sur l'Enregistrement des événements climatiques et biologiques de la transition Eocène-Oligocène dans le bassin de Paris.
- Cédric Bailly et **Charlie Marconnet** (GEOPS) ont ensuite présentée les plans de la thèse sur l'utilisation de la géophysique pour caractériser de façon multi-échelle les hétérogénéités du Cénozoïque du BP.
- Les deux dernières thèses n'ont pu être présentées en détail, mais elles portent sur Caractérisation multi-échelles des hétérogénéités des Calcaires de Beauce pour la modélisation des propriétés de transfert (**Thibault Jamey** ISTO) et les Chronologies de l'adaptation des karsts et versants à la dynamique d'incision quaternaire dans le Bassin parisien **Zoé Sicard-Delage** (Univ. Rouen).

Jour 2

Introduction

Rappel du contexte RGF : P. Audigane (BRGM)

Etat d'avancement du chantier : P. Audigane, J. Briaïs et C. Allanic (BRGM)

Rappel sur les différentes tâches internes du chantier nécessaires pour aboutir aux livrables attendus à savoir, un ensemble de cartes vectorisées harmonisées à corriger, et ce sur la zone P2 (cénozoïque), la construction de lexiques pour le tertiaire et le quaternaire (avec des méthodologies adaptées en fonction de caissons des cartes, d'approche litho-stratigraphiques etc.), la construction d'un référentiel adapté pour la géologie structurale à construire (travail non encore démarré), et le construction d'une base de données de référence (log validés à confirmer, données de pompage, ...). L'idée étant d'aller vers un modèle géologique 3D cohérent (au mieux !) avec les cartes et les logs validés et potentiellement d'une représentation de variabilité de faciès en lien avec des propriétés pétrophysiques.

Enfin, un prochain (et dernier) AMI à venir (Décembre 2023) : Appel à Manifestation d'intérêts → identifier les thématiques à aborder

Session PEPR S-PASS, Grand Paris Express

Liens avec les chantiers du Grand Paris et le PEPR S-PASS

Sandrine Grataloup (Brgm) :

- Rappel le travail effectué dans le cadre du projet OPERA sur la reconstruction de coupe géologique et hydrogéologique des niveaux d'eaux souterraines le long de la ligne 15 Ouest dans le cadre d'un partenariat entre le BRGM et la SGP.
- Aujourd'hui, deux conventions ont été signées avec le Brgm et pour le chantier RGF BP permettant d'accéder aux carottes de la SGP ainsi qu'à la base de données SONGE via des contacts référents au Brgm.
- Sandrine rappelle la qualité exceptionnelle des données et de la densité d'information pour la réalisation de ce travail (plus de 700 ouvrages avec diagraphies, des carottes consultables et des niveaux d'eaux, ainsi que des données caractéristiques de propriétés géotechniques).

Lucas Lacherade (Univ Bordeaux) :

- Présente ses travaux de thèses sur la prise en compte des incertitudes géotechniques dans le cadre de la construction d'ouvrage souterrain de grande emprise.
- Application par une modélisation 3D le long d'un linéaire de creusement (Ligne 15 Ouest du Grand Paris Express) sectorisé par comportement géo-mécanique et sur la base d'un jeu de données de mesures pressiométriques (plus de 6000).
- Comment aller vers la prédiction des tassements en cas de creusement (via la simulation CFD).

Jocelyn Barbarand (GEOPS) :

- Jocelyn rappelle les enjeux et objectifs du PEPR (avec E pour Equipement !) et notamment pour le projet cible 10 S-PASS, focalisé sur les ressources et usages du sous-sol urbain dans le cadre du Grand Paris.
- Parmi les objectifs on retrouve des catalogues paléogéographiques et de paramètres géotechnique, un guide générique de distribution de faciès, un modèle 3D du sous-sol parisien (au sens urbain du terme) des méthodes innovantes de géophysiques (fibres), et des perspectives en lien avec les aspects sociétaux de développement urbains, la gestion des déchets de creusement et les perspectives de développement de la géothermie basse enthalpie.
- Projet jusqu'en 2029, des AMI seront lancés pour financés des projets partenariaux (au-delà du partenariat actuel composé de plus d'une dizaine d'académique).
- Des échanges à prévoir avec le RGF BP qui travaillera à une échelle beaucoup plus vaste.

Multi-approche de caractérisation des propriétés pétro-physiques

Cédric Bailly et Charlie Marconnet (GEOPS) :

- Rappel sur les enjeux et besoins de la caractérisation multi-échelle des hétérogénéités des roches sédimentaires, avec notamment l'approche par Volume élémentaire représentatif (VER).
- Intérêt d'utiliser différentes techniques de mesures adaptées aux différentes échelles : mesures acoustiques (ondes P) pour classer les types d'hétérogénéités, corrélation entre porosité, densité de cracks, utilisation de la sismique à large échelle.
- Exemple sur des carbonates marins et les propriétés élastiques des roches à petites échelles, couplées avec mesures locales sur échantillons et plugs (description pétrographiques, microscopie électronique, densité et porosité).
- Introduction au sujet de la thèse de Charlie Marconnet (AMI).

Angélie Portal (BRGM) :

- Présentation des différentes méthodes géophysiques de caractérisation du sous-sol : sismiques, électromagnétisme et électriques et mesures au puits.
- Distinction en fonction des structures profondes (approche réservoirs pétrolier, géothermique), identification des grands ensembles, failles... et structure proche surface (profil de résistivité, logs géols).
- Contribution des données pour l'élaboration d'un modèle géologique.
- Perspectives pour un déploiement d'une méthodologie adaptée à la profondeur en concertation avec les besoins appliqués.

Baptiste Meire (BRGM) :

- Cas d'étude de l'aquifère de la craie en Haute-Normandie principale réserve d'eau de la région, mal connu, karstifié, besoin de mieux caractériser la litho, les géométries, et les structures.
- Présentation d'une méthode solide basée sur les découpages lithostratigraphiques proposés par Lasseur, 2007 pour définir des clés d'interprétations des calages de réponses géophysiques et une nouvelle interprétation des données géologiques vers un découpage lithostratigraphique afin d'améliorer la construction d'un modèle 3D et aller vers une nouvelle synthèse hydrogéologique.
- Réalisation de profil de résistivité (TRE) pour distinguer les niveaux lithostratigraphique, carte gravimétriques pour identifier les drains karstiques et définir les structures générales et épaisseurs associées.

Perrine Mas (EPOC) :

- Intérêt d'utiliser des analogues de terrain à l'affleurement pour modéliser des réservoirs géothermiques en milieu silico-clastique hétérogène.
- Utilisation de modèle photogrammétrique logs, et carottes dans les grès de Roda (Espagne) vers des affleurements numériques 3D pour obtenir une géométrie fine.
- Interprétation de faciès et construction du modèle 3D sous Petrel.
- Utilisation de la sismique pour l'élaboration du réservoir apto-albien du bassin parisien.

Florence Seguin (IFPEN) :

- Focus sur l'aquifère des sables verts de l'Albien, ressource stratégique en eau, cible pour l'exploitation de chaleur et géothermique, problème de ré-injectivité dans des sables non consolidés, colmatage par particules.
- Identifier les cortèges argileux dans les sédiments, les hétérogénéités « critiques », risque de transport et de floculation des particules.
- Méthodologie basée sur acquisition de données, levé de logs, études pétro sur lames minces (cathodo, MEB, DRX).
- Cartographie et spatialisation des principaux cortèges minéralogiques, modélisation stratigraphique.
- Données : 10 transects, 146 puits, 10 coupes + mission de terrain sur le bassin Anglo-Parisien.
- Premiers résultats révèlent une prédominance d'argiles inter-stratifiées riches en oxyde de fer dans les environnements estuariens dominé par la houle, ceux en illite, G/S, I/S prédominant dans les environnements estuariens soumis au courant marin.

Session : Exemples de modèles 3D dans le Bassin parisien

Trois cas d'études présentés

Pascal Audigane (BRGM) : Modèle de Paris

- Modèle de la ville de Paris : étude basée sur une problématique de risques d'instabilité des sols (argile gonflante, gypses, sables bouillants).
- Besoin de cartographier en 3D des formations géologiques sensibles du sous-sol parisien urbain, identifier les zones potentielles de présence de gypses, Identifier la présence d'eau, Définir des critères de situations sensibles.
- Base de données : BSS du BRGM, Instituts Général des Carrières (IGC), coupe géologiques de la RATP, sondages de la SEMAPA et de l'IGC, plus de 3000 ouvrages.
- Modèle construit sous l'outil GDM du BRGM depuis la craie jusqu'à la surface dans Paris intramuros.

Pascal Audigane (BRGM) : Modèle de l'aquifère de Beauce

- Modèle de l'aquifère de Beauce : conçu pour l'élaboration d'un modèle hydrogéologique.
- Limites basées principalement sur les cours d'eau : la Loire, le Loir, le Loing, la Seine, l'Eure, la Drouelle et la Remarde.
- 13 formations dites de Beauce pour représenter l'ensemble sédimentaire aquifères ou non, 39 cartes géologiques dont certains contours révisés, choix stratigraphique à faire par manque ou imprécisions de datations, corrélations par diagraphie.
- Toit de la craie issue de CGG avec schéma structural.
- Reconstruction des différentes surfaces et épaisseurs des 13 formations sous l'outil GDM du BRGM.
- Identification des zones de transferts par drainance verticale entre formations perméables.
- Schéma conceptuel hydrodynamiques en lien avec les sources et cours d'eau du système.

Guillaume Badinier (BRGM) : Modèle du Cénozoïque de 2010 DRIEE

- Modélisation demandée par la DRIEE Île-de-France pour créer un modèle géologique pour le SIGES IDF <https://sigessn.brqm.fr/> afin de faciliter la gestion des eaux souterraines sur le bassin Seine Normandie.
- Choisir une pile stratigraphique adaptée, évolution des piles de 2006 et 2007, 16 couches depuis la craie.
- 61 cartes géologiques vectorisées et harmonisées (élimination de certains polygones, de contacts non stratigraphiques, comparaison de carte/forage, plus de 15000 points de contacts au final).
- Plus de 20 000 logs validés utilisés, codage des Fm en fonction de la pile choisie, + travail de « nettoyage/élimination » de données jugées non valides.
- Failles non prises en compte dans le modèle.
- Résultats en coupe globalement satisfaisant mais avec quelques incohérences révélées sur certains secteurs et liées à la masse importante de données à traiter et contrôler leur cohérence et les corriger éventuellement.
- Pour les données de forages : amélioration à apporter aux niveaux des données LGV utilisées sans tri, interpolations et géométries parfois supposées au niveau de la Beauce où les ouvrages ne sont pas assez profonds (Brie).
- Cartes géologiques : zones d'incohérences identifiées avec les forages à retravailler.
- En synthèse, un modèle régional à grande échelle pur lequel les surfaces sont jugées plutôt fiables, mais certaines zones à revoir : comme la géométrie de l'Yprésien, des incohérences dans la Brie, ou la Beauce sans données suffisamment profondes.

Discussion générale

- Parmi les différents points discutés, on note l'apport de la géophysique pour l'identification des géométries à grandes échelles mais aussi la caractérisation à plus petites échelles des propriétés pétrophysiques. Est souligné également le rôle important des diagraphies, simple de mise en œuvre et peu coûteuse, c'est une donnée essentielle à la corrélation stratigraphique séquentielle.
- La complémentarité avec le PEPR SOUS SOL et notamment le projet S-PASS a été précisée, le RGF a vocation à fournir un modèle à une échelle plus vaste et avec une résolution plus grande des informations. Le ou les modèles produits sont à vocation évolutives, et pourront servir de cadre de référence pour la construction d'autres modèles plus locaux.
- L'accès aux données est désormais activé avec la SGP. Néanmoins les échanges avec d'autres partenaires restent toujours complexes et difficiles car manque de temps et une disponibilité des partenaires qui ralentit les démarches.
- Le prochain AMI (et certainement le dernier) doit permettre d'aborder la partie crayeuse qui reste un enjeu majeur notamment en hydrogéologie sur tout le bassin.
- Les travaux de Stephen sur la géologie structurale ont montré également les difficultés à traiter cette problématique (peu d'affleurement, très peu d'observables de présence de failles), et montre qu'il y a encore de la place pour ce sujet.
- L'intégration des travaux issus des thèses du chantier permettent également de considérer des sujets vers la construction de modèle à des fins plus appliquées en hydrogéologie, géothermie basse enthalpie ou risques associés à la stabilité des terrains.



Chantier Bassin parisien

