

Valorisation des eaux de sources en ville

Séminaire thématique du projet Huniwers

Le 23 mai 2023

Au Conservatoire national des Arts et Métiers - Paris

Etat des lieux des nappes de proche surface et apport des SIG historiques

P. Branchu¹, E. Dumont¹, M. Fernandez², E. Pons-Branchu², V. Pratesi¹

1 : Cerema, Direction Territoriale Ile-de-France

2 Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement LSCE/IPSL



Introduction

Problématique

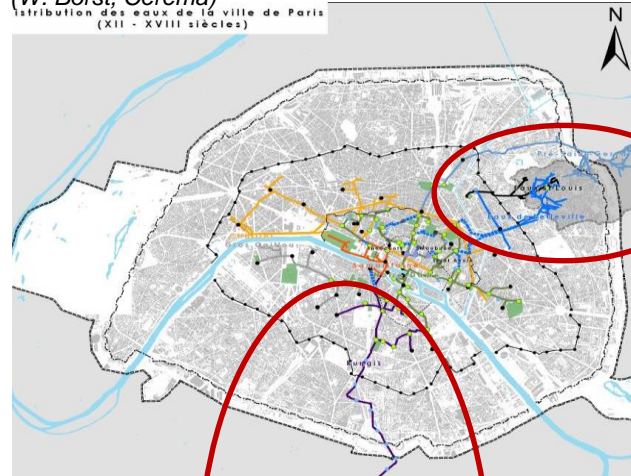
- Les nappes de proche surface en milieu urbain : des ressources autrefois précieuses, devenues des contraintes ou des facteurs aggravants vis-à-vis des risques naturels
- Nappes fortement impactées par l'urbanisation et en général méconnues, car peu ou plus exploitées
- Connaître l'impact du développement urbain sur les ressources en eau : un enjeu majeur pour utiliser à nouveau cette ressource, ou en raison des interactions entre ces nappes et d'autres masses d'eau
 - ⇒ approches cartographiques pour recenser et/ou améliorer la localisation d'anciennes sources des nappes de l'Oligocène et d'ouvrages hydrauliques
 - ⇒ recherche de ces sources lors de campagnes de terrain
 - ⇒ évaluation de l'état de ces nappes à partir des données anciennes et de mesures récentes

Objets études et échelles de travail

Objets d'étude et échelles de travail

1) Plateaux de Romainville et Rungis, drainés par des réseaux hydrauliques anciens (Sources du Nord et Aqueduc de Médicis)
⇒ hydrosystèmes étudiés plus particulièrement lors des tâches 1 à 4

Réseaux d'adduction d'eau anciens de la Ville de Paris
(W. Borst, Cerema)
Distribution des eaux de la ville de Paris
(XII - XVIII siècles)



Vue intérieure et extérieure du Regard de la Lanterne (ASNEP)



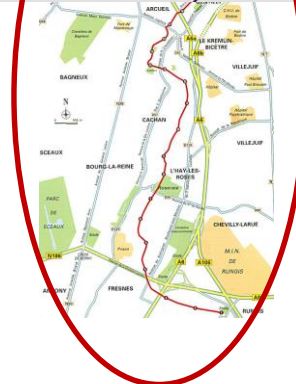
Regard 1 – Aqueduc Médicis (Cerema)



Regard 10 – Aqueduc Médicis (Cerema)



Pont-aqueduc d'Arcueil (Collection du musée de l'Île de France)



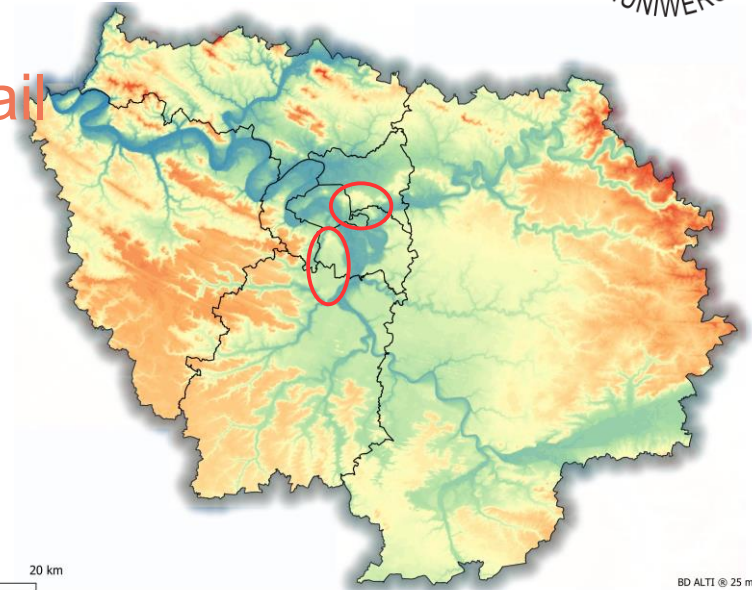
Objets études et échelles de travail

Objets d'étude et échelles de travail

1) Plateaux de Romainville et Rungis, drainés par des réseaux hydrauliques anciens

2) Anciennes carrières situées sous Paris et dans les environs

3) Identification des sources des nappes de l'Oligocène et de projet de valorisation de ces sources en Île-de-France
⇒ tâche 5



0 10 20 km

BD ALTI © 25 m

Carte topographique d'Île-de-France (Source : Cerema d'après BD ALTI, IGN)



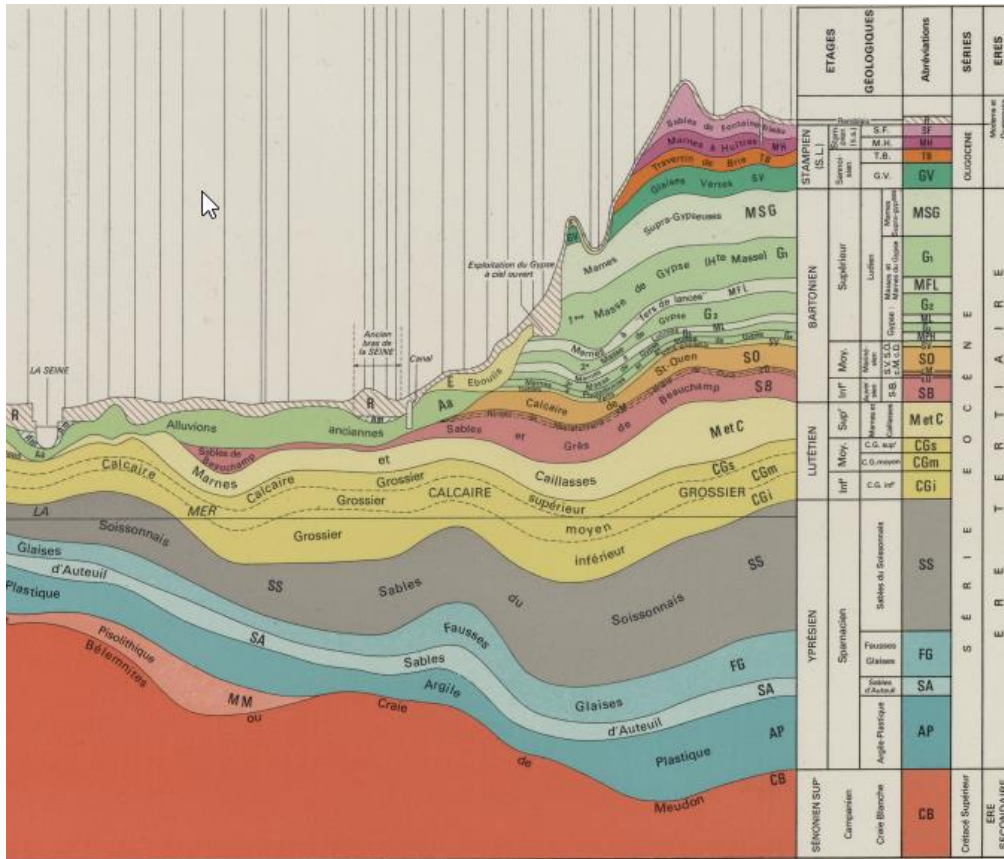
Fontaine des Haras sur la Butte de Montmorency (95)



Source dans le Parc de la Mairie à Juvisy-sur-Orge (91)

Objets études et échelles de travail

Contexte géologique



Formations de l'Oligocène

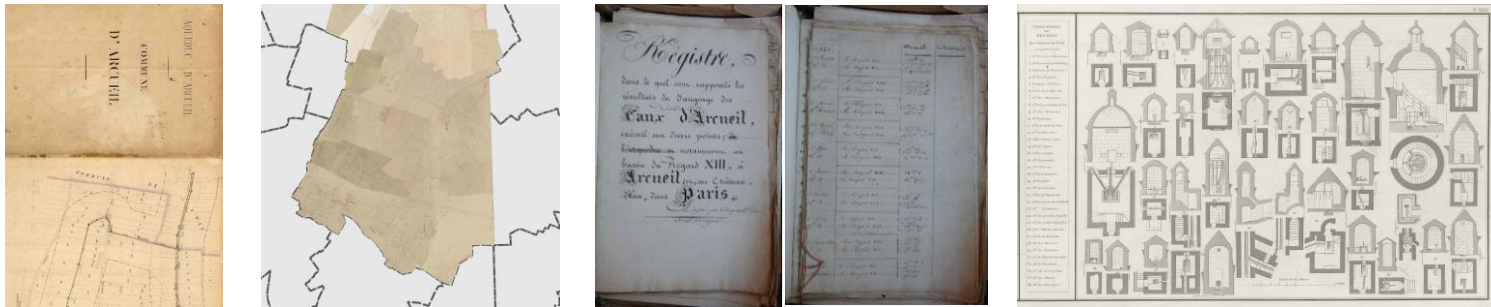
- Sables de Fontainebleau
- Marnes à Huîtres
- Travertin de Brie
- Argiles Vertes

Extrait de la coupe du sol de Paris de la porte de Saint-Cloud à la porte des Lilas (source : IGC)

Approches cartographiques

Apport des SIG historiques

- A : des sources aux SIG



Exemples de sources spécifiques : / plans aqueduc de Rungis ca 1852 (1°) / cadastres rénovés des années 1840 (2°) / chroniques de débits XIX^e & XX^e siècles (3°) / gravures des regards dans l'*Atlas* de Girard (4°)

Méthodes SIG de traitements de données brutes historiques :

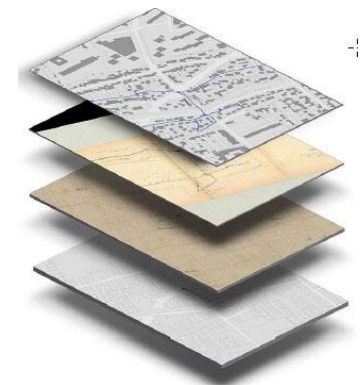
Références :

1° Extrait des archives conservées au service technique d'Eau de Paris ; plan estimé à 1852 figurant le tracé et les zones de servitudes de l'aqueduc de Rungis au 1/1000°

2° Fernandez M. et *al.*, 2022, « Amélioration de l'information spatiale concernant des infrastructures hydrauliques historiques de la Ville de Paris », in *Actes du 18ème congrès international de spéléologie*. <https://shs.hal.science/halshs-04085440v1>

3° AD 75 VO3 128

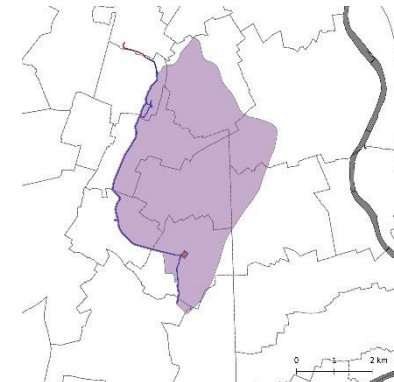
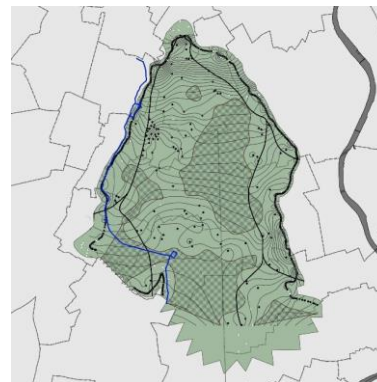
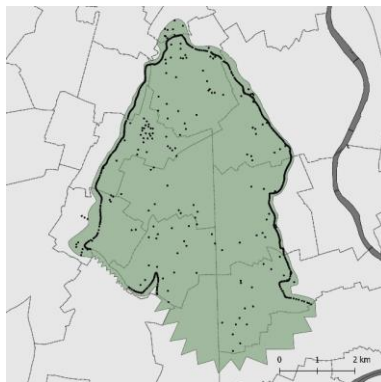
4° P.-S. Girard, 1831, *Mémoires sur le canal de l'Ourcq et la distribution de ses eaux ; sur le dessèchement et l'assainissement de Paris et les divers canaux navigables qui ont été mis à exécution ou projetés dans le bassin de la Seine, pour l'extension du commerce de la capitale*. Atlas. - 1^{re} partie, Carilian-Goëury, Paris, 50 pl.



Approches cartographiques

Apport des SIG historiques

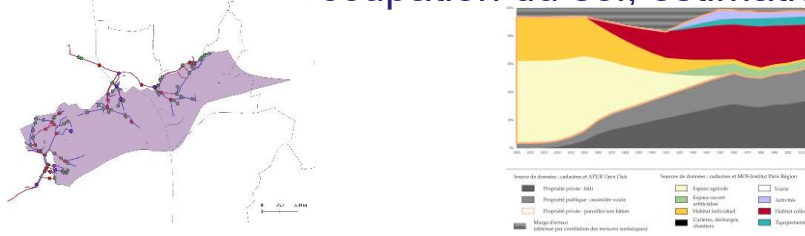
- B : traitements des données
 - amélioration de la précision spatiale historique pour des données concernant la topographie des ouvrages (ci-avant), la géologie, la piézométrie ou encore l'occupation du sol
 - application d'outils SIG contemporains aux données historiques (krigeage et analyse spatiale, interpolations temporelles avec les données contemporaines)



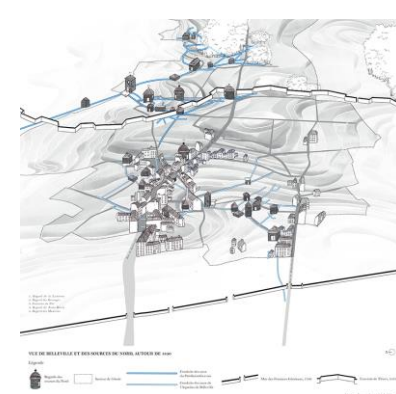
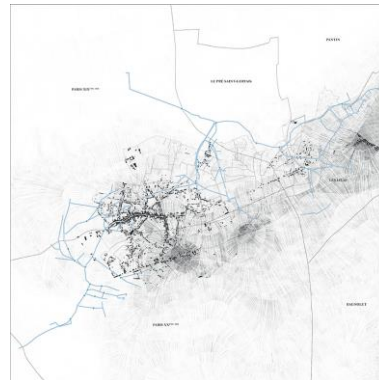
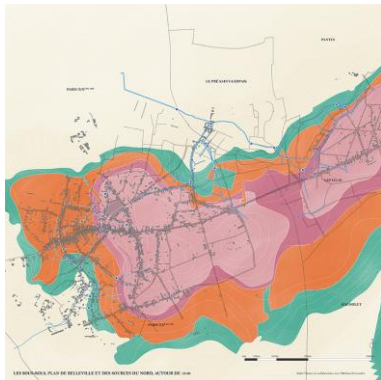
Approches cartographiques

Apport des SIG historiques

- C : des données neuves utiles aux problématiques initiales
 - alimentation de modèles pluie-débit sur la longue durée (zones de drainages diachroniques, évolution de l'occupation du sol, estimation de marges d'erreurs)



- vues graphiques 2D et 3D basées sur des données SIG (travaux en cours au HT2S avec Adèle Vibert)



Topographie 1850 avec couches géologiques ; relief en ombrages ; vue paysagère

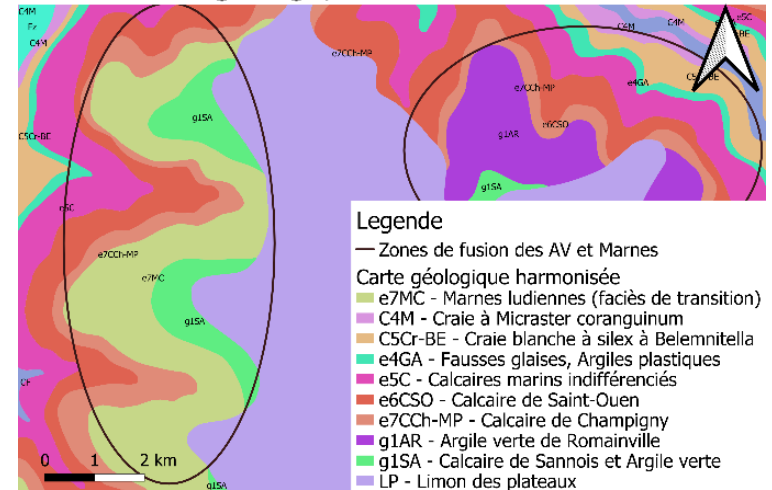
Etat des lieux des nappes de proche surface et apport des SIG historiques

Approches cartographiques

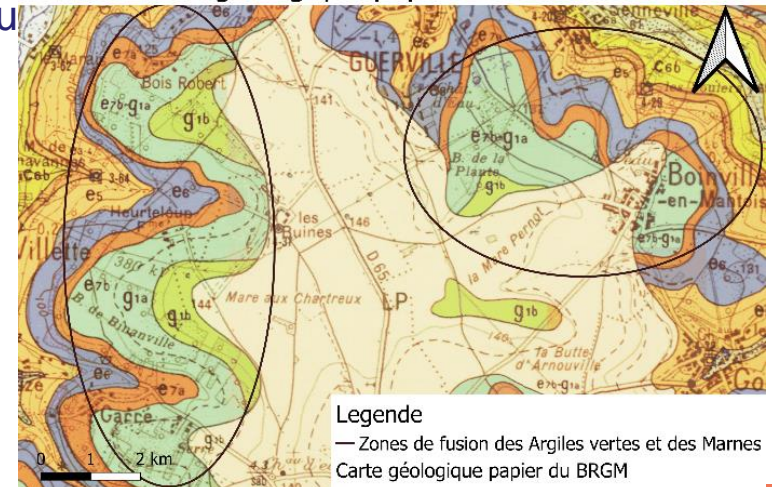
Recensement des sources en IDF

- Travail de stage R. N'GORAN (M2 HHGE, Sorbonne Univ.)
- Réalisation d'une couche vecteur des affleurements des Argiles Vertes et des Marnes à Huîtres
 - ⇒ utilisation de la carte géologique harmonisée du BRGM
 - ⇒ vérification et modification
- Application d'un tampon de 100m autour des formations affleurantes de l'Oligocène
 - ⇒ études de profils géologiques pour évaluer la précision

Carte géologique harmonisée du BRGM



Carte géologique papier du BRGM



Comparaison des zones d'affleurement des Argiles Vertes sur différentes cartes géologiques

Approches cartographiques

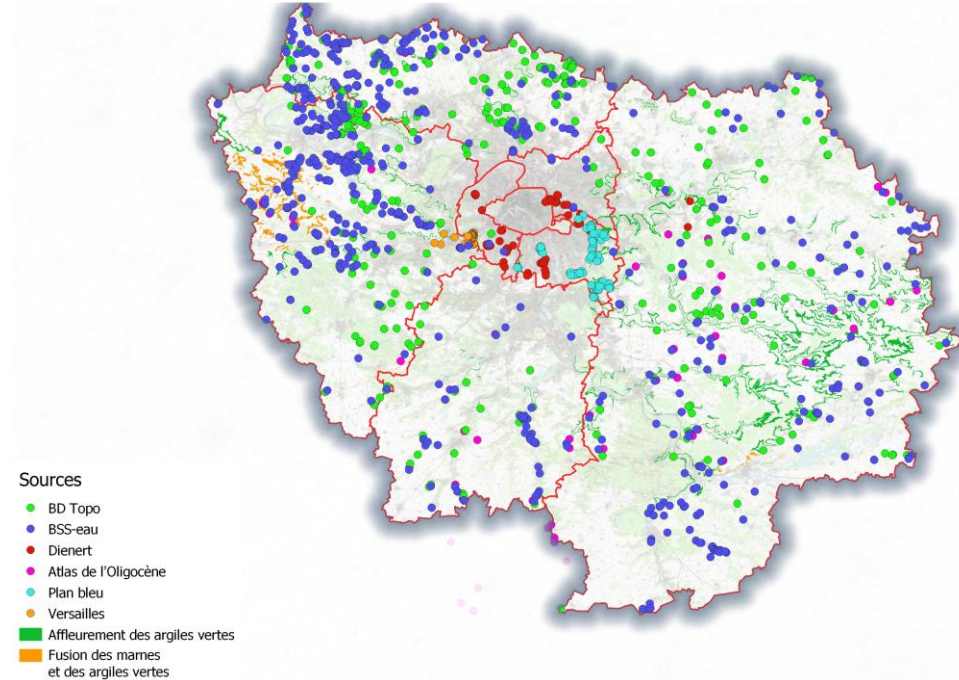
Recensement des sources en IDF

Collecte de données sur les sources :

- Données de Belgrand (1872)
- Rapport de Dienert (1948)
- Atlas des nappes aquifères de l'oligocène (1970)
- Banques des données du Sous Sol (BSS)
- BD Topo

Croisement sur SIG des sources avec l'affleurement des Argiles Vertes :

- Recherche de doublons entre les BDD
- Géoréférencement des sources de Dienert
- Intersection sous QGIS de la BDD sources et de la couche géologique harmonisée



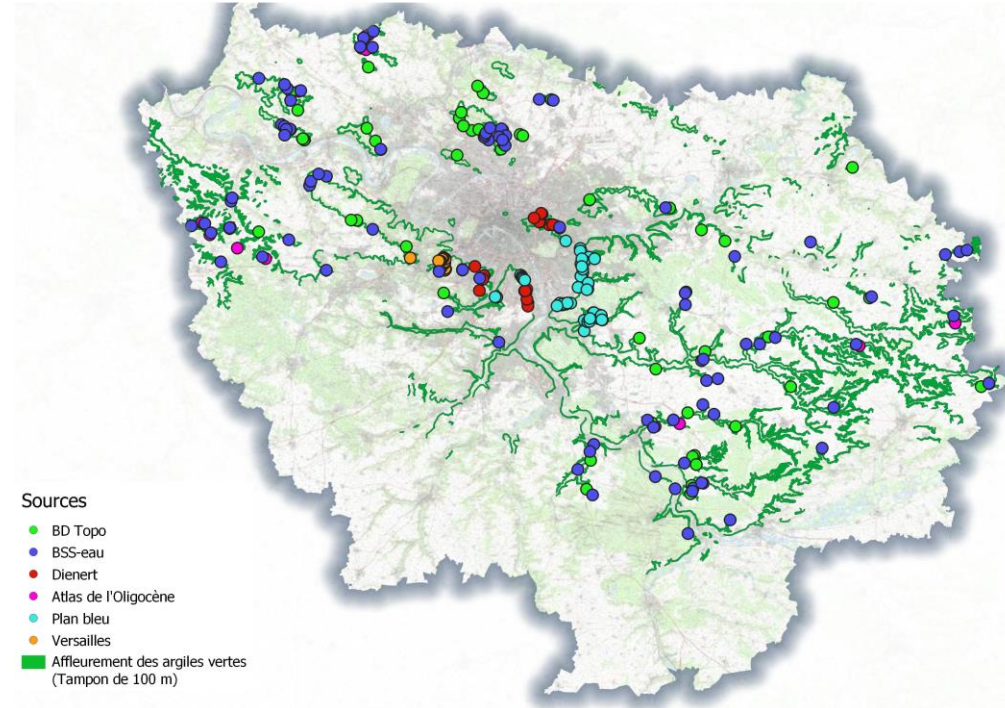
Localisation des sources en fonction de l'origine de la donnée

Approches cartographiques

Sources à l'affleurement des argiles vertes

Bases de données	Nombre total de sources	Nombre de sources à l'affleurement des argiles vertes (tampon de 100m)
BSS EAU (1956)	635	98
BD TOPO	376	59
Diéner (1948)	68	24
Atlas Oligocène	72	17
Plan Bleu	83	52
Versailles	50	25
Total	1284	275 (≈21%)

Statistique des sources à l'affleurement des argiles vertes.

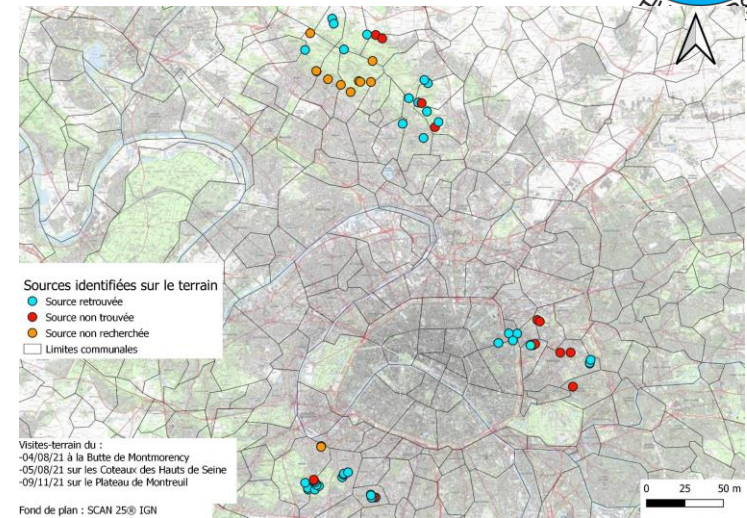


Localisation des sources à l'affleurement des argiles vertes en fonction de l'origine de la donnée.

Recherche des sources

Campagne de prélèvements

- **Identification de zones d'intérêts pour des campagnes sur le terrain :**
 - Dynamiques urbanisation variées (présence de zones rurales et urbaines)
 - Données disponibles sur la chimie antérieure des sources
 - Zones retenues: Butte de Montmorency, Coteaux des Hauts de Seine et Plateau de Montreuil
- **Géolocalisation** des sources sur le terrain (SCOUT)
- **Prélèvements d'eau**



Cartographie des sources recherchées



Prélèvement au niveau de la Fontaine Sainte-Marie à Clamart - Coteaux des Hauts de Seine



Prélèvement d'une source à Piscop Butte de Montmorency

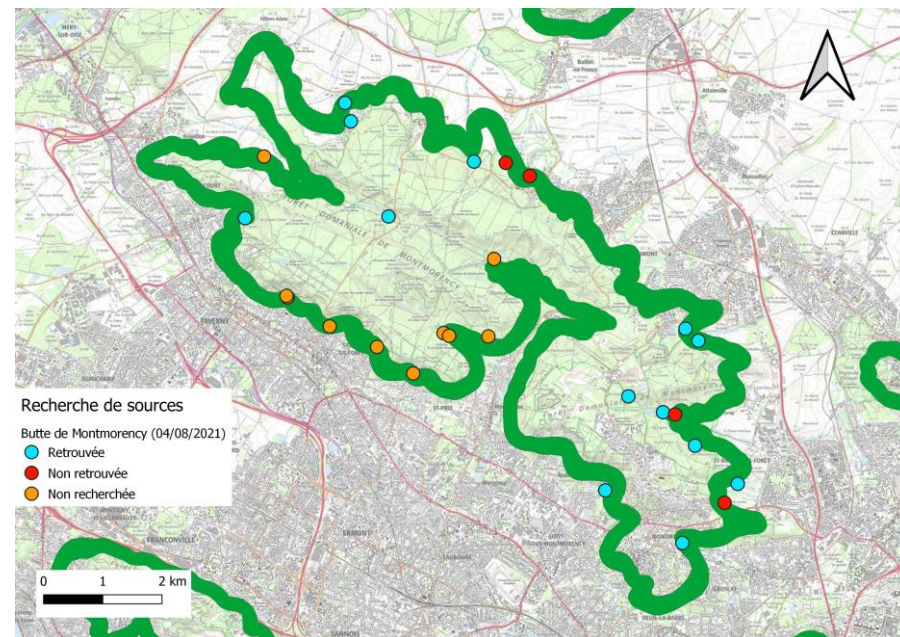
Recherche des sources

Campagne de prélèvements

Localisation des sources	Retrouvée	Non retrouvée	Non recherchée
Butte de Montmorency	13	4	10
Plateau de Clamart	15	3	2
Plateau de Romainville	4	8	

Statistiques des sources recherchées sur le terrain en fonction de la localisation

- Dynamique d'urbanisation et origine des données variables en fonction des zones.

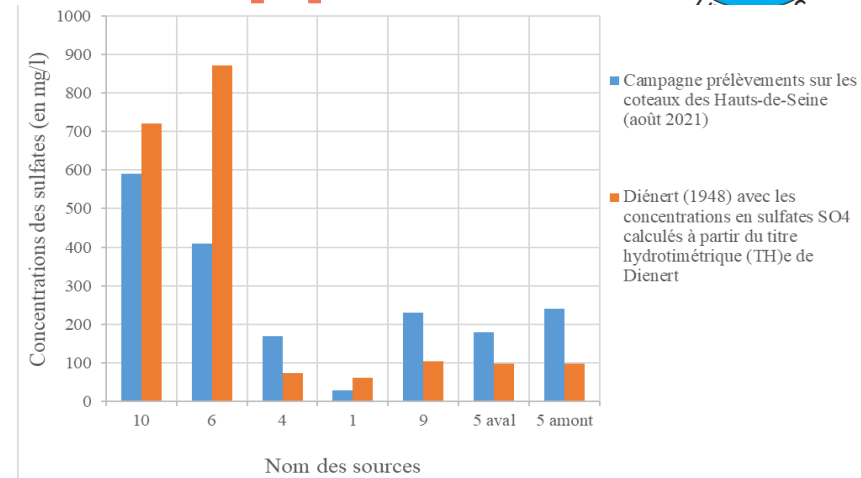


Cartographie des sources recherchées sur la Butte de Montmorency (Visite du 04/08/2021)

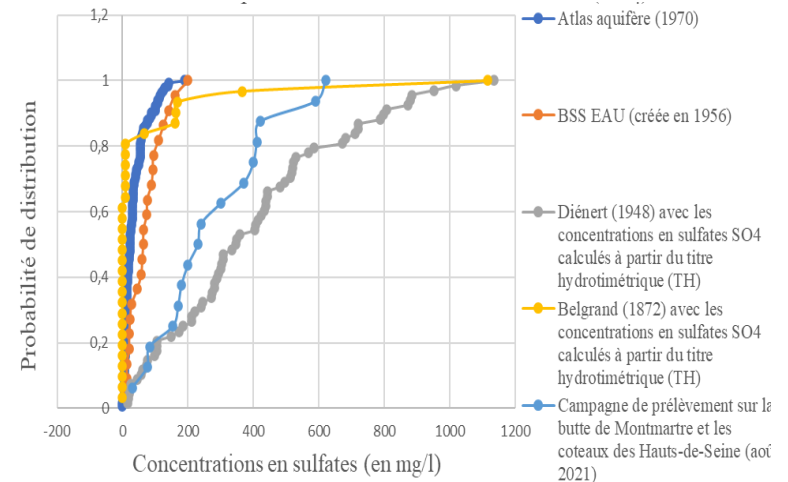
Evaluation de l'état des nappes

Evolution temporelle de la chimie des sources

- Analyse statistique des données de qualité
- Etude de la distribution statistique des sulfates des sources de l'Oligocène :
- Concentrations en sulfates généralement :
 - Faibles dans BSS eau, Belgrand et l'Atlas aquifères de l'oligocène
⇒ Fond géochimique naturel (sources réparties sur une plus vaste zone, moins urbanisée)
 - Fortes dans Dienert et les campagnes de prélèvement
⇒ Fond géochimique influencé par l'urbanisation



Comparaison entre de données actuelles et anciennes (Dienert) pour les coteaux des Hauts de Seine



Distribution statistique des concentrations en sulfates

Evaluation de l'état des nappes

Lien avec les autres tâches du projet Huniwers

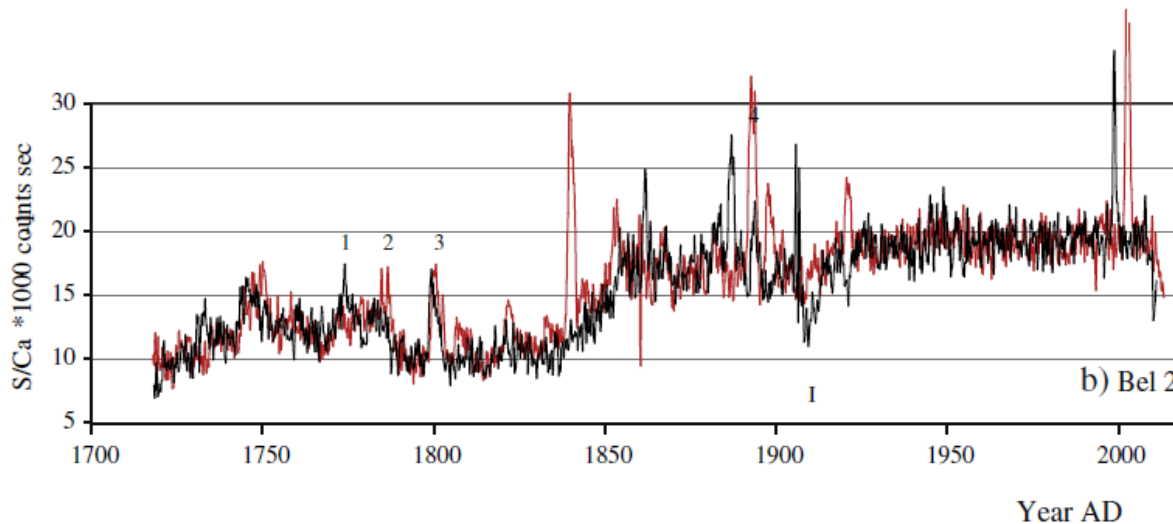


Photo de la concrétion analysée

Evolution des concentrations en soufre dans une concrétion prélevée dans une galerie des Sources du Nord (Pons-Branchu et al., 2017)

⇒ urbanisation s'accompagne d'une augmentation des concentrations en sulfates dans les eaux souterraines

⇒ impact probable de l'utilisation comme remblais de matériaux issus des carrières de gypse, voire de gypse pour la construction

Synthèses et perspectives

- Les sources et fontaines : des résurgences naturelles de la nappe ou des exutoires de réseaux de drainage, souvent difficiles à retrouver en milieu urbain
 - ⇒ Il existe tout de même encore de nombreuses sources, y compris en milieu urbain, et l'amélioration des approches cartographiques peut permettre de les retrouver plus facilement
- Ces nappes sont vulnérables ; cela a été illustré avec paramètres simples, mais il peut y avoir d'autres sources de contamination, notamment bactériologiques
 - ⇒ Importance de bien caractériser l'état de ces ressources pour envisager leur valorisation
- Possibilité d'utiliser d'autres moyens pour améliorer le recensement des sources et leur préservation, tels que des SIG collaboratifs ou des sciences participatives, tout en sensibilisant le public aux problématiques de préservation des ressources en eau

Merci pour votre attention

Contacts :

emmanuel.dumont@cerema.fr

valentin.pratesi@cerema.fr

mathieufernandez@yahoo.fr

