

Avec le soutien de :



# COLLOQUE GESTION DES EAUX SOUTERRAINES

Du 15 au 17 février 2023  
à l'ENSEGID - Bordeaux INP

## Impact historique de l'urbanisation sur la qualité de l'eau et potentiel de valorisation des eaux de source en milieu urbain : projet ANR HUNIWERS

E. Dumont<sup>1</sup>, S. Ayrault<sup>2</sup>, P. Branchu<sup>1</sup>, C. Gibelin<sup>1</sup>, R. Idrissi<sup>1</sup>, E. Pons-Branchu<sup>2</sup>, V. Pratesi<sup>1</sup>

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
- La réutilisation de ces nappes de proche surface : un levier pour l'adaptation des villes aux enjeux du changement climatique

# 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
- La réutilisation de ces nappes de proche surface : un levier pour l'adaptation des villes aux enjeux du changement climatique
  - ⇒ lancement du projet de recherche HUNIWERS en 2019 (2019 – 2023) pour lever les verrous scientifiques, techniques et réglementaires permettant de mieux comprendre les impacts de l'urbanisation sur ces eaux souterraines et envisager leur réutilisation
  - ⇒ projet regroupant plus de 40 collaborateurs issus principalement de 6 organismes (LSCE, CRGP, EDYTEM, GEOPS, Cerema et le HT2S du CNAM)

# Description du projet Huniwers

## 5 axes de travail

- 1) Modéliser le fonctionnement hydrologique de 2 bassins versants parisiens à différentes époques
- 2) Caractériser les propriétés physico-chimiques actuelles des eaux de ces nappes perchées
- 3) Obtenir une série temporelle de l'évolution géochimique des eaux en utilisant des spéléothèmes prélevés sur différents sites
- 4) Déterminer les sources et les mécanismes de transfert des polluants pour la période actuelle et passée
- 5) Évaluer, en concertation avec les autorités / les agences régionales et locales, la possible (ré)utilisation des eaux des nappes perchées parisiennes comme ressource alternative

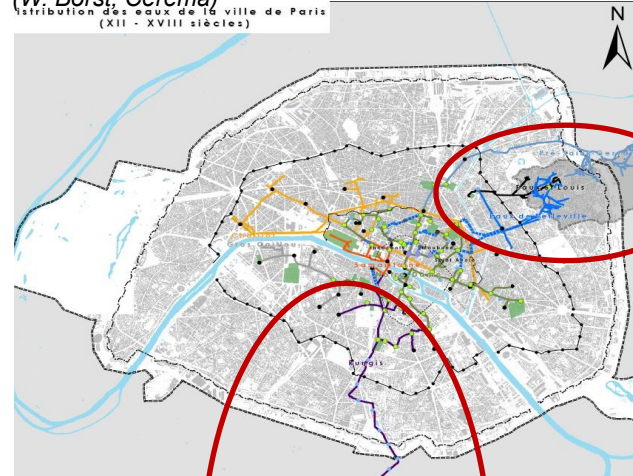
# Description du projet Huniwers

## 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)

⇒ actions 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)



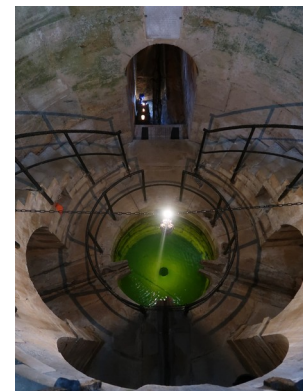
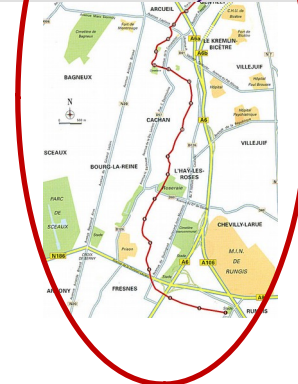
Regard 1 – Aqueduc Médicis (Cerema)



Regard 10 – Aqueduc Médicis (Cerema)



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





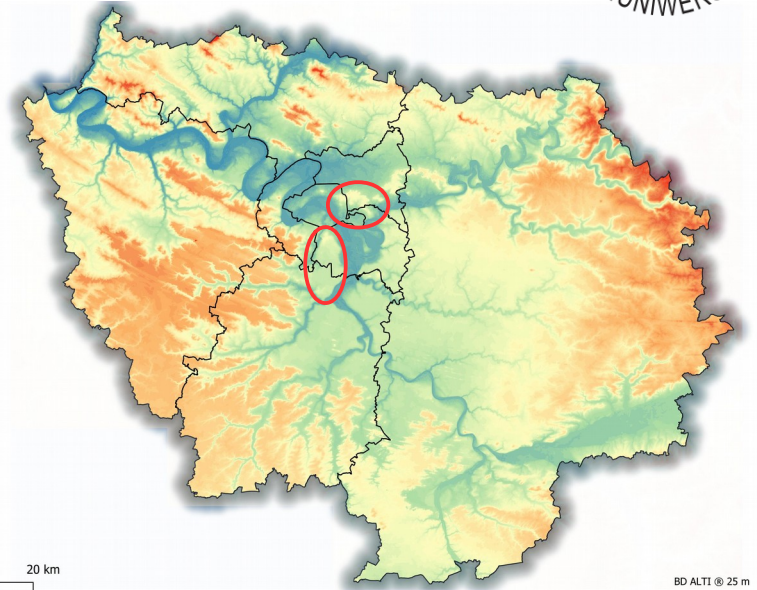
# Description du projet Huniwers

## Objets d'étude et échelles de travail

1) Plateaux de Romainville et Rungis, drainés par des réseaux hydrauliques anciens  
⇒ actions 1 à 4

2) Anciennes carrières situées sous Paris et dans les environs (actions 3 et 4)  
⇒ actions 3 et 4

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



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)



# Description du projet Huniwers

## Exemple de résultat de la tâche 3

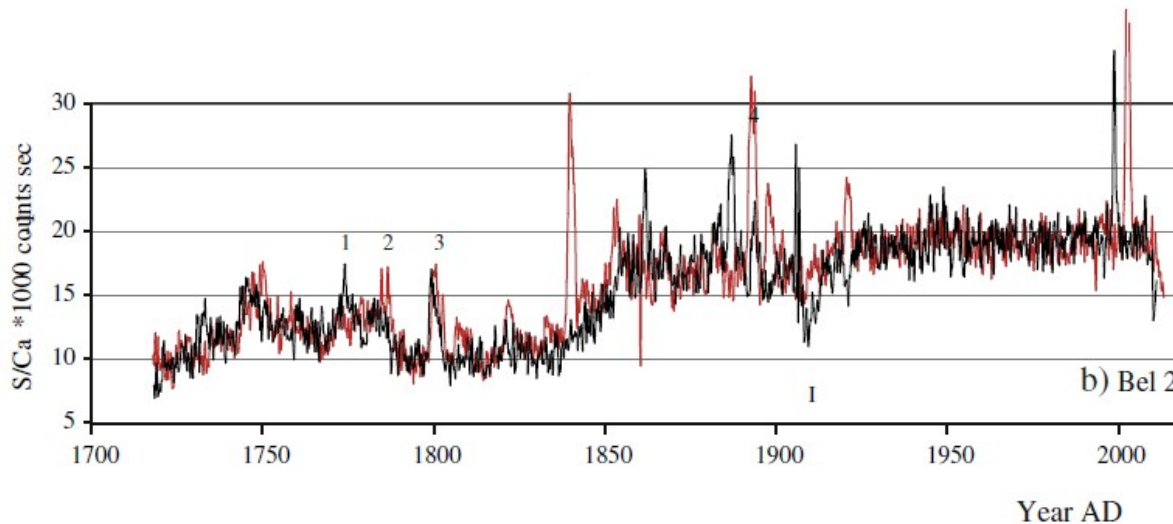


Photo de la concrétion analysée

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



# Une ressource alternative ?

## Objectif de la tâche 5

- 5.1 Structurer les données acquises et les intégrer à une base de données
- 5.2. Identifier la ressource correspondant à ces sources des nappes oligocènes à l'échelle de la région parisienne
- 5.3. Animer un GT sur l'utilisation des eaux de source dans la ville

(Mg par litre).

	Alcalinité		Matières organiques.	Acide nitrique.	Degré hydrotimétrique	
	eu chaux.	Chlore.			total.	permanent
Fontaine Saint-Louis .....	67	31	0,6	traces	13,1	2,6
Source de la Pierre-aux-Moines.....	12	26	3,6	0	2,5	1,9
Source du Carrefour des Fonds du Bel-Ébat	{ Est...	16	0,6	1,39	3,1	2,1
	{ Nord.	12	0,6	1,26	2,3	1,7
Fontaine de la Garenne.....	78	23	0,3	44	19,8	7,6
Petite source de la Garenne.....	16	28	1,1	1,39	6,3	4,7
Source du Carrefour de Trivaux.....	114	30	0,4	2,05	31,1	10,8
Petite Source Cavalière de la Plaine.....	120	38	0,2	1,17	36,1	15,4
Source du Pont de la route de la Garenne.....	66	24	2,8	1,2	16	5,9
Fontaine de l'Étang de Trivanx.....	109	32	0,9	3,6	30,2	10,1

**Équivalence entre les méthodes, les paramètres, ... ?**

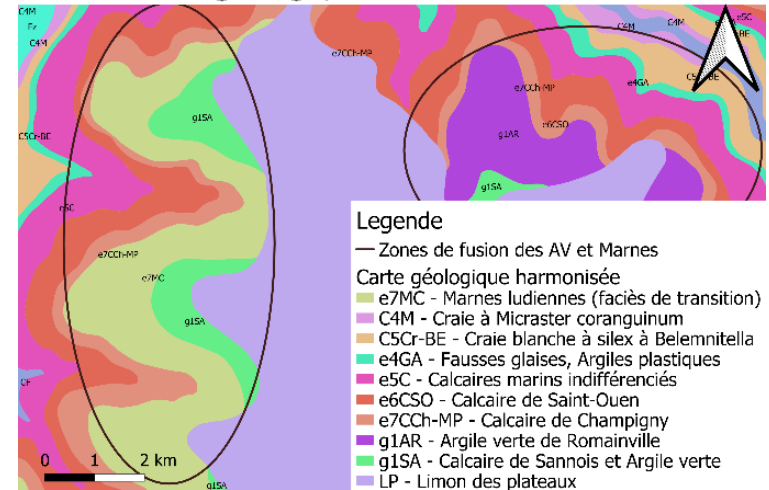
*Exemple de données physico-chimiques anciennes (Dienert, 1948)*

# Une ressource alternative ?

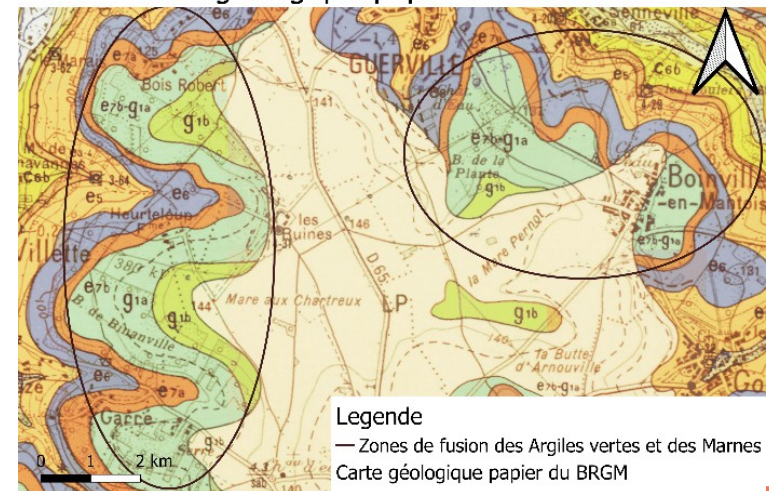
## 5.2 Recensement des sources

- 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

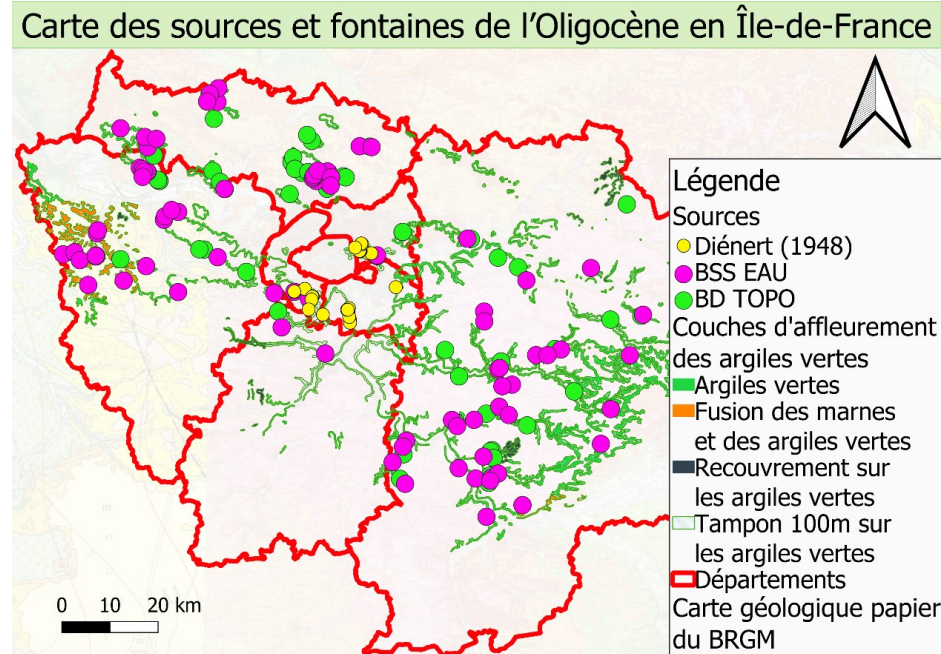


Comparaison des zones d'affleurement des Argiles Vertes sur différentes cartes géologiques

# Une ressource alternative ?

## 5.2 Cartographie des sources

- 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 données sur les sources et de 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

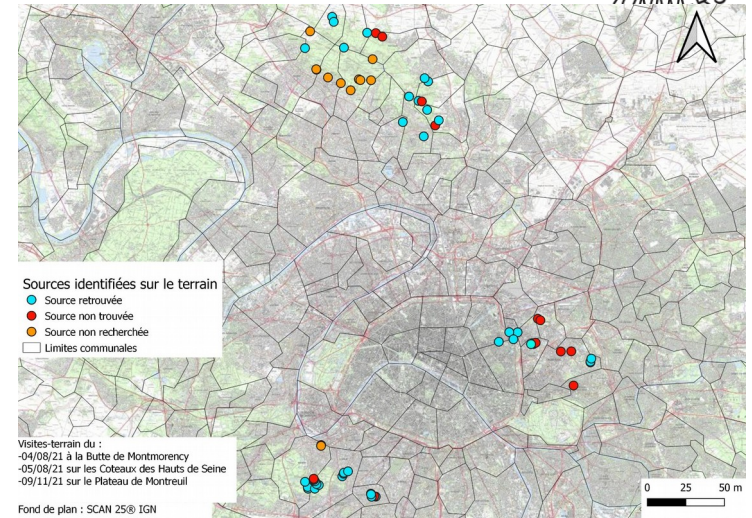




# Une ressource alternative ?

## 5.2 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
- Localisation des sources sur le terrain et prélèvements d'eau



Carte des sources recherchées



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



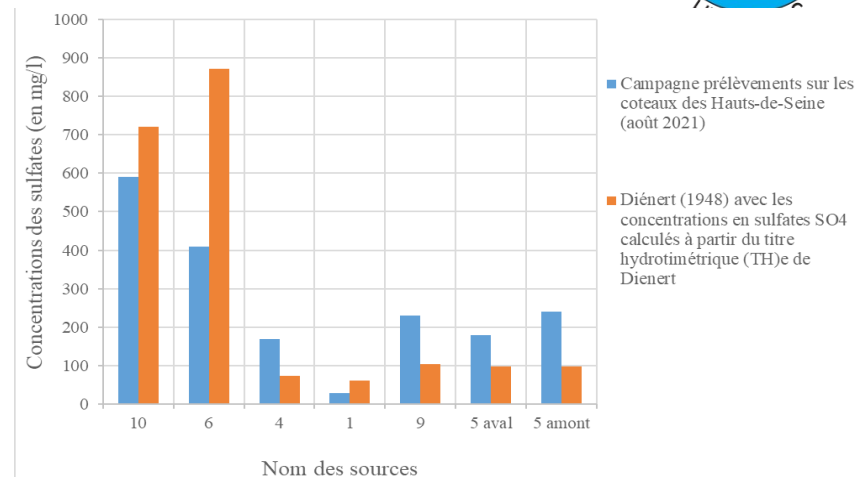
Prélèvement d'une source à Piscop Butte de Montmorency



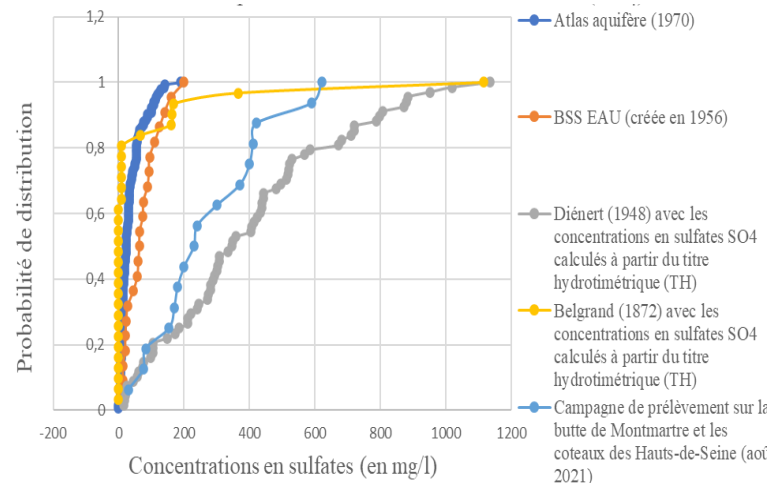
# Une ressource alternative ?

## 5.2 Evolution temporelle de la chimie ds 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

# Une ressource alternative ?

## 5.3 Animation d'un GT « Réutilisation des eaux de source dans la ville »

- Objectifs du GT
  - Échanger sur la valorisation possible des eaux de nappe dans l'aménagement urbain,
  - Identifier des exemples de réutilisation de ces nappes et réaliser des retours d'expérience
  - Déterminer les obstacles (techniques, financiers et réglementaires) à la valorisation de ces eaux et proposer des leviers pour les surmonter
- 2 ateliers organisés (avril et sept. 2022)
- Formalisation de REX



Esquisse du projet de la résurgence de la Petite Saussaie (Source : Vitry-sur-Seine)



Vue de de l'aqueduc et d'un des bassins d'agrément (Cerema)



Galerie de drainage de la source de la Petite Saussaie (Cerema)



# Une ressource alternative ?

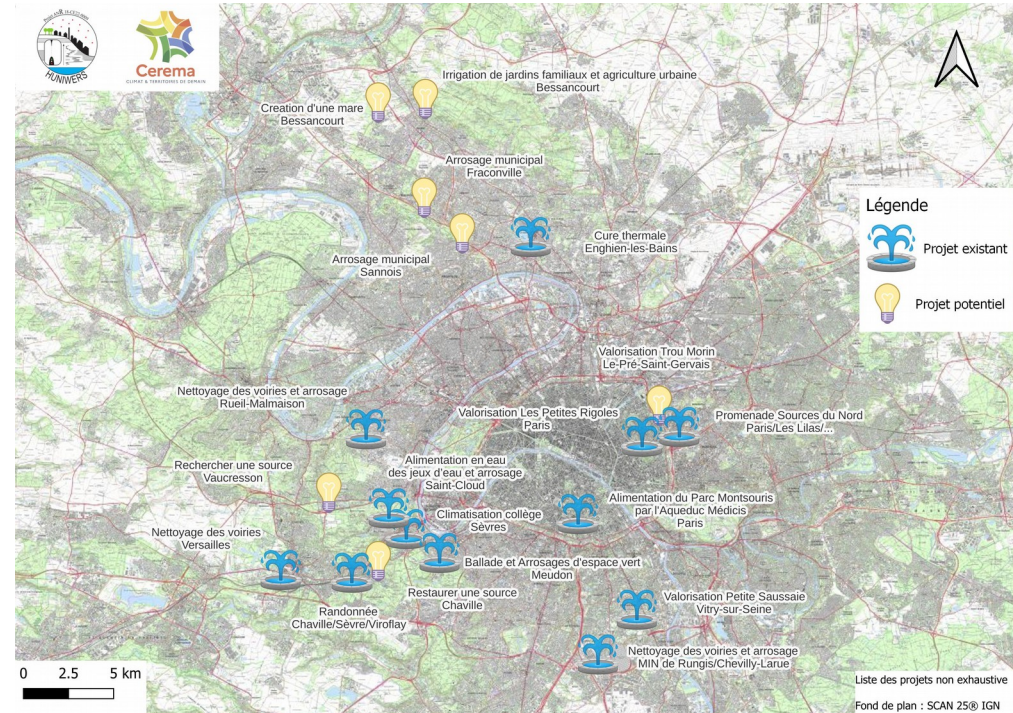
## 5.3 Animation d'un GT

- Idées de REX sur des projets de valorisation des eaux de source en ville :

- Arrosage d'espaces verts
- Nettoyage des rues
- Agriculture urbaine
- Revalorisation patrimoniale
- Intégration dans des aménités paysagères
- Alimentation de jeux d'eau
- climatisation

- Idées de REX thématiques

- Balades sur le thème des sources
- Acquisition de données sur les sources



Localisation de projets de valorisation des eaux de source en Ile-de-France

# Synthèses et perspectives

- Méthodes transversales et innovantes pour évaluer l'impact de l'urbanisation sur les eaux souterraines et appréhender l'état « pré-urbanisation »
- Potentiel de valorisation intéressant de ces eaux de nappes, qui peuvent être combinées aux eaux pluviales : ressource alternative à l'eau potable, support de biodiversité, rafraîchissement urbain, sensibilisation du public
- Peu de projets aboutissent, souvent en raison du manque d'intérêt pour cette problématique transverse, du manque de connaissances, du manque de cadrage réglementaire, et du caractère atypique de ces projets, qui ne sont souvent pas éligibles aux aides de l'AESN
- Production de REX documentés qui pourront servir de source d'inspiration pour les collectivités qui souhaiteraient valoriser les eaux de source en ville
- Organisation d'un séminaire de restitution en mai 2023, élargi à d'autres régions



Avec le soutien de :



# Merci pour votre attention

Contact : [emmanuel.dumont@cerema.fr](mailto:emmanuel.dumont@cerema.fr)

