



**STRATEGEO**  
STRATEGIE ET GESTION DE L'EAU

**RdV technique GEOTHERMIE  
PROJET PASSERELLES  
HERMES - Pierre-Bénite (69)  
ATEE – le 04/05/2023**



Géothermie



Hydrogéologie



Environnemental

# 1. Présentation et contexte du projet

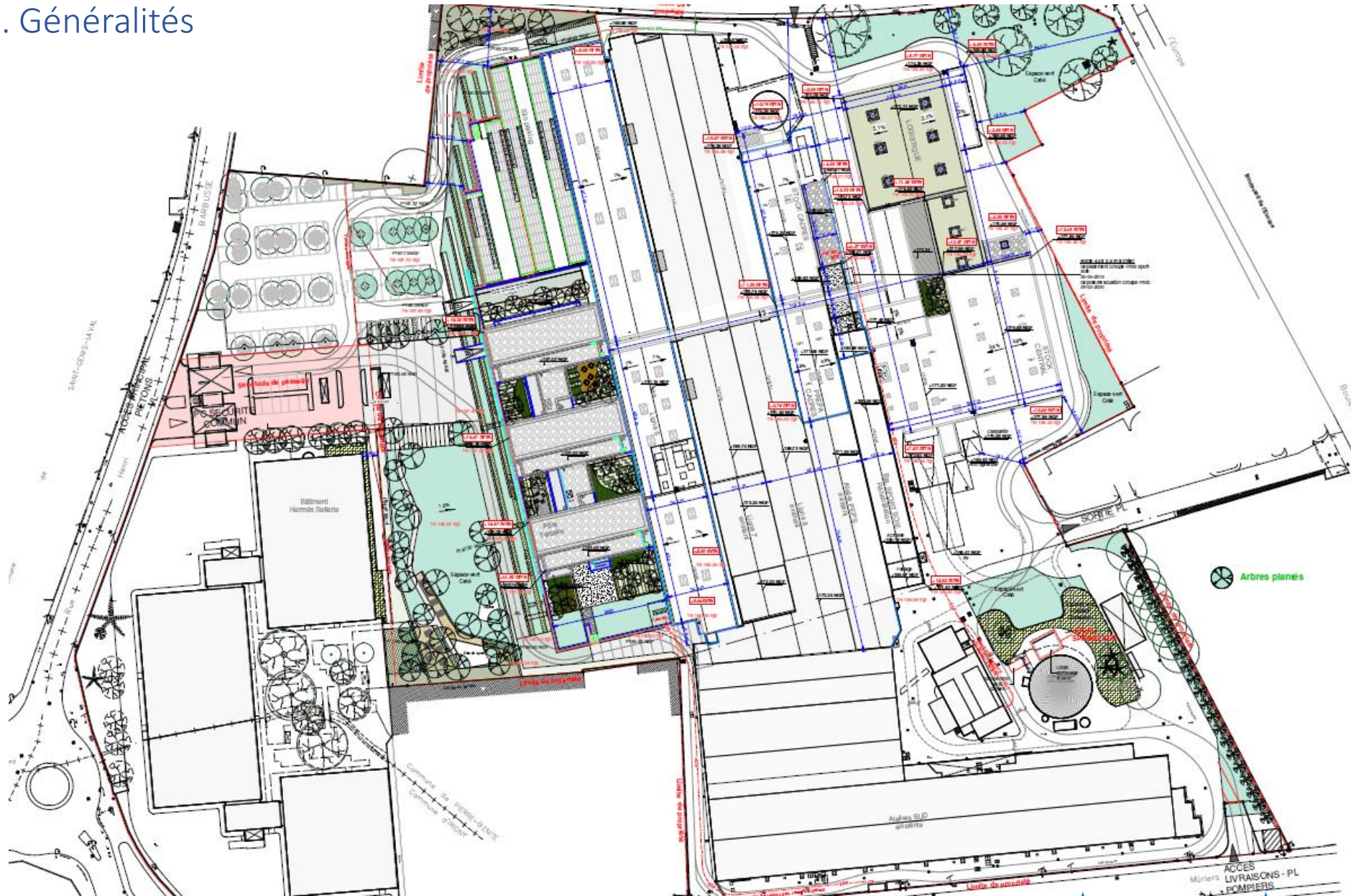
## 1.1. Généralités



Refonte du site de Pierre Bénite de Hermes TEXTILE avec la création de 2 lignes de production supplémentaires.  
450 employés sur site

# 1. Présentation et contexte du projet

## 1.1. Généralités



**unanime**  
architectes

SAS D'ARCHITECTURE  
au capital de 15.000€  
N°ORDRE : 352

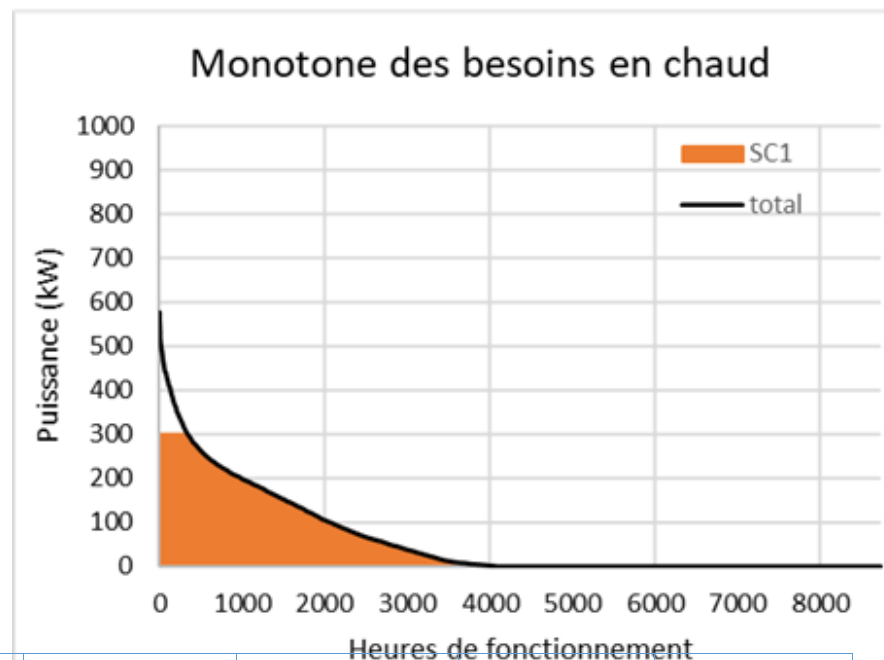


# 1. Présentation et contexte du projet

## 1.2. Contexte énergétique

Installation	Puissance	Energie annuelle	Delta de température	Débit sur nappe
Bureaux	210 kW	117 850 kWh/an	-5 °C	29 m³/h
Atelier 6 RDC	135 kW	82 475 kWh/an	-5 °C	19 m³/h
Atelier 6 R+1 nord	45 kW	23 740 kWh/an	-5 °C	6 m³/h
Atelier 6 R+1 sud	35 kW	16 420 kWh/an	-5 °C	5 m³/h
Sport Soie (hors RDC)	115 kW	91 360 kWh/an	-5 °C	16 m³/h
Logistique Stockage	170 kW	148 015 kWh/an	-5 °C	23 m³/h
Passerelle (hors LNC)	25 kW	12 240 kWh/an	-5 °C	3 m³/h
<b>Total</b>	<b>735 kW</b>	<b>492 100 kWh/an</b>	-	<b>101 m³/h</b>

Une géothermie couvrant 80-90% des besoins avec une Thermofrigopompe et une solution plus conventionnelle pour l'appoint et jouant le rôle de secours.

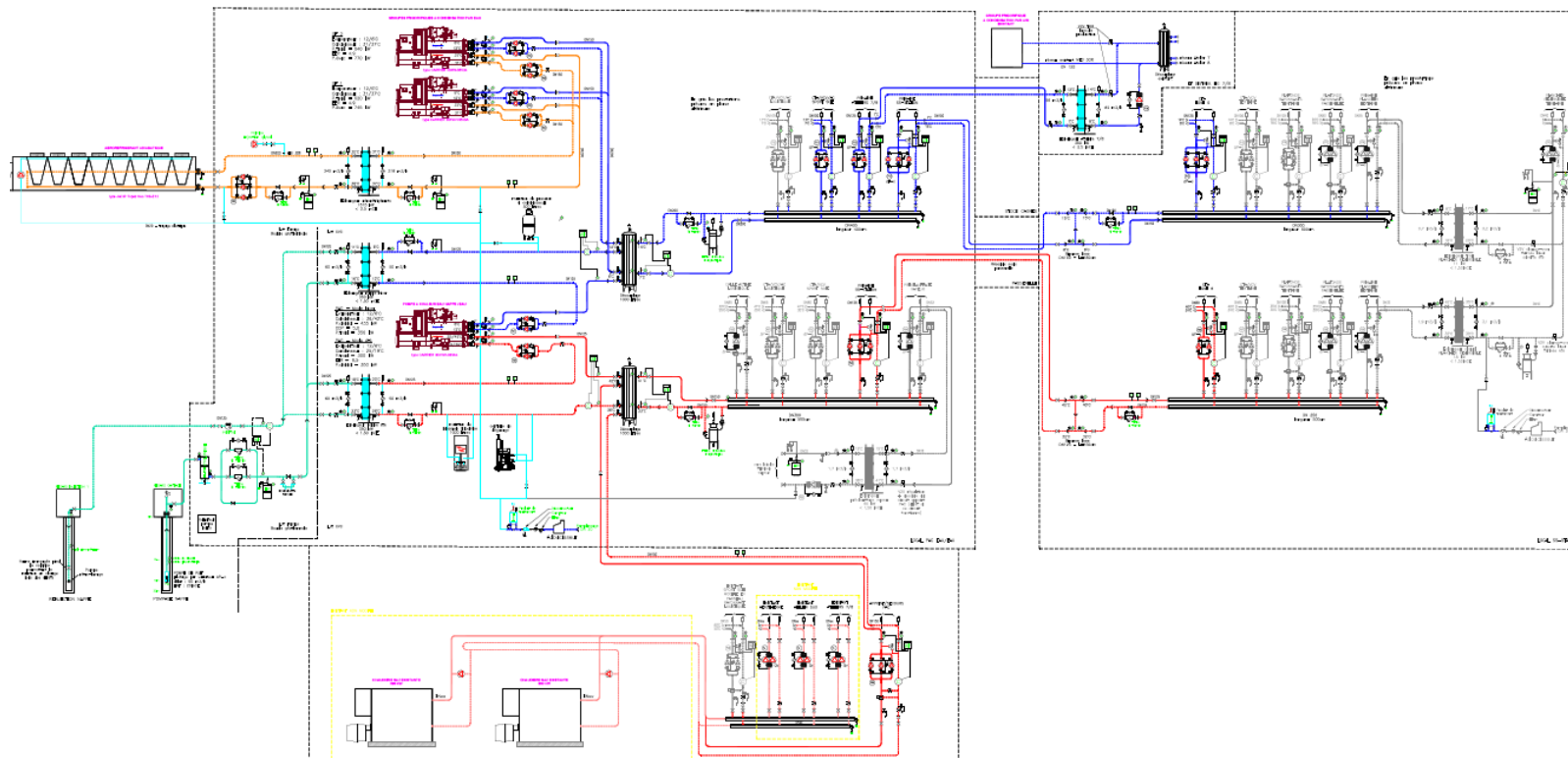


C	Puissance	Energie annuelle	Delta de température	Débit sur nappe
Bureaux	280 kW	94 280 kWh/an	+5 °C	56 m³/h
Atelier 6 RDC	300 kW	230 930 kWh/an	+5 °C	60 m³/h
Atelier 6 R+1 nord	60 kW	29 675 kWh/an	+5 °C	12 m³/h
Atelier 6 R+1 sud	40 kW	20 525 kWh/an	+5 °C	8 m³/h
Sport Soie (hors RDC)	160 kW	57 100 kWh/an	+5 °C	32 m³/h
Logistique Stockage	75 kW	40 000 kWh/an	+5 °C	15 m³/h
Passerelle (hors LNC)	30 kW	10 200 kWh/an	+5 °C	6 m³/h
<b>Total</b>	<b>945 kW</b>	<b>482 710 kWh/an</b>	-	<b>190 m³/h</b>

# 1. Présentation et contexte du projet

## 1.2. Couverture et schéma de production

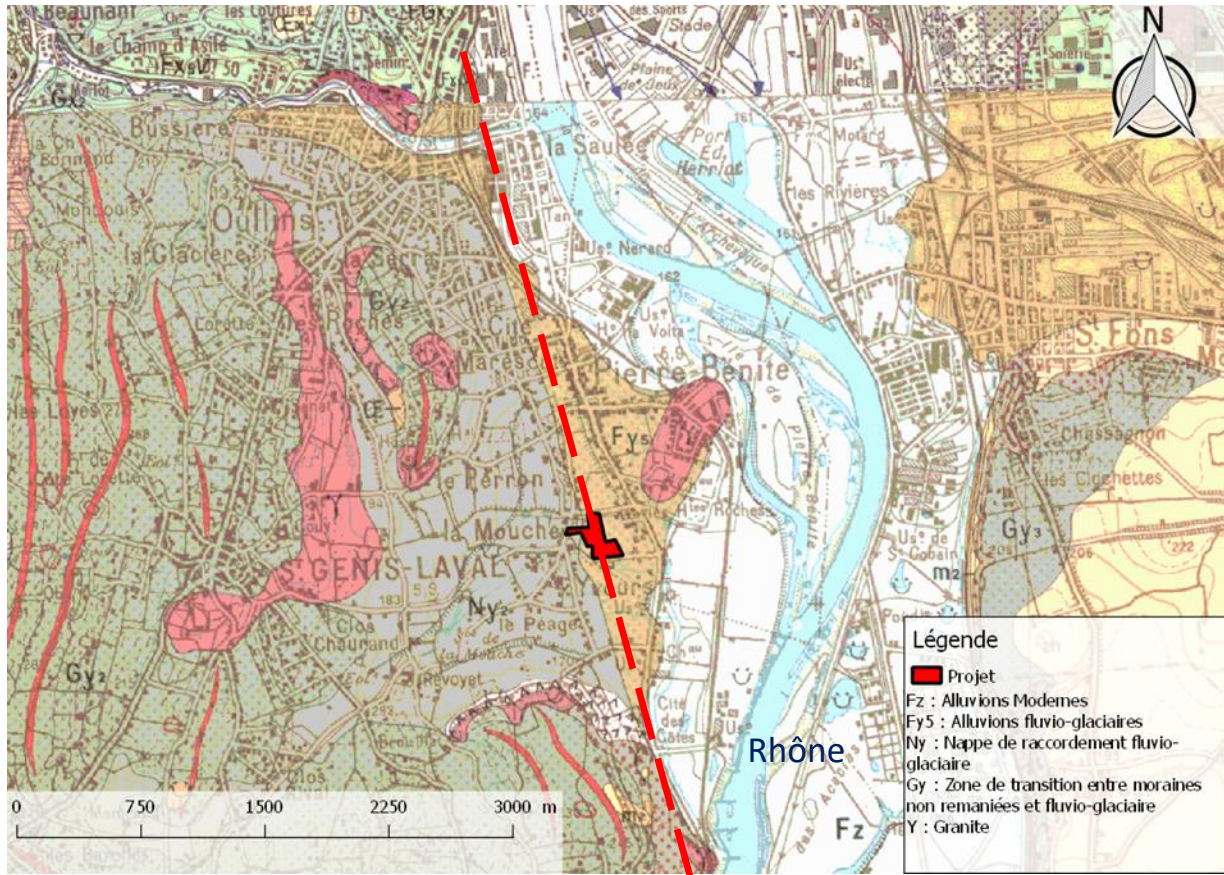
Mode	Débit sur nappe	Puissance d'appel	Energie annuelle	Puissance sous-sol	Energie sous-sol annuelle	Delta de température
Chauffage	80 m <sup>3</sup> /h	580 kW (78% de couverture)	400 MWh/an (90 % couverture)	464 kW	320 MWh/an	-5 °C
Refroidissement	80 m <sup>3</sup> /h	400 kW (42 % de couverture)	350 MWh/an (80 % couverture)		406 MWh/an	+5 °C





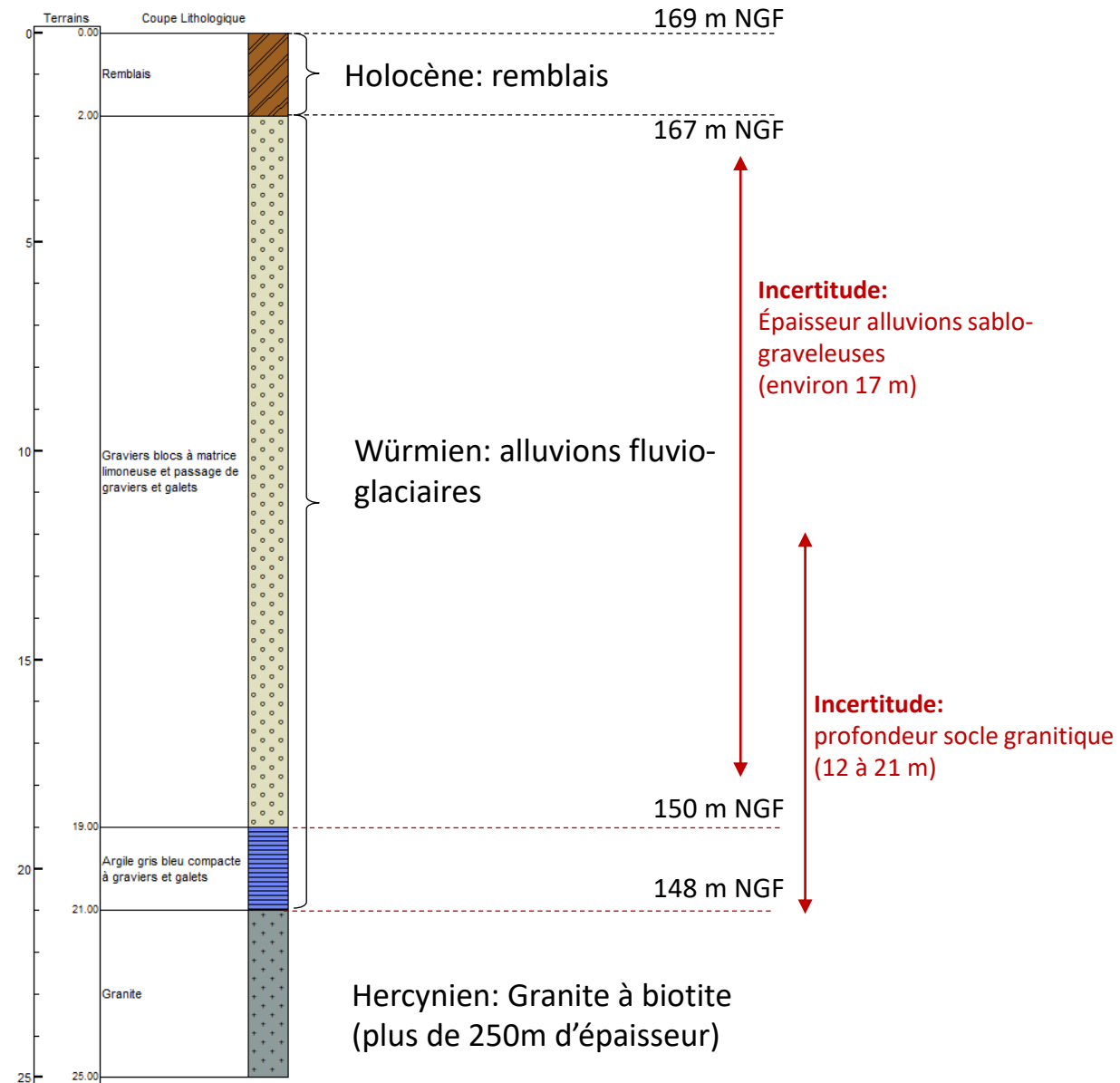
# 2. Potentiel géothermique du site

## 2.1. Contexte géologique



Massif Central (terrains cristallins)

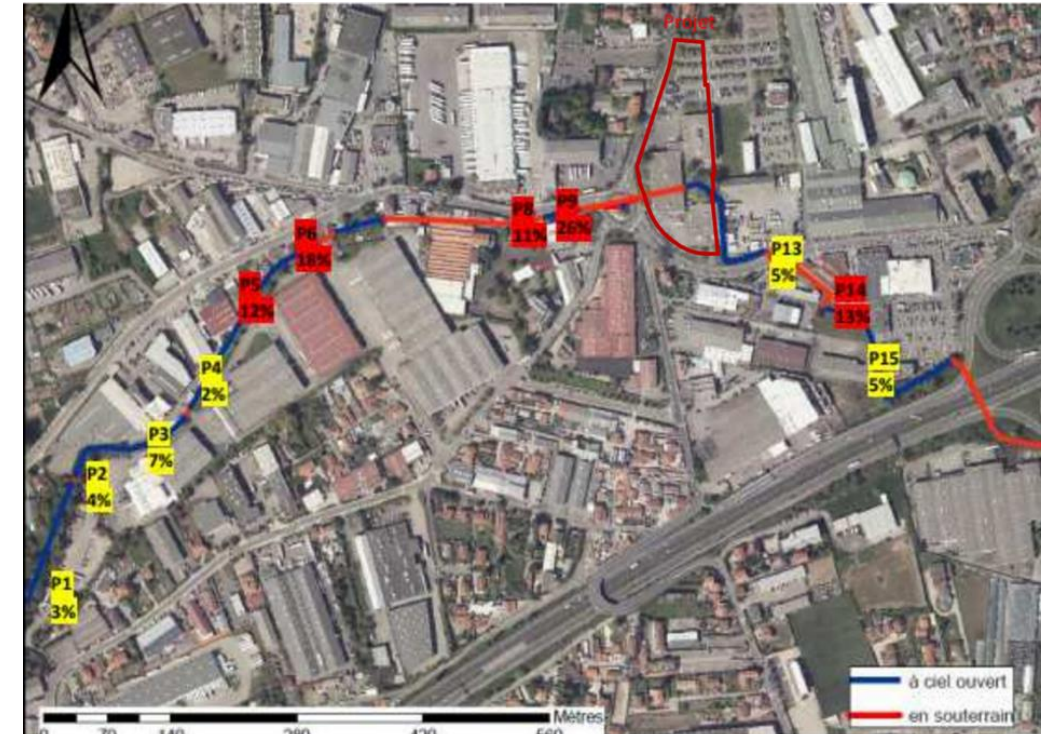
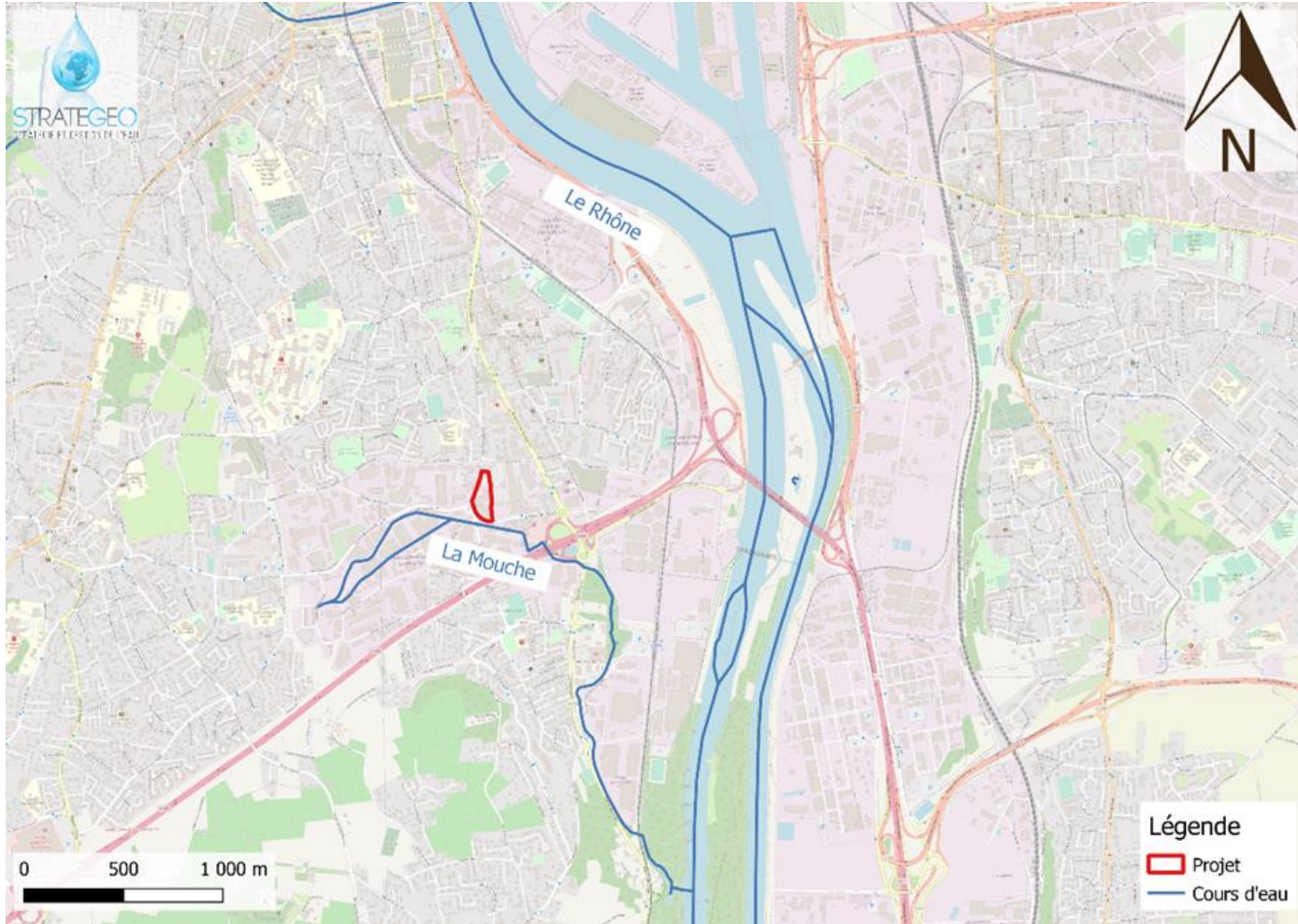
Fossé d'effondrement rhodanien (terrains tertiaires)



➤ **Réalisation sondages destructifs (25m) pour lever les incertitudes sur la lithologie**

## 2. Potentiel géothermique du site

### 2.2. Contexte hydrologique



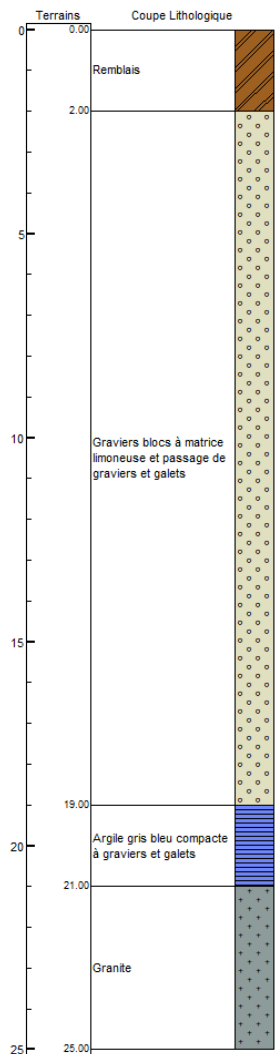
#### **Incertitude:**

Circulations superficielles perchées plus ou moins importantes liées au ruisseau de la Mouche et à l'alternance de niveaux plus ou moins argileux dans la formation des alluvions fluvio-glaciaires du Würmien  
→ À confirmer en cas de géothermie sur nappe

- **Réalisation piézomètres courts pour lever les incertitudes sur la présence d'une nappe perchée liée à la Mouche**

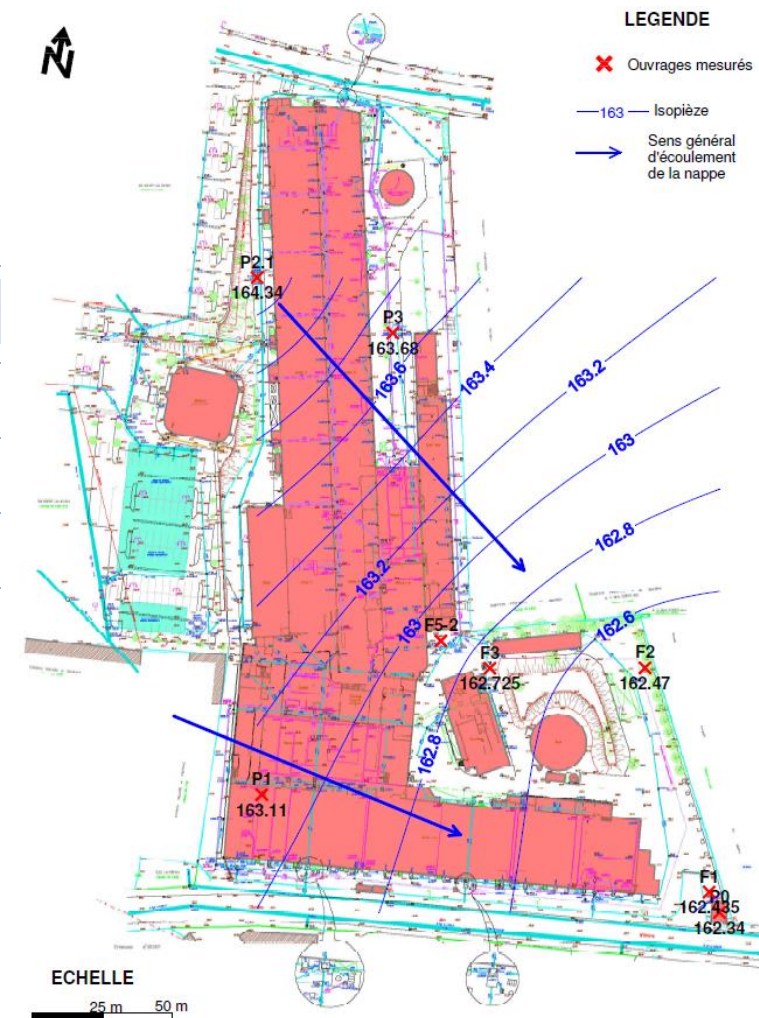
# 2. Potentiel géothermique du site

## 2.3. Contexte hydrogéologique

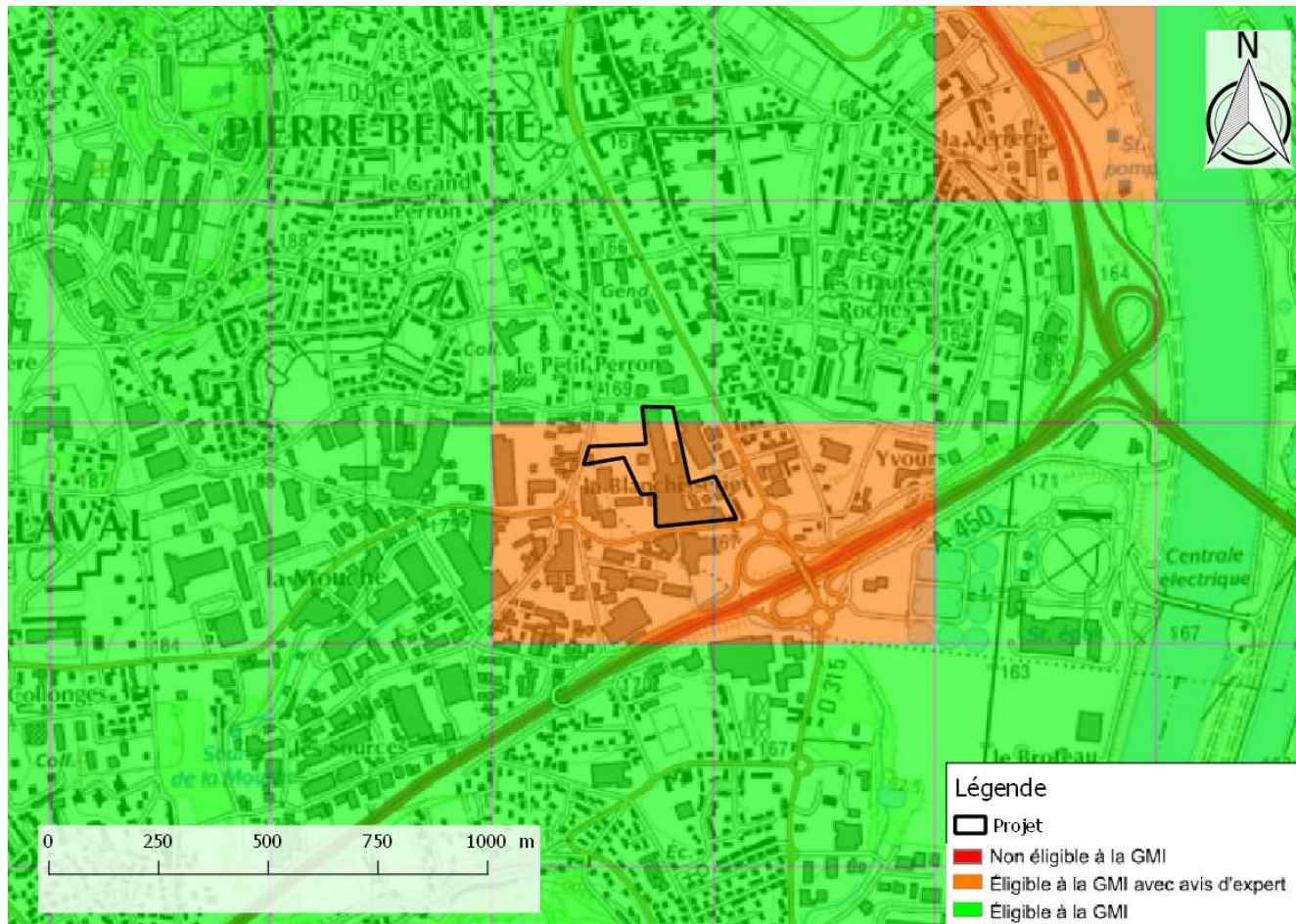


Nappe	Mode	Perméabilité moyenne retenue	Epaisseur moyenne productive	Hauteur admissible	Débit sur nappe
Würmien	Pompage	4.10 <sup>-4</sup> m/s	12 m	5 m	~80 m <sup>3</sup> /h
	Réinjection avec 1 puits			3 m	~50 m <sup>3</sup> /h
	Réinjection avec 2 puits				~100 m <sup>3</sup> /h

Code BSS	Distance au projet (m)	Profondeur de l'ouvrage (m/sol)	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Rabattement (m)	Epaisseur captée (m)	Débit spécifique (m <sup>3</sup> /h/m)	Transmissivité (m <sup>2</sup> /s)	Perméabilité (m/s)
BSS001UQKP	170	12	62	5,47	7	11,3	3,1.10 <sup>-3</sup>	4,5.10 <sup>-4</sup>
BSS001UQKQ	220	9,2	115	1,58	6	72,8	2,0.10 <sup>-2</sup>	3,4.10 <sup>-3</sup>
BSS001UQKM	500	15	20	4,55	6	4,4	1,2.10 <sup>-3</sup>	2,0.10 <sup>-4</sup>
BSS001UQJL	520	31	1320	26	10	50,8	1,4.10 <sup>-2</sup>	1,4.10 <sup>-3</sup>
BSS001UQJM	650	35	42	27	11,5	1,55	4,3.10 <sup>-4</sup>	3,8.10 <sup>-5</sup>
BSS001URDW	800	34	128	22,3	10,8	5,74	1,6.10 <sup>-3</sup>	1,5.10 <sup>-4</sup>
Moyenne						11	3,0.10 <sup>-3</sup>	3,7.10 <sup>-4</sup>
Médiane						9	2,3.10 <sup>-3</sup>	3,3.10 <sup>-4</sup>



### 3. Contraintes réglementaires



Code civil: responsabilité civile décennale

Code minier: GMI zone orange (nappe) éligible avec avis d'expert en raison de la pollution

Code de l'Environnement: pas soumis

Périmètre de protection: pas soumis

SDAGE Rhône Méditerranée: pas de prescriptions particulières pour la nappe du Würmien

SAGE: pas de SAGE

Zones naturelles: pas autour du projet

PPRI: pas soumis

PPRT: pas soumis

BASOL: pollution en aval: pas concerné

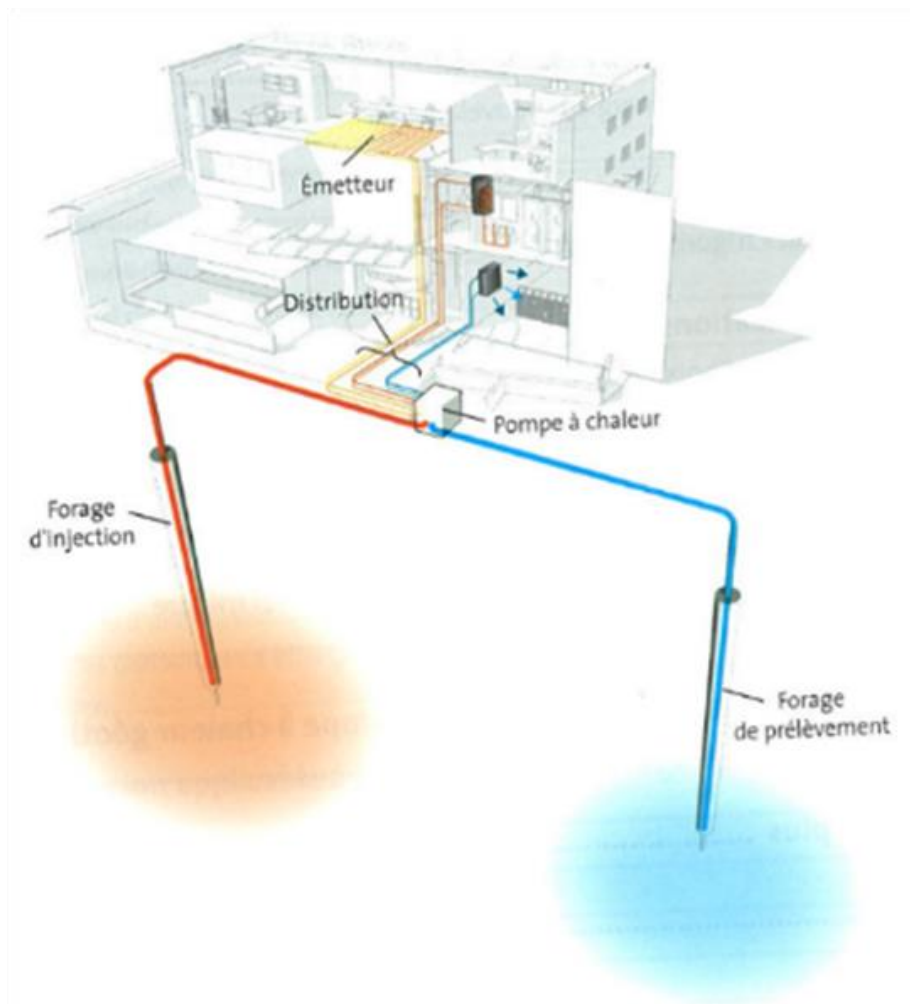
ICPE: pollution en aval: pas concerné

fonctionnement puits AS à prendre en compte

Éligible à la GMI avec avis d'expert

# 4. Géothermie sur nappe :

## 4.1. Principe de fonctionnement et faisabilité



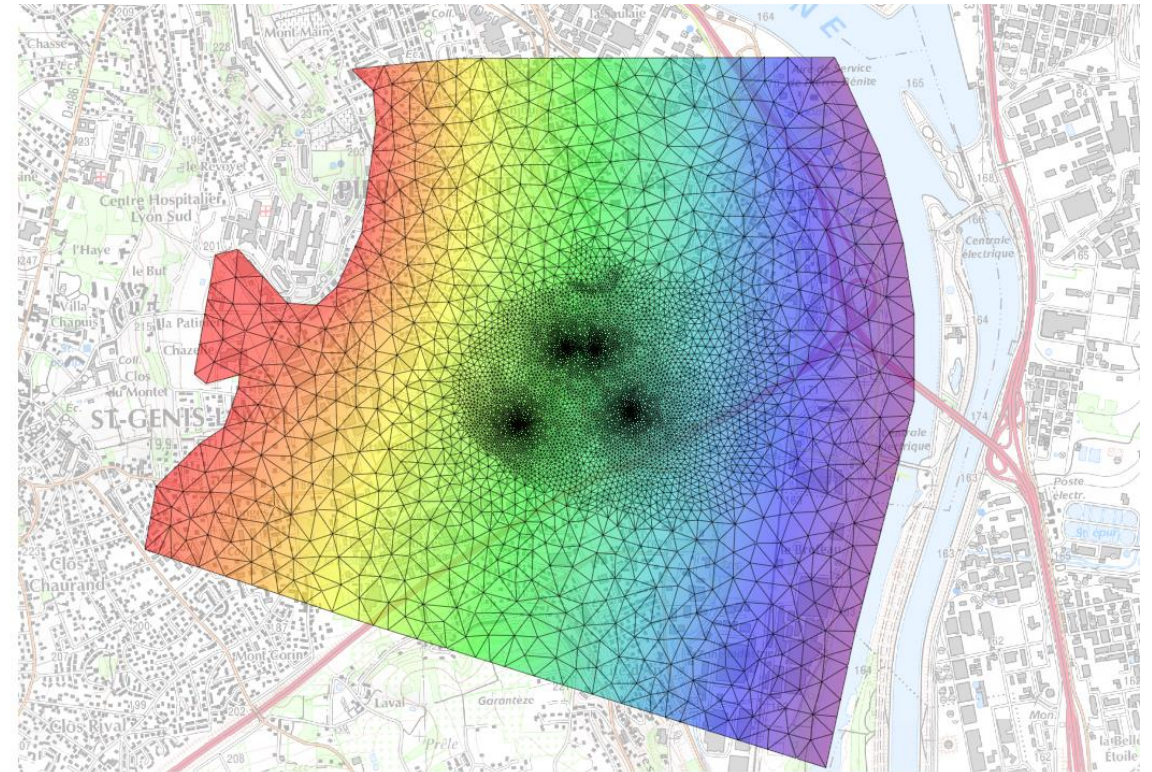
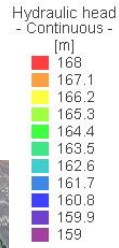
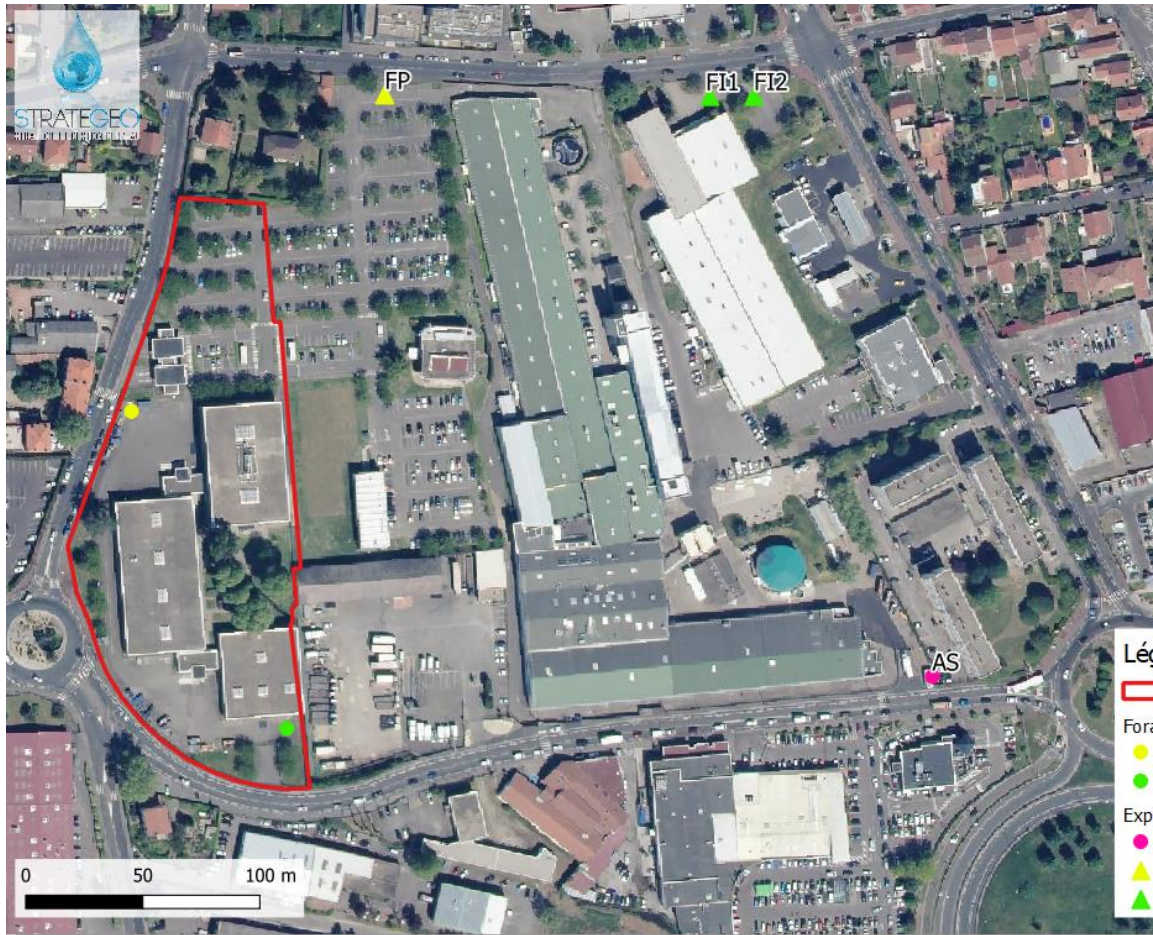
Faisabilité d'une géothermie sur nappe dépend de :

- La possibilité d'implanter les forages sur le projet ;
- La capacité de pompage et de réinjection de la nappe au droit du projet ;
- L'impact du projet sur son environnement (limitation à 4°C à 200 m autour du projet) ;
- Le fonctionnement thermique et hydrodynamique du dispositif à long terme :

Paramètres pour une exploitation pérenne	Thermique	Hydrodynamique
<b>Au droit du projet</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Temps de percée / Recyclage (max 1 à 2°C après 30 ans, selon la nappe)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pas dénoyer l'aquifère</li><li>• Pas réinjecter au-delà du terrain naturel</li></ul>
<b>Sur l'environnement</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Panache thermique confiné (max 4°C à 200m)</li><li>• Impacts sur les exploitations voisines</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cône de rabattement / élévation confinés</li><li>• Impacts sur les exploitations voisines</li></ul>
<b>Appréciation des critères</b>	Approche globale annuelle après 30 ans d'exploitation → énergie / débits moyens	Régime maximal jusqu'à stabilisation → puissance / débits de pointes

# 4. Géothermie sur nappe :

## 4.2. Implantation des puits et modélisation



Mode	Débit sur nappe	Puissance d'appel	Energie annuelle	Puissance sous-sol	Energie sous-sol annuelle	Delta de température	Temps d'utilisation annuel
Chauffage	80 m <sup>3</sup> /h	580 kW (78% de couverture)	400 MWh/an	464 kW	320 MWh/an	-5 °C	5 mois
Refroidissement	80 m <sup>3</sup> /h	398 kW (42 % de couverture)	348 MWh/an (80 % couverture)		406 MWh/an	-5 °C	7 mois

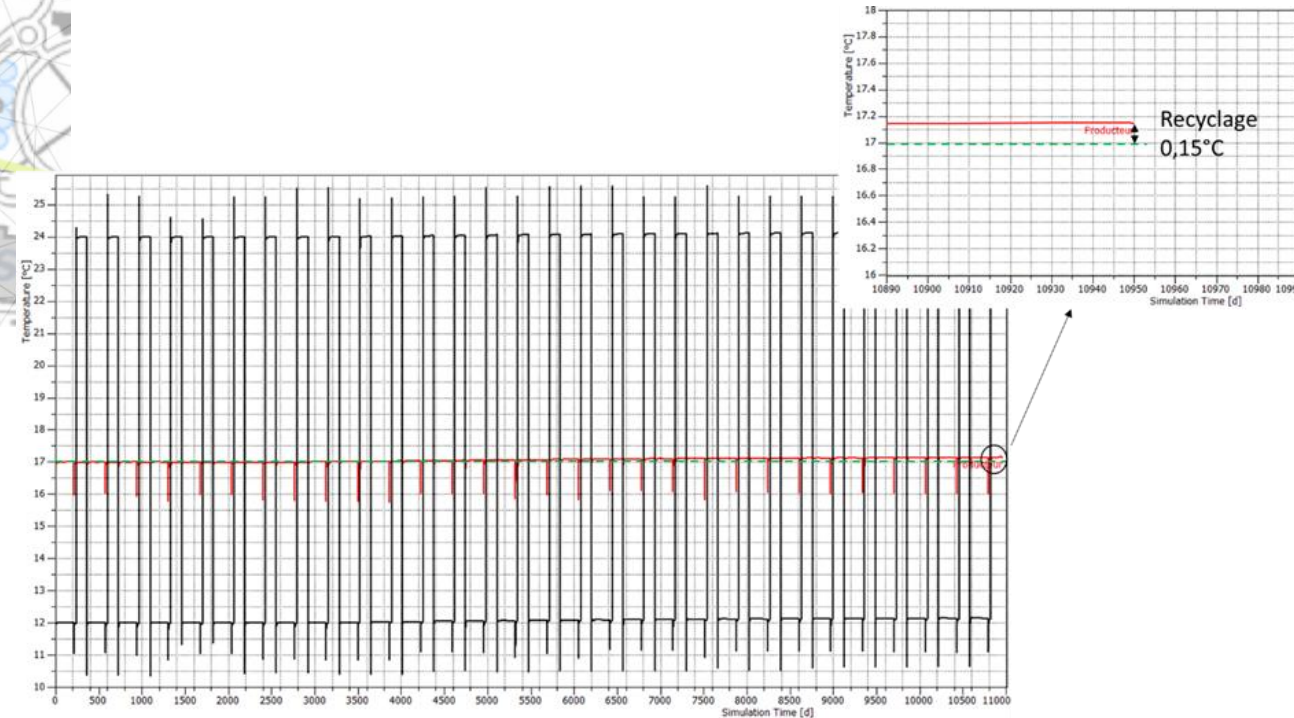
# 4. Géothermie sur nappe :

## 4.2. Implantation des puits et modélisation



Exploitation pérenne thermiquement

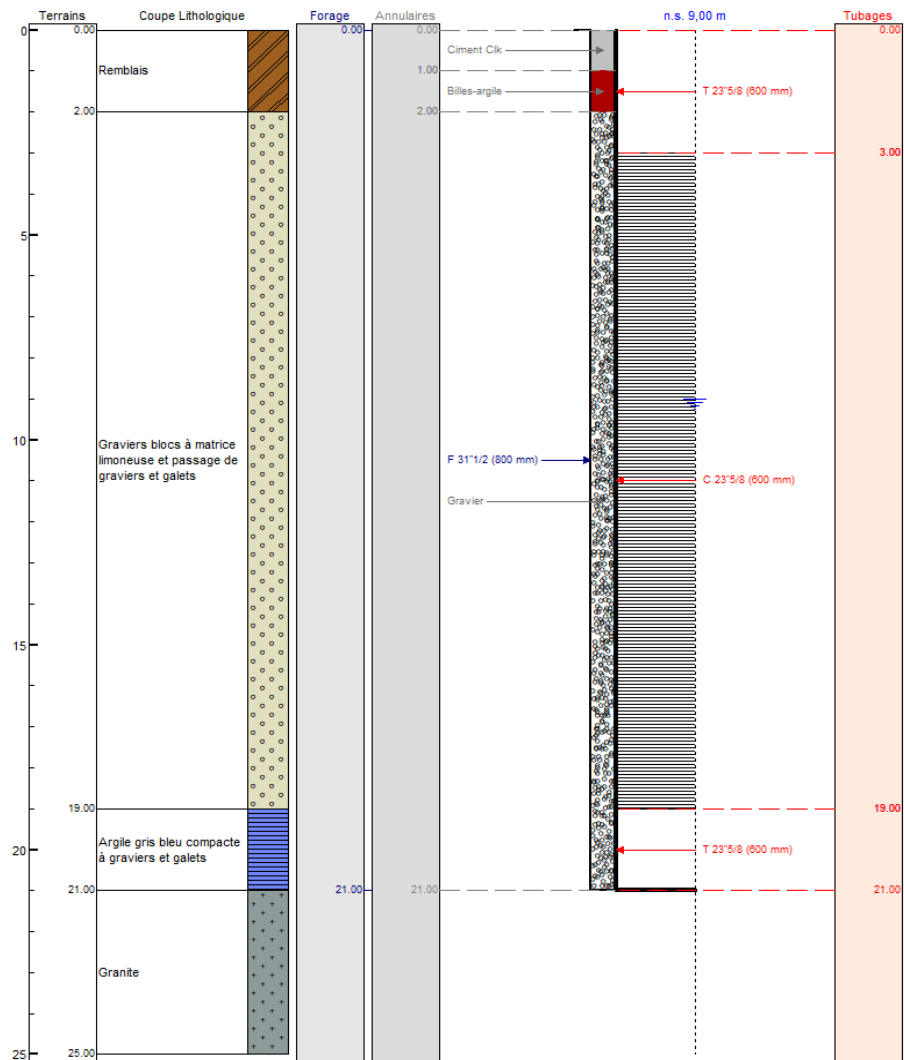
Evolution de la température au droit des forages



- Faible recyclage (0,2°C)
- Panache thermique confiné (0,5°C à 200m)
- Peu d'interactions avec les exploitations voisines

# 4. Géothermie sur nappe :

## 4.3. Description du dispositif – Phase de forage



Coupe technique des forages projetés



Atelier forage benoto



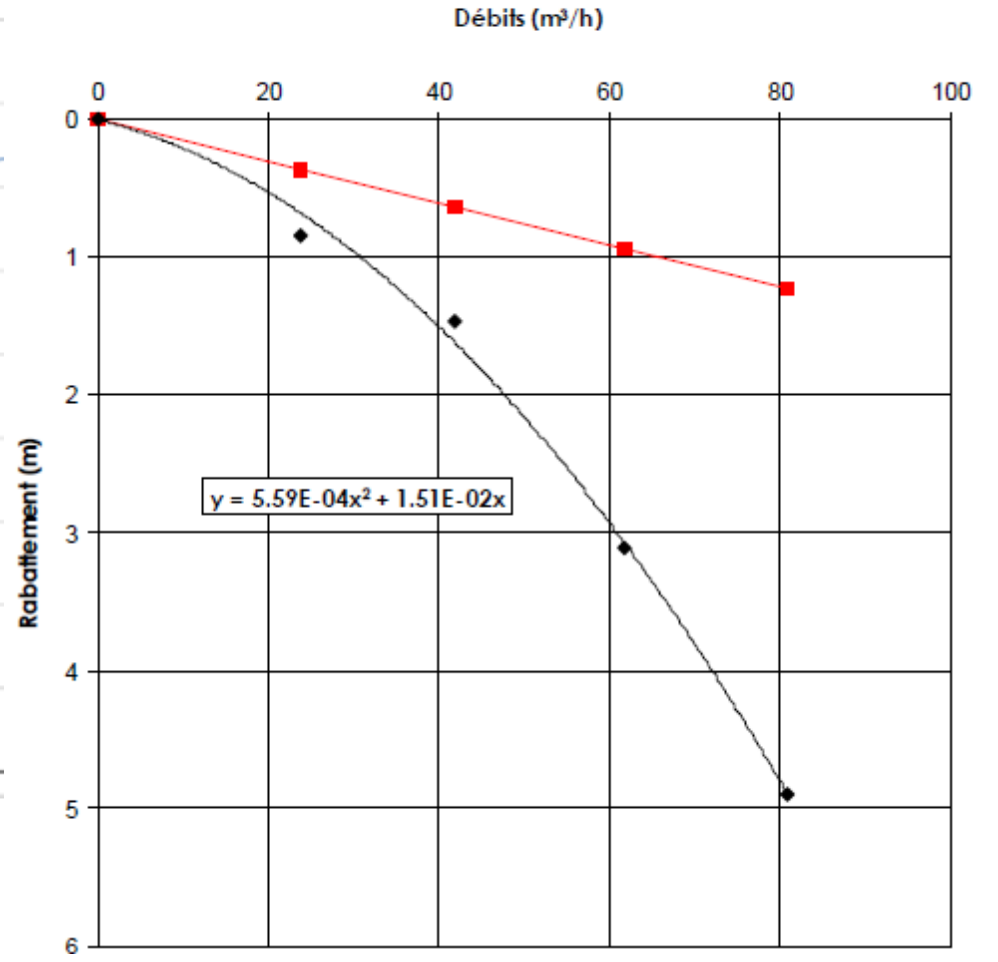
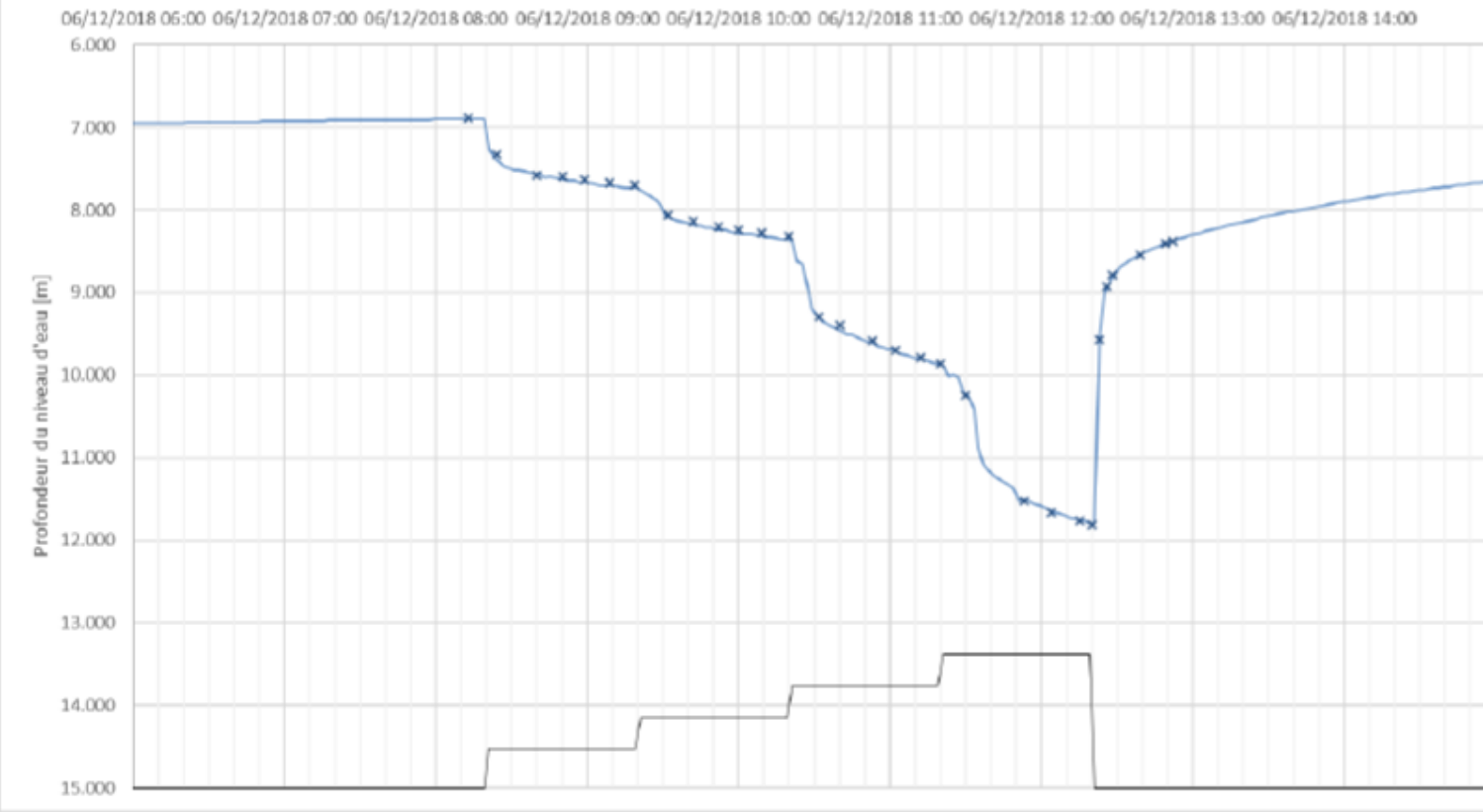
Crépines inox fil enroulé

# 4. Géothermie sur nappe :

## 4.3. Description du dispositif – Phase de pompage

COURBE CARACTERISTIQUE DU FORAGE F1 le 6 décembre 2018

Suivi du niveau d'eau sur le forage de reconnaissance : Pompage par paliers



Coupe technique des forages projetés

## 4. Géothermie sur nappe :

### 4.3. Description du dispositif – Phase de contrôle



Vue sur la crépine fil enroulé, taches éparses couleurs rouille sur un côté du tube



Vue sur la limite supérieure de la première tôle d'obstruction

## 4. Géothermie sur nappe :

### 4.3. Description du dispositif – Phase d'équipement et de chambres



Chambre de forage enterrée avec tête

Tête de forage injecteur



# 4. Géothermie sur nappe :

## 4.3. Description du dispositif – Phase d'équipement et de chambres



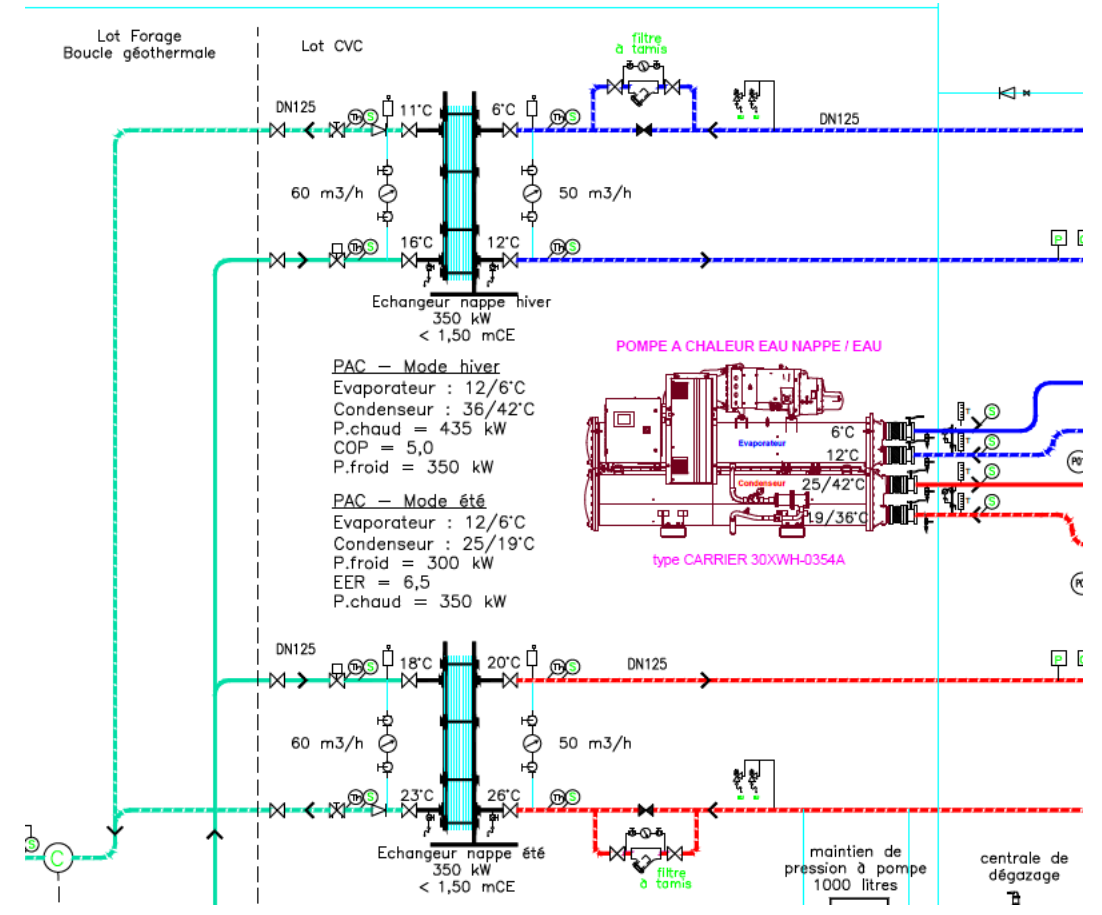
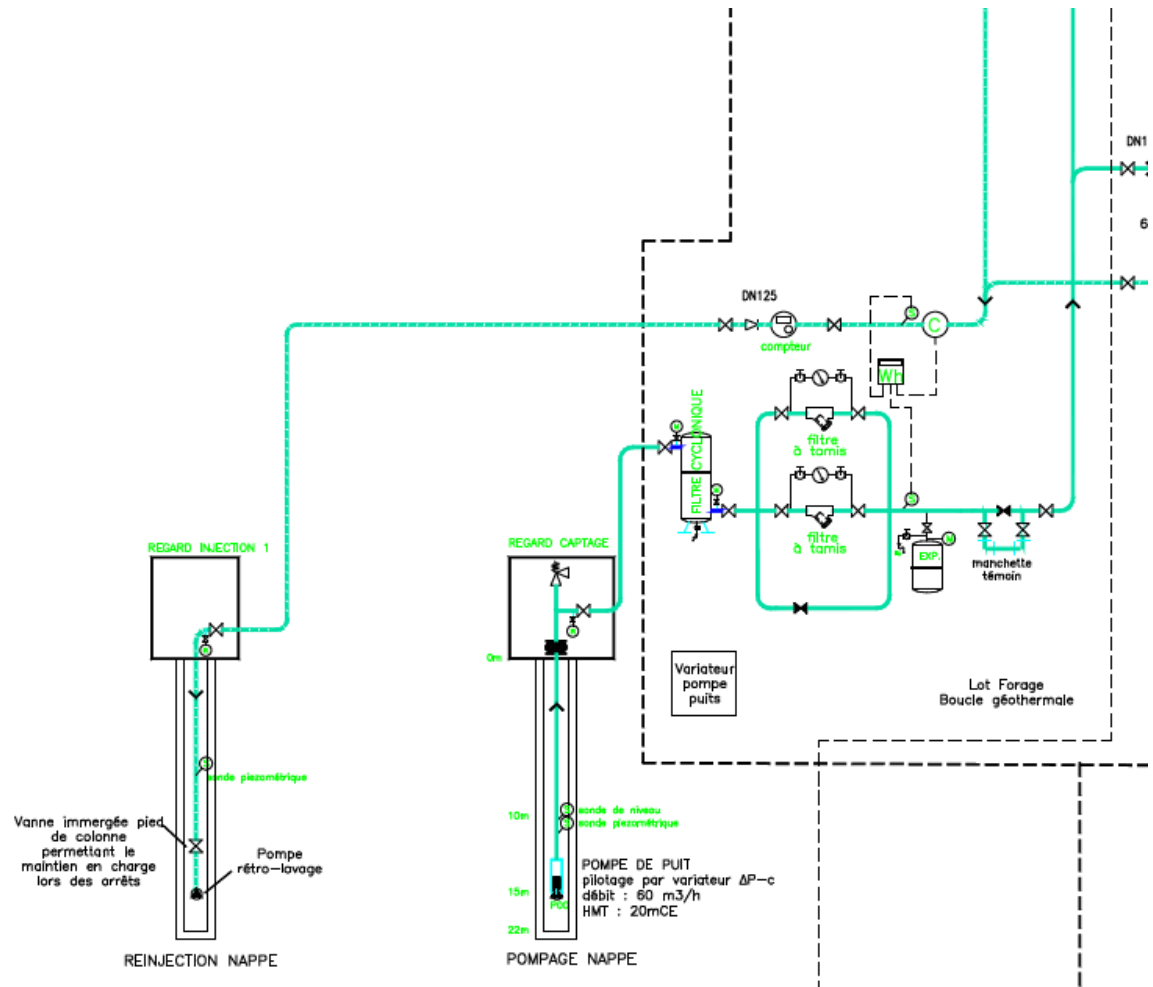
Chambre enterrée de forage



Tête de forage producteur

# 4. Géothermie sur nappe :

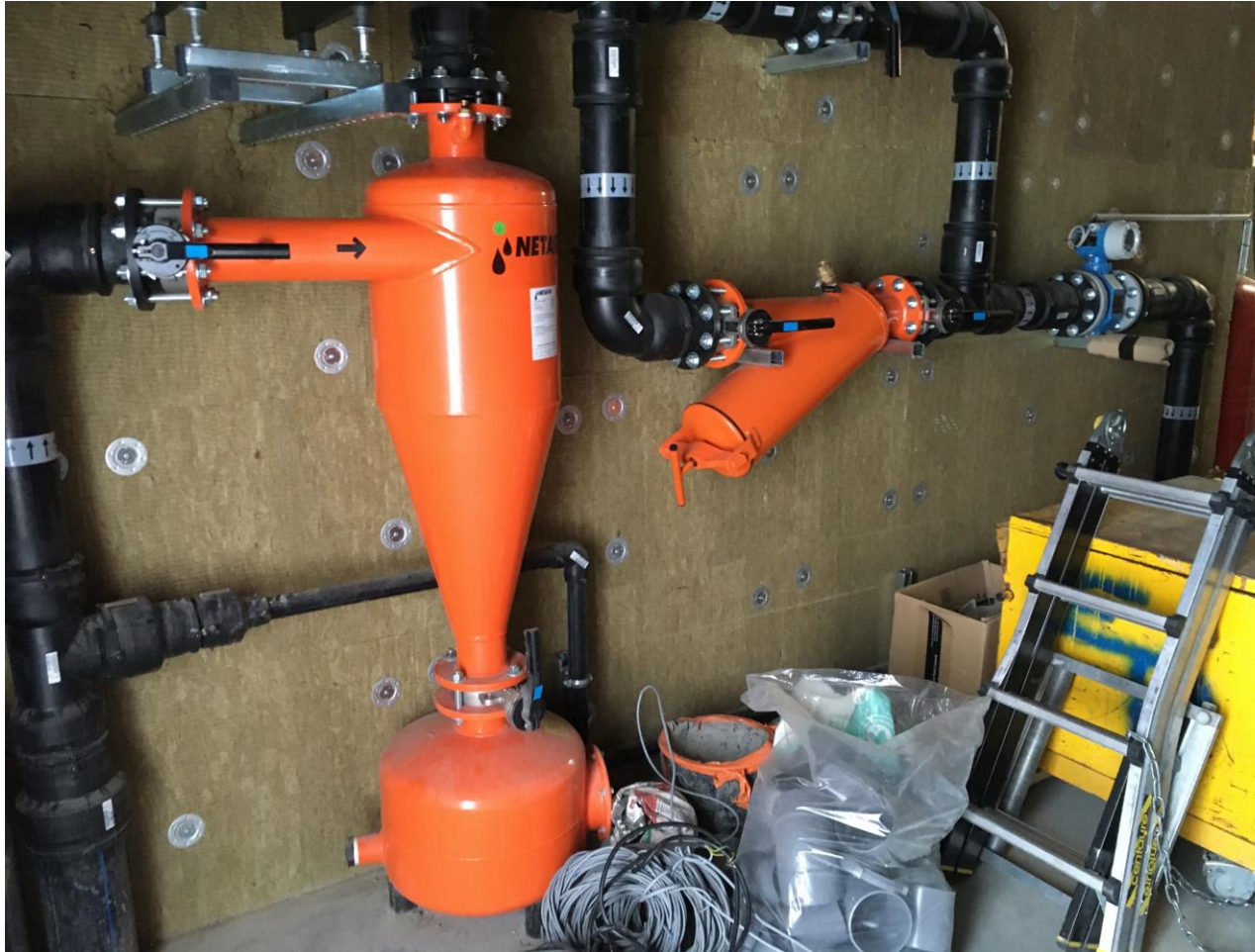
## 4.3. Description du dispositif – Filtration en local PAC



- Filtration avant échangeurs
- Régulation par variateur sur la température
- Vannes de maintien de pression sur le réseau

## 4. Géothermie sur nappe :

### 4.3. Description du dispositif – Filtration en local PAC



Dispositif de filtration cyclonique et tamis



Réservoir vessie à membrane

# 4. Géothermie sur nappe :

## 4.3. Description du dispositif – Filtration en local PAC



Echangeurs à plaques géothermiques



Armoire de commande



Variateur de fréquence

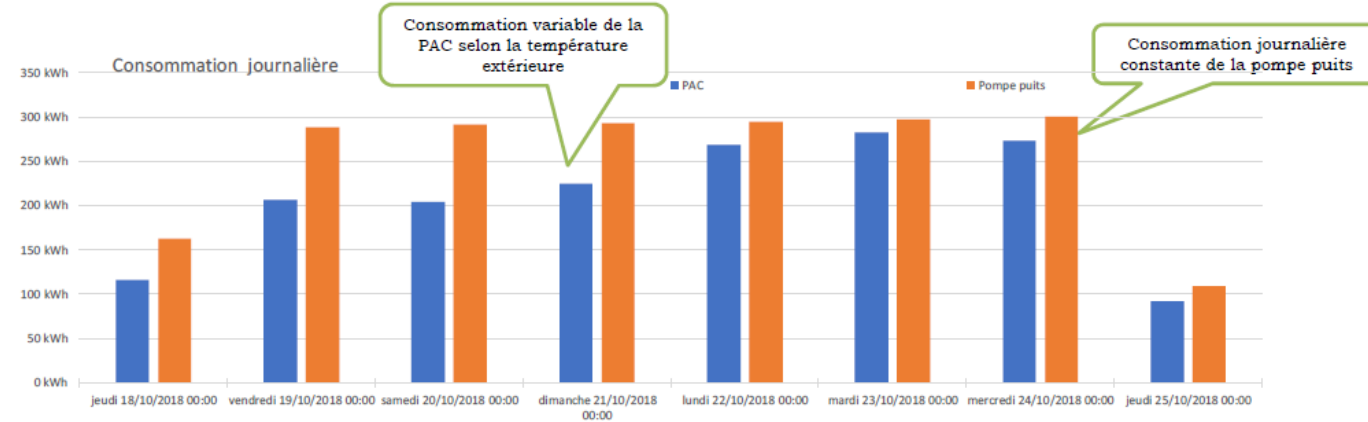
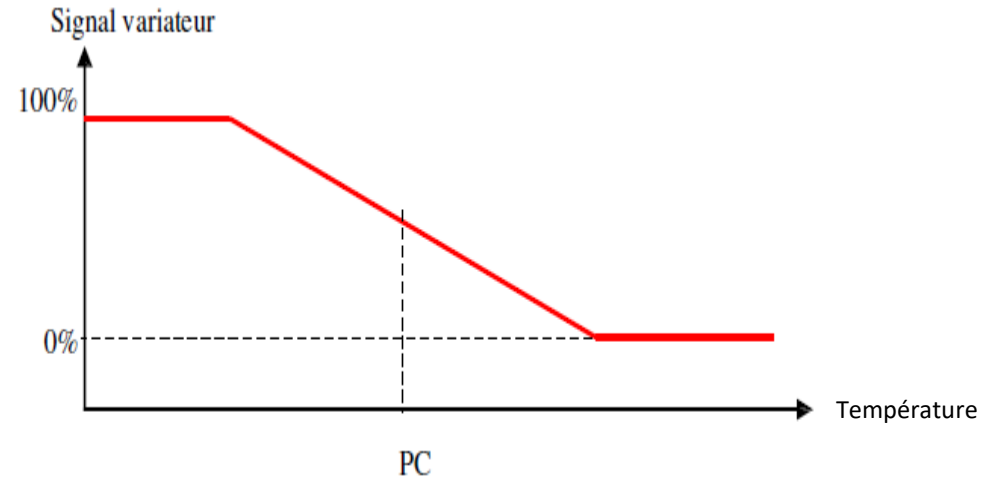
# 4. Géothermie sur nappe :

## 4.3. Description du dispositif – Remontée en GTB



Construction d'un bâtiment d'enseignement supérieur  
 Projet wood-e  
 183, rue Jean Lolive - 93500 Pantin  
 Lot Géothermie  
 Liste de points GTB - ind B

Equipements : Forages géothermiques	Bat.:	TZ						
	Niv.:	Types de points						
		TS	TA	TC	TM	TR	Tci	CP
Communication BacNet								
Forage Producteur - FP								
Forage Injecteur - FI								
Autorisation de démarrage - envoyé par le lot CVC en filaire				1				
Thermofrigo - envoyé par le lot CVC en filaire	1							
Géocooling - envoyé par le lot CVC en filaire	1							
Synthèse défaut bloquants			1					
Pompe forage producteur - Thermofrigo								
Autorisation de marche envoyée sur variateur par l'automate				1				
Pilotage 0/10v envoyé sur le variateur par l'automate						1		
Défaut pompe forage producteur - Thermofrigo - FP			1					
Retour de marche pompe forage producteur - Thermofrigo - FP	1							
Défaut pompe forage producteur - Géocooling - FP			1					
Retour de marche pompe forage producteur - Géocooling - FP	1							
Défaut pompe rétrolavage - Forage injecteur FI			1					
Marche pompe rétrolavage - forage injecteur - FI	1							
Lecture niveau nappe (m) - Forage producteur FP					1			
Lecture niveau nappe (m) - Forage injecteur FI					1			
Niveau nappe "bas" - pompe forage FP - Thermofrigo			1					
Niveau nappe "bas" - pompe forage FP - Géocooling			1					
Niveau nappe "bas" forage injecteur FI - rétro			1					
Niveau nappe "Haut" forage injection FI - Injection			1					
Pression réseau nappe - sonde Sp1					1			
Pression réseau amont filtre - sonde Sp2					1			
Pression réseau aval filtre - sonde Sp3					1			



Exemple de pompe immergée non régulée

## 5. Budget et Conclusion

### Une géothermie sur nappe couvrant 80 à 90% des besoins énergétiques du site de Hermès

- **3 forages d'eau à 22 m = 230 000 € HT**
- Equipements des forages et filtration = 150 000 € HT
- Equipement PAC = 180 000 € HT
- Appoint Froid = 265 000 € HT
- TOTAL investissement = 825 000 € HT (dont 640 000€ HT éligible ADEME)
- Coût MOE Géothermie + CVC = 91 000 € HT
- Subventions ADEME de 150 000 € HT
- Coût solution de référence à 280 000€ HT

Base	PAC sur nappe	Chaudière gaz existante Groupe froid à eau
Appoint	Chaudière gaz existante Groupe froid à eau	
<b>Exploitation</b>	<b>42 281 €</b>	<b>61 771 €</b>
<b>Emissions de CO2 évitées sur 15 ans</b>	<b>1 309 TeqCO2</b>	
<b>Efficacité de l'investissement</b>	<b>3.0 kgeqCO2 / € investi</b>	

Temps de retour sur investissement autour de 10 ans



**STRATEGEO**  
STRATEGIE ET GESTION DE L'EAU

## Présentation STRATEGEO



Géothermie



Hydrogéologie



Environnemental

# Avoir Une vision stratégique

## NOTRE MÉTIER : METTRE EN PLACE DES STRATEGIES D'ÉCONOMIE, DE GAIN ET D'AMÉLIORATION

- > **Réduction de l'impact** d'un projet d'aménagement sur la ressource en eau,
- > Adaptation de ce projet vis-à-vis du **changement climatique**,
- > **Valorisation de** l'eau à l'échelle du projet ou du territoire,
- > **Réduction des gaz à effet de serre** avec une exploitation pérenne de la ressource,
- > **Amélioration du confort de l'utilisateur** avec un objectif énergétique et économique.



### GÉOTHERMIE

**Chauffer ou rafraîchir un bâtiment et ainsi faire des économies d'énergie.**

Intervenir à chaque stade de la conception d'un projet de construction pour étudier et valoriser le potentiel géothermique du site afin de limiter le réchauffement climatique.



### HYDROGÉOLOGIE

**Réduire au mieux les incidences sur un projet.**

Etudier, évaluer et optimiser les problématiques d'interaction avec l'eau souterraine pour limiter l'impact d'un projet.



### ENVIRONNEMENTAL

**Prendre en compte son potentiel d'usage pour le respect de l'environnement**

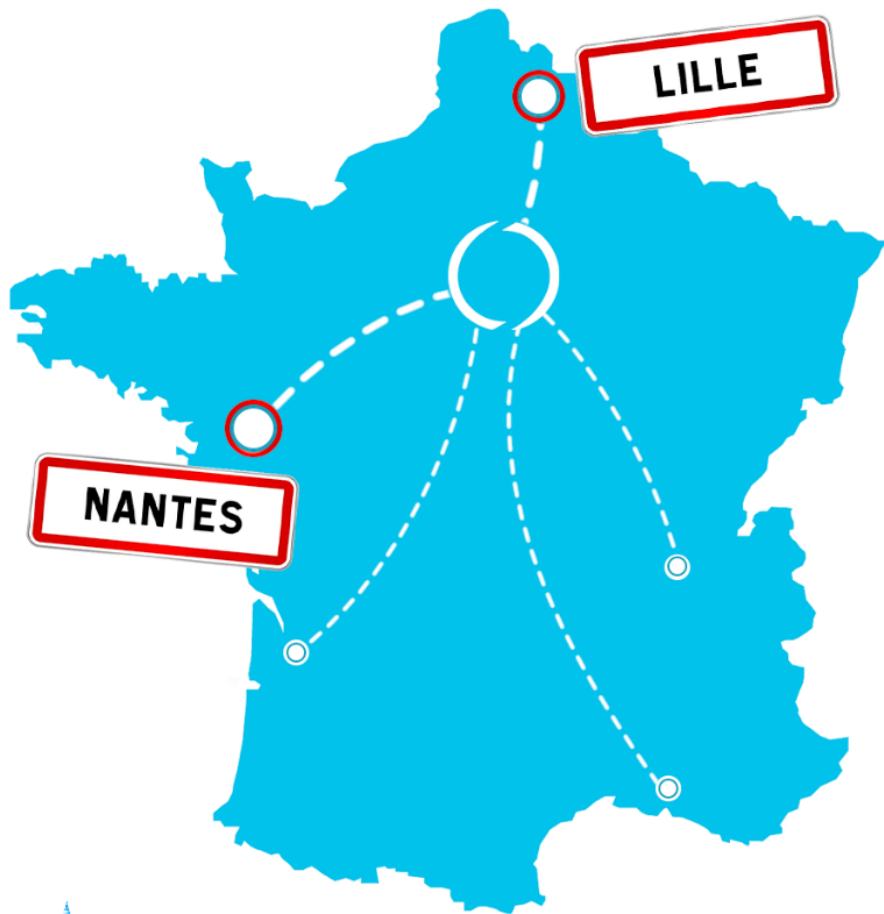
Assister le Maître d'Ouvrage pour l'intégration du projet dans son environnement avec une gestion raisonnée de l'eau.



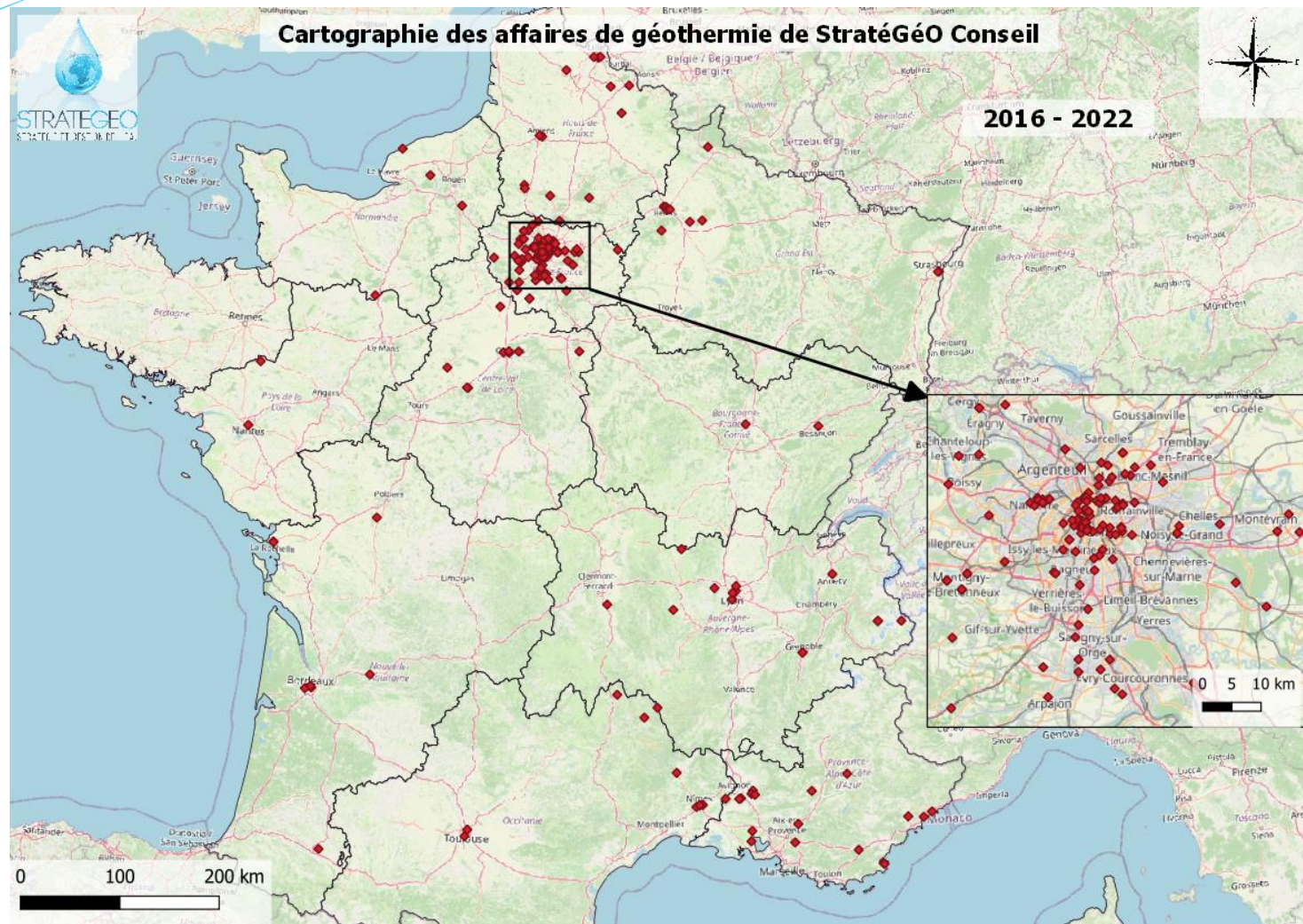
STRATEGEO  
STRATÉGIE ET GESTION DE L'EAU

Faire de l'eau votre stratégie





## Présence nationale avec des projets référents



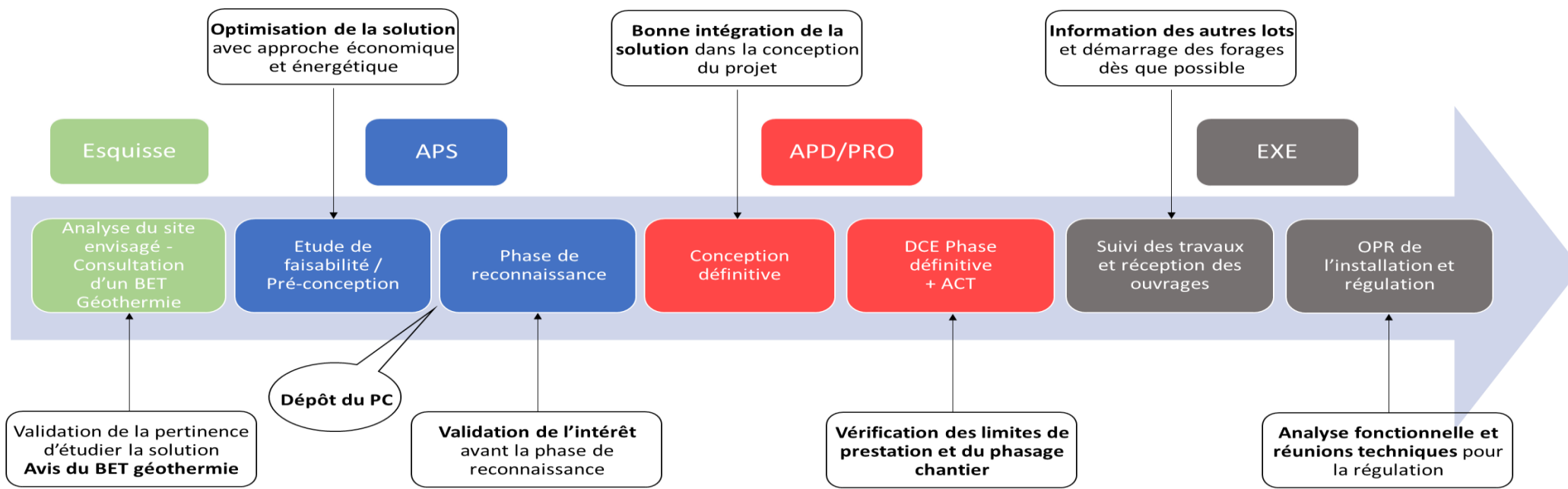


# La vision stratégique des études géothermiques

## Déroulé de la réflexion et des missions géothermiques

Notre vision stratégique et expertise :

- > Evaluer en amont la pertinence d'une géothermie,
- > Optimiser le dimensionnement pour réduire le coût,
- > Réduire votre impact sur l'environnement.





STRATEGEO  
STRATEGIE ET GESTION DE L'EAU

# Des projets emblématiques – STRATEGEO IDF

## 1. Village Olympique JO 2024- Depuis 2018

### En quelques chiffres :

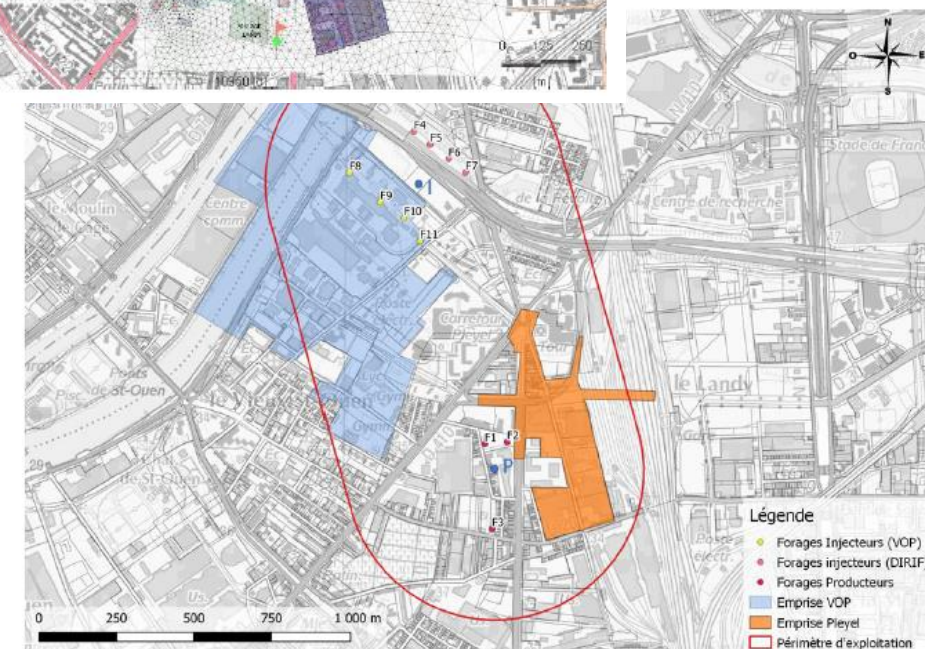
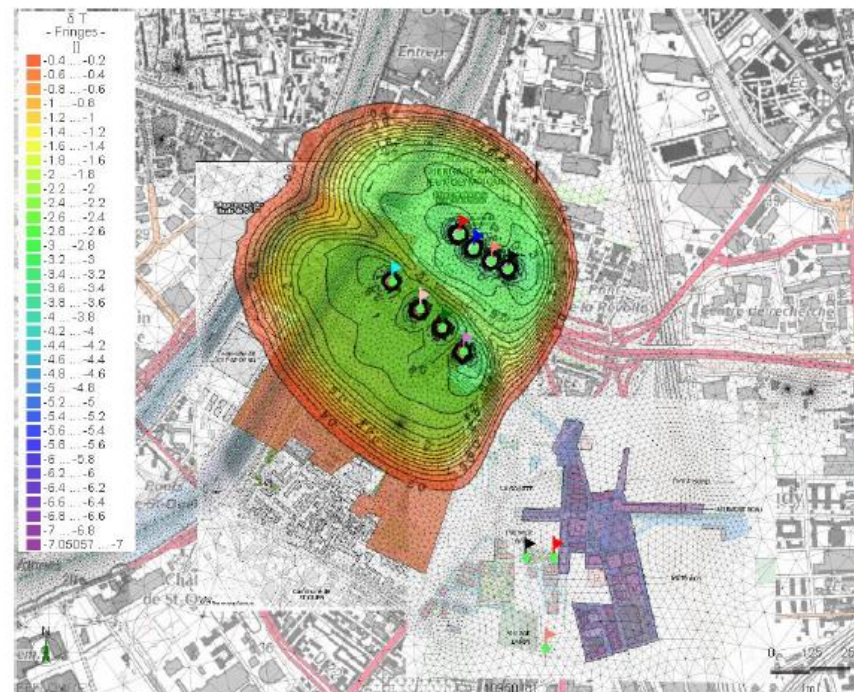
- 650 000 m<sup>2</sup> de surface plancher
- Couverture des besoins de chauffage et de froid par une thermo-frigo-pompe de 3MW
- Exploitation de la nappe du Lutétien à un débit de 325 m<sup>3</sup>/h à travers 3 forages de pompage et 8 forages de réinjection dont un secours.
- Budget du lot géothermie: 2,7 M€

### Missions STRATEGEO CONSEIL :

- Etude de pertinence et faisabilité
- Rédaction du dossier d'autorisation Code Minier
- Mission de maîtrise d'œuvre

### Particularité :

- Un chantier sur l'emprise du Village Olympique avec une livraison avancée de 6 mois





STRATEGEO  
STRATEGIE ET GESTION DE L'EAU

# Des projets emblématiques – STRATEGEO IDF

## 2. Campus Bas Carbone ENGIE - Depuis 2018

### En quelques chiffres :

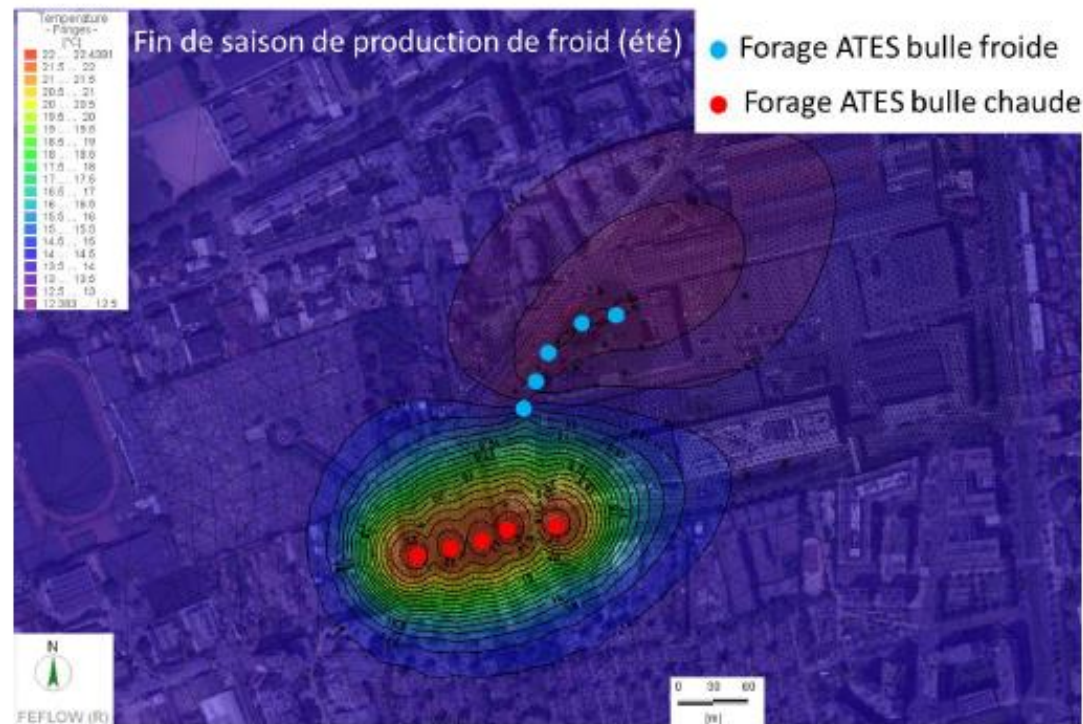
- 120 000 m<sup>2</sup> de surface plancher
- Solution d'ATES sur aquifère
- Couverture des besoins de chauffage et de froid par une thermo-frigo-pompe de 1,9 MW ce qui représente environ 60% des besoins de l'établissement
- Exploitation de la nappe de la craie à un débit de 175 m<sup>3</sup>/h travers 5 forages de pompage et 5 forages de réinjection

### Missions STRATEGEO CONSEIL :

- Etude de pertinence et faisabilité
- Rédaction du dossier d'autorisation Code Minier
- Mission de maîtrise d'œuvre

### Particularité :

- Première solution ATES en IDF





# Des projets emblématiques – STRATEGEO IDF

## 3. Palais de l'Élysée - Depuis 2022

### En quelques chiffres :

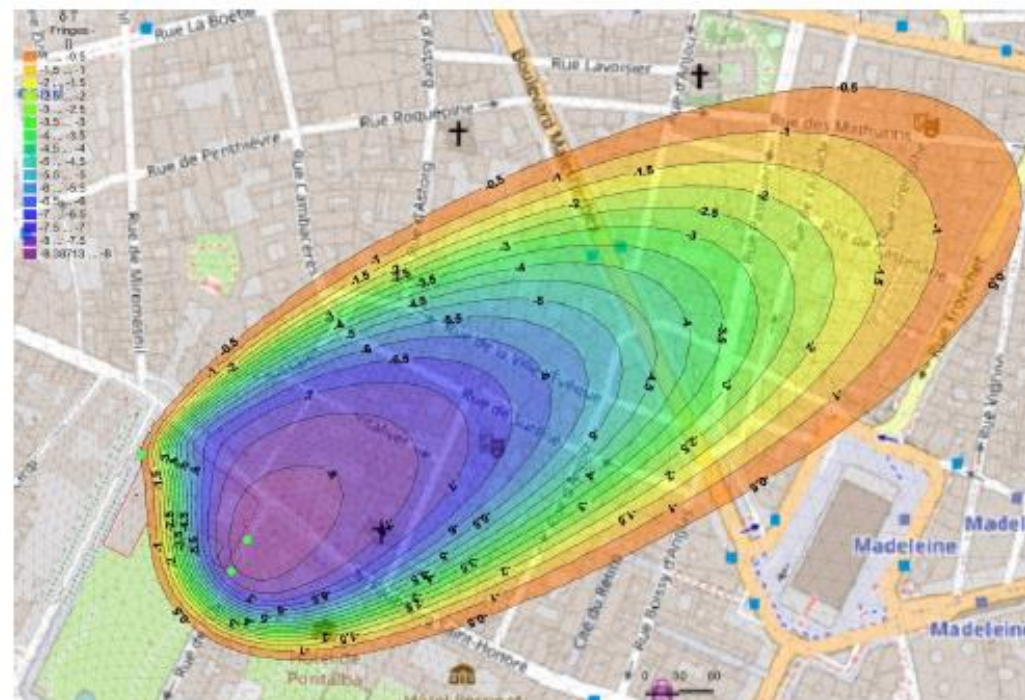
- 11 000 m<sup>2</sup> de surface plancher
- Chauffage au gaz et climatisation par CLIMESPACE
- Couverture des besoins de chauffage par une PAC de 400 kW qui représente environ 75% des besoins de l'établissement
- Exploitation de la nappe de l'Yprésien à un débit de 45 m<sup>3</sup>/h à travers 1 forage de pompage et 2 forages de réinjection.
- 100% du bâtiment est classé dont le jardin.

### Missions STRATEGEO CONSEIL :

- Etude de pertinence et faisabilité
- Mission de maîtrise d'œuvre

### Particularité :

- Forages sur le domaine public



## 3. L'Oréal SOPROCOS – depuis 2020

### Quelques chiffres :

- Exploitation de la nappe de la craie à travers deux forages de pompage et deux forage de réinjection au débit de 134 m<sup>3</sup>/h max
- Puissance max extraite au sous-sol : 1,7 MW
- Puissance max réinjectée au sous-sol : 4,3 MW

### Missions EGEE Développement :

- Etude de pertinence et faisabilité
- Mission de maîtrise d'œuvre

### Particularités / difficultés rencontré :

- En phase chantier il est apparu une problématique de pollution pyrotechnique
- Le dimensionnement du multiplet de forages est dépendant de la limite du delta T de 4°C en aval de l'installation

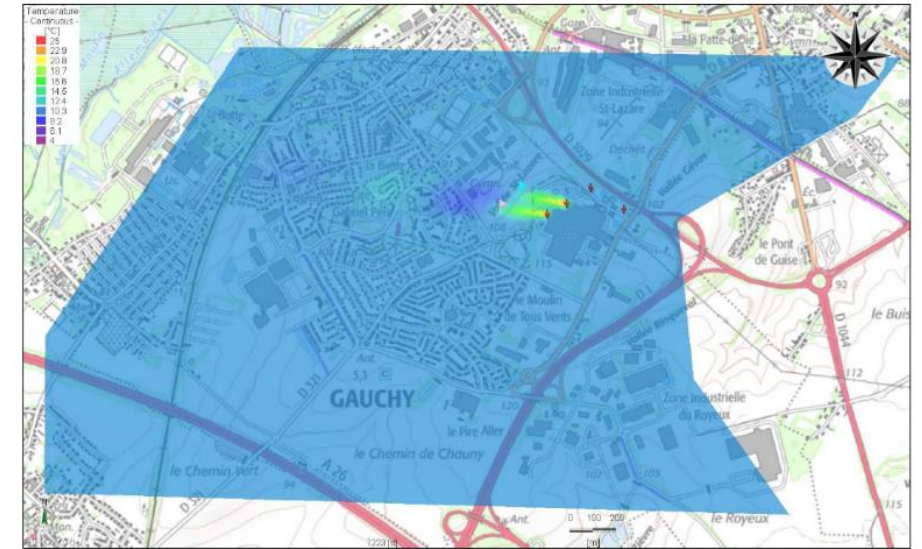


Figure 15 : Répartition des températures de la nappe sur l'ensemble du modèle après 7 227 jours (fin de la période de rafraîchissement de la 20<sup>ème</sup> année)  
- Visualisation des bulles chaudes -

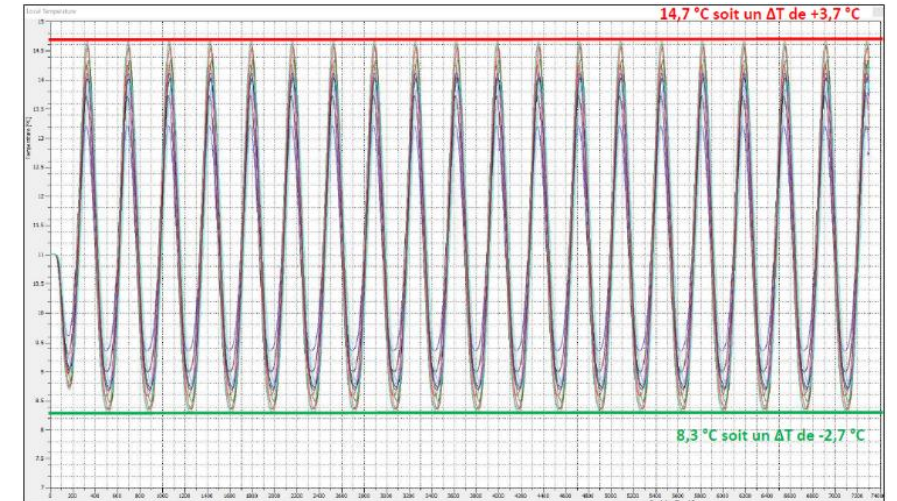


Figure 16 : Evolution des températures sur toute l'épaisseur de la Craie à 200 m en aval des forages de réinjection