



L'ORÉAL



UniLaSalle,
Beauvais

09/11/2023

Journée de la
Géothermie en
Hauts-de-France

REX exploitation d'un champs de sondes géothermiques

Extension du site L'Oréal

Rue de L'Europe – Caudry (59)



Pierre OUVETTE

p.ouvette@strategie-conseil.fr

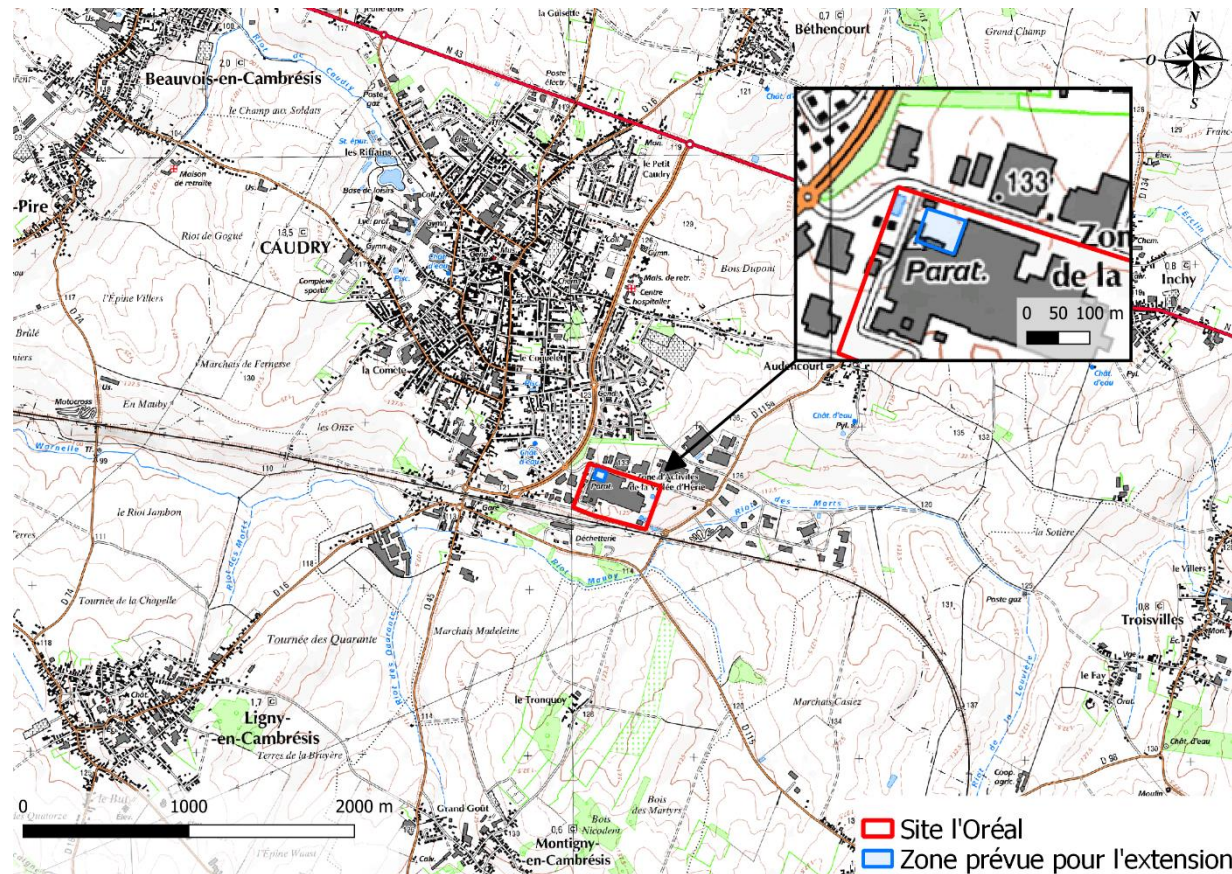
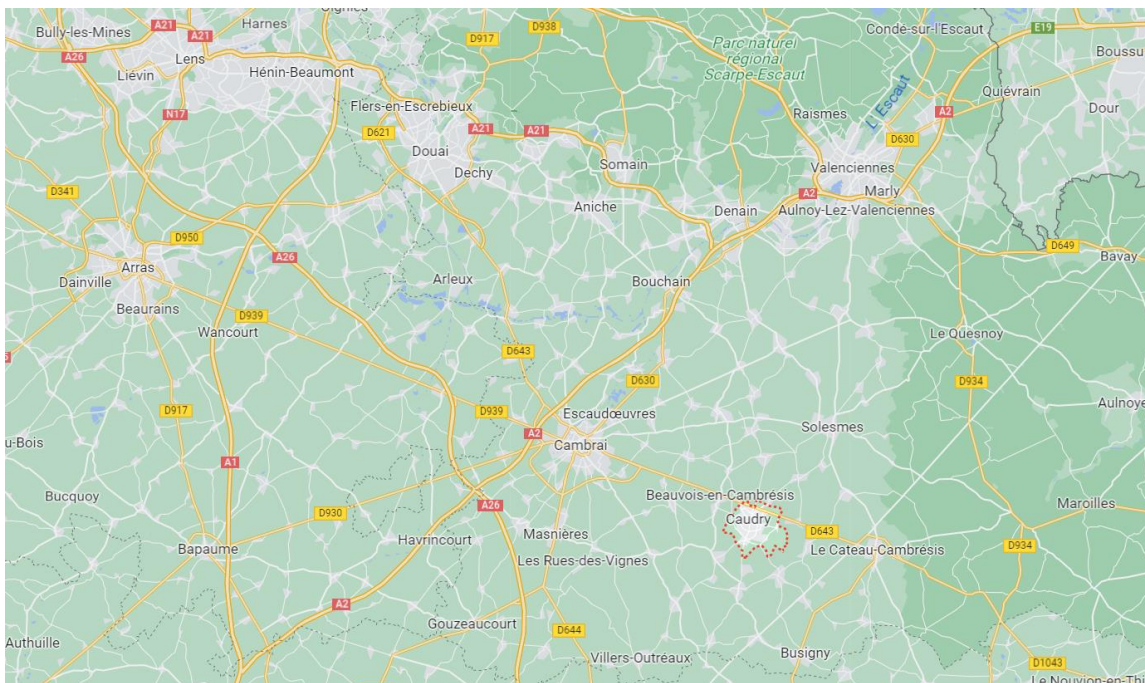
01 75 30 25 20

Chef de Projet en Géothermie



Présentation du projet

L'ORÉAL



- Projet d'extension d'environ 3000 m² dans l'emprise de la zone industrielle l'Oréal d'une superficie d'environ 130 000 m²



09/11/2023

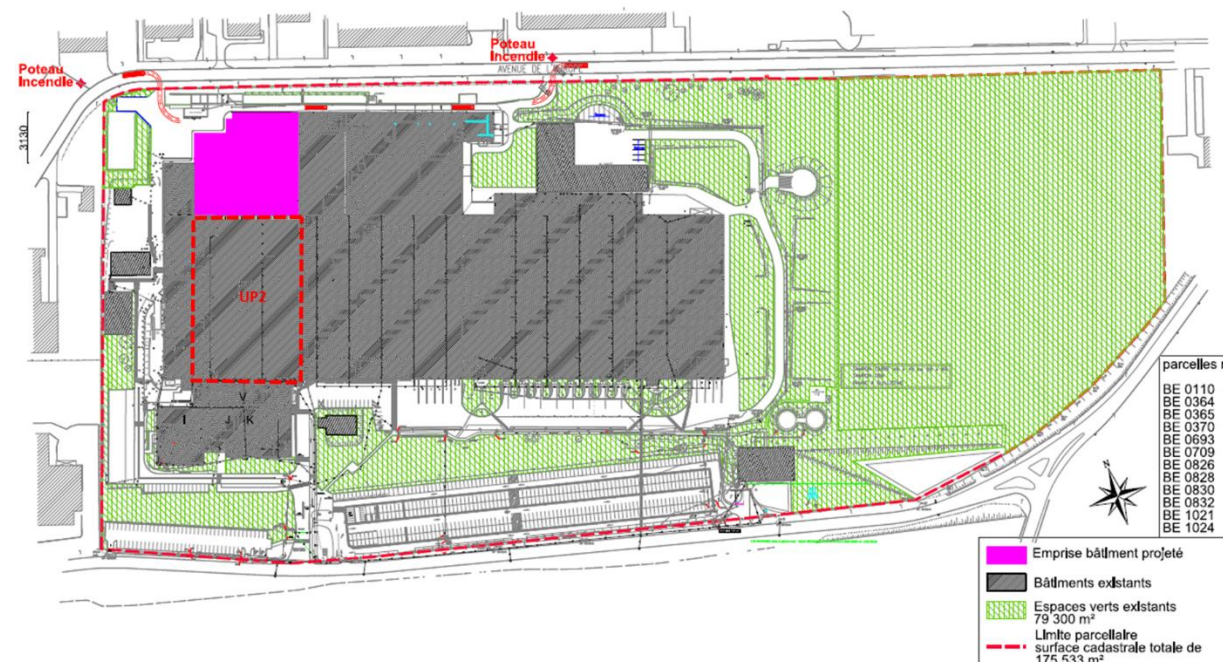
Journée de la Géothermie en Hauts-de-France 2023

Estimation des besoins du projet

- Objectif d'alimenter son futur bâtiment (extension) en chauffage et alimenter le bâtiment UP2 (existant) en climatisation (maintien d'une température de confort de 26°C) via un dispositif de géothermie

*Estimation des besoins énergétiques du projet
(Hors besoin en Process – BET FEREST)*

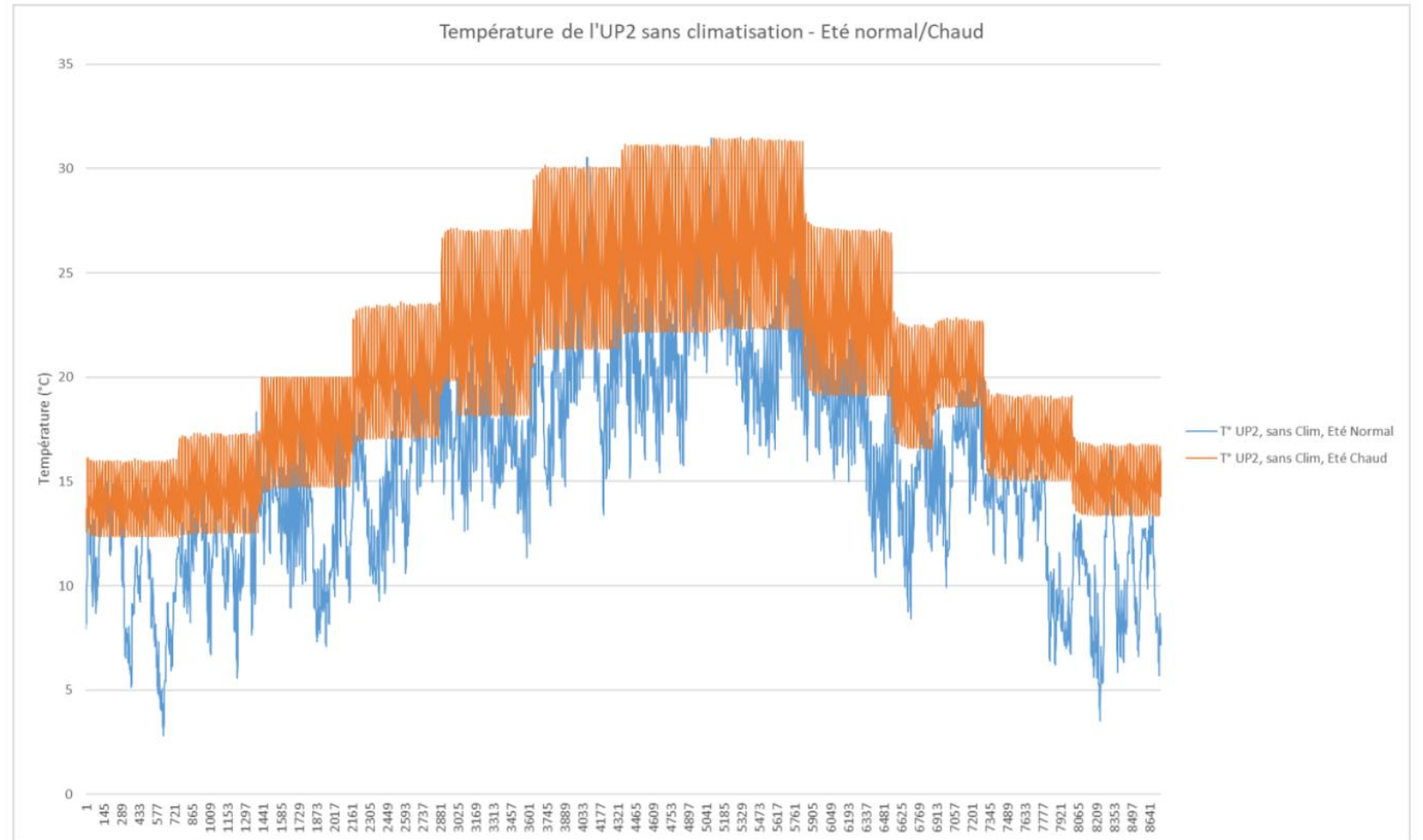
Zone	Mode	Surface	Puissance maximale (kW)	Energie annuelle (MWh/an)
Extension	Chauffage	3 024 m ²	341 kW	189,7 MWh/an
Existant (bâtiment UP2)	Froid (été normal)	5 591 m ²	748 kW	51,2 MWh/an
	Froid (été chaud)		619 kW	328,3 MWh/an



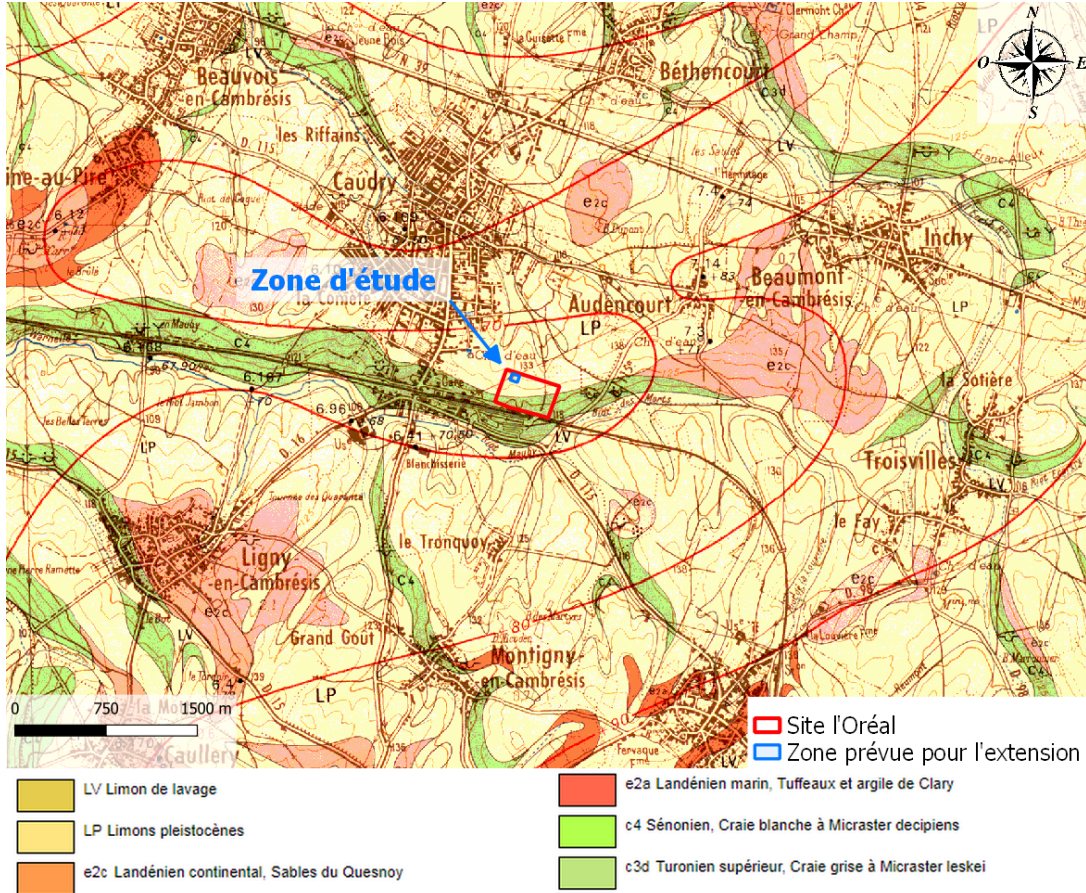
Plan de localisation de l'extension et du bâtiment UP2

Estimation des besoins du projet

- **Point important :**
Réalisation d'une Simulation Thermique Dynamique avec plusieurs hypothèses de consigne de confort et de climat pour bien définir le scénario à retenir.



Contexte géologique du site



Succession lithologique provisoire attendue au droit du site

Age	Formation	Lithologie	Cote du toit (m NGF)	Profondeur du toit (m)	Epaisseur (m)
Quaternaire	Limons Pléistocènes	Argile plastique sableuse à la base	+130 (TN)	0	5
Sénonien Turonien Cénomanién	Craie blanche à craie marno-argileuse	Craie blanche à silex Craie légèrement argileuse Marne grise compacte avec quelques passages crayeux Craie grise et marne verdâtre	+125	5	133
Albien (secondaire)	Sables verts	Marne sableuse	-8	138	2
Viséen (primaire)	Calcaire Carbonifère	Calcaire Oolithique beige à gris clair	-10	140	>100

Localisation du site sur fond de carte géologique (BRGM)

Contexte hydrogéologique du site

Nappes en présence:

- Nappe de la Craie contenue dans les formations crayeuses d'âge Sénonien-Turonien
- Nappe de l'Albien et du Calcaire carbonifère situé à grande profondeur avec peu de données dans le secteur.
=> Nappe jugée non viable économiquement pour le projet

Estimation de la productivité et l'injectivité de la nappe au droit du site

Nappe	Mode	Facteur de dissymétrie	Perméabilité moyenne	Epaisseur moyenne productive	Hauteur admissible	Débit
Craie	Pompage	2	$2,5 \cdot 10^{-5}$ m/s	20 m	9 m	~15 m ³ /h
	Réinjection				16 m	~15 m ³ /h

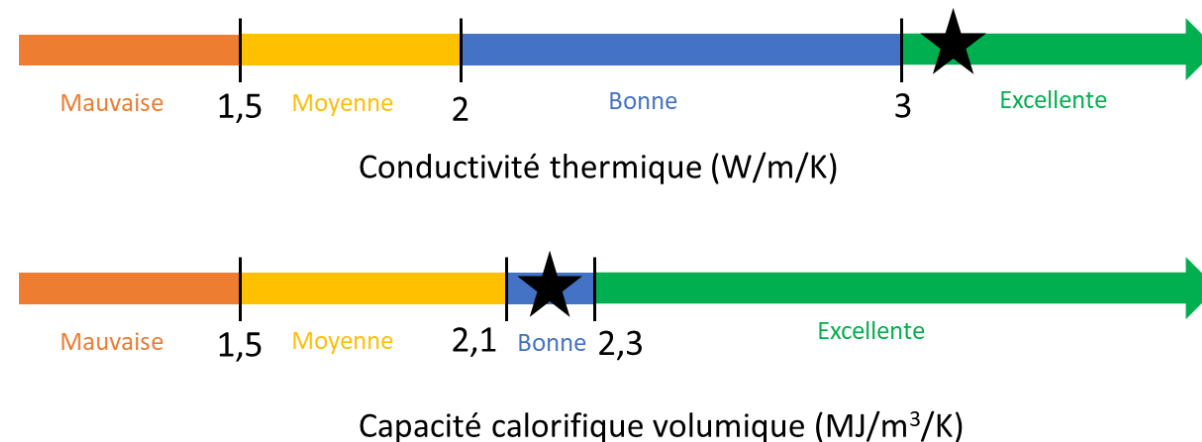
- Nappe de la Craie => Seule nappe économiquement viable pour le projet car le carbonifère est trop profond vis-à-vis des besoins énergétiques.
- D'après les données dans le secteur, la nappe de la craie possède une productivité assez limitée au droit du site qui ne permettrait pas de couvrir une part assez importante des besoins du projet
- => **Nécessité de proposer un dispositif de géothermie sur Champs de Sonde**

Contexte thermique des terrains

Une estimation de la conductivité thermique et de la capacité calorifique des terrains au droit du projet a été réalisée sur une profondeur de 190 m dans le cadre de la pose d'une sonde pilote sur le site d'étude et de la réalisation d'un Test de Réponse Thermique (TRT) par la société Géaupole.

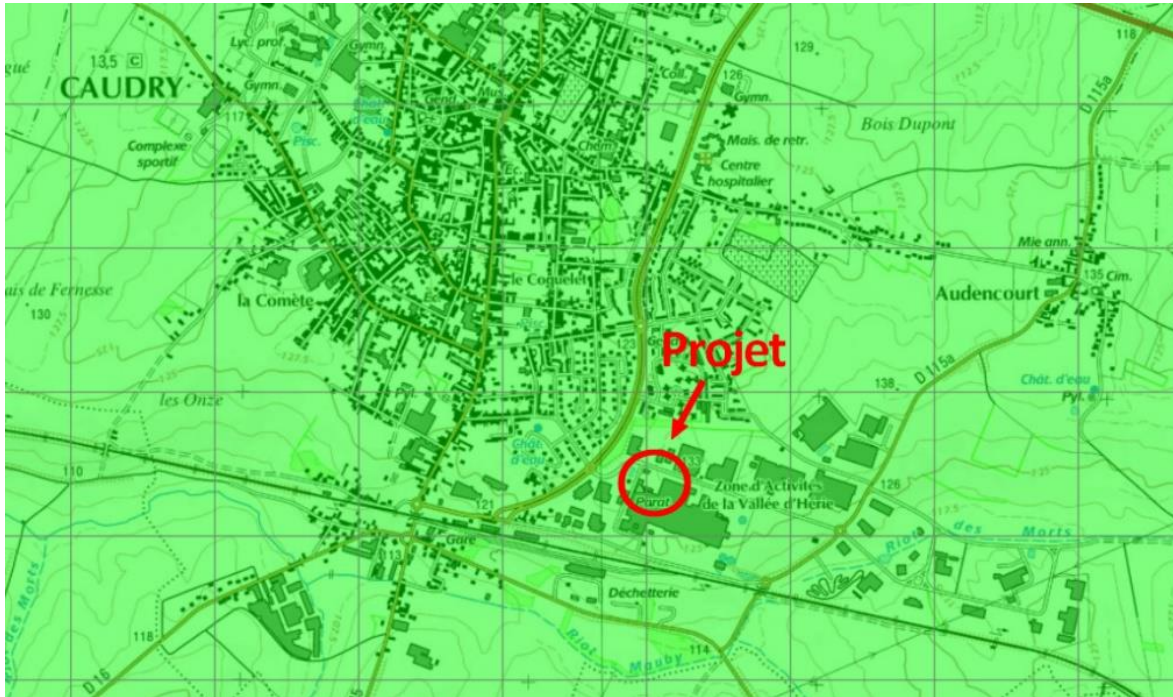
Evaluation des paramètres thermiques des terrains suite au TRT

Moyenne sur 190 m	Conductivité thermique effective (W/m.K)	Capacité calorifique (MJ/m ³ .K)	T°C initiale
	3,76	2,25	12,4°C



★ Caractéristiques du sous-sol du projet

Contexte réglementaire



Extrait de la cartographie de la GMI – Boucle fermée

Pour la géothermie sur sondes verticales, les projets sont considérés comme relevant du régime de la minime importance (soumis à déclaration au titre du Code minier) s'ils remplissent les conditions suivantes :

- La profondeur des forages est inférieure à 200 mètres ;
- La puissance thermique récupérée dans l'ensemble de l'installation est inférieure à 500 kW.
- La température du fluide circulant dans les sondes ne devra pas descendre sous -3°C et dépasser les 40°C .

=> Le projet est situé en zone verte (« éligible à la géothermie de minime importance »)

Scénario géothermique – Scénario été chaud

- Objectif de couvrir 100% des besoins de chauffage de l'extension et 90% des besoins en refroidissement du bâtiment UP2 existant, à savoir:
 - En chauffage : Puissance max de 341 kW (100%) et Energie annuelle de 189,7 MWh/an (100%)
 - En refroidissement: Puissance de 448 kW (72%) et Energie annuelle de 302 MWh/an (92%)

Caractéristiques de la PAC en mode chauffage et refroidissement

PAC Mode chauffage		PAC - Mode refroidissement	
Puissance électrique compresseur (kW)	105 kW	Puissance électrique compresseur (kW)	125 kW
Puissance calorifique (kW)	441 kW	Puissance frigorifique (kW)	725 kW
Coefficient de Performance (COP)	4,20	Coefficient de Performance (COP)	5,8
Régime de température à l'évaporateur (°C)	3°C / 0°C	Régime de température à l'évaporateur (°C)	10°C / 7°C
Régime de température au condenseur (°C)	30°C / 35°C	Régime de température au condenseur (°C)	15°C / 20°C
		Delta de température autorisé	4°C

Rappel des besoins en chaud et froid du projet

Zone	Mode	Surface	Puissance maximale (kW)	Energie annuelle (MWh/an)
Extension	Chauffage	3 024 m ²	341 kW	189,7 MWh/an
Existant (bâtiment UP2)	Froid (été normal)	5 591 m ²	748 kW	51,2 MWh/an
	Froid (été chaud)		619 kW	328,3 MWh/an

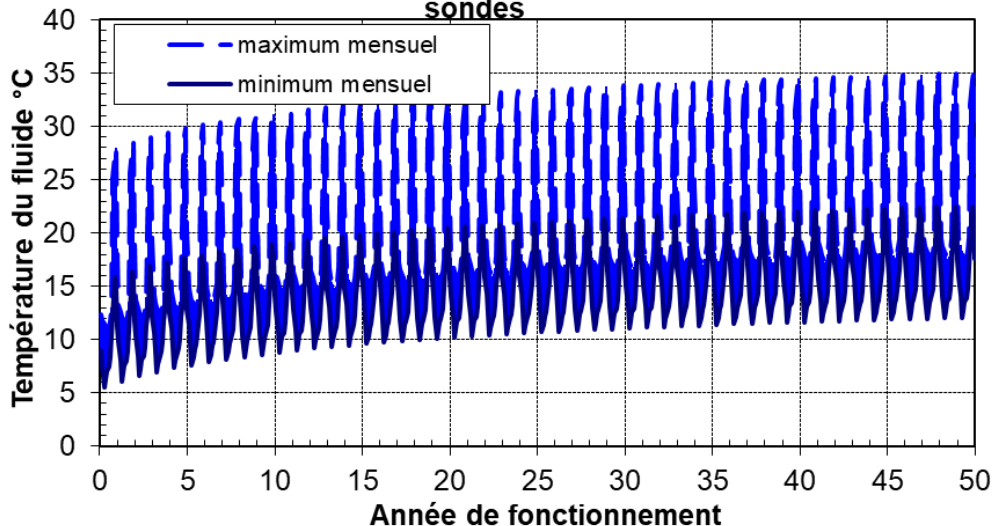
- En chauffage, le régime de température sera de 40/45°C et avec une loi d'eau ;
- En climatisation, le régime de température sera de 12/7°C et maintenu constant sans loi d'eau.

Scénario géothermique – Scénario été chaud

Rappel des besoins énergétiques et nombre de sondes géothermiques retenu :

Mode	Puissance couverte (ratio)	Energie couverte (ratio)	Nombre de sondes	Profondeur
Chauffage	341 kW (100%)	189,7 MWh/a (100%)	36 SGV	190 m
Climatisation	448 kW (72,3%)	301,9 MWh/a (92%)		

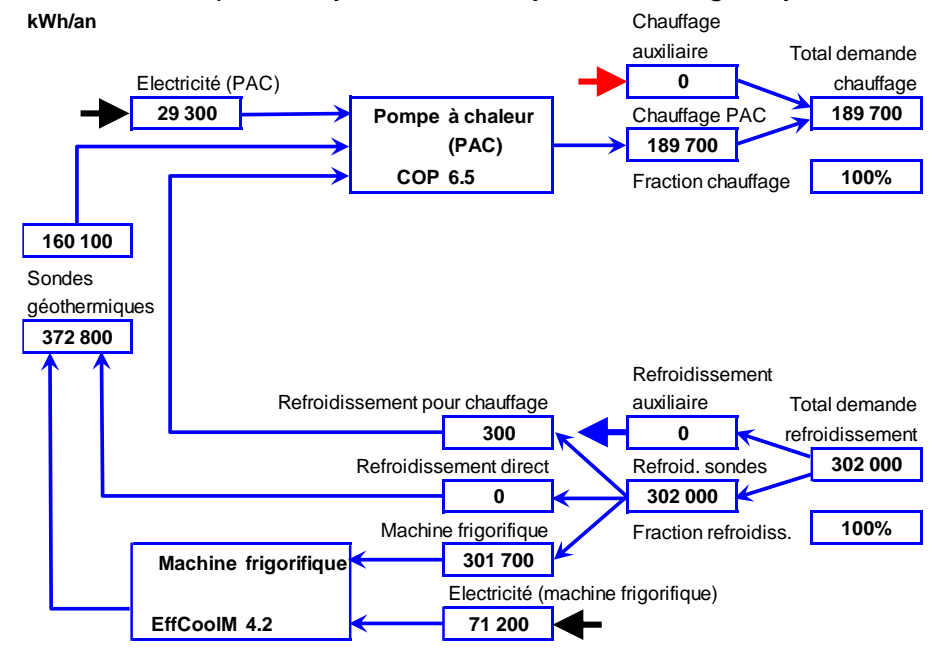
Température du fluide dans circuit hydraulique des sondes



Température du fluide dans les sondes géothermiques sur 50 ans pour 36 SGV

- T°C min : +5,5°C
- T°C max : 35°C
- Conforme aux prescriptions de la réglementation et dans la gamme d'usage habituelle des sondes géothermiques
- Débit max de 77m3/h en hiver et de 101 m3/h en été

Bilan thermique du système moyenne during 50 years



Chauffage	
Puissance d'extraction maximum par mètre de sonde	43 W/m
Energie annuelle extraite par mètre de sonde	25 kWh/m/a
Refroidissement	
Puissance d'injection maximum par mètre de sonde	88 W/m
Energie annuelle injectée par mètre de sonde	58 kWh/m/a
Bilan terrain	
Ratio energie injectée sur énergie extraite	233%

Scénario géothermique – Scénario été normal

- Objectif de couvrir 100% des besoins de chauffage de l'extension et 90% des besoins en refroidissement du bâtiment UP2 existant, à savoir:
 - En chauffage : Puissance max de 341 kW (100%) et Energie annuelle de 189,7 MWh/an (100%)
 - En refroidissement: Puissance de 448 kW (60%) et Energie annuelle de 47,2 MWh/an (92%)

Caractéristiques de la PAC en mode chauffage et refroidissement

PAC Mode chauffage		PAC - Mode refroidissement	
Puissance électrique compresseur (kW)	105 kW	Puissance électrique compresseur (kW)	90 kW
Puissance calorifique (kW)	441 kW	Puissance frigorifique (kW)	552 kW
Coefficient de Performance (COP)	4,20	Coefficient de Performance (COP)	5,8
Régime de température à l'évaporateur (°C)	3°C / 0°C	Régime de température à l'évaporateur (°C)	10°C / 7°C
Régime de température au condenseur (°C)	30°C / 35°C	Régime de température au condenseur (°C)	15°C / 20°C
		Delta de température autorisé	4°C

Rappel des besoins en chaud et froid du projet

Zone	Mode	Surface	Puissance maximale (kW)	Energie annuelle (MWh/an)
Extension	Chauffage	3 024 m ²	341 kW	189,7 MWh/an
Existant (bâtiment UP2)	Froid (été normal)	5 591 m ²	748 kW	51,2 MWh/an
	Froid (été chaud)		619 kW	328,3 MWh/an

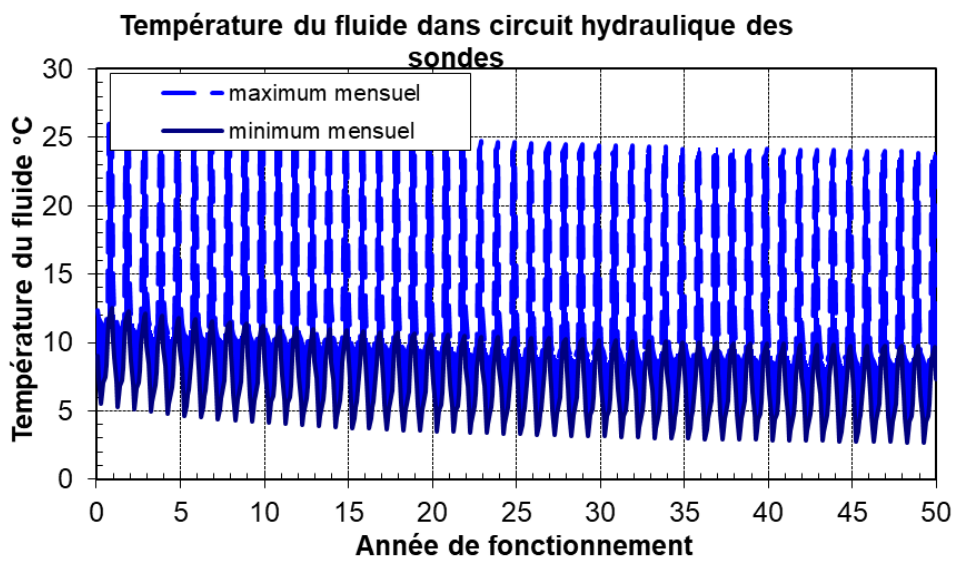
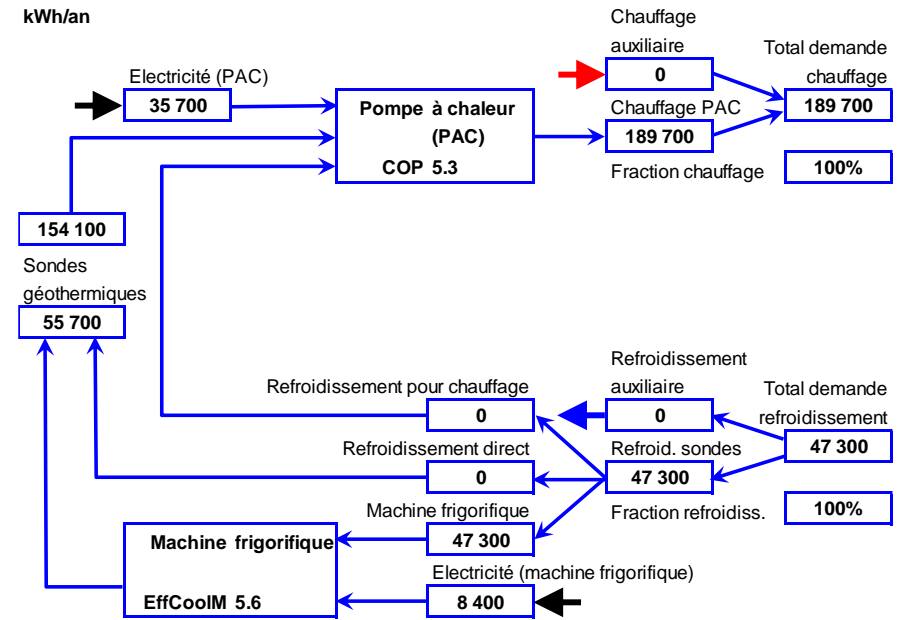
- En chauffage, le régime de température sera de 40/45°C et avec une loi d'eau ;
- En climatisation, le régime de température sera de 12/7°C et maintenu constant sans loi d'eau.

Scénario géothermique – Scénario été normal

Rappel des besoins énergétiques et nombre de sondes géothermiques retenu :

Mode	Puissance couverte (ratio)	Energie couverte (ratio)	Nombre de sondes	Profondeur
Chauffage	341 kW (100%)	189,7 MWh/a (100%)	36 SGV	190 m
Climatisation	448 kW (60%)	47,2 MWh/a (92%)		

Bilan thermique du système moyenne during 50 years

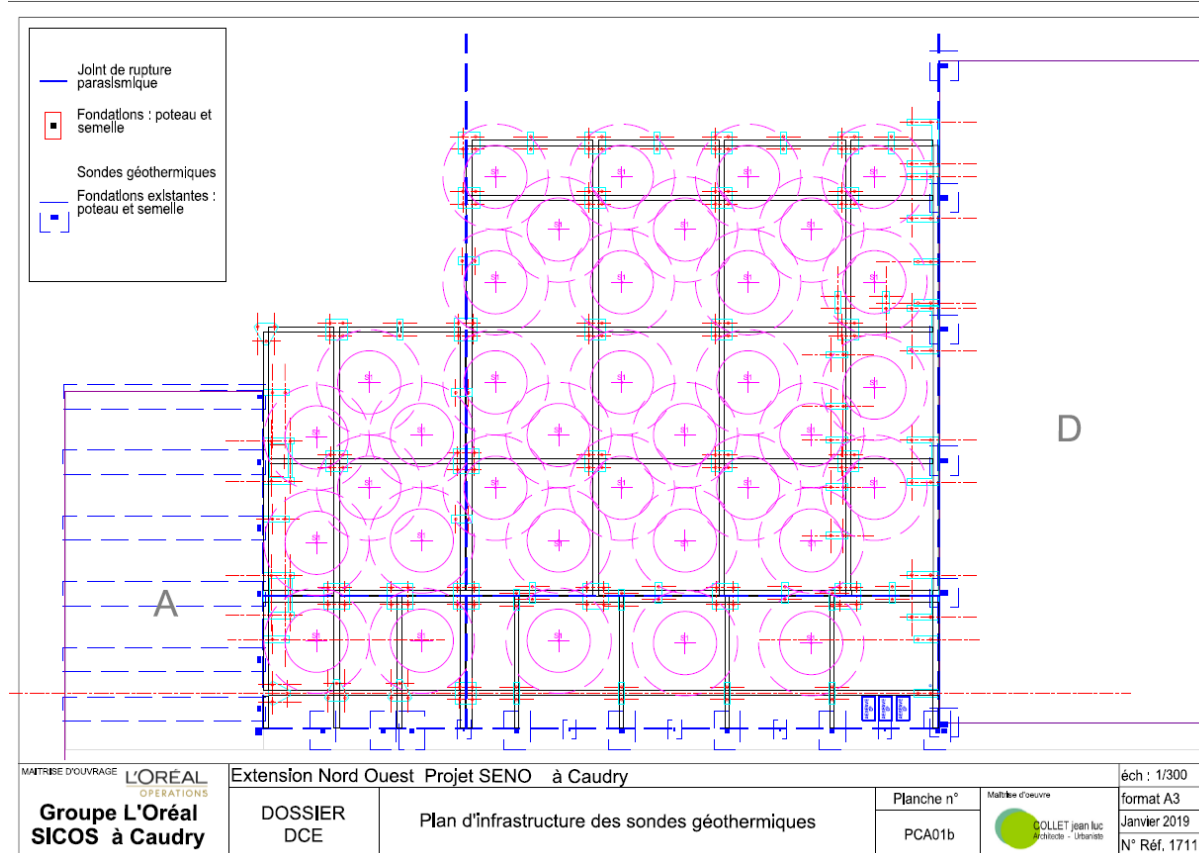


- T°C min : +2,7°C
- T°C max : 26,4°C
- Conforme aux prescriptions de la réglementation et dans la gamme d'usage habituelle des sondes géothermiques
- Débit max de 77m³/h en hiver et de 101 m³/h en été

Température du fluide dans les sondes géothermiques sur 50 ans pour 36 SGV

Chauffage		
Puissance d'extraction maximum par mètre de sonde	41	W/m
Energie annuelle extraite par mètre de sonde	24	kWh/m/a
Refroidissement		
Puissance d'injection maximum par mètre de sonde	83	W/m
Energie annuelle injectée par mètre de sonde	9	kWh/m/a
Bilan terrain		
Ratio energie injectée sur énergie extraite	36%	

Implantation des sondes



- Implantation des 36 sondes sous le futur bâtiment (extension)
- Distance de 8 m entre les sondes

Chiffrage et subvention ADEME



Coûts d'investissement pour la solution proposée

DEPENSES EN € HT		RECETTES EN € HT	
<u>Volet géothermie :</u> - Sondes géothermiques - VRD - PAC, thermofrigopompes	669 310, 39 €	FEDER (42,5%)	675 446,72 €
	148 942, 92 €	ADEME (sur volet géothermie)	118 200 €
	341 158,17 €	Auto-financement L'Oréal (50%)	793 646, 73 €
Déduction solution de référence en géothermie	- 71 480 €		
<u>Volet aérovoltaique :</u>	499 361,97 €		
TOTAL	1 587 293, 45€	TOTAL	1 587 293,45 €



09/11/2023

Journée de la Géothermie en Hauts-de-France 2023

Déroulé du projet et REX

- Réalisation d'une faisabilité avec une sonde de reconnaissance et d'un TRT : Octobre 2018
 - Dimensionnement de la solution : de Janvier 2019 à Aout 2019
 - Réalisation du champ de sonde : Fin 2019 - 2020
 - Mise en service de l'exploitation : 2021
-
- Retour positif du client vis-à-vis de la géothermie depuis 2 ans
 - Comptage énergétique – Analyse des données en cours