

**SEMAINE
EUROPÉENNE
DU DÉVELOPPEMENT
DURABLE
30 MAI - 5 JUIN**

Visite du groupe scolaire des Tuileries Géothermie et pompes à chaleur gaz

Epagny Metz Tessy

Mercredi 5 juin 2019



Au programme

1. Accueil à 13h30

Bruno BOURDON & Jean-Claude GAIME - GRDF

2. Génèse du groupe scolaire: de sa conception à sa réalisation

Patrick CHATELAIN, M. LOUCHE – Ville d'Epagny Metz Tessy
Jean-Michel PACE – BET ETF

3. Focus Energie:

Les clefs de la géothermie et y associer des pompes à chaleur gaz

Bruno SEGUIN – BET XTERMA
Héloïse POSS & Mickaël CERRO - GRDF

4. Le bilan deux ans après

Jean-Michel PACE – BET ETF

5. Et si c'était à refaire?

Patrick CHATELAIN, M. LOUCHE – Ville d'Epagny Metz Tessy

6. Visite du site

Au programme

1. Accueil à 13h30

Bruno BOURDON & Jean-Claude GAIME - GRDF

2. Génèse du groupe scolaire: de sa conception à sa réalisation

Patrick CHATELAIN, M. LOUCHE – Ville d'Epagny Metz Tessy
Jean-Michel PACE – BET ETF

3. Focus Energie:

Les clefs de la géothermie et y associer des pompes à chaleur gaz

Bruno SEGUIN – BET XTERMA
Héloïse POSS & Mickaël CERRO - GRDF

4. Le bilan deux ans après

Jean-Michel PACE – BET ETF

5. Et si c'était à refaire?

Patrick CHATELAIN, M. LOUCHE – Ville d'Epagny Metz Tessy

6. Visite du site

Au programme

1. Accueil à 13h30

Bruno BOURDON & Jean-Claude GAIME - GRDF

2. Génèse du groupe scolaire: de sa conception à sa réalisation

Patrick CHATELAIN, M. LOUCHE – Ville d'Epagny Metz Tessy
Jean-Michel PACE – BET ETF

3. Focus Energie:

Les clefs de la géothermie et y associer des pompes à chaleur gaz

Bruno SEGUIN – BET XTERMA
Héloïse POSS & Mickaël CERRO - GRDF

4. Le bilan deux ans après

Jean-Michel PACE – BET ETF

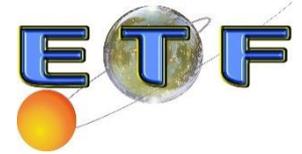
5. Et si c'était à refaire?

Patrick CHATELAIN, M. LOUCHE – Ville d'Epagny Metz Tessy

6. Visite du site

Visite du groupe scolaire d'Epagny

Rappel des objectifs principaux fixés par le programme



Surface utile projet : 2500 m²

Avec possibilité d'extensions futures pour des classes supplémentaires

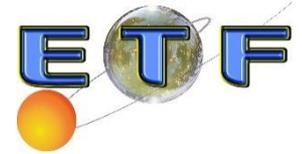
Performances énergétiques : Cep = 40 kWh/m².an

Qualité d'air : 30 m³/h/personne (recommandation en France 15
m³/h/personne)

Confort d'été : < 28°C (97,5 % du temps d'utilisation annuel)

Visite du groupe scolaire d'Epagny

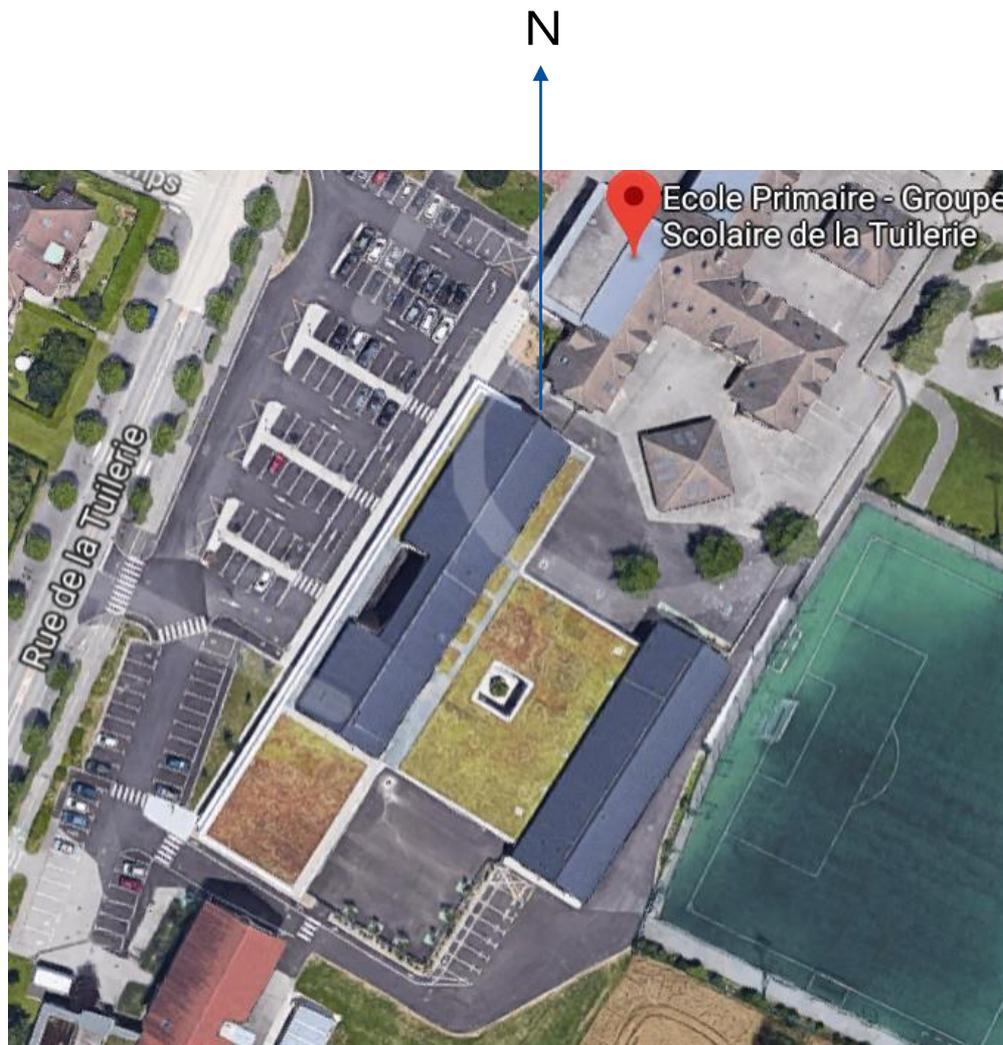
Equipe d'ingénierie du projet



ARCHITECTE	: ATELIER A	(GRENOBLE)
BE STRUCTURE	: PLANTIER	(ANNECY)
ECONOMISTE	: EA2C	(GRENOBLE)
BE ELECTRICITE	: CONCEPT-ELEC	(GRENOBLE)
BE FLUIDES	: ETF	(GRENOBLE)
BE HQE	: HOLIS CONCEPT	(GRENOBLE)
VRD	: VERDI-INGENIERIE	(GRENOBLE)

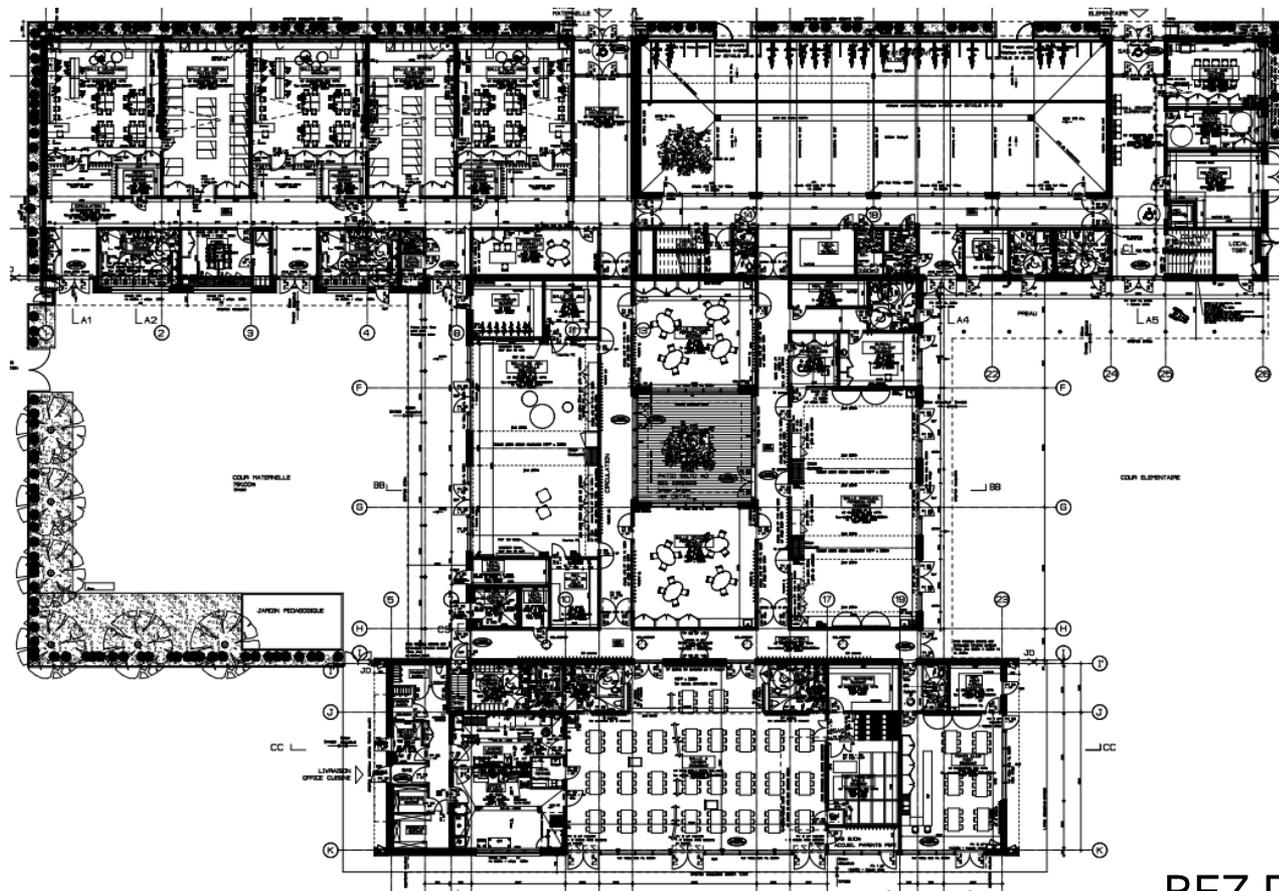
Visite du groupe scolaire d'Epagny

Réponse architecturale au concours



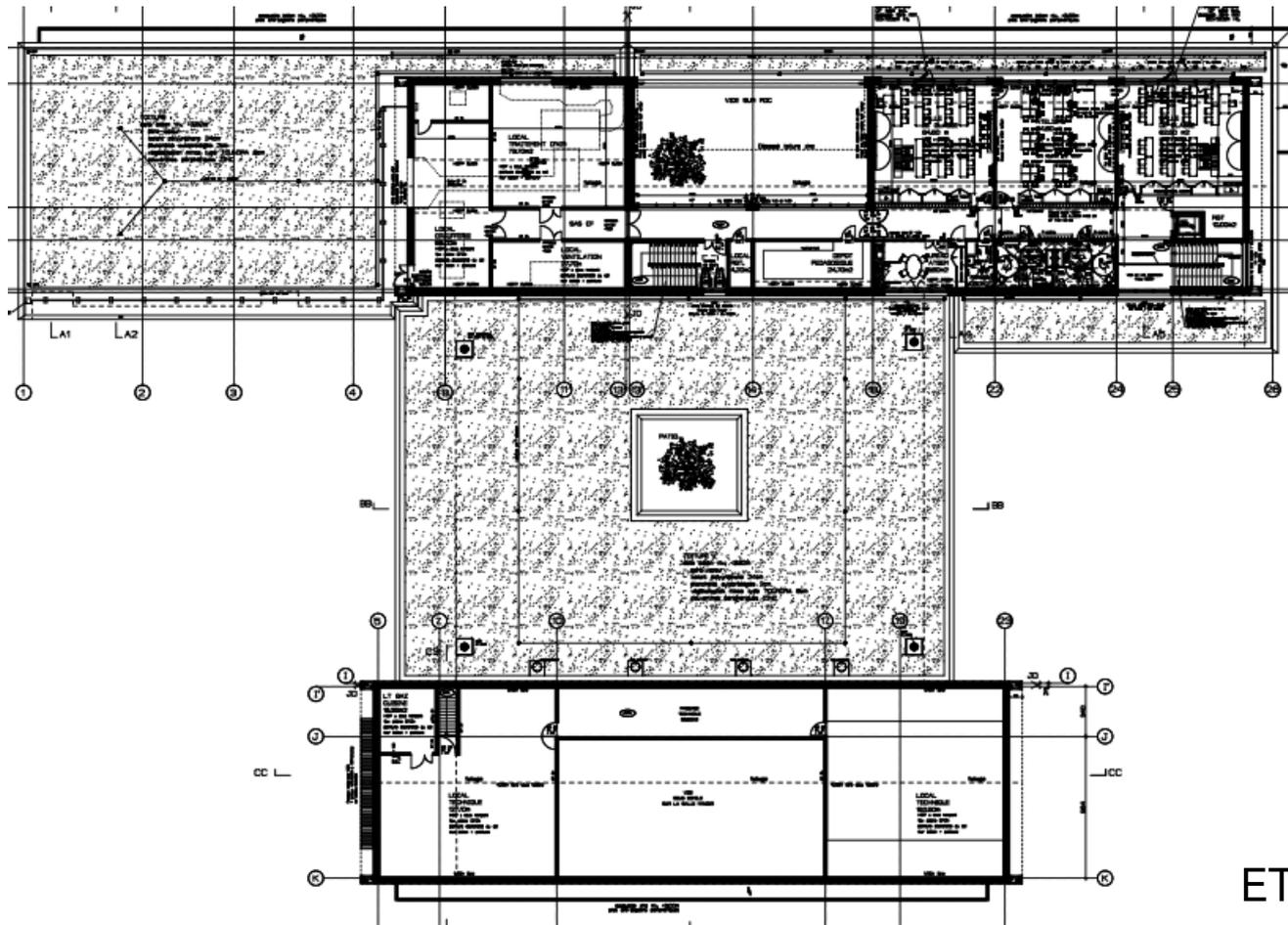
Visite du groupe scolaire d'Epagny

Réponse architecturale au concours



REZ DE
CHAUSSEE

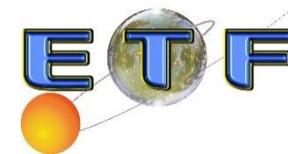
Visite du groupe scolaire
d'Epagny
**Réponse architecturale
concours**



ETAGE

Visite du groupe scolaire d'Epagny

Images du concours



AILE NORD



PERSPECTIVE DEPUIS COURS MATERNELLE

BATI

Prémur béton avec isolation thermique intégrée

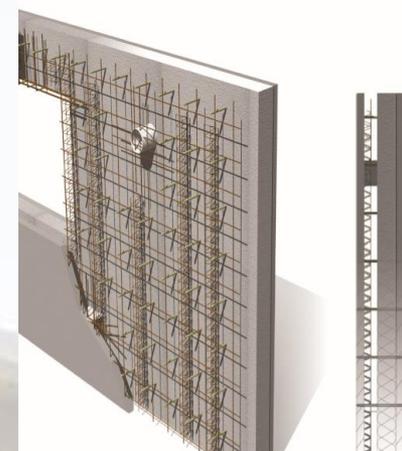
Menuiserie triple vitrage au nord

Menuiserie double vitrage sur les façades exposées

Protections solaires extérieures par BSO

Inertie thermique forte du bâti

Objectif étanchéité à l'air $Q_4 = 0,6 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$



INSTALLATIONS TECHNIQUES

PAC sur sondes géothermiques

Appoint par chaudière gaz à condensation

Echangeur géo-cooling (refroidissement par la terre)

Production ECS cuisine par producteur gaz à condensation avec préchauffage ECS solaire thermique (17 m²)

Ventilation double flux à récupération d'énergie

GTC

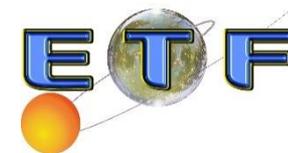
Panneaux rayonnants, plancher chauffant, radiateurs

Production d'énergie électrique par panneaux photovoltaïques (370 m²)

Eclairage basse consommation électrique avec gradation automatique

Visite du groupe scolaire d'Epagny

Le projet en chiffres



Taille du projet	
Surface utile totale	2500 m ²
Surface RT (SRT)	2794 m ²
Volume totale	9450 m ³
Salles de classe maternelle	3
Salles de repos	2
Salles de classe élémentaire	3
Salles périscolaire	5
Salle de jeux	1
Zone restauration	500 m ²
Foyer foot	80 m ²
Extension prévues	7 classes

Visite du groupe scolaire d'Epagny

Le projet en chiffres

Traitement thermique du bâti

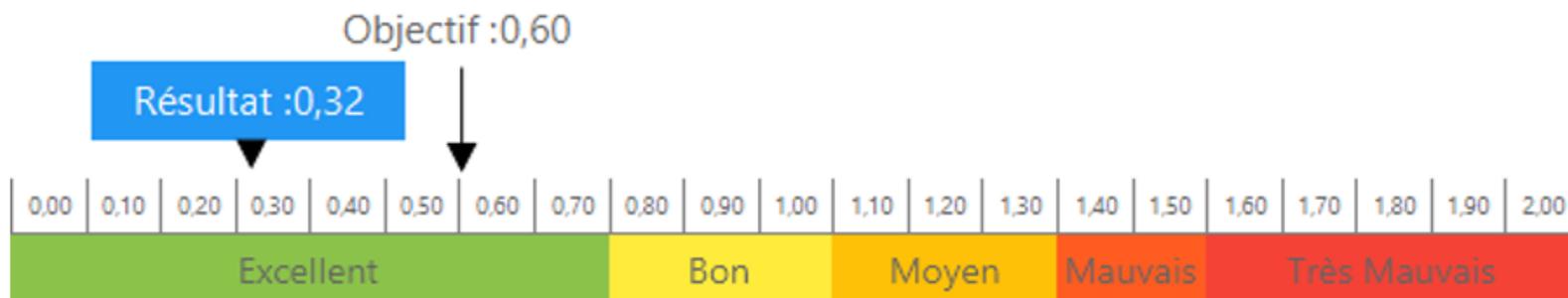
Mur extérieur	$U=0,13 \text{ W/m}^2.\text{°C}$
Dallage	$U=0,17\text{W/m}^2.\text{°C}$
Toiture terrasse	$U=0,1\text{W/m}^2.\text{°C}$
Toiture inclinée	$U=0,16\text{W/m}^2.\text{°C}$
Vitrages nord	$U_w=0,9\text{W/m}^2.\text{°C}$
Vitrages autres expositions	$U_w=1,40\text{W/m}^2.\text{°C}$
Ubât	$0,27 \text{ W/m}^2.\text{°C}$
Bbio - Bbio max - gain	70 – 86 (-19,3%)
Cep – Cep max - gain	75,4 – 108,3 – (-30%)
Ratio ponts thermiques	$0,105 \text{ W/m}^2\text{srt}.\text{°C}$

Dimensionnement des installations de chauffage

Déperditions statiques du bâti	65 kW 26 $\text{W/m}^2.\text{SU}$
Déperditions par ventilation	88 kW 32 $\text{W/m}^2.\text{SU}$
Besoins thermiques totaux	153 kW 61 $\text{W/m}^2.\text{SU}$
Puissance installée	177 kW 70 W/m^2
Surpuissance	15%

RESULTAT DU TEST D'ETANCHEITE A L'AIR

Objectif atteint



	Bâtiment en entier	Habitat collectif	Bâtiment tertiaire
Référence RT2005	0,8	1,2	1,2 ou 2,5
Valeur par défaut RT2005	1,3	1,7	1,7 ou 3
BBC Effinergie neuf et RT2012	0,6	1,0	-

2.2.7 Surface de fuite effective

Pression de référence	Surface de fuite effective	Soit un carrée de côté
4 Pa	1416,47 cm ²	37,64 cm

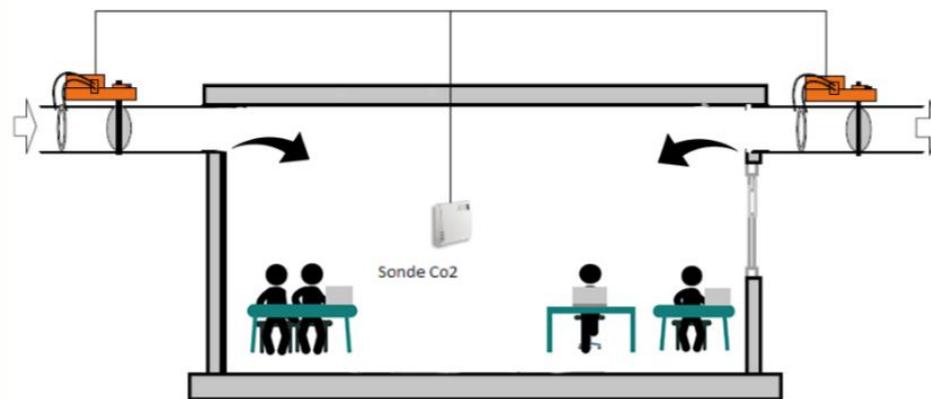
Ventilation du bâtiment

Débit total ventilation (RT2012) (dont réserve pour l'extension)	28 750 m ³ /h
Double flux enseignement nord (30 m ³ /personnes)	13 000 m ³ /h
Double flux périscolaire + salle à manger (30 m ³ /personnes)	12 500 m ³ /h
Double flux sanitaire nord et locaux rangements	1500 m ³ /h
Double flux sanitaire sud et locaux rangements	850 m ³ /h
Double flux Foyer foot	900 m ³ /h
Débit d'air ventilation cuisine et laverie	4000m ³ /h pour 40 kW de puissance installée (Process hors RT2012)



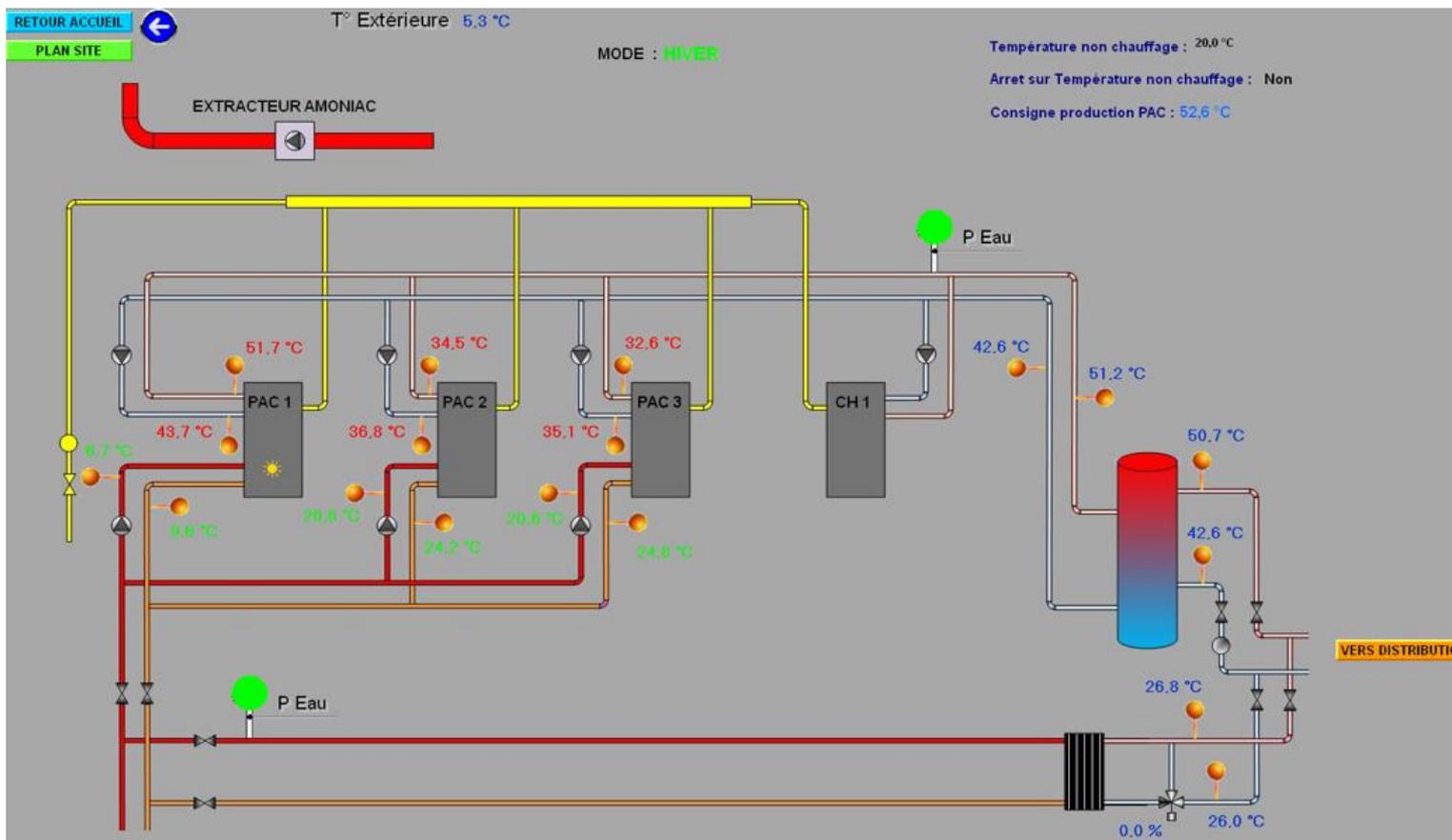
Régulation active VAV

VAV – Boîtes à débit variable



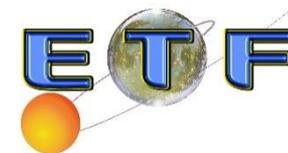
Visite du groupe scolaire d'Epagny

Echangeur géo-cooling



Visite du groupe scolaire d'Epagny

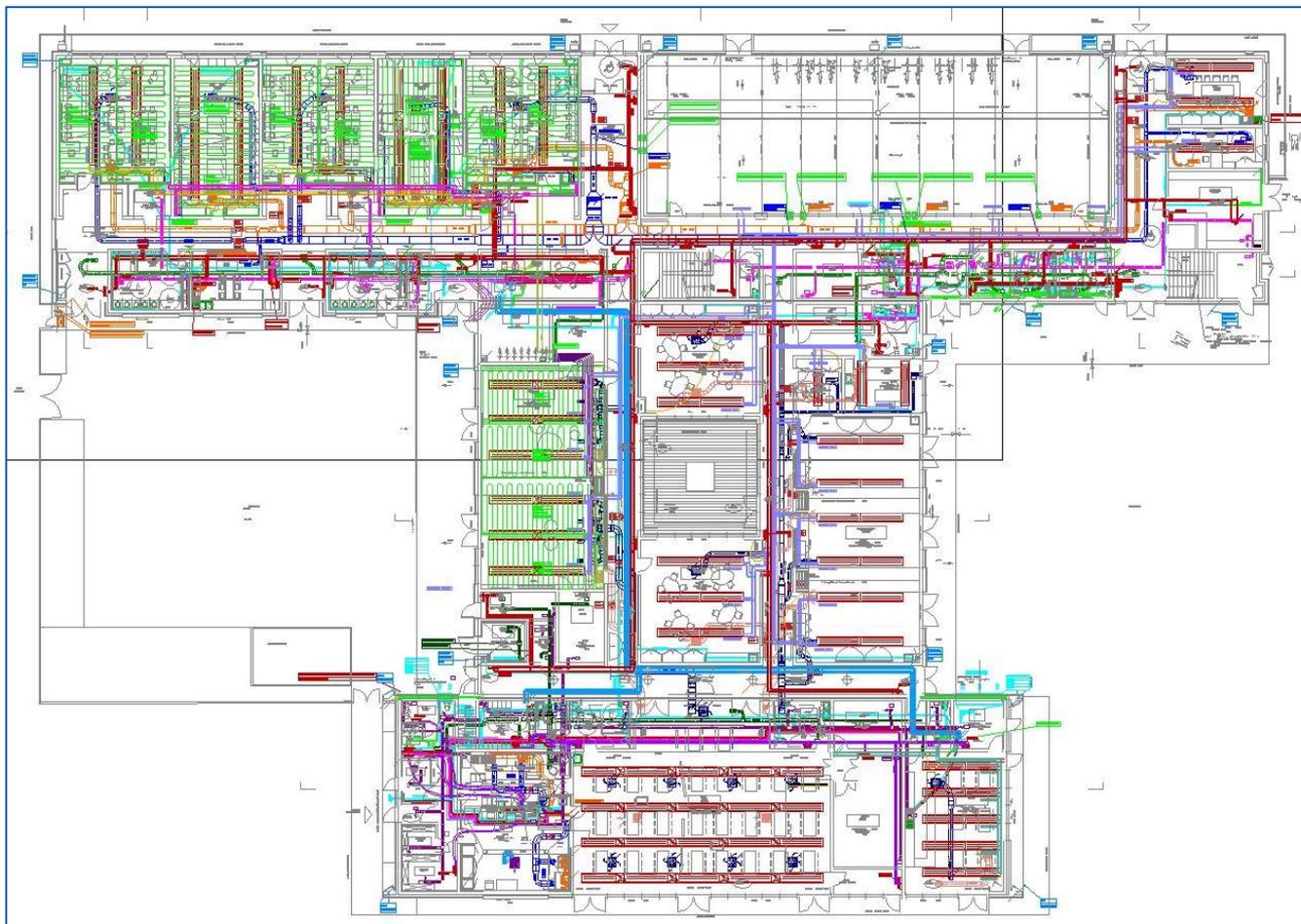
Le projet en chiffres



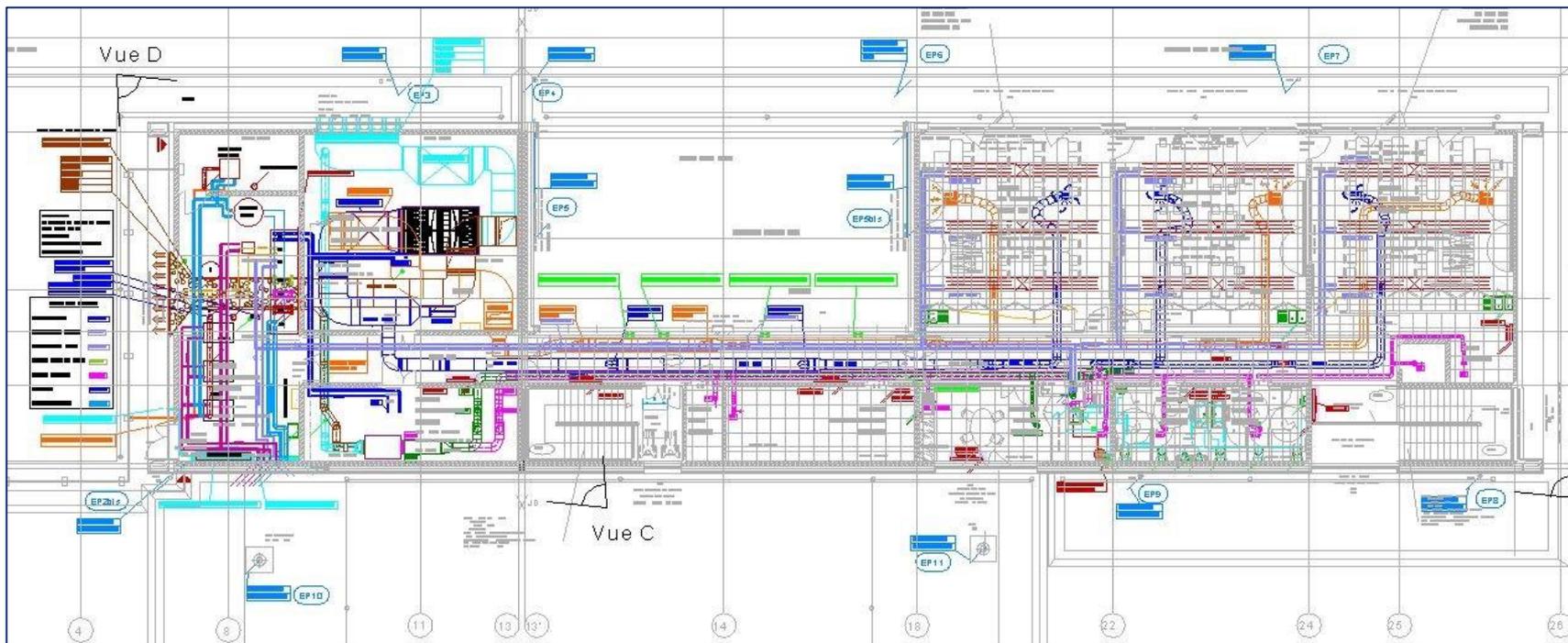
Résumé des équipements techniques principaux du bâtiment

3 PAC Gaz géothermique	117 kw
15 sondes géothermiques	
1 Chaudière gaz à condensation d'appoint	60 kW
5 CTA double flux enseignement , périscolaire et salle à manger, foyer foot	28 750 m ³ /h
1 CTA simple flux cuisine et laverie associé à un extracteur	4000 m ³ /h
GTC	
Producteur gaz à condensation associé à des capteurs avec ballon solaire pour l'ECS restauration	35 kW + 17 m ²
Echangeur géocooling	50 kW
Débit d'air ventilation cuisine et laverie	4000 m ³ /h pour 40 kW de puissance installée (Process hors RT2012)
Photovoltaïque	Abandonné en cours de projet

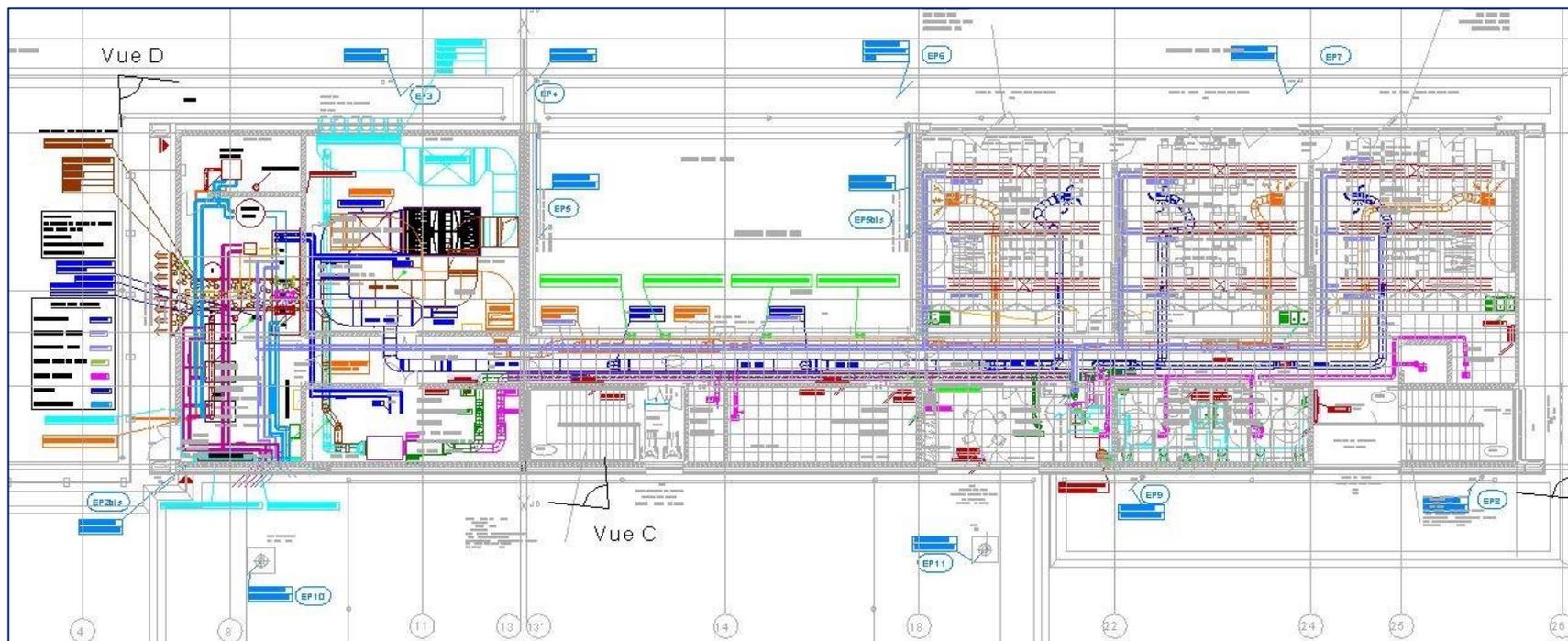
Plan du Rez de chaussée



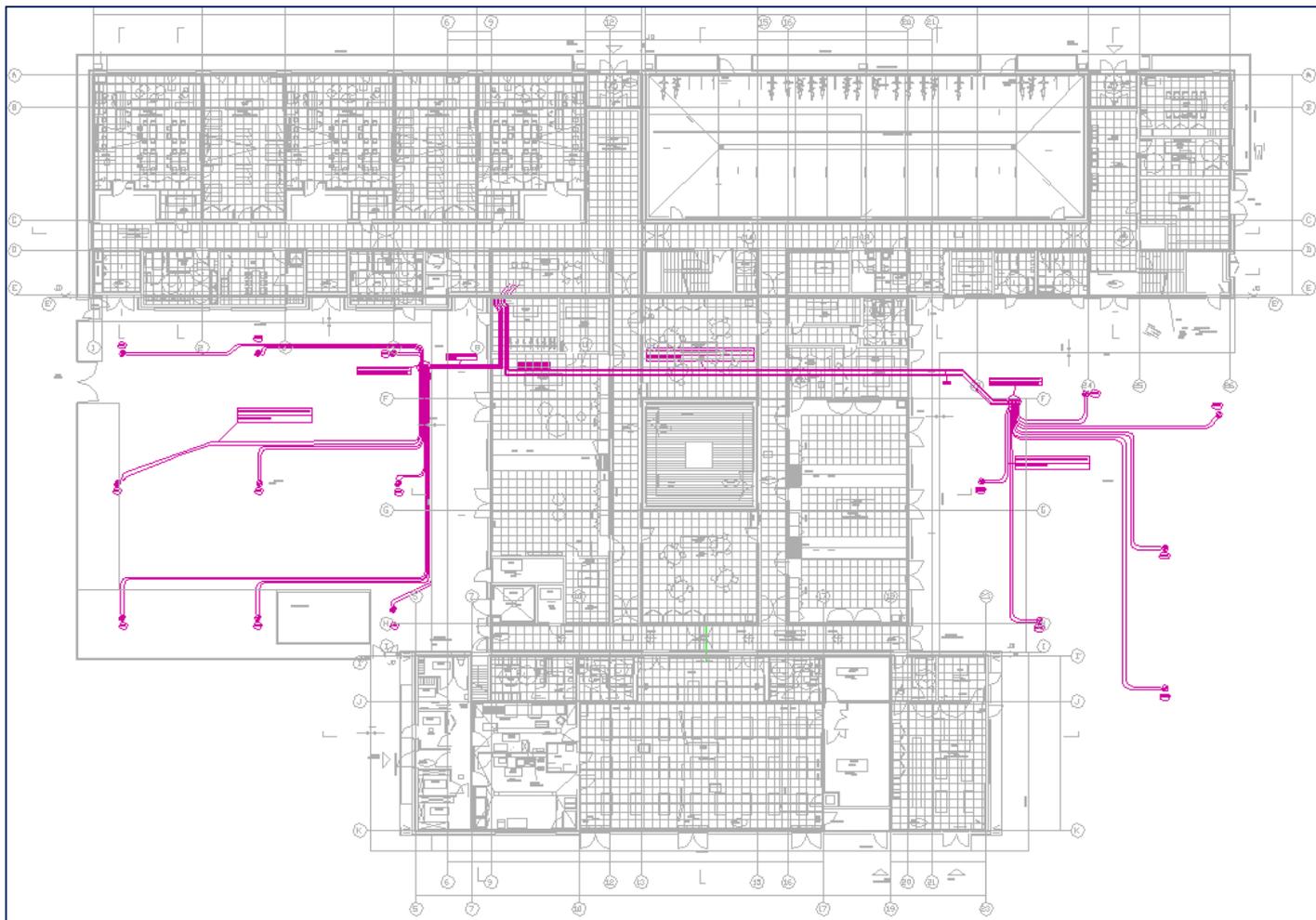
Plan de l'étage aile nord



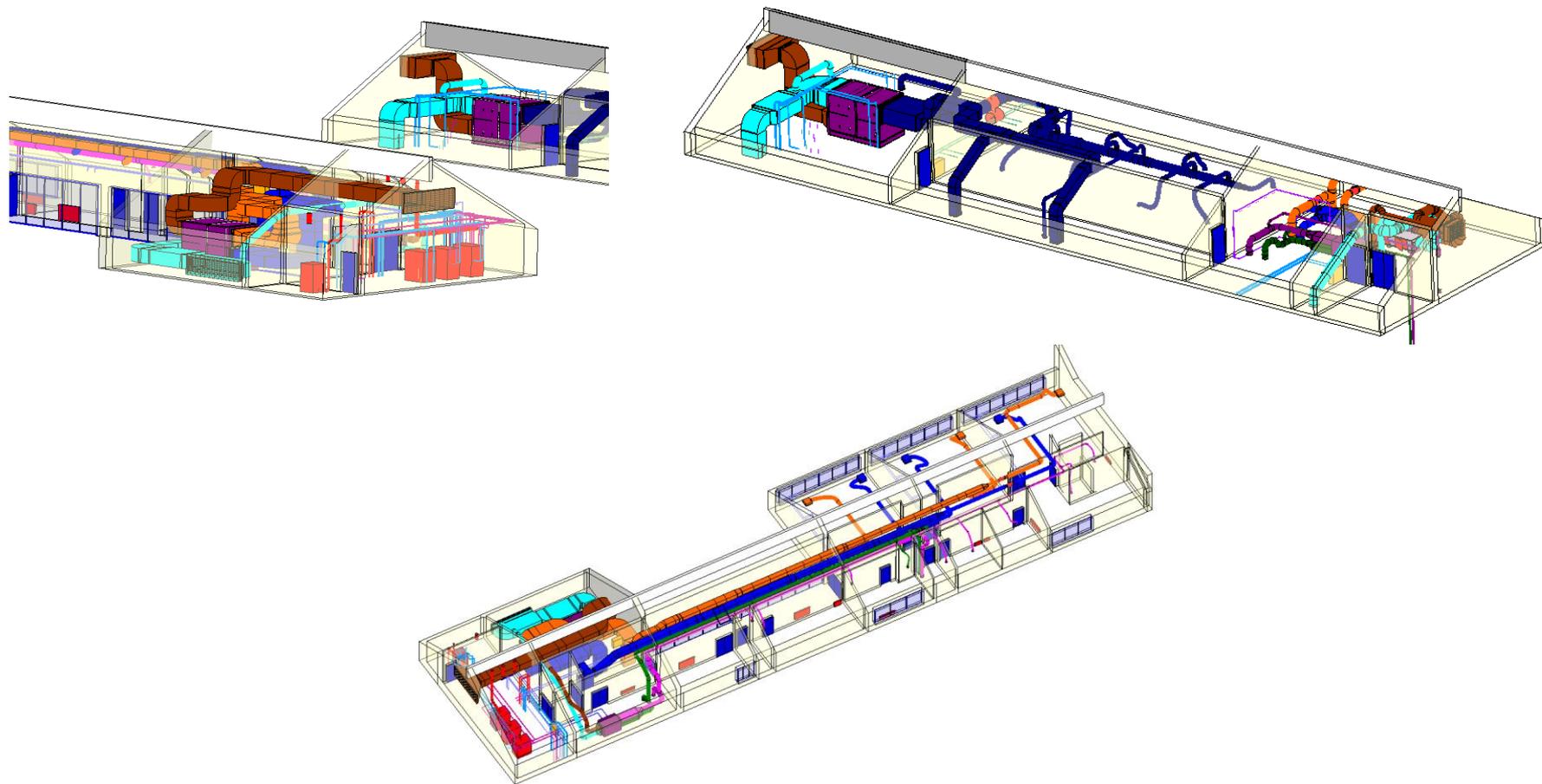
Plan de l'étage aile sud



Implantation des sondes géothermiques



Etude d'implantation des installations et réseaux



Au programme

1. Accueil à 13h30

Bruno BOURDON & Jean-Claude GAIME - GRDF

2. Génèse du groupe scolaire: de sa conception à sa réalisation

Patrick CHATELAIN, M. LOUCHE – Ville d'Epagny Metz Tessy
Jean-Michel PACE – BET ETF

3. Focus Energie:

Les clefs de la géothermie et y associer des pompes à chaleur gaz

Bruno SEGUIN – BET XTERMA
Héloïse POSS & Mickaël CERRO - GRDF

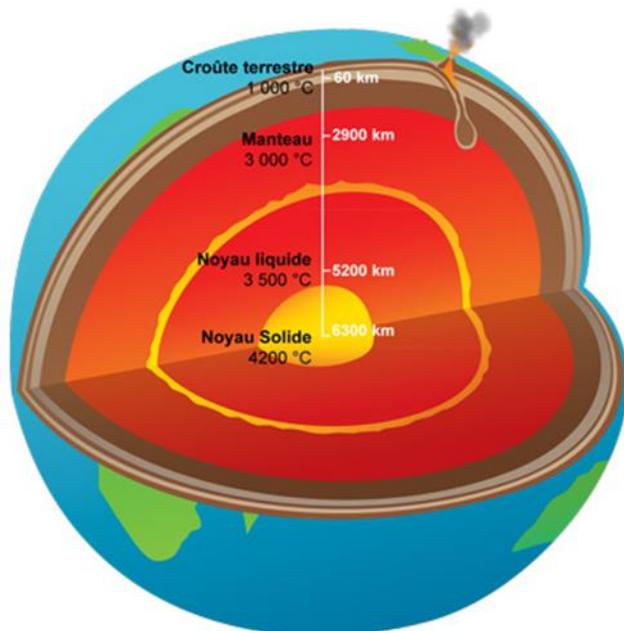
4. Le bilan deux ans après

Jean-Michel PACE – BET ETF

5. Et si c'était à refaire?

Patrick CHATELAIN, M. LOUCHE – Ville d'Epagny Metz Tessy

6. Visite du site



Deux catégories d'énergies renouvelables :

- Les énergies issues du soleil : énergie solaire, éolien, hydraulique, bioressources
- La chaleur de la terre : géothermie

La géothermie est l'énergie issue de la chaleur de la Terre. Cette chaleur augmente en fonction de la profondeur : on parle de gradient géothermique. Utiliser la géothermie, c'est donc aller chercher l'énergie thermique contenue dans le sous-sol,

- soit à travers un vecteur qui est l'eau,
- soit en utilisant la température des terrains au moyen d'un échangeur géothermique.

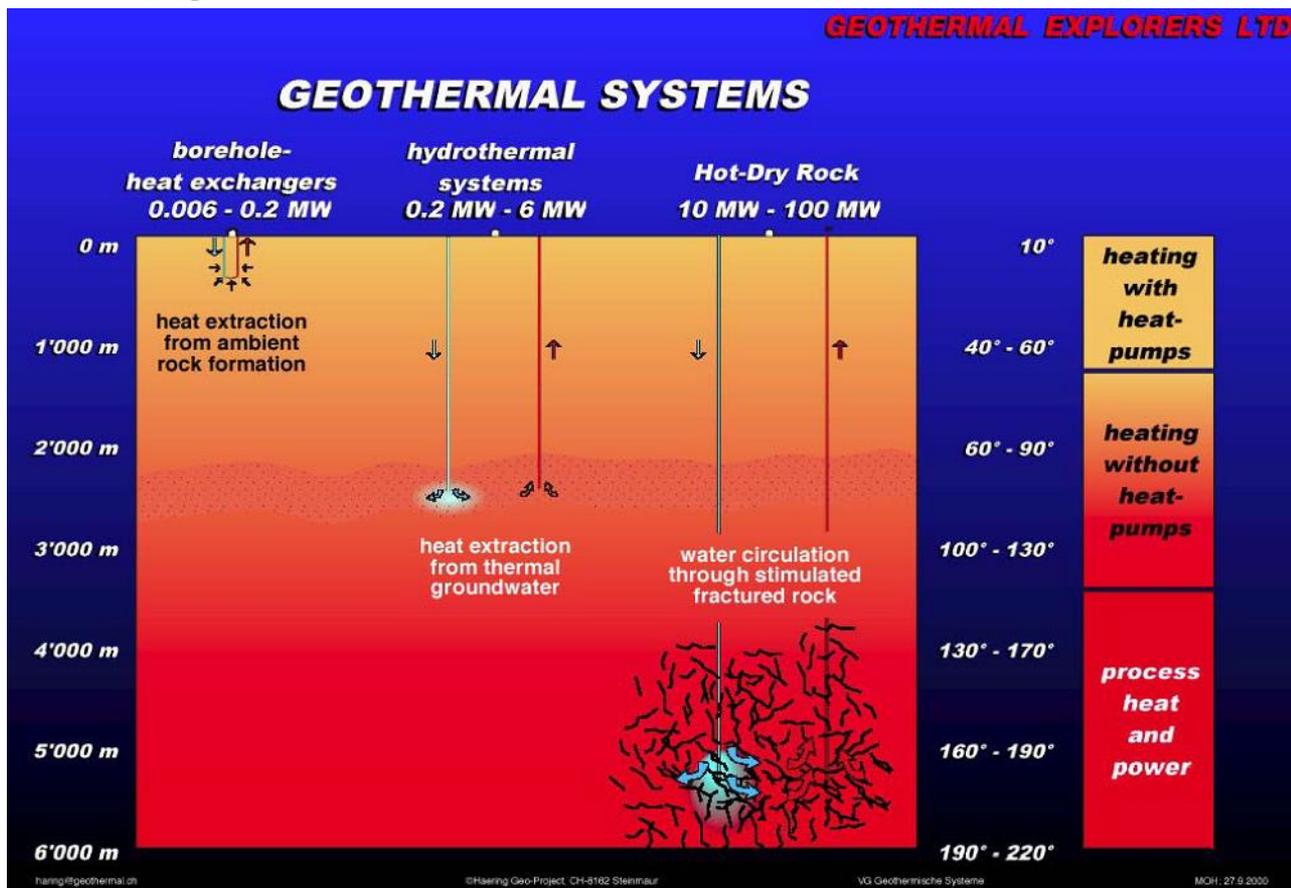
Cette énergie est ensuite utilisée sous forme de chaleur ou pour produire de l'électricité.

Les différents systèmes

Faible
profondeur :
Géothermie
assistée par
PAC

Aquifère
profond :
Usage
thermique direct

Roches fracturées
très profondes :
Production
d'électricité

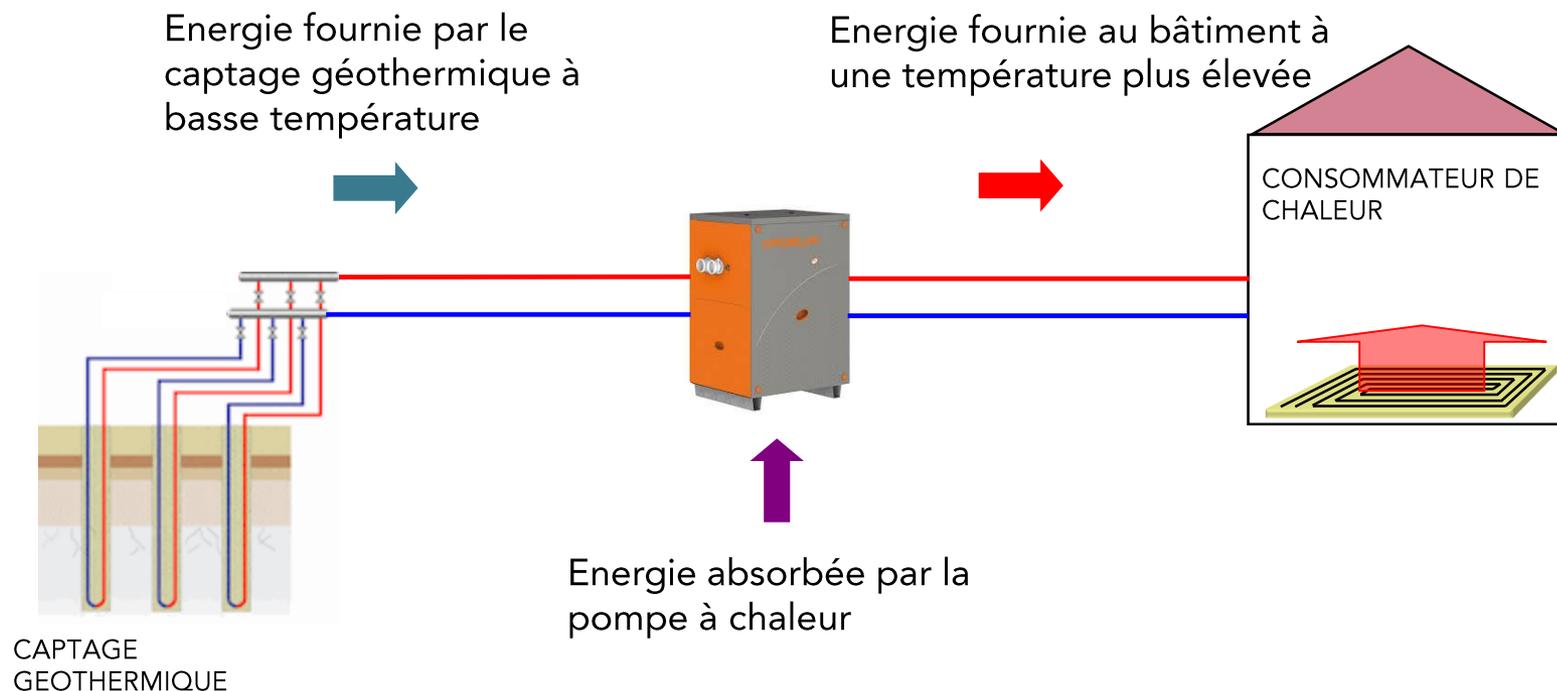




Lorsque les ressources ont une température inférieure à 30°C, elles ne peuvent être valorisées par simple échange de chaleur. Leur utilisation nécessite alors la mise en œuvre d'une pompe à chaleur qui en élève la température pour produire de la chaleur.

On parle de géothermie **très basse température assistée par pompe à chaleur**.

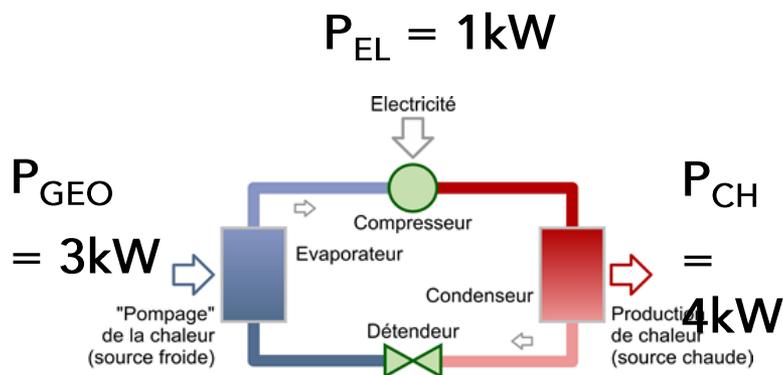
La ressource peut également être utilisée pour fournir du froid, par l'intermédiaire de la pompe à chaleur fonctionnant alors en groupe froid, ou directement à travers un échangeur (geocooling).



PAC à compression électrique

Cycle combinant la condensation d'un fluide frigorigène à haute pression, qui libère de la chaleur (chauffage); et l'évaporation du fluide frigorigène à basse pression, qui prélève de la chaleur (à la source géothermique). Entre les deux, on comprime le fluide frigorigène (compresseur électrique).

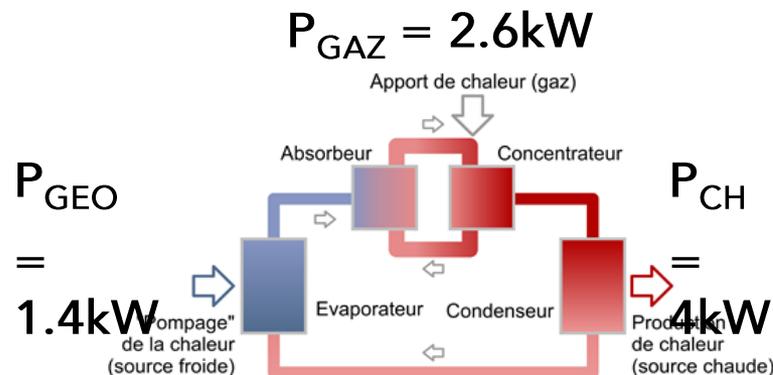
$$\text{COP} = P_{\text{fournie}} / P_{\text{électrique}} \approx 4$$

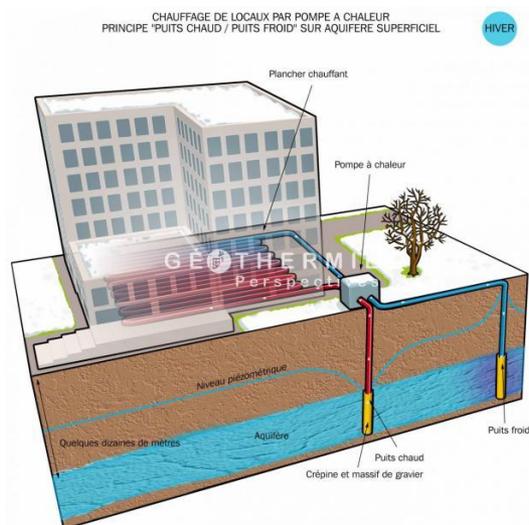


PAC à absorption gaz

Cycle combinant l'absorption d'ammoniac (NH₃) gazeux à haute température par une solution aqueuse, qui libère de la chaleur (chauffage); et la désorption de la solution d'ammoniaque (NH₄OH) à basse température, qui libère de l'ammoniac (NH₃) gazeux en prélevant de la chaleur (à la source géothermique). Entre les deux, on chauffe la solution d'ammoniaque (brûleur gaz naturel).

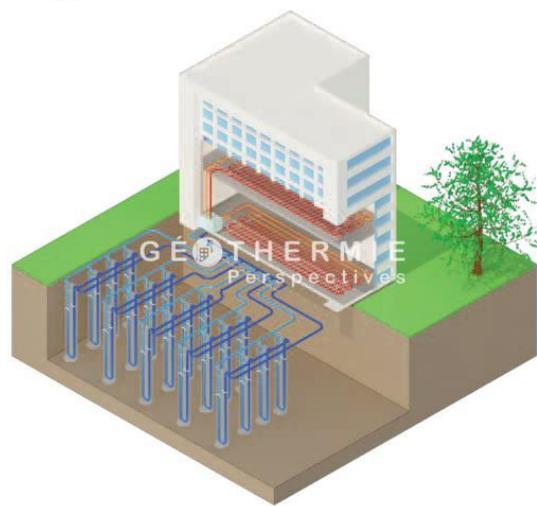
$$\text{COP} = P_{\text{fournie}} / P_{\text{gaz}} \approx 1.5$$





Captage sur aquifère (nappe)

La géothermie sur aquifère consiste à pomper l'eau d'une nappe souterraine par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs forages pour l'acheminer (via un échangeur) jusqu'à la pompe à chaleur afin d'en prélever les calories, avant de la réinjecter dans l'aquifère par l'intermédiaire d'un second ou de plusieurs forages.



Captage sur sondes géothermiques verticales

La géothermie sur sondes verticales repose sur l'échange de chaleur entre un fluide caloporteur (eau ou eau glycolée) et le sous-sol. Le fluide est en circulation dans un réseau fermé de canalisations verticales, généralement construites en Polyéthylène. Ces canalisations sont installées après une opération de forage. Le captage est alors constitué d'un ensemble d'échangeurs verticaux : champ de sondes géothermiques

Forage

Technique utilisée :

- le forage au **marteau fond de trou (MFT)** utilise la percussion assortie d'une poussée sur l'outil qui se trouve lui-même en rotation. Utilisé dans les terrains durs.
- le forage **Rotary** consiste à utiliser un outil qui détruit la roche sous l'effet du poids et de la rotation. Utilisé dans les terrains meubles.



Atelier de forage géothermique

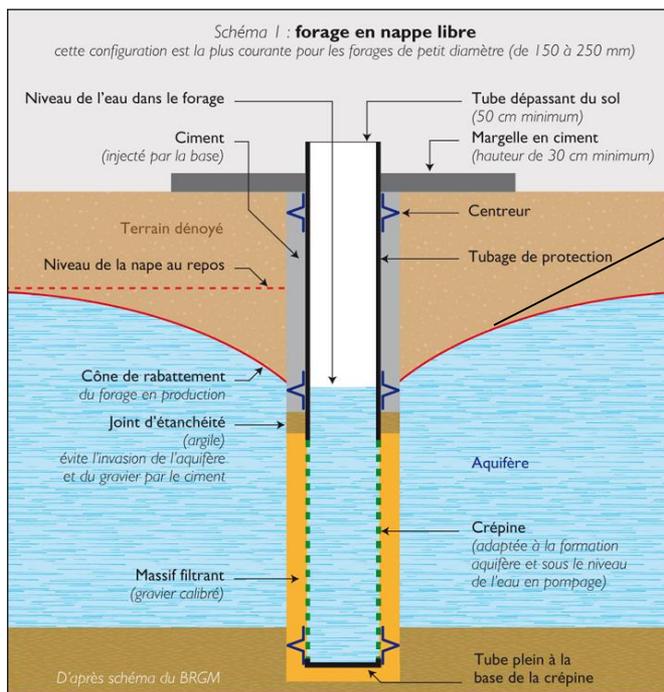


Installation d'une sonde



Mise en œuvre

Le captage géothermique consiste en un doublet : un forage de production, équipé d'une pompe immergée, et un forage de réinjection dans la nappe.



Rabattement de la nappe

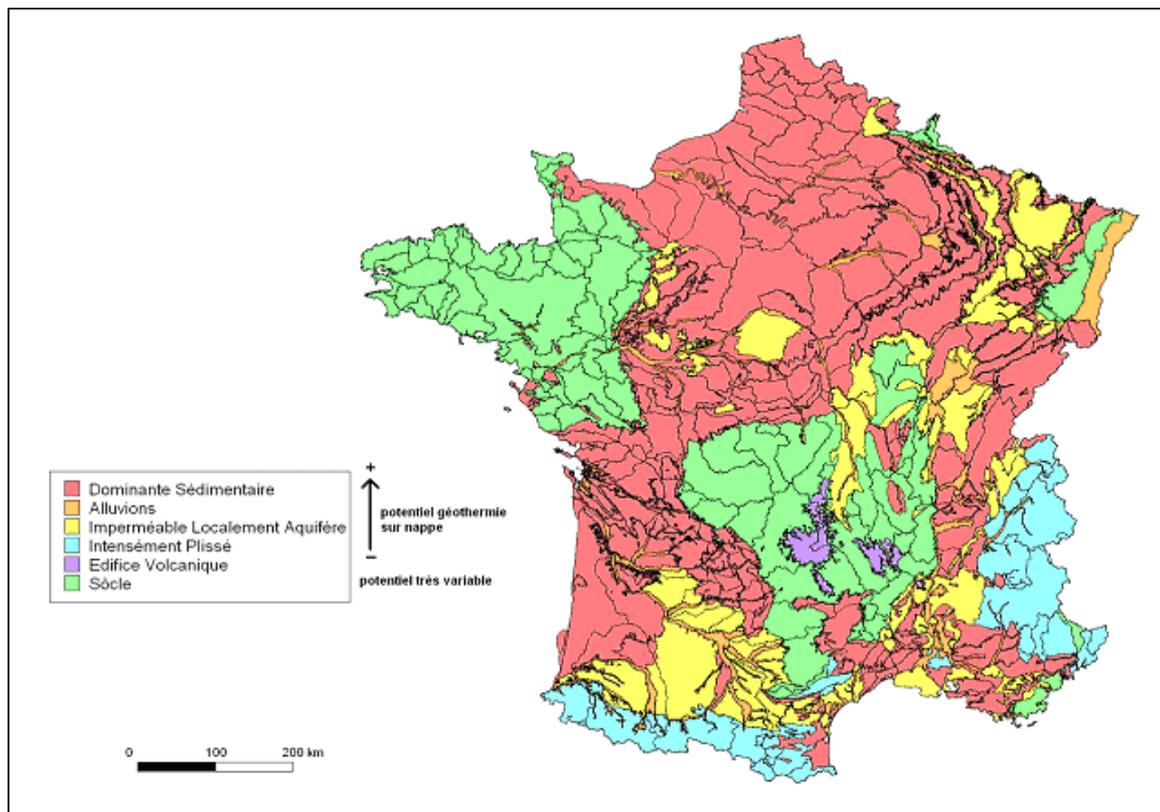


Principe du forage de production

Tête de puits

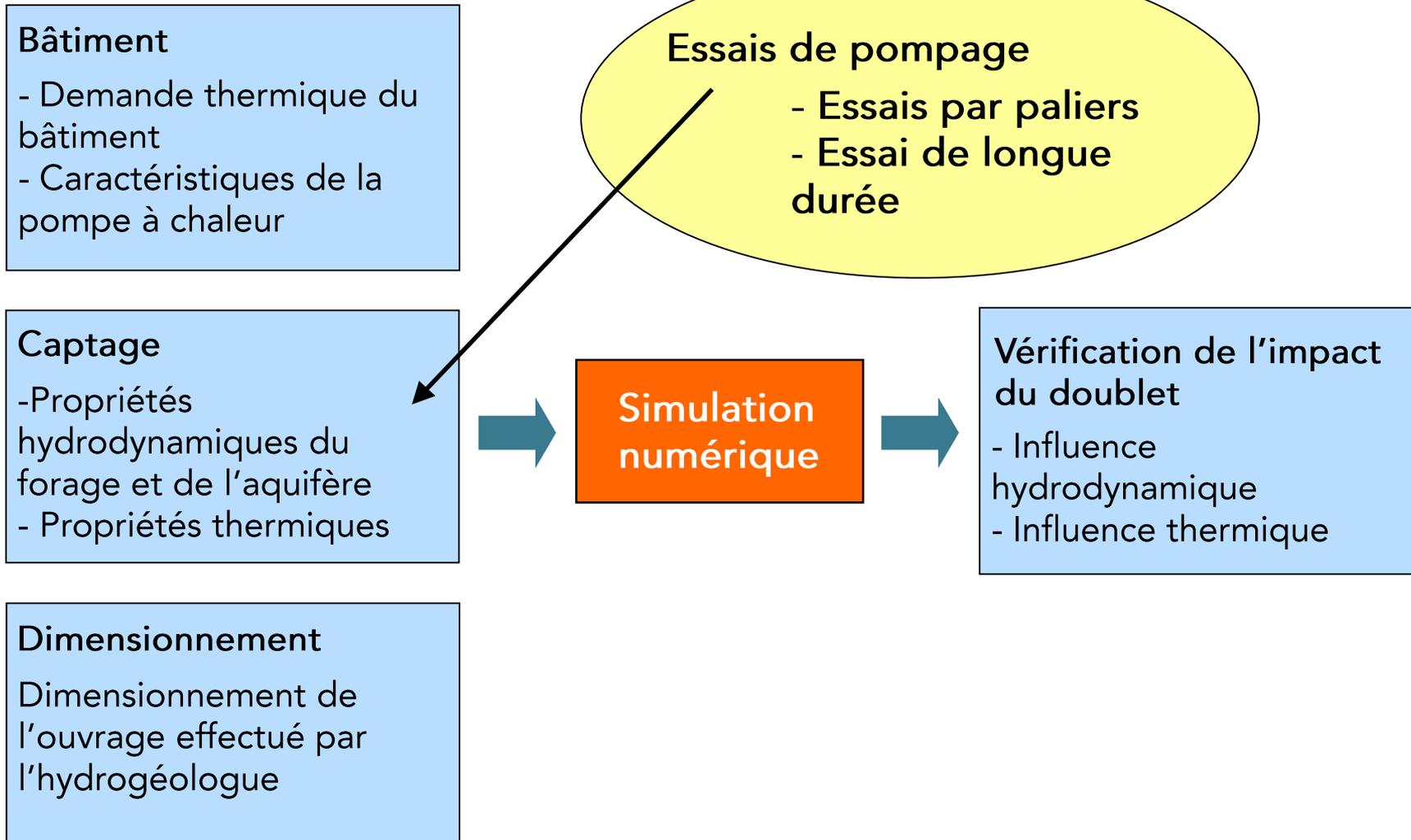
Disponibilité de la ressource

Un projet de PAC géothermique sur nappe est conditionné par la présence d'un aquifère suffisamment productif en eau, et à une profondeur acceptable. Pour chaque projet, il est nécessaire de faire appel à un hydrogéologue pour estimer la ressource, puis la valider par des essais.





Etudes



Etudes : les essais de pompage

Les essais de pompage permettent d'évaluer la performance hydraulique des forages, notamment le débit possible et le rabattement de la nappe.

Ils permettent également de déduire les propriétés hydrauliques de l'aquifère, telles que la transmissivité, ou pour révéler la présence de limites hydrauliques.

Enfin, ces essais fournissent également des informations sur la qualité de l'eau.

Ces essais comprennent :

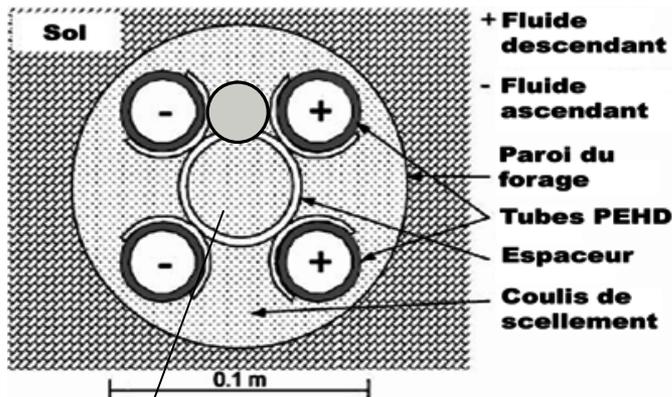
- l'essai par paliers
- l'essai de longue durée à débit constant
- l'essai de remontée
- l'essai de réinjection



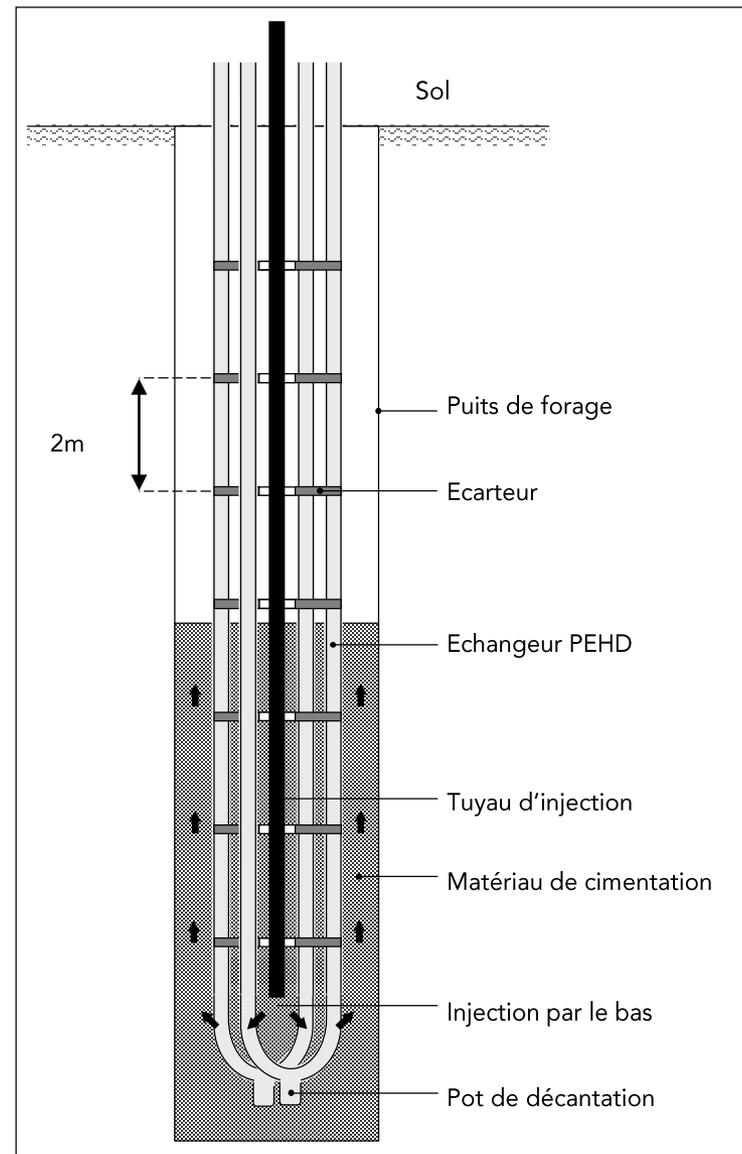
Géothermie sur sondes verticales

Mise en œuvre

Le puits de forage est cimenté sur toute la hauteur.

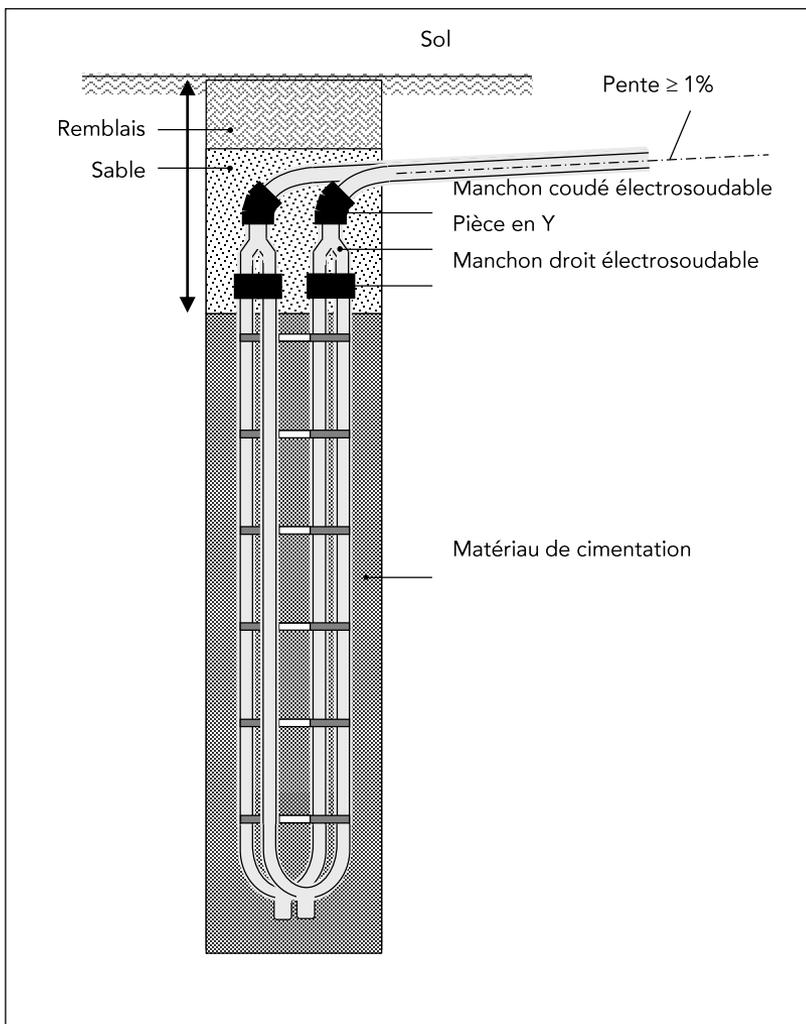


Tuyau d'injection



Géothermie sur sondes verticales

Mise en œuvre



Raccordements de surface :



Collecteur enterré



Conduites principales

Géothermie sur sondes verticales

Disponibilité de la ressource

Hormis certains terrains tels que le sable sec, ou la tourbe, que l'on rencontre assez rarement sur toute la profondeur d'étude, pratiquement tous les terrains sont aptes à l'utilisation de la géothermie verticale.

➔ la géothermie verticale peut être mise en œuvre chaque fois que la ressource en eau est insuffisante pour la géothermie sur aquifère

Contraintes :

➔ Surface disponible pour implanter les sondes géothermiques : même en implantant les sondes sous le bâtiment, la parcelle est parfois trop étroite pour positionner l'ensemble des sondes nécessaires

➔ Les champs de sondes sont généralement limités en puissance : 500kW d'échange \approx 100 sondes de profondeur 100m (valeur typique 50W/m)

Géothermie sur sondes verticales

Etudes

Bâtiment

- Demande thermique du bâtiment
- Caractéristiques de la pompe à chaleur

Captage

- Propriétés thermiques du sous-sol

Critères de dimensionnement

- Température fluide
- Température sous-sol
- Performance énergétique recherchée

Test de réponse thermique

- Température T_0
- Conductivité λ
- Chaleur spécifique C_p

Simulation numérique

Dimensionnement

- Nombre, profondeur, espacement des sondes géothermiques verticales

Géothermie sur sondes verticales

Etudes : le test de réponse thermique (TRT)

Le test de réponse thermique permet de mesurer les propriétés thermiques du sous-sol, notamment :

- **La température T_0 .**

Typiquement sur les 200 premiers mètres : 10°C (au Nord) $< T_0 < 19^{\circ}\text{C}$ (au Sud).

- **La conductivité thermique λ .**

Typiquement : $1.5\text{W/m.K} < \lambda < 5\text{W/m.K}$, selon les formations géologiques rencontrées, la présence ou non d'eau, etc..

Le test est effectué sur une sonde géothermique pilote implantée sur l'emprise du futur champ de sondes, et peut être ensuite intégrée au champ de sondes.

Si le test est effectué en amont de la phase travaux, le forage permet en outre :

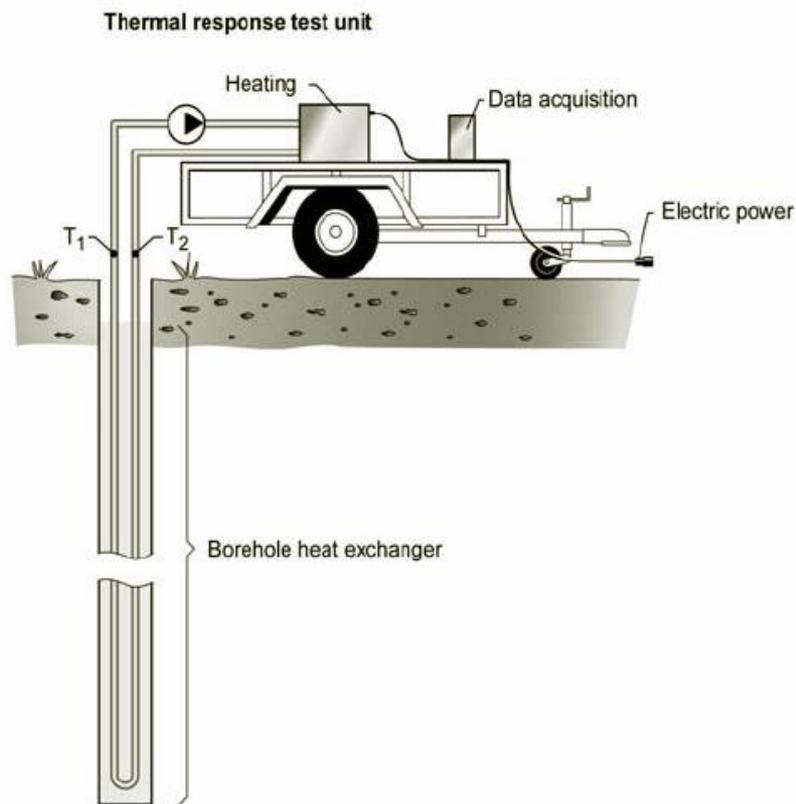
- ➡ de relever la géologie et l'activité hydrogéologique sur le site,
- ➡ d'apprécier les difficultés de forage, et de prévoir pour les travaux la technique de forage la plus appropriée.



Géothermie sur sondes verticales

Etudes : le test de réponse thermique (TRT)

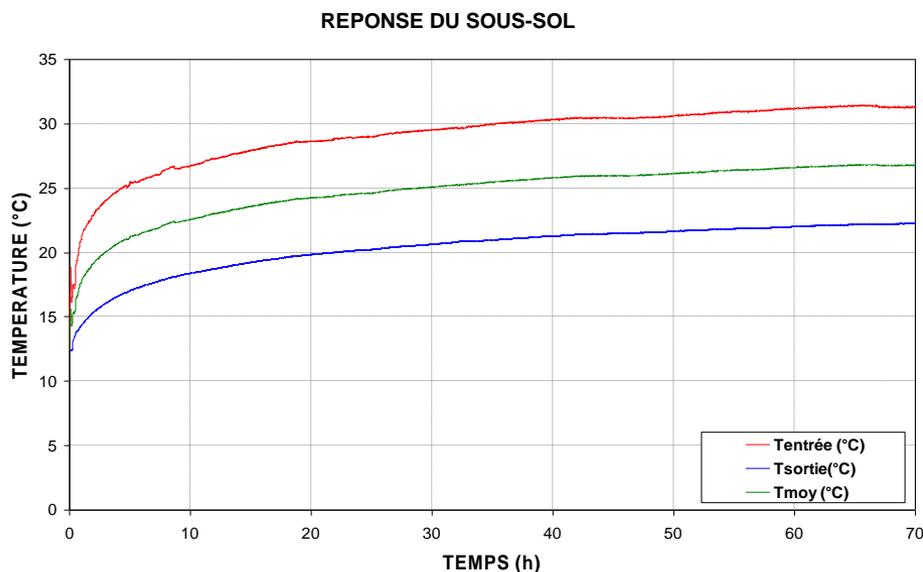
Appareil mobile de test. Exemple Groupe scolaire d'EPAGNY.



TRT sur le site d'EPAGNY

Etudes : le test de réponse thermique (TRT)

Résultat du TRT. Exemple Groupe scolaire d'EPAGNY.



$$T_0 = 12.3^{\circ}\text{C}$$



$$\lambda = 1.85\text{W/m.K}$$

Mesures effectuées au cours du TRT à EPAGNY

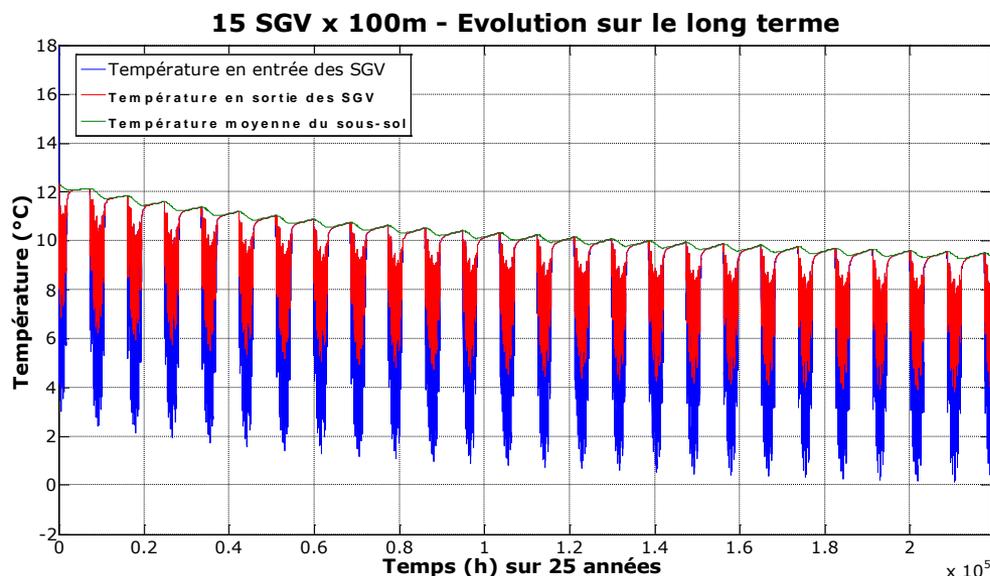
Etudes : la simulation numérique

Etudes par logiciel de simulation dynamique TRNSYS : modélisation du système complet (champ de sondes géothermiques, PAC), pas de temps de simulation 1 heure.

Exemple Groupe scolaire d'EPAGNY.

Critère de dimensionnement : la température du fluide circulant dans les sondes reste supérieure à 0°C sur toute la période d'étude (25 années).

➔ Champ de 15 sondes géothermiques, profondeur 100m, espacement de 10m



Comparaison Aquifère/Sondes verticales

Performance énergétique

- ➔ Géothermie sur sondes : performance énergétique de la pompe à chaleur un peu moins élevée que pour les systèmes sur nappe, mais avec une faible consommation de l'auxiliaire de circulation (circuit fermé). C'est généralement la solution présentant l'efficacité énergétique globale la plus élevée.
- ➔ Géothermie sur nappe : niveau de performance énergétique de la pompe à chaleur très élevé, mais l'efficacité énergétique globale est dégradée par la consommation de la pompe immergée.

Coût d'investissement et subventions

- ➔ Géothermie sur sondes : coûts d'installation généralement supérieurs. Mais avec un niveau de subvention assez élevé (calculée sur l'énergie soutirée du sous-sol), qui permet généralement de couvrir environ 50% des coûts d'installation du champ de SGV.
- ➔ Géothermie sur nappe : coûts d'installation généralement moindres, mais seulement lorsque la ressource en eau est disponible à une profondeur raisonnable. Niveau de subvention moins élevé.

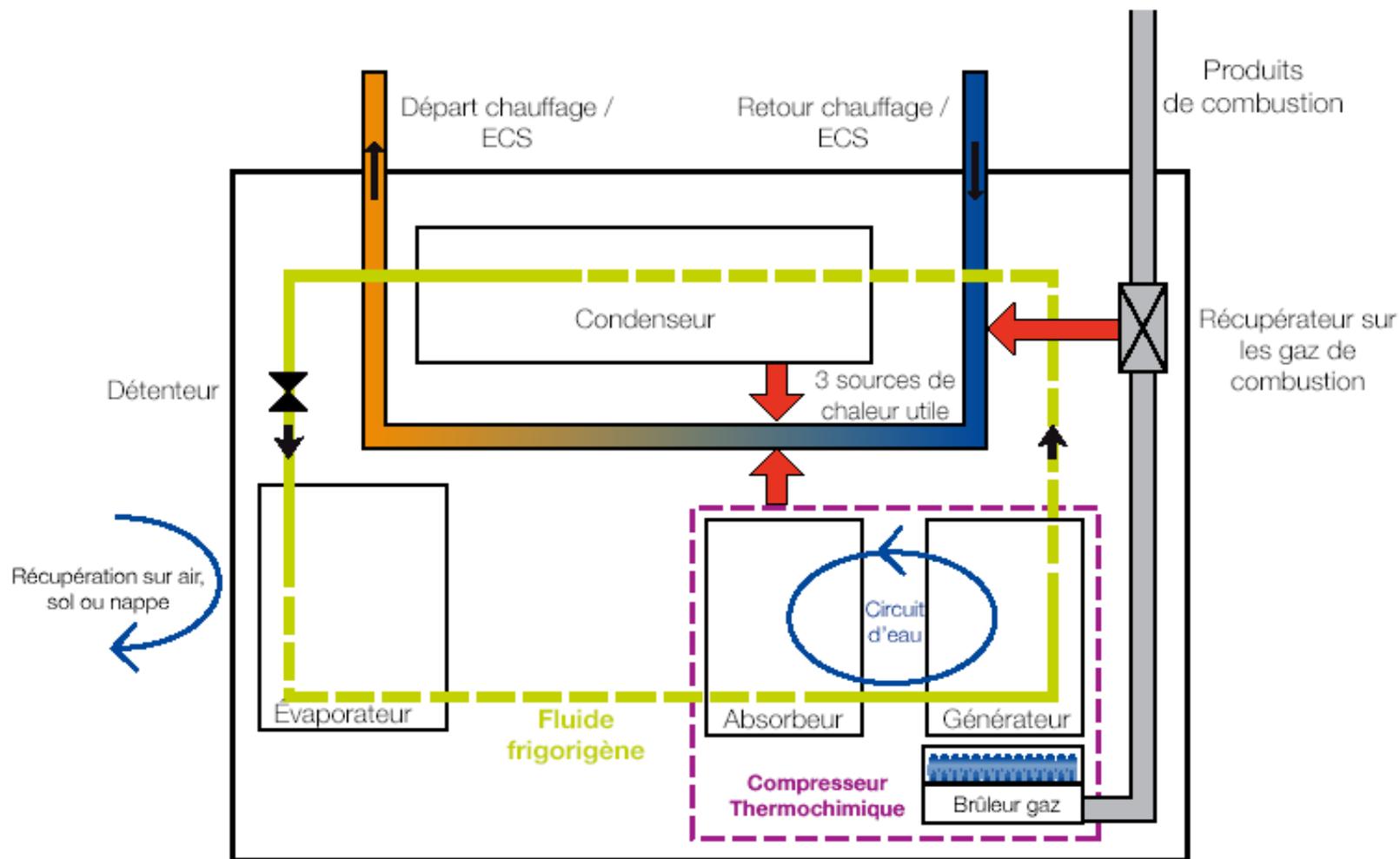
Entretien et maintenance

- ➔ Géothermie sur sondes : entretien très léger et aucune maintenance.
- ➔ Géothermie sur nappe : entretien très lourd (visite chaque année avec dépose de la pompe immergée, décolmatage du puits tous les deux ans, ...) et maintenance également très lourde (remplacement régulier de l'échangeur à plaques, et parfois de la pompe immergée).

La PAC à absorption gaz en bref

Segment	Rénovation	Neuf	BEPOS
Immeubles Résidentiel	✓	✓	✓
Bâtiments Tertiaire	✓	✓	✓
Chauffage	ECS	Rafrachissement	
✓	✓	✓ (limité)	
Part ENR	Soutient du réseau électrique	Production d'électricité	
	-	-	

Principe de fonctionnement

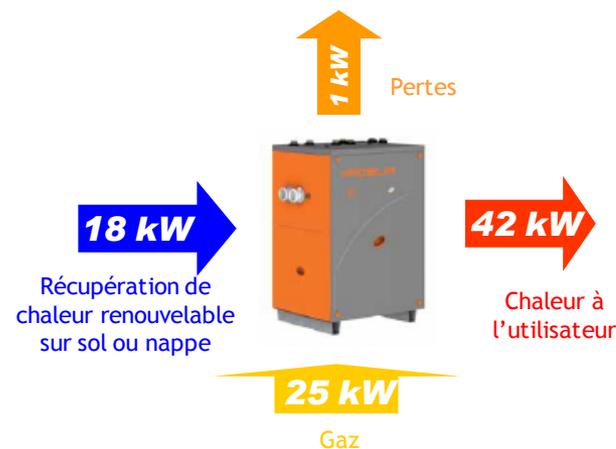


Caractéristiques du produit

Les pompes à chaleur gaz absorption peuvent assurer le chauffage, l'ECS et même le rafraîchissement de bâtiments neufs et existants. Elles atteignent une part d'énergie renouvelable pouvant aller jusqu'à 40%.

Descriptif de la technologie

- Cycle thermodynamique classique avec compression thermochimique au Gaz naturel,
- Puissance de 40 kW chaud et 17 kW froid pour les machines réversibles,
- Installation jusqu'à 8 PAC sur un rack.
- GUE = 150% sur PCI en version aérothermie -> COP (moyen en exploitation) en EP = 123%
- 170% sur PCI en version géothermie -> COP en EP = 140%



Fabricants



Technologie



Distributeurs

Cout matériel
< 20k€HT

Rendement
140 - 170%

Éligible CEE

Effiience

Principe de dimensionnement

Fonctionnement en base

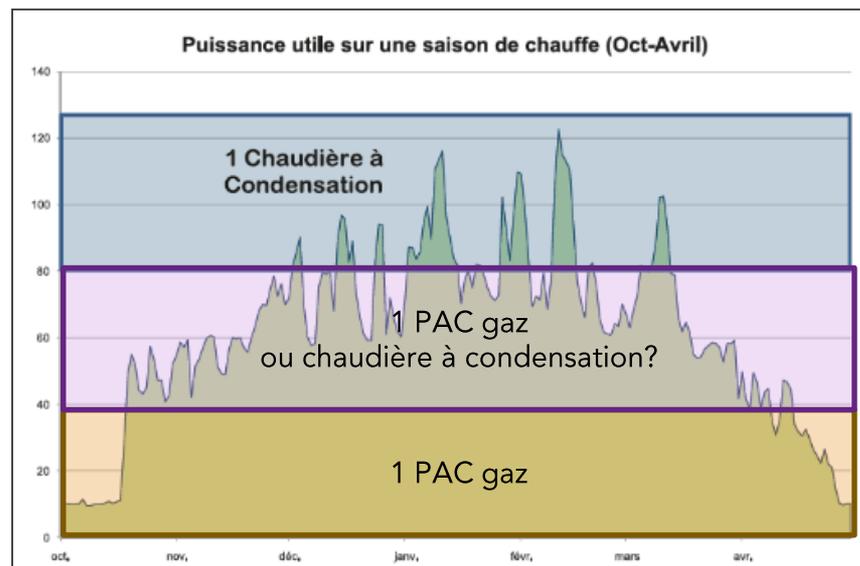
- ✓ La PAC fonctionne en base sur sa plage de modulation
- ✓ Une chaudière à condensation assure l'appoint
- ✓ La PAC est dimensionnée entre 30% et 50% de la puissance nécessaire
- ✓ La PAC assure 80% de la consommation

Prix moyen

- ✓ Prix moyen installateur 15 000,00 € HT
- ✓ Prix moyen fourni posé 20 000,00 € HT
- ✓ Les installations aérothermiques s'installent sans chaufferie, soit au sol, soit sur toiture terrasse

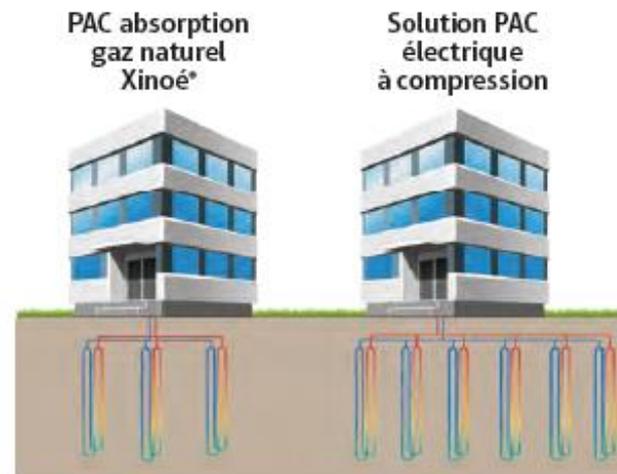
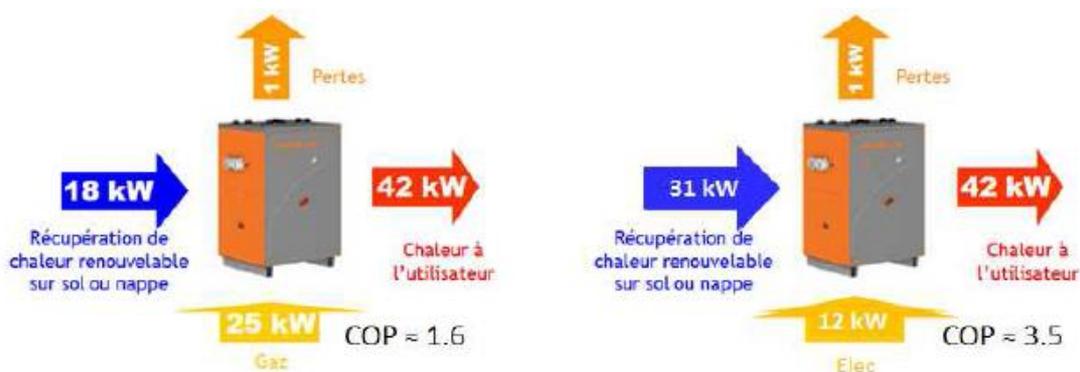
Dispositifs d'accompagnement

- ✓ Les PAC sont éligibles aux CEE, en rénovation dans le résidentiel et le tertiaire
- ✓ Les PAC géothermiques (nappes et sol) sont éligibles au fond chaleur



Opportunité des PAC gaz géothermiques

Un gain non négligeable sur le coût des sondes = **Un dimensionnement des sondes réduit de 50% par rapport à une PAC électrique équivalente**



Budget sondes divisé par deux

	Puissance chaud	COP machine	Puissance absorbée	Puissance EnR à puiser	Nombre de sondes
PAC Gaz	120 kW	≈ 1,5	80 kW	40 kW	15
PAC Elec	120 kW	≈ 3,5	34 kW	86 kW	30

Gain financier grâce à la réduction du nombre de sondes: **120 000 €HT**

Intérêt spécifique des PAC gaz géothermiques

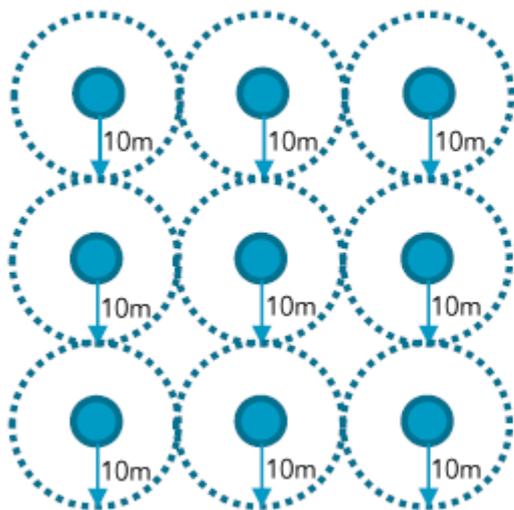
Gain de surface de terrain pour intégrer les sondes.

L'installation d'une PAC eau/eau sur capteurs verticaux prend de la place

La distance entre 2 capteurs est de 8 à 10 ml pour des forages de - de 100 m

ET

De 14 ml pour des forages à 200 m



Avec 15 sondes géothermiques verticales dans le cas des PAC absorption, on mobilise 1500m², contre 3000m² avec 30 sondes et une PAC électrique

Performances et valorisation

- Gain financier grâce à la réduction du nombre de sondes
- Gain de place sur le terrain car forages moins nombreux
- Possibilité de rafraichir en utilisant le géocooling
- Performances élevées quelque soient les T°C extérieures

Conception et exploitation

- Production d'ECS et possibilité de rafraichissement et réversibilité de certaines machines.
- Installation et mise en œuvre maîtrisées,
- Réseau de professionnels formés au produit
- Une consommation énergétique limitée
- Maintenance proche de celle d'une chaudière à condensation
 - ✓ Circuit frigorifique scellé d'usine
 - ✓ Peu de pièces en mouvement

E+C- compatible



Conception

PAC absorption aérothermique: <https://cegibat.grdf.fr/produit/pac-absorption-aerothermique>

PAC absorption géothermique: <https://cegibat.grdf.fr/produit/pac-absorption-geothermique>

Schémas hydrauliques: <https://cegibat.grdf.fr/simulateur/schematheque-pompe-a-chaaleur-a-absorption-gaz>

Règles d'implantation – résidentiel:

https://cegibat.grdf.fr/sites/default/files/content_block/content_block_telechargement/Note%20d%27implanation%20d%27une%20PAC%20en%20logements%20collectifs.pdf

Règles d'implantation – Tertiaire:

https://cegibat.grdf.fr/sites/default/files/content_block/content_block_telechargement/Note%20d%E2%80%99information%20relative%20C3%A0%E2%80%99implantation%20d%E2%80%99une%20PAC%20g%C3%A9othermique%20C3%A0%20absorption%20gaz%20en%20immeubles%20de%20bureaux%20ou%20en%20ERP.pdf

https://cegibat.grdf.fr/sites/default/files/content_block/content_block_telechargement/note%20d%27information%20implantation%20PAC.pdf

Références

Retours d'expérience: <https://cegibat.grdf.fr/debats/pac-absorption-en-construction-ou-renovation>

Visite virtuelle: <https://cegibat.grdf.fr/realisations-residentiel/pac-absorption-geothermiques-pour-87-logements-a-annemasse-74->

Vidéos

PAC absorption gaz pour le chauffage d'un lycée à Pamiers (09): <https://www.youtube.com/watch?v=sMnHKHbSjKI>

Entretien Cegibat – PAC absorption: <https://www.youtube.com/watch?v=Lct6W-2eKrA>

PAC gaz à absorption: une solution performante : <https://www.youtube.com/watch?v=VwT26tbZ2gg>

La Pompe à Chaleur (PAC) Absorption Gaz présente de nombreux avantages :

<https://www.youtube.com/watch?v=Usqr0GLzKV8>

Au programme

1. Accueil à 13h30

Bruno BOURDON & Jean-Claude GAIME - GRDF

2. Génèse du groupe scolaire: de sa conception à sa réalisation

Patrick CHATELAIN, M. LOUCHE – Ville d'Epagny Metz Tessy
Jean-Michel PACE – BET ETF

3. Focus Energie:

Les clefs de la géothermie et y associer des pompes à chaleur gaz

Bruno SEGUIN – BET XTERMA
Héloïse POSS & Mickaël CERRO - GRDF

4. Le bilan deux ans après

Jean-Michel PACE – BET ETF

5. Et si c'était à refaire?

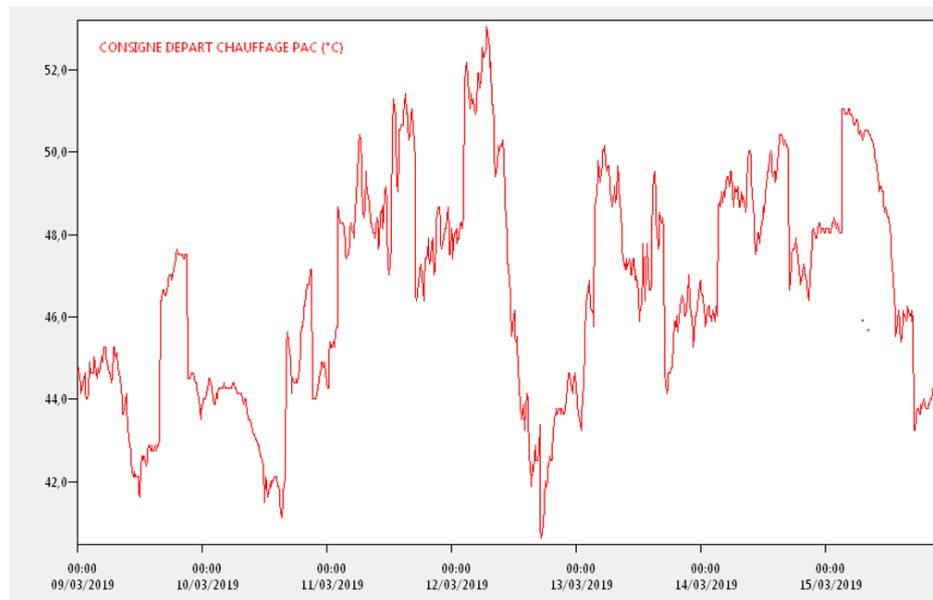
Patrick CHATELAIN, M. LOUCHE – Ville d'Epagny Metz Tessy

6. Visite du site

GTC et suivi du fonctionnement de la production de chauffage

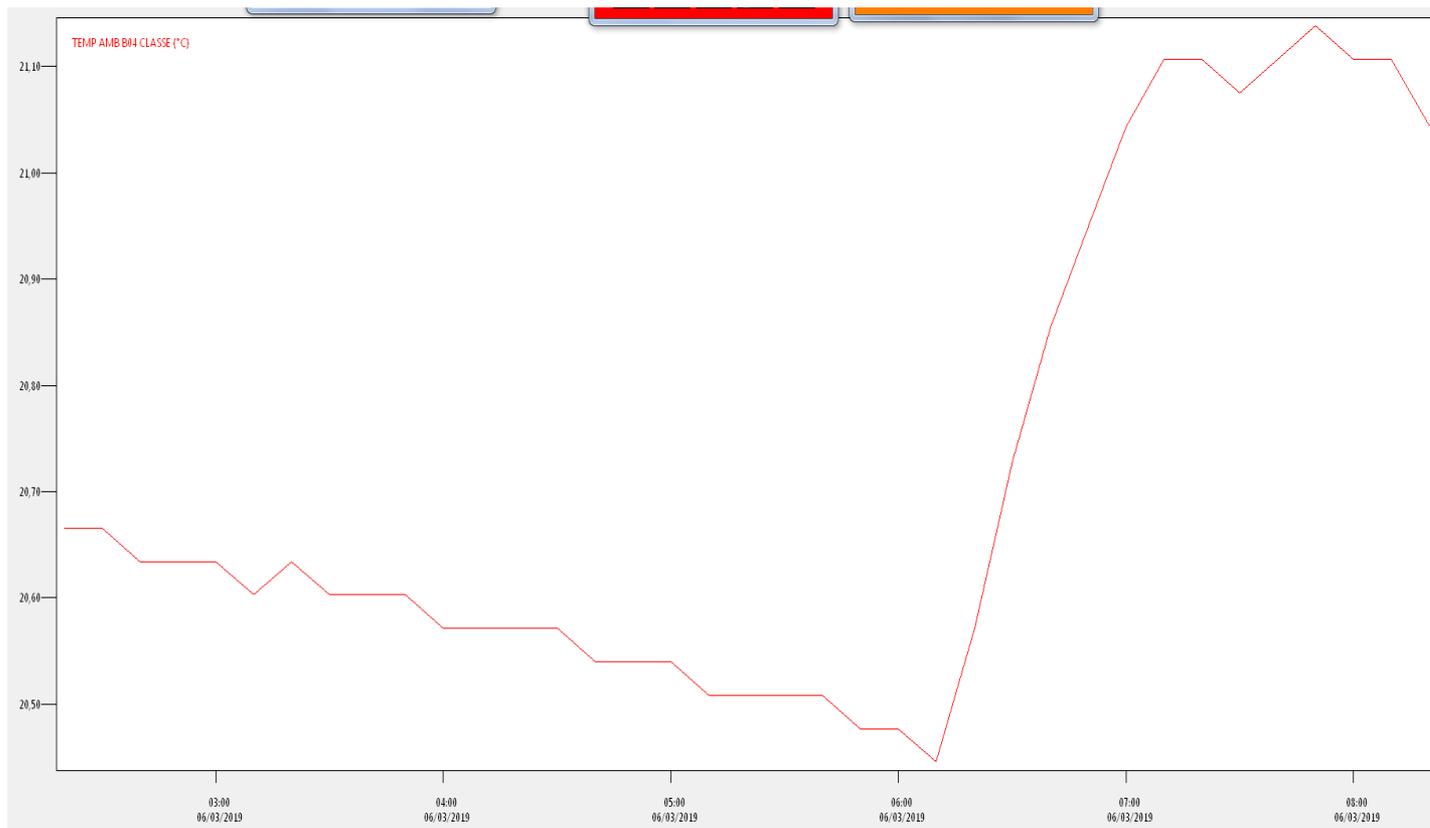


La GTC et le report des comptages électriques des producteurs permettent de contrôler le fonctionnement de la cascade des producteurs de chaleur ainsi que la température de production d'eau pour s'assurer d'un bon rendement des PAC gaz.



Détails des consommations électriques auxiliaires CVC	kWh élec	Ratio	
Local technique Nord			
PAC 1	598,20	31%	Le fonctionnement des 3 PAC est bien réparti
PAC 2	625,70	33%	
PAC 3	642,60	34%	
Chaudière	39,80	2%	La chaudière fonctionne très peu, certainement surtout au moment des relances de chauffage
Auxiliaires électriques LT Nord	24 479,00	8,76 kWh/m ² .an	
Auxiliaires électriques LT Sud	21 222,00	7,59 kWh/m ² .an	
Détail des sous-Comptages thermiques	kWh thermique		

Evolution de la température en hiver dans la salle de classe B04



En 2018, la température maxi atteinte dans les salles de classes durant l'année

RDC = 25°C

Etage = 27°C

Grâce aux sondes géothermiques, aux protections solaires et à la forte inertie thermique du bâtiment, la température intérieure est limitée pendant les heures d'occupation du bâtiment.

La nuit la structure béton est déchargée thermiquement grâce à la ventilation nocturne.

Retour d'expérience sur le confort d'été



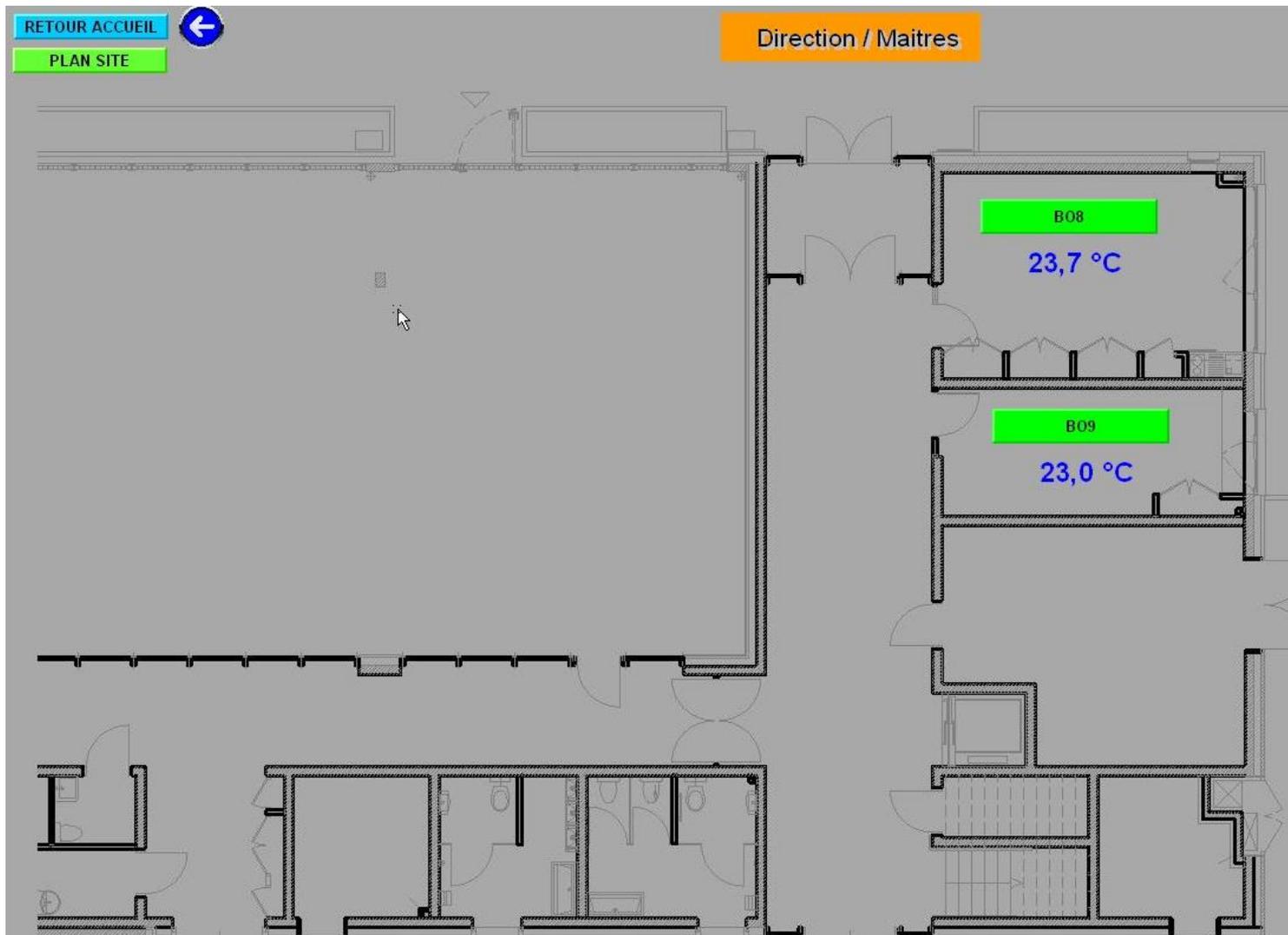
Retour d'expérience sur le confort d'été



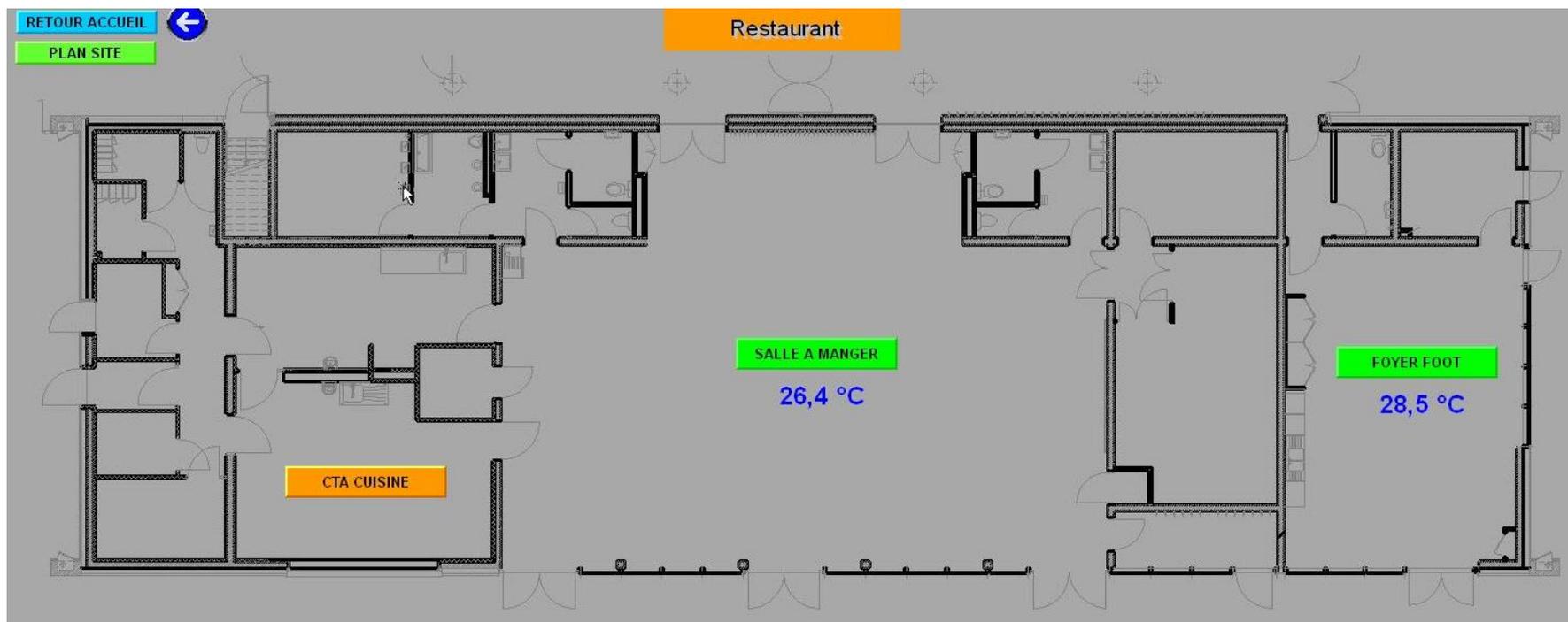
Retour d'expérience sur le confort d'été



Retour d'expérience sur le confort d'été

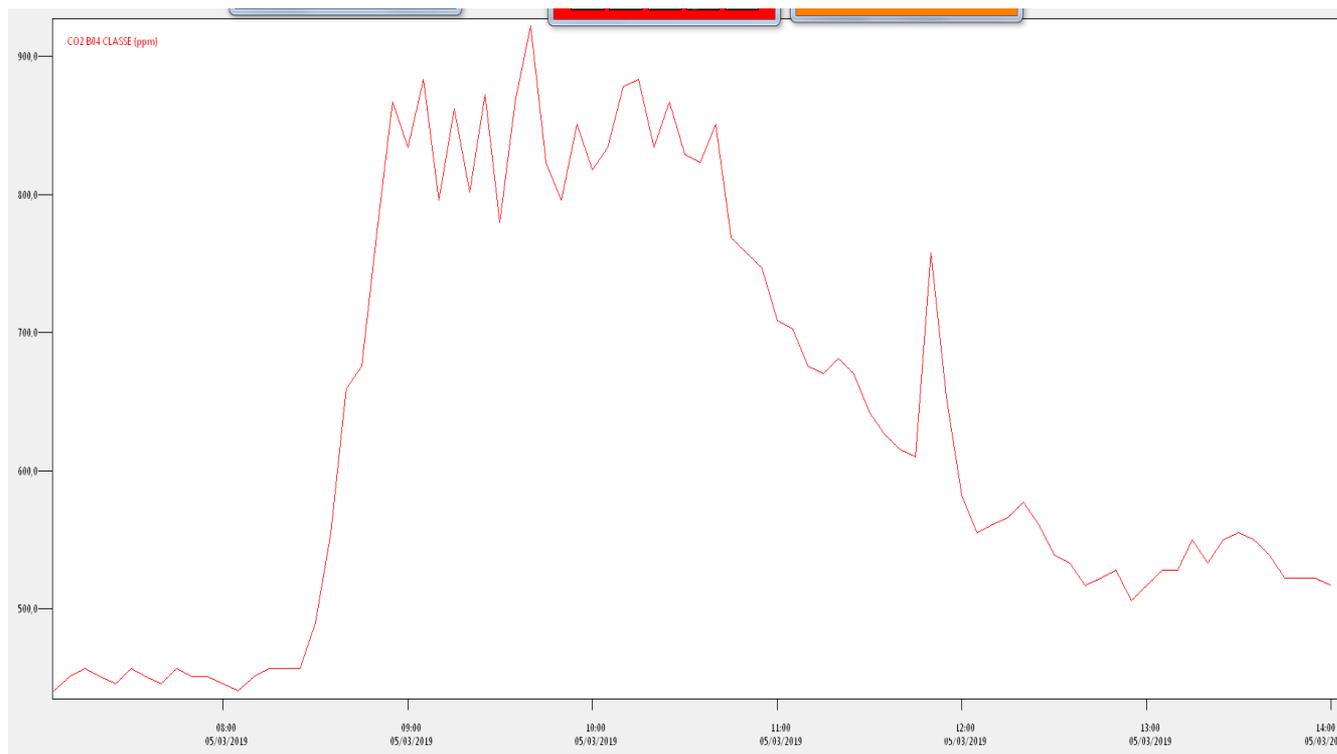


Retour d'expérience sur le confort d'été



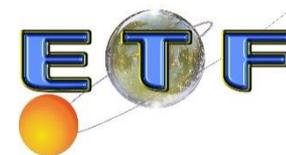
Retour d'expérience sur la qualité de l'air

Une consigne de CO₂ de 650 ppm était appliquée en 2018 aux salles de classes et périscolaire. Elle a été remontée à 850 ppm en 2019. La qualité d'air est assurée grâce au 30 m³/h /personne fournis par les CTA.



Consommation de gaz en 2018

Chauffage bâtiment + ECS restauration



Chauffage	: 65 400 kWh
ECS	: 8 500 kWh
Total	: 73 900 kWh

Facture totale: 4250 €TTC

1,7 €/m²Srt.an

27 kWh/m²Srt.an

22 kWh/DJU chauffage

DJUbase 20 = 2950

Ecart constaté avec les consommations d'énergie primaire définies en RT2012



	ETUDE RT2012			Bâtiment Année 2018			Ecart 2018 /RT2012
	Energie finale kWh/m².an	Energie -primaire kWh/m².an	Energie -primaire kWh/m².an	Energie finale kWh/m².an	Energie -primaire kWh/m².an	Energie primaire kWh/m².an	
Chauffage	59 806,58	59 806,58	21,4	65 342,60	65 342,60	23,38	9%
ECS gaz	9 730,50	9 730,50	3,9	8 557,42	8 557,42	3,06	-21%
Ecs électrique	5 988,00	15 449,04	2,4	8 129,10	20 973,08	7,50	213%
Auxiliaires électriques	40 252,67	103 851,88	36,3	37 106,40	95 734,51	34,26	-6%
Eclairage intérieur	11 024,42	28 443,00	11,4	15 606,50	40 264,77	14,41	26%
TOTAL	126 802,17	217 281,00	75,40	134 742,02	230 872,38	82,61	10%

Explications des écarts

- ✓ La méthode RT 2012 n'est pas adaptée à la prévision des consommations d'un bâtiment.
- ✓ La consigne de température de confort est de 21 °C alors que la RT considère une température de 19°C dans son scénario.
- ✓ On a une forte utilisation en mode de fonctionnement pérécolaire. Même pendant les vacances scolaire la consigne de température est fixé à 21°C.
- ✓ Le débit d'air hygiénique est supérieur au minimum recommandé (30 m³/h pour 15 m³/h) et la consigne CO₂ est basse (650 ppm)
- ✓ La spécificité du foyer foot qui fonctionne en soirée impose de maintenir la température d'eau de production plus longtemps dans la journée les jours d'ouverture du foyer.
- ✓ Certains comportements non vertueux conduisant à laisser les portes sur les cours de récréation ouverte pendant la journée.

Au programme

1. Accueil à 13h30

Bruno BOURDON & Jean-Claude GAIME - GRDF

2. Génèse du groupe scolaire: de sa conception à sa réalisation

Patrick CHATELAIN, M. LOUCHE – Ville d'Epagny Metz Tessy
Jean-Michel PACE – BET ETF

3. Focus Energie:

Les clefs de la géothermie et y associer des pompes à chaleur gaz

Bruno SEGUIN – BET XTERMA
Héloïse POSS & Mickaël CERRO - GRDF

4. Le bilan deux ans après

Jean-Michel PACE – BET ETF

5. Et si c'était à refaire?

Patrick CHATELAIN, M. LOUCHE – Ville d'Epagny Metz Tessy

6. Visite du site

Au programme

1. Accueil à 13h30

Bruno BOURDON & Jean-Claude GAIME - GRDF

2. Génèse du groupe scolaire: de sa conception à sa réalisation

Patrick CHATELAIN, M. LOUCHE – Ville d'Epagny Metz Tessy
Jean-Michel PACE – BET ETF

3. Focus Energie:

Les clefs de la géothermie et y associer des pompes à chaleur gaz

Bruno SEGUIN – BET XTERMA
Héloïse POSS & Mickaël CERRO - GRDF

4. Le bilan deux ans après

Jean-Michel PACE – BET ETF

5. Et si c'était à refaire?

Patrick CHATELAIN, M. LOUCHE – Ville d'Epagny Metz Tessy

6. Visite du site