



Géothermie sur champ de sondes

B.Marsaud - AnteaGroup

Centre Condorcet Pessac

7 novembre 2023

Avec le soutien de



Oui cela fonctionne !

1 – Oui cela fonctionne !

- Ecole dans le 73
- Lycée dans le 24

2 – Mais il y a des enjeux à respecter et des erreurs à éviter

Oui cela fonctionne !

1 – Exemple petite installation (73)

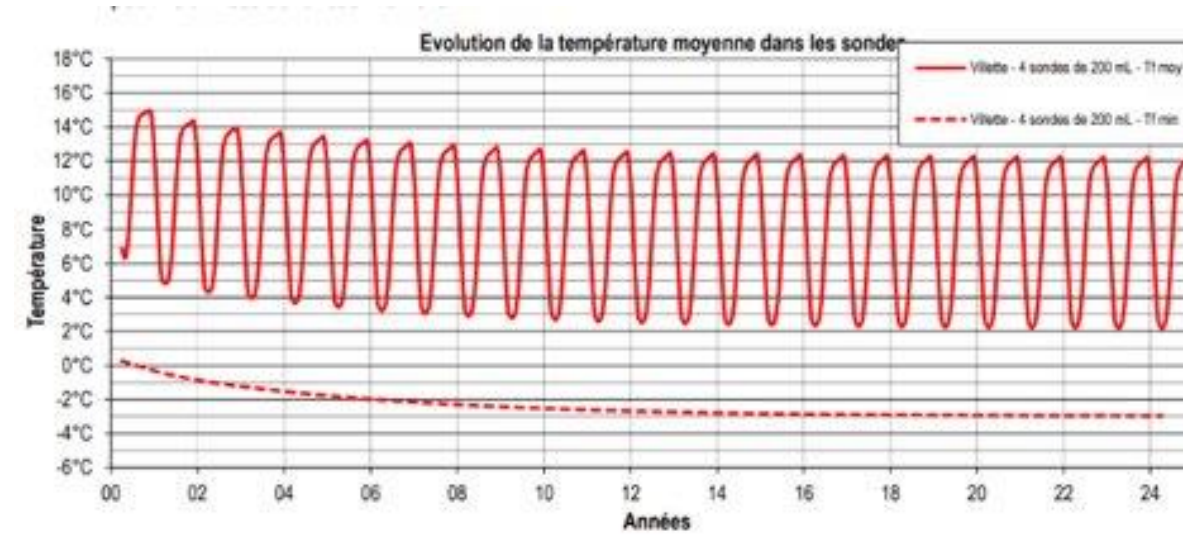
- Ecole maternelle (700 m²) et salle sportive et festive (920 m²), rénovation énergétique

• Déroulement dimensionnement :

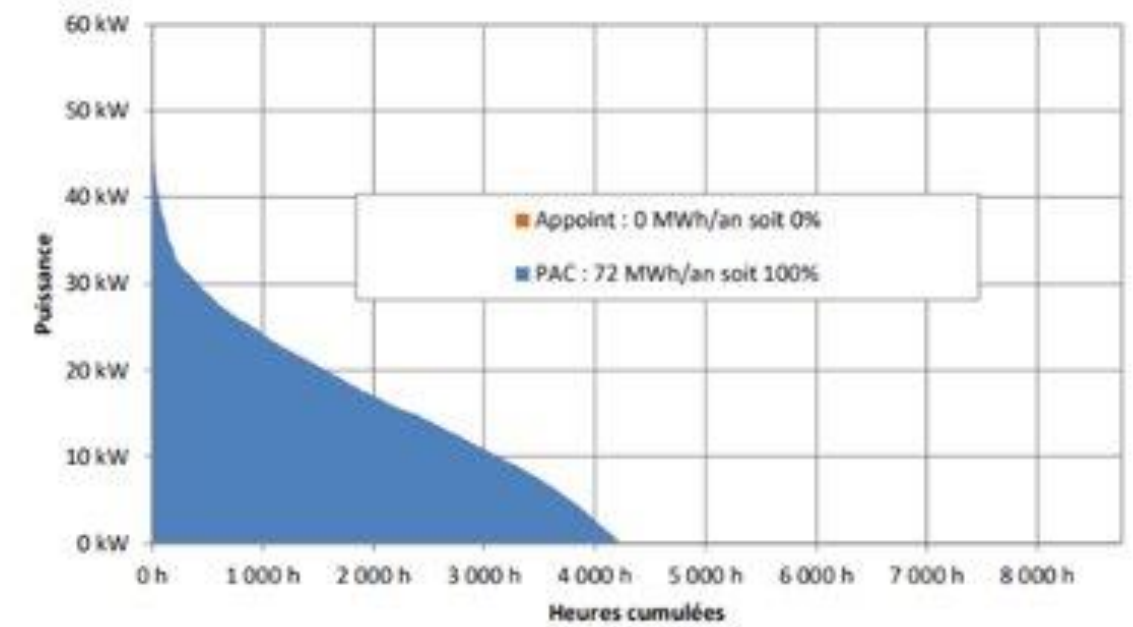
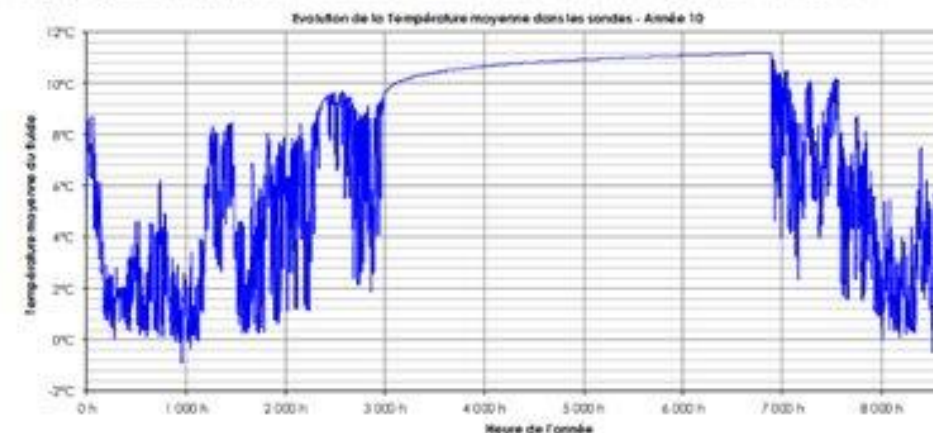
- Analyse besoins et fonctionnement
- Intégration économies d'énergie (Isolation, ouvrants, ventilation)
- Bilan énergétique installation
- Modélisation champ de sondes

	Besoins de chauffage	PAC			Appoint	Electricité pompe	COP global installation
		Couverture	COP	Electricité			
Janvier	16,8 MWh	16,8 MWh 100,0%	3,50	4,8 MWh	0,0 MWh	0,2 MWh	3,36
Février	12,4 MWh	12,4 MWh 100,0%	3,59	3,5 MWh	0,0 MWh	0,2 MWh	3,41
Mars	10,2 MWh	10,2 MWh 100,0%	4,08	2,5 MWh	0,0 MWh	0,2 MWh	3,81
Avril	4,5 MWh	4,5 MWh 100,0%	4,55	1,0 MWh	0,0 MWh	0,1 MWh	4,04
Mai	0,4 MWh	0,4 MWh 100,0%	5,30	0,1 MWh	0,0 MWh	0,0 MWh	3,17
Juin	0,0 MWh	0,0 MWh -	-	0,0 MWh	0,0 MWh	0,0 MWh	-
Juillet	0,0 MWh	0,0 MWh -	-	0,0 MWh	0,0 MWh	0,0 MWh	-
Août	0,0 MWh	0,0 MWh -	-	0,0 MWh	0,0 MWh	0,0 MWh	-
Septembre	0,0 MWh	0,0 MWh -	-	0,0 MWh	0,0 MWh	0,0 MWh	-
Octobre	3,3 MWh	3,3 MWh 100,0%	4,99	0,7 MWh	0,0 MWh	0,1 MWh	4,24
Novembre	9,8 MWh	9,8 MWh 100,0%	4,22	2,3 MWh	0,0 MWh	0,2 MWh	3,94
Décembre	14,8 MWh	14,8 MWh 100,0%	3,69	4,0 MWh	0,0 MWh	0,2 MWh	3,51
Total	72,1 MWh	72,0 MWh 100,0%	3,84	18,8 MWh	0,0 MWh	1,2 MWh	3,60

- Fourniture PAC = 72 MWh
- COP PAC = 3,8 / global = 3,6



Le graphique ci-après présente l'évolution des températures dynamiques pour l'année 10 :



Le projet :

- PAC de 50 kW
- 4 sondes de 200 mL
- Secours électrique

Oui cela fonctionne !

1 – Exemple petite installation

- Ecole maternelle (700 m²) et salle sportive et festive (920 m²), **rénovation énergétique**

• Investissements :

- Etudes / MOE = 20 k€
- Sondes = 65 k€
- PAC = 65 k€
- Subventions = études : 5 k€ / Fonds Chaleur 43 k€ + DETR

• Exploitation (2020) :

- Référence (P1 Gaz) = 6 500 € HT/an
- Projet (P1 + delta P2/P3) = 3 100 € HT/an

• Temps de retour :

- Brut = 23 ans
- Augmentation énergies = 15 à 16 ans

• Environnemental :

- Economie GES : 20 tCO₂/an (-82%)
- 54 MWh extraits des sondes

• Pas de supervision :

- Relevé mensuel des compteurs
- Mesures dynamiques ponctuelles au besoin

• Bilan réel après 10 mois:

- Couverture = 100% (idem prévisionnel)
- Fourniture = 41 MWh (prévisionnel 46 MWh)
- COP PAC = 4,9 / global = 3,95

⇒ **Amélioration des lois d'eau**

⇒ **Asservissement à optimiser**

Oui cela fonctionne !

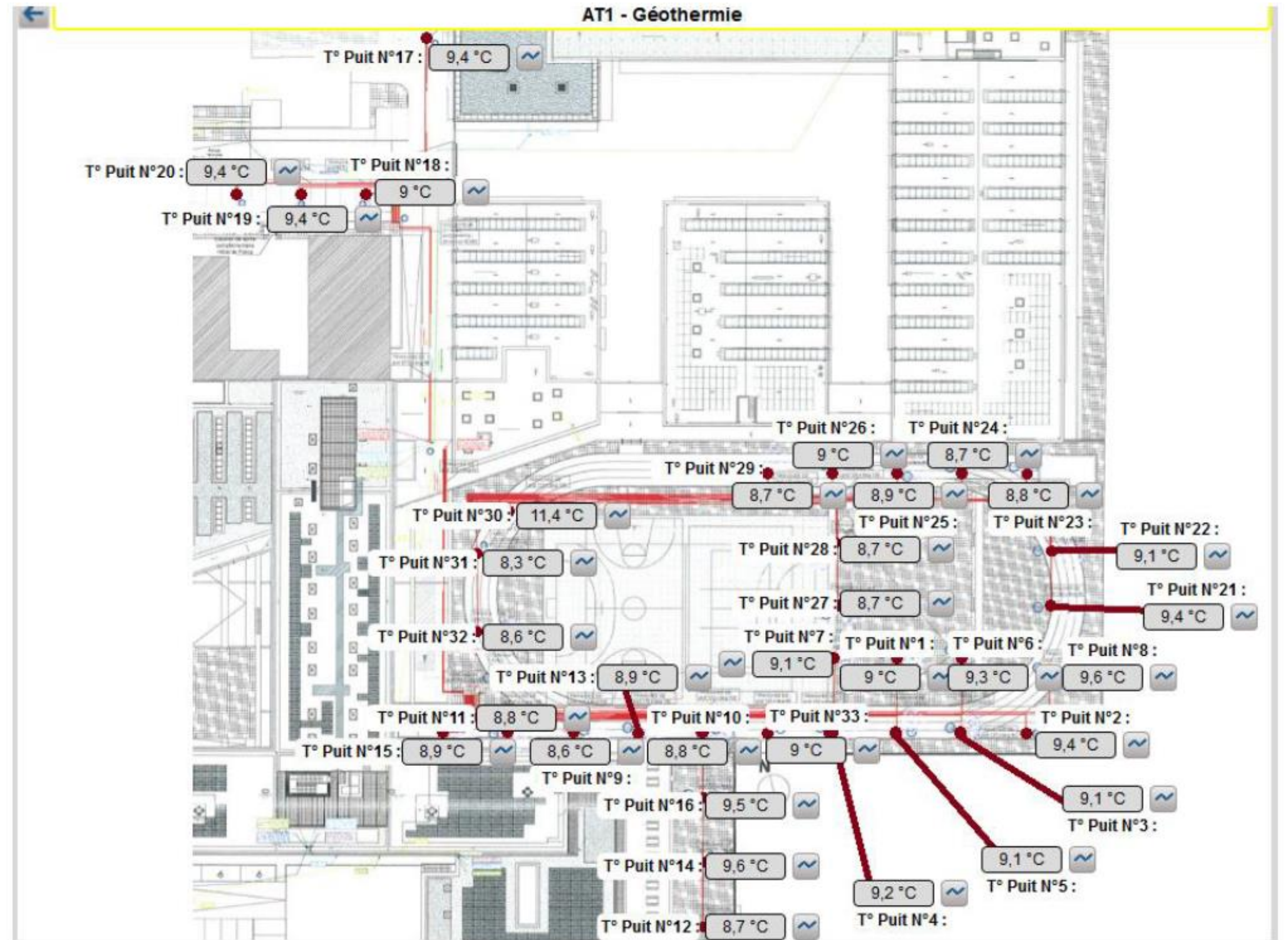
1 - Exemple grosse installation
- Lycée Hélène le Duc à Bergerac,
13 422 m² de **bâtiment neuf**

33 Sondes en double U de 99 mètres de profondeur

1 PAC AERMEC de 191 KW (régimes 46°C/40°C et 11°C/7°C)

Chauffage l'Hiver, géocooling l'été

Réalisation en 2014

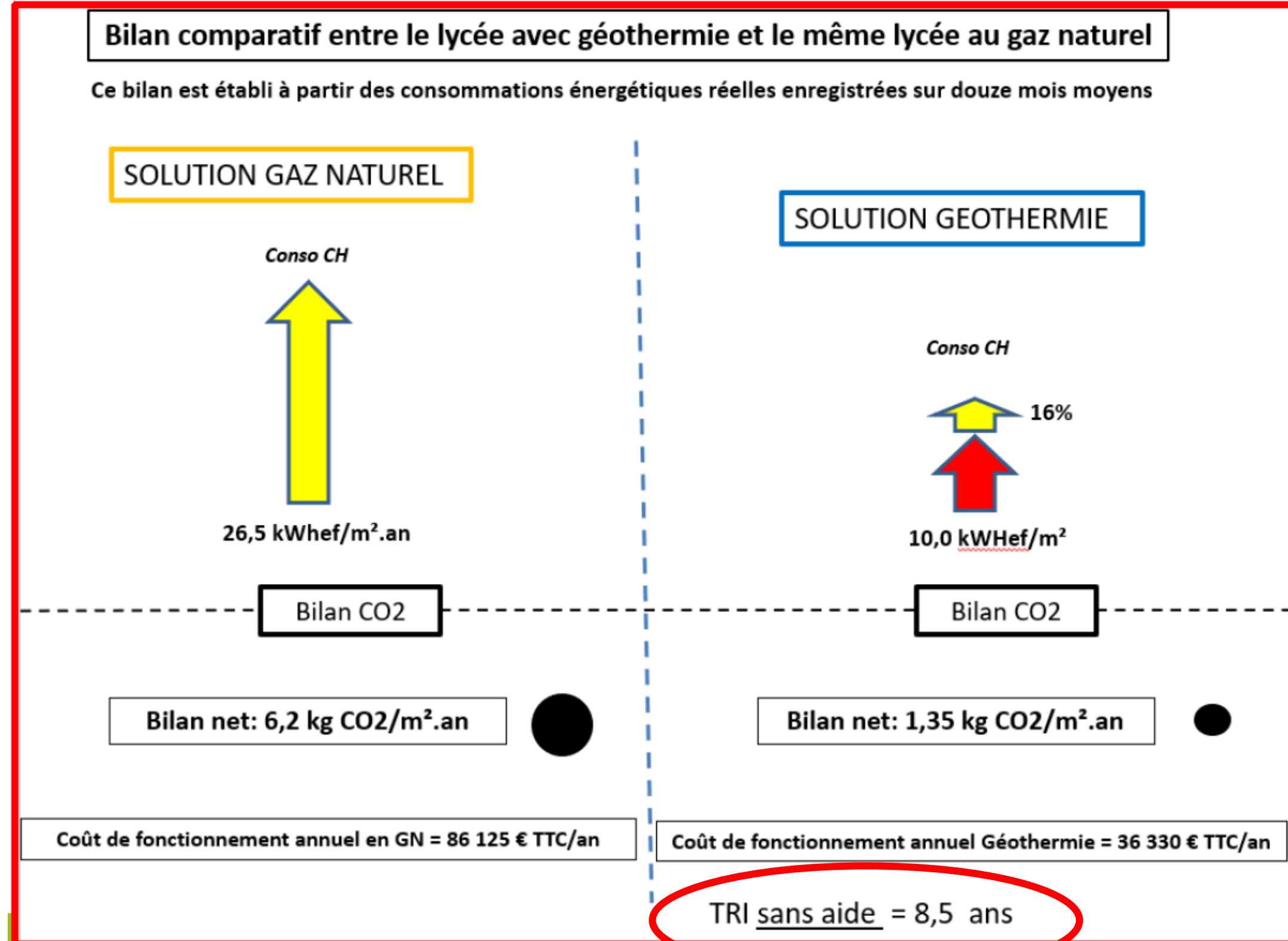


Oui cela fonctionne !

1 - Exemple grosse installation - Lycée Hélène le Duc à Bergerac, 13 422 m² de **bâtiment neuf**

Suivi sur 4 hivers Géothermie sur sondes H. Duc

	Prod PAC (Mwhut)	COP net	Appoint GN (Mwhut)	Prod Totale (Mwhut)	% couv	DJU (°C)	ratio Trent. kWh/m ² .an
Année 2016	249,74	3,93	28,9	278,6	89,6%	2110	22,5
Année 2017	272,3	3,82	60	332,3	81,9%	1691	26,8
Année 2018	274,9	3,72	51,1	326,0	84,3%	1630	26,3
Année 2019	222,93	3,81	100,9	323,8	68,8%	1721	26,1



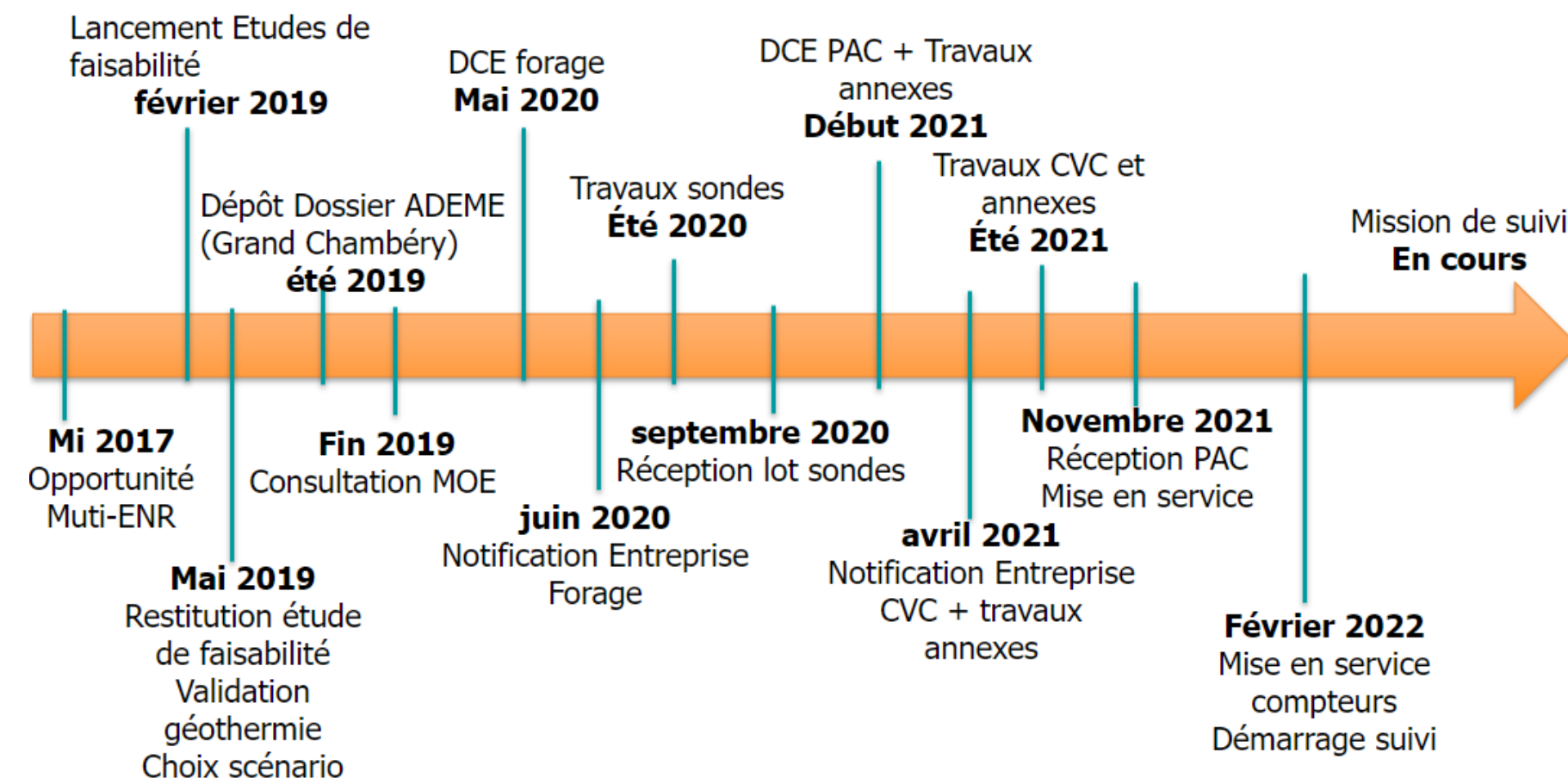
Enjeux et erreurs

1 – S’organiser pour mener à bien un projet de géothermie, points clefs

- Qualification des BE thermique (OPQIBI 20,13) et sous-sol (OPQIBI 10,07)
- Adapter l’équipe à la dimension du projet.

=> Si gros projet en MGPE, s’entourer d’un AMO sous-Sol (Conception, suivi travaux, dossier Ademe, suivi performance)

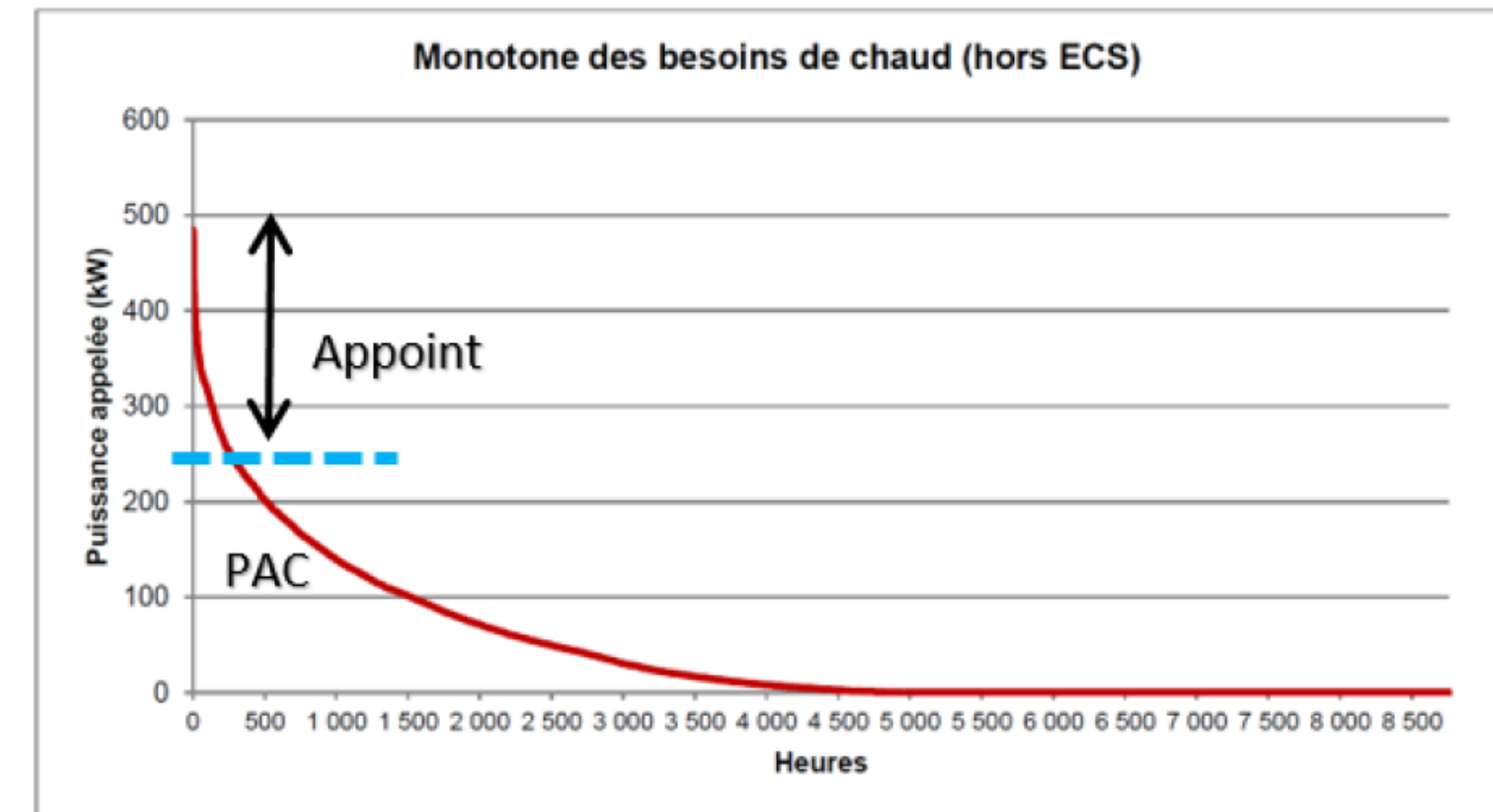
- Si deux BE Surface/sous-sol différents, **s’assurer qu’ils communiquent....**
- Adapter les délais du projet (on ne fait pas que changer une chaudière)



Enjeux et erreurs

2 – Concevoir le projet, point clefs

- Avoir une bonne vision des besoins en puissance ET en énergie annuelle (rénovation ou neuf) (surdimensionnement ou sous-dimensionnement du champ de sonde)
- La puissance est le paramètre qui influe le plus sur la taille du champ de sonde => lissage des appels de puissance, relance matinale, etc..
- Travailler le taux de couverture :
très souvent ne couvrir que 50 % de la puissance permet de couvrir plus de 80 % de l'énergie annuelle
- Adaptation PAC et champ de sonde (Nb heures)
- Ces éléments influent aussi sur les aides !



Enjeux et erreurs

3 – Réaliser le champ de sondes, points clefs

- **Qualification de l'entreprise de forage** (travaux de sondes, raccordement, équilibrages de l'installation)
- **Respect des contraintes réglementaires :**
 - Télédéclaration, cartographie, Attestation d'Expert éventuelle
 - Prescriptions de l'arrêté 2015, distances, etc..
- **Être sûr que les essais de réception et équilibrages sont correctement faits** (PV, contrôles du MOE)
- **Si réalisation sous un bâtiment ou un parking, attention à la mission OPC** (Risques de dérives du planning)

Enjeux et erreurs

4 – Mise en service et suivi

- Selon l'ampleur du projet, mettre en place une supervision (qui fonctionne...)
- **Le suivi des performances énergétique est FONDAMENTAL :**
 - Disposer d'éléments mesurés et objectifs
 - Détecter des anomalies ou améliorations possibles (lois d'eau, asservissement des auxiliaires, schéma hydraulique,..)
 - Données pour le suivi ADEME
- **Compétence de l'entreprise en charge de l'exploitation**

Enjeux et erreurs

4 – Aller plus loin

- Audits d'installations réalisées par l'ADEME dans plusieurs régions de France

- A pondérer, aujourd'hui les intervenants sont bien mieux formés



Principales erreurs à éviter

Synthèse de 21 audits réalisés par l'Ademe

(dont 16 sur sondes géothermiques et dont 3 installations bio-énergies qui n'ont aucun des défauts ci-dessous)

- Le COP système observé varie entre 1,4 et 6,6
 - 14% ont un calorifuge déficient
 - 23% ont un débit évaporateur ou condenseur insuffisant
- 24% ont des PAC aux performances intrinsèquement insuffisantes
 - 38% ont une PAC surdimensionnée (autour de 500h/an)
 - 44 % des champs de sondes sont sous ou sur dimensionnés
- 48% ont un schéma hydraulique erroné ou inadapté au projet
 - 67% ont une loi d'eau inexistante ou mal réglée
- 76% n'ont pas un asservissement correct des auxiliaires (pompes)
 - 76% n'ont pas de suivi énergétique