

TRANSITION ÉNERGÉTIQUE:

HABITATIONS COLLECTIVES ET IMMEUBLES DE BUREAUX

Production de chaleur centralisée
Gecentraliseerde warmteproductie

14 septembre 2022

Sébastien Belpaire
Consultant



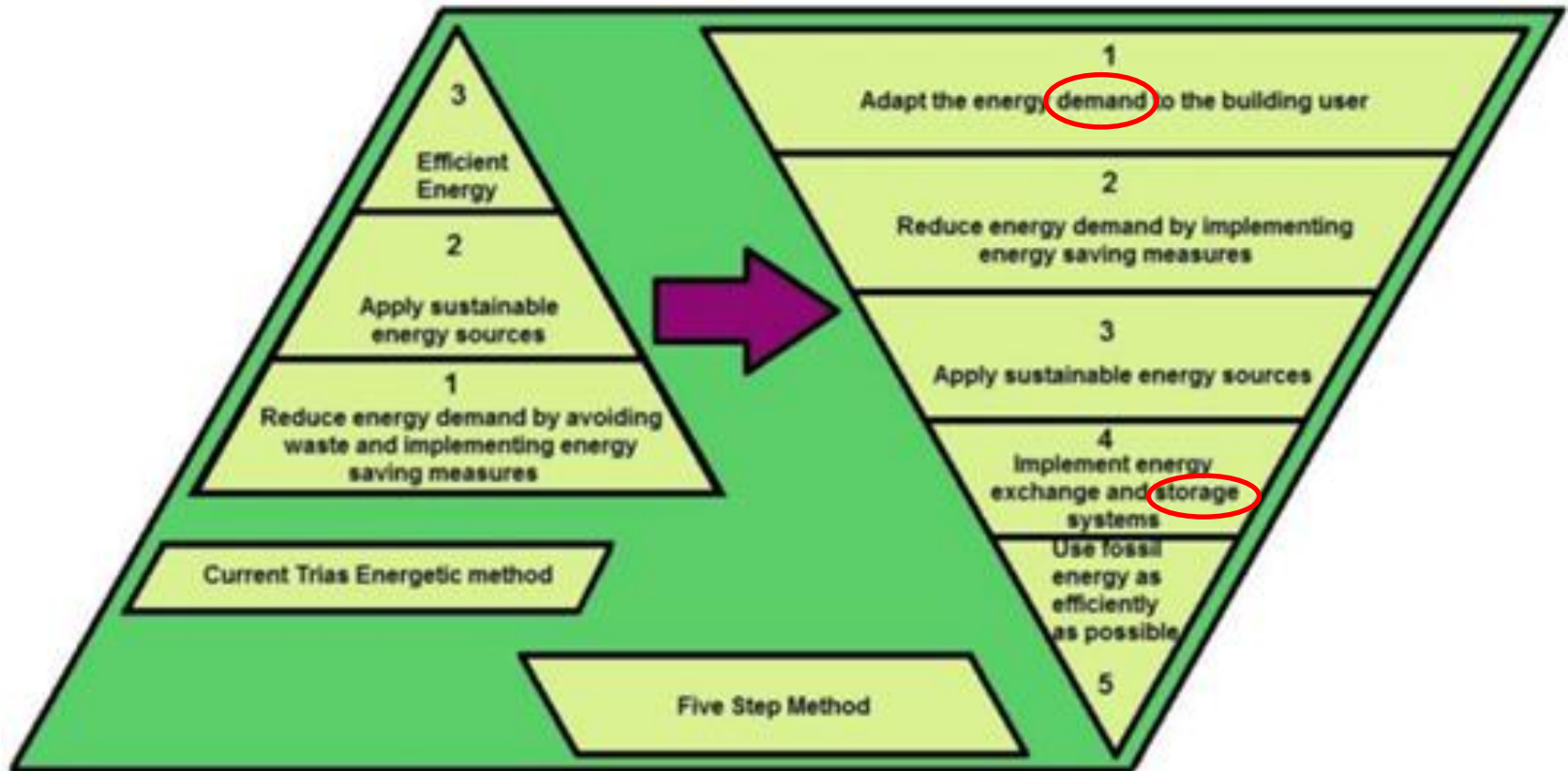
Constats et hypothèses

- Dépendance énergétique
- Parc immobilier existant peu isolé
- Economie de marché
- Facteurs d'influence:
 - Dérèglement climatique
 - COVID 19
 - Augmentation du prix du gaz

Résultat

- HWOW
- Evolution du besoin immobilier
 - “bureaux”: occupation variable
 - “Logement”: confort – flexibilité
- Variation de la valeur immobilière (€)
 - PEB - PLAGE
 - NZEB
 - BREEAM - WELL

Stratégie



Stratégie

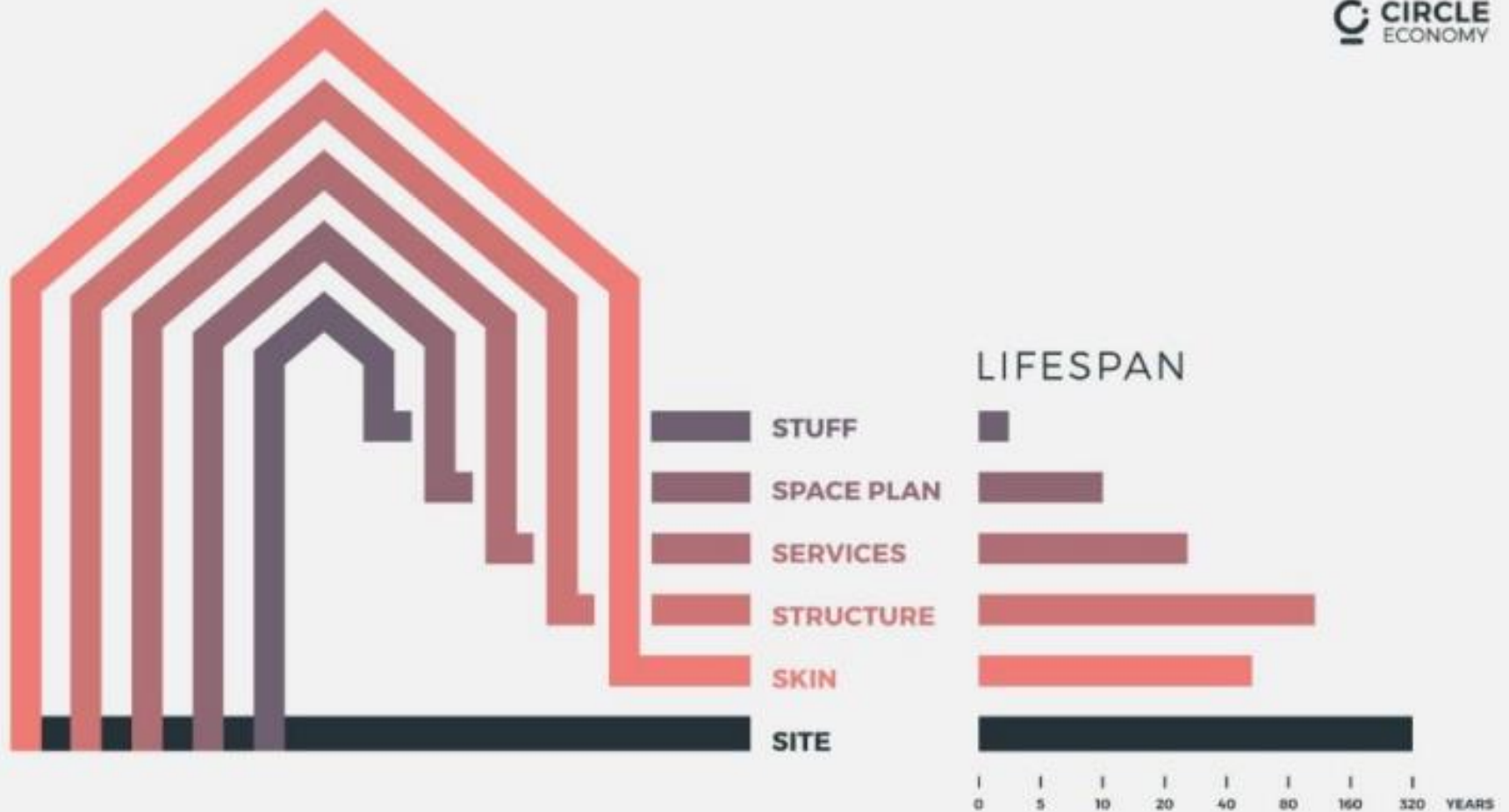
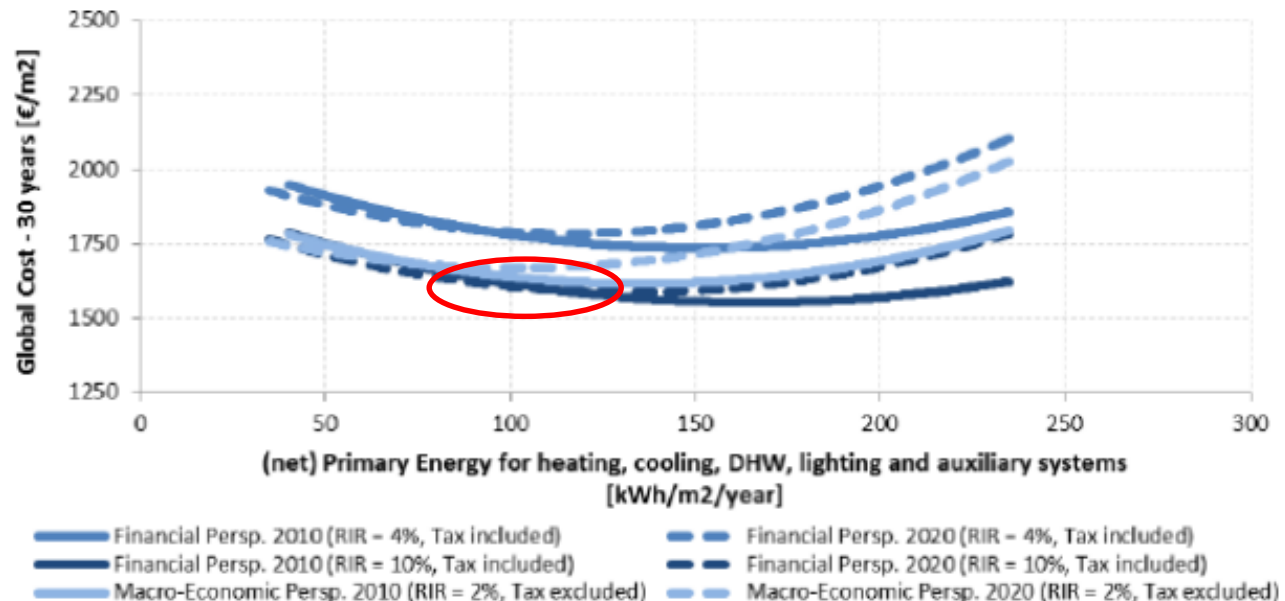


Table 2.2: Cost-optimal new office building stock modelling results for the four EU climate zones

Climate zone (selected city)	2010 results (kWh/m ²)		2020 Cost-optimal performance (kWh/m ²)
	Cost-optimal performance	Performance class for top 20% of the building variants	
Catania	120	30 - 45	80
Paris	170	30 - 45	100
Budapest	160	45 - 60	90
Stockholm	160	60 - 75	100

Source: Ecofys (2013)



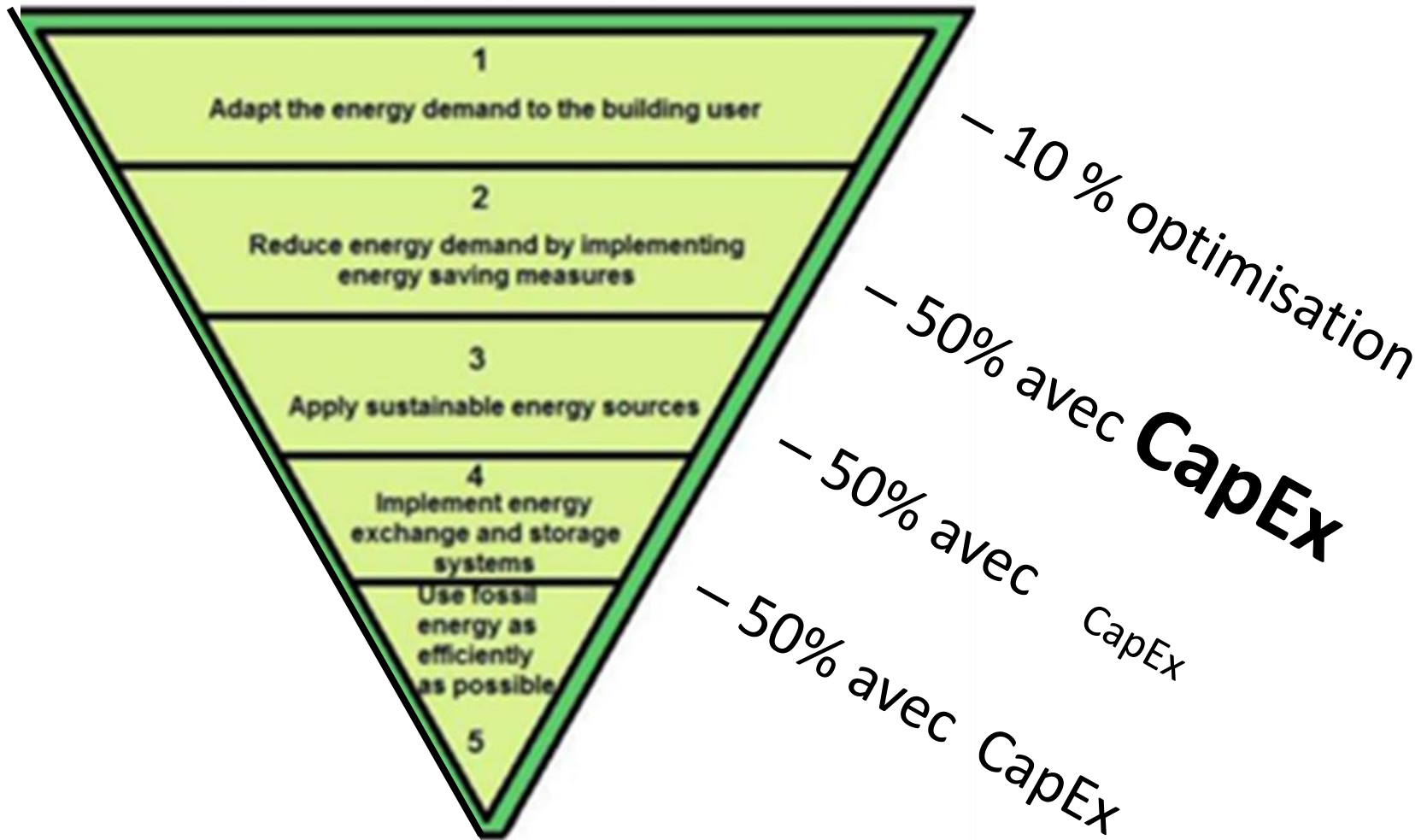
Source: Ecofys (2013)

Figure 2.3: Modelled changes in cost optimality curves between 2010 and 2020 for a new office building in Paris, France

Pistes de solutions

- Motiver les investisseurs
 - Réduction de CO₂
 - Limiter les CapEX
 - Réduire les OpEx

Pistes de solutions



Référence

Electricité versus Energie primaire

Equivalent Energie Primaire	IBGE	AR 24/07/08	Internet
Gaz	1	1	1
Electricité	2,5	1,8	1,1

TéqCO ₂ /MWh	IBGE	AR 24/07/08	Internet
Gaz	0,202	0,217	0,206
Electricité	0,505	0,395	0,220

Sibelga:

<https://www.energuide.be/fr/questions-reponses/a-quoi-correspond-une-tonne-de-co2/2141/>



Pistes de solutions

- Production durable:

- PV
- Eolien
- Bois
- PAC

- Stockage:

- Electricité
- H₂
- Eau tempérée

Pistes de solutions

- Pompes à Chaleur
 - Air/Air
 - Air/Eau
 - Eau/Eau:
 - Géothermie fermée
 - Géothermie ouverte
 - Riothermie

Projet 1



Réseau



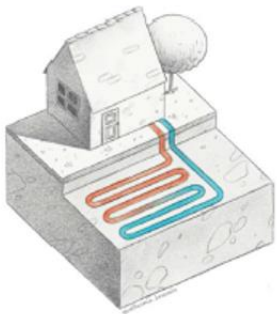
Programme initial

Fonctions	SBHS (m²)	(%)
Logements	20.665	75
Commerces	660	2
Bureaux/coworking	4.584	17
Food corner, marché bio, ...	1.727	6
	27.637	100

Possibilités “fossil free”

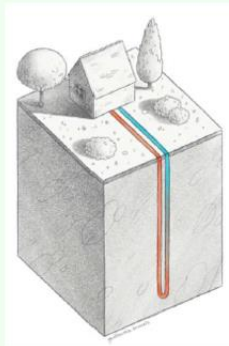
GÉOTHERMIE DE SURFACE (<5m)

- Horizontale ou en spirale collectionneurs
- Système fermé
- Bâtiment résidentiel



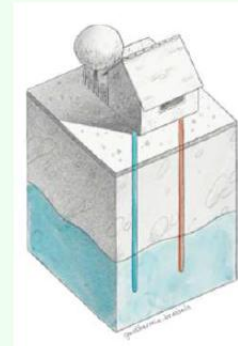
L'ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE À FAIBLE PROFONDEUR (50-300m)

- **Forage vertical** – moins de surfaces nécessaire ;
- Plus coûteux ;
- **Meilleur rendement** que le système de surface ;
- Système **fermé OU ouvert**
- Pour Bureaux, logements, ...



SYSTÈME
FERME

- Circulation de la chaleur à travers un liquide de refroidissement.
- Occupe moins de surface.

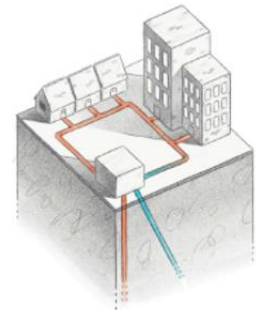


SYSTÈME
OUVERT

- Circulation de la chaleur dans les eaux souterraines
- Paires de sources : source "froide" et source "chaude"
- Combiné avec des pompes à chaleur géothermiques

GÉOTHERMIE PROFONDE (>1000m)

- Forage vertical
- Système ouvert
- Réseaux de chaleur, les centrales électriques



Comparatif

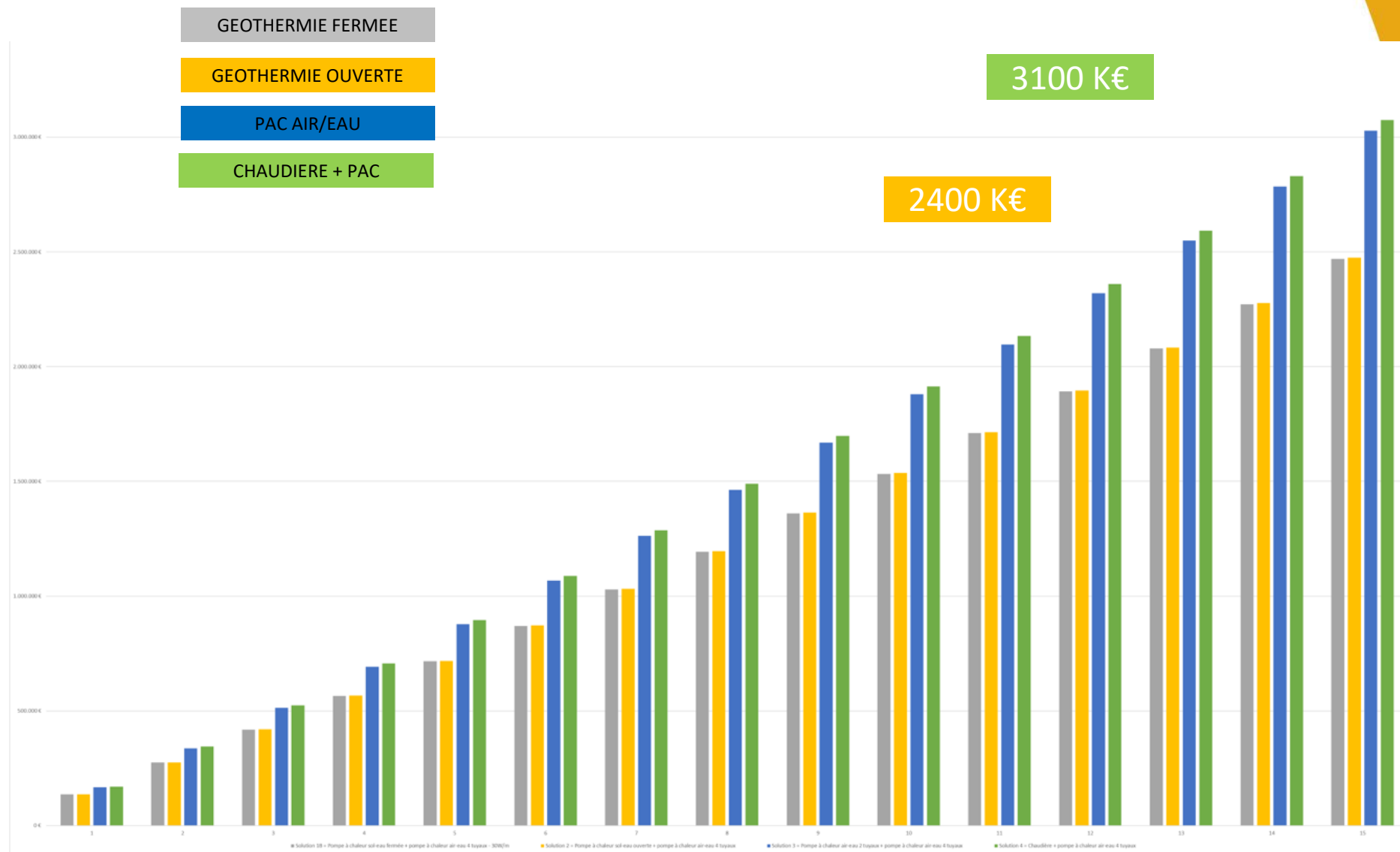
- Solution 1 = Pompe à chaleur sol-eau fermée + pompe à chaleur air-eau 4 tuyaux
- Solution 2 = Pompe à chaleur sol-eau ouverte + pompe à chaleur air-eau 4 tuyaux
- Solution 3 = Pompe à chaleur air-eau 2 tuyaux + pompe à chaleur air-eau 4 tuyaux
- Solution 4 = Chaudière + pompe à chaleur air-eau 4 tuyaux
- Solution 4 bis = Chaudière + machine frigorifique

Comparatif

Emissions de CO2 (kg/an):

1	200.558	47%
2	200.558	47%
3	246.681	57%
4	329.738	77%
4 bis	429.690	100%

Coût des consommations sur 15 ans



Conclusion => Delta TCO = +/- 0

Géothermie ouverte

- Disponible:

Puissance chaude de la pompe à chaleur géothermique en fonction du débit d'eau disponible dans le sol (pour un $\Delta T = 5^{\circ}\text{C}$) :

Q (m ³ /h)	Puissance extraite dans le sol (kW)	Rendement PAC	Puissance compresseur (kW)	Puissance chaude bâtiment (kW)
50	290	4,75	77	368
55	319	4,75	85	404
60	348	4,75	93	441
65	377	4,75	101	478
70	406	4,75	108	515

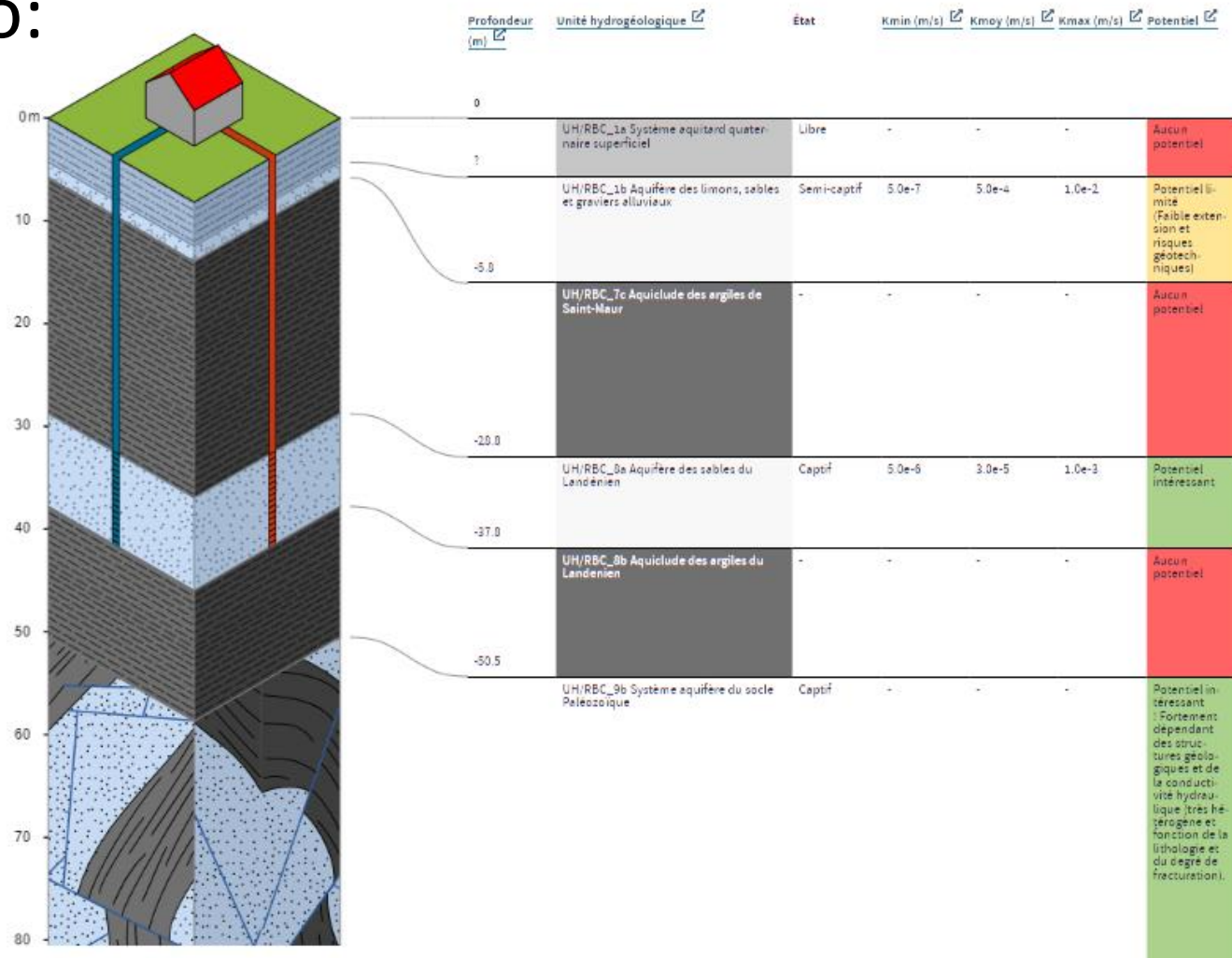
Fond de plan Urb



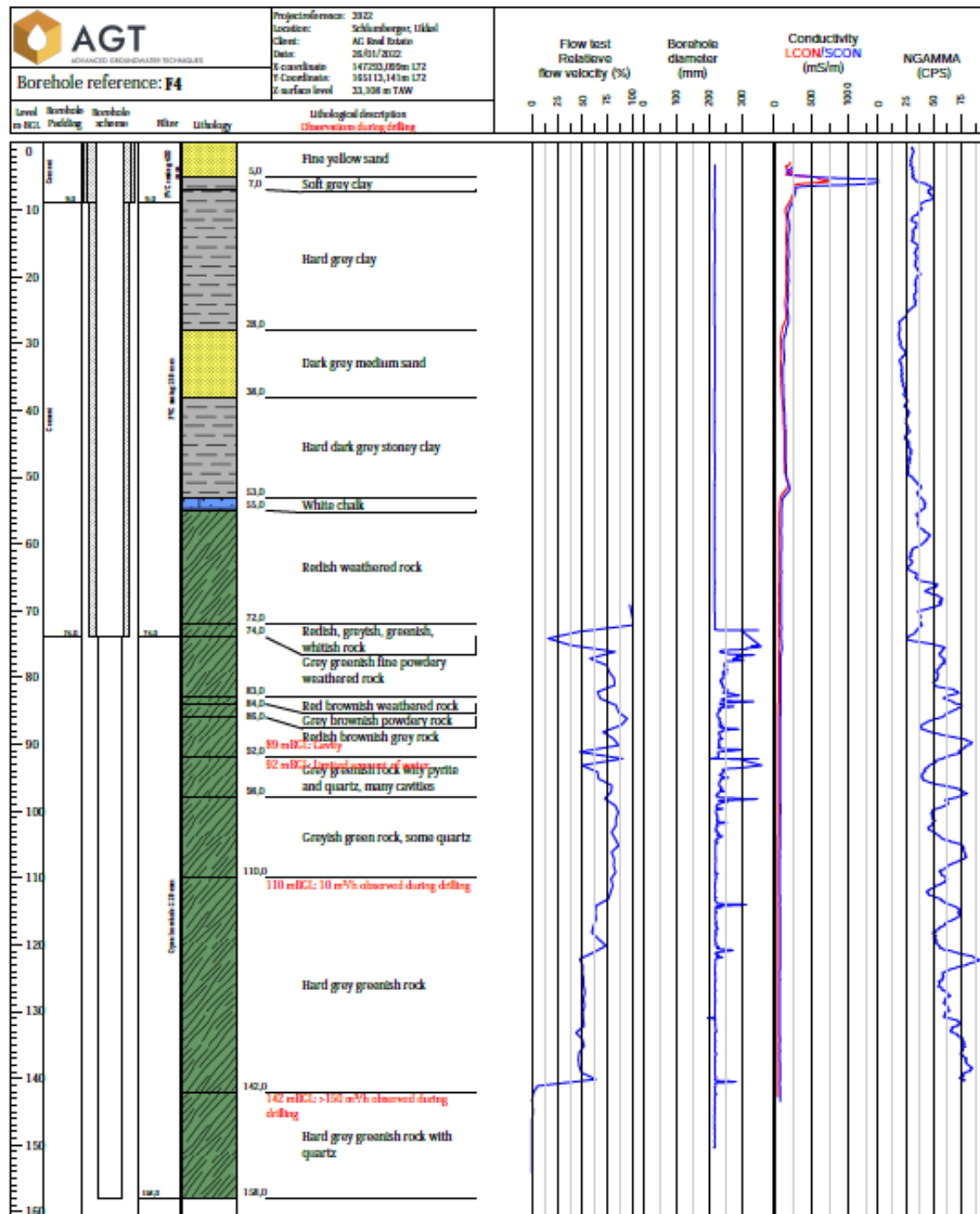
20

Géothermie

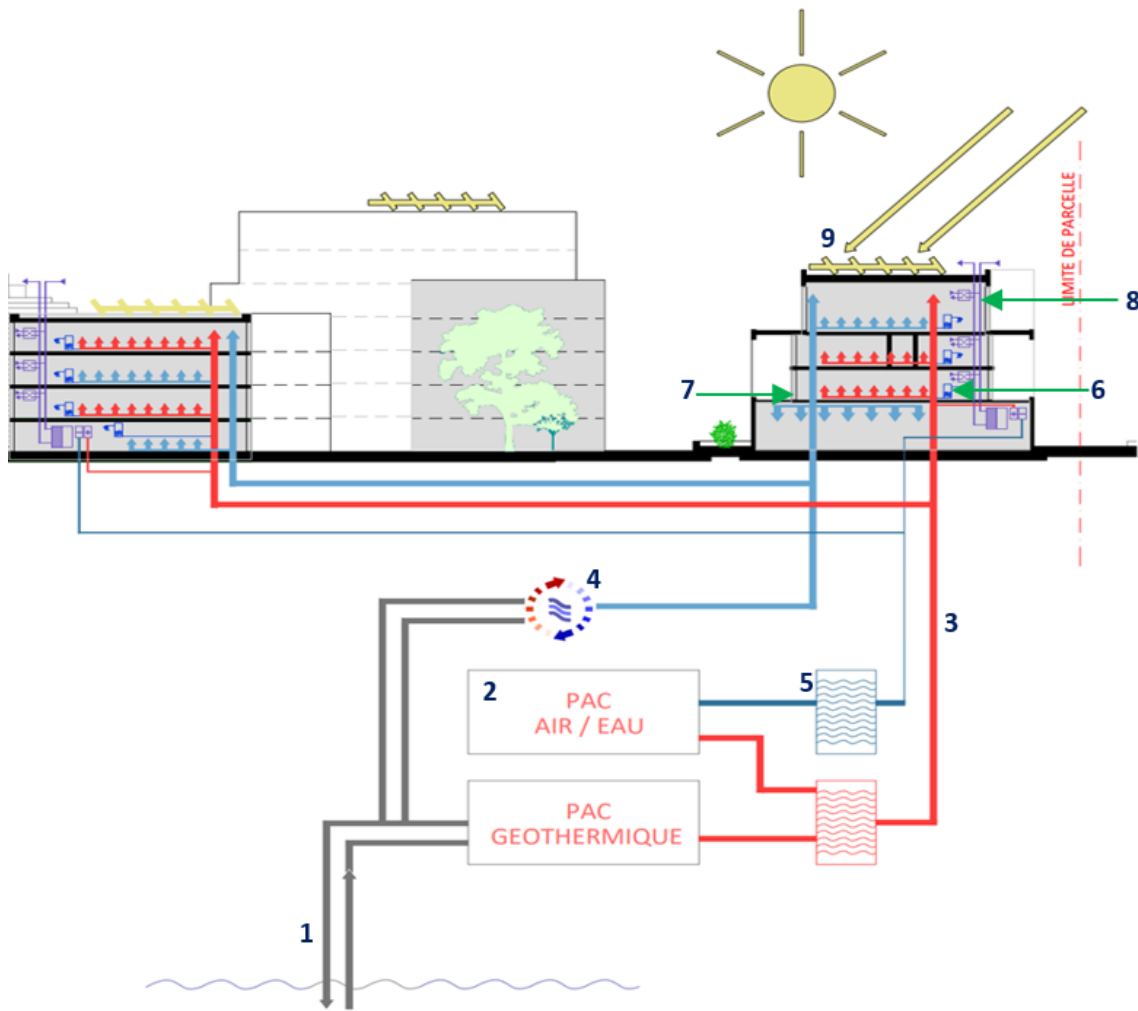
- Brugeo:



Forage test



Concepts techniques

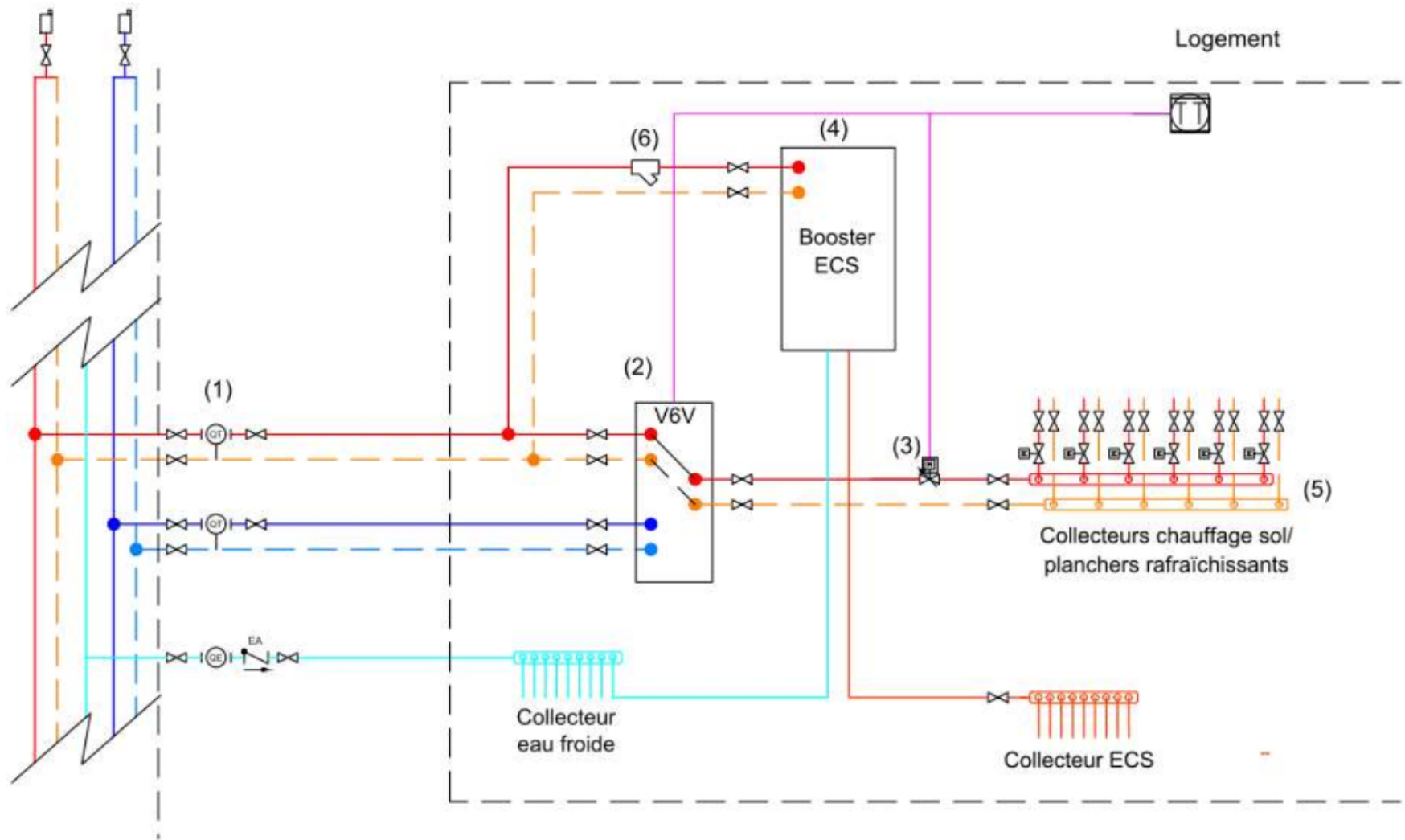


1. *Récupération de la chaleur du sol*
2. *Récupération de la chaleur de l'air (support en période froide – et backup – 2 PAC)*
3. *Transfert de cette chaleur vers les bâtiments*
4. *Géocooling : Rafraîchissement gratuit des bâtiments – stockage de la chaleur extraite des bâtiments dans le sol*
5. *Refroidissement : refroidissement pour les bureaux/commerces – refroidissement mécanique limité*
6. *Production d'eau chaude sanitaire décentralisée – pompe à chaleur eau/eau*
7. *Chauffage de sol / Plafond rayonnant*
8. *Ventilation mécanique : double-flux décentralisé – récupération de chaleur sur l'air extrait*
9. *Panneaux photovoltaïques : compensation partielle de consommation des pompes à chaleur*

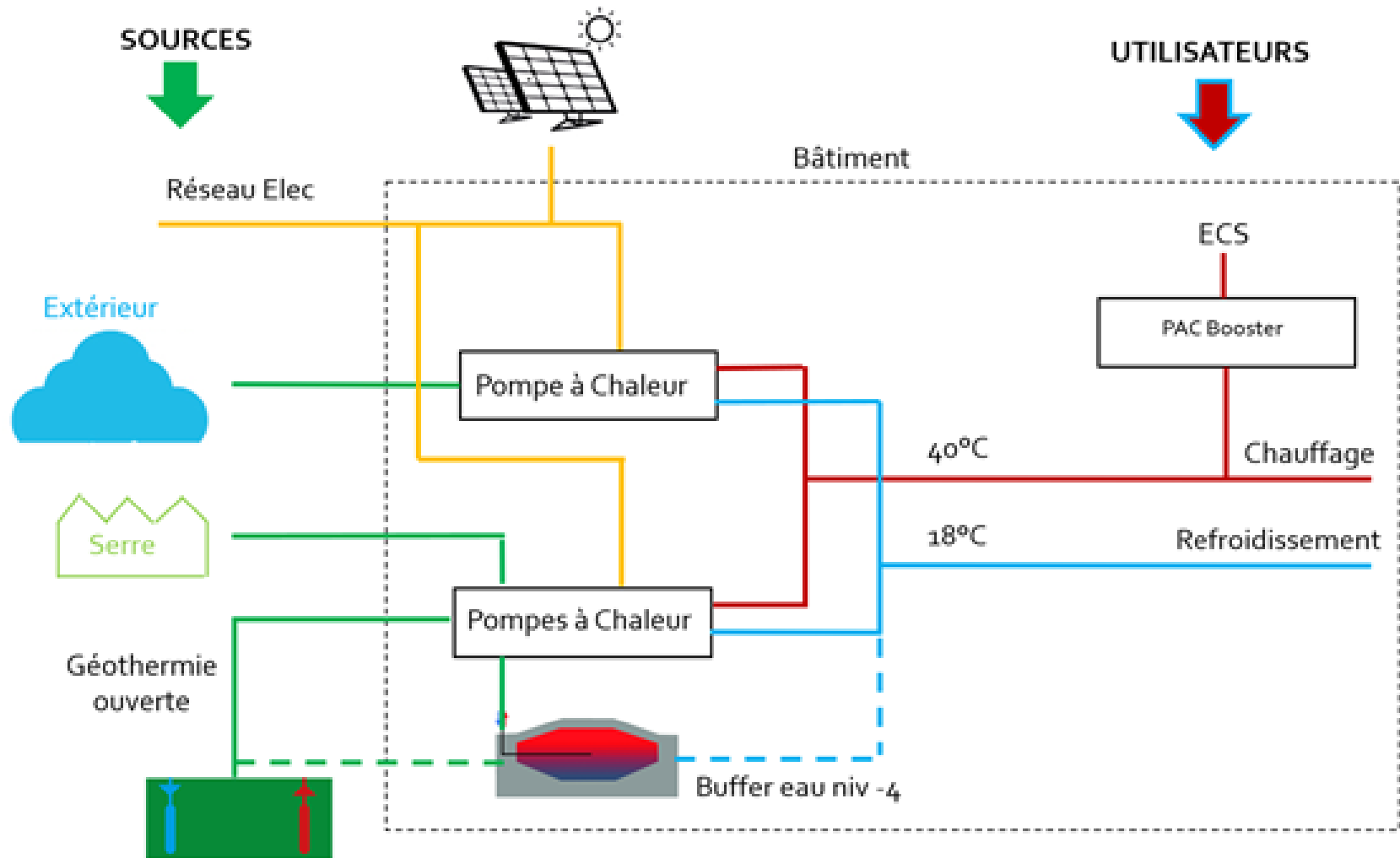
Besoins

1. Chauffage
2. Rafraichissement
3. Froid actif
4. Froid > Chaud
5. Chaud > Froid

Géothermie: eau chaude sanitaire



Projet 2, avec stockage



Projet 3

Nouvelle chaufferie +:

1. MACHINE FRIGORIFIQUE + 2 TOURS
2. MACHINE FRIGO A CONDENSATION PAR AIR
3. DEUX M.FRIGO A CONDENSATION PAR AIR
4. POMPE A CHALEUR AIR-EAU + M. FRIGO A
CONDENSATION PAR AIR

Nouvelle chaufferie +:

	M. Frigo + 2 Tours	M. Frigo Air/Eau	M. Frigo Air/Eau M. Frigo Air/Eau	M. Frigo Air/Eau Pompe à chaleur
	SCENARIO 1	SCENARIO 2	SCENARIO 3	SCENARIO 4
MISE EN ŒUVRE	3	4	SCENARIO LE PLUS SIMPLE A METTRE EN ŒUVRE	2
SECURITE DE FONCTIONNEMENT	4	3	2	SCENARIO OFFRANT LA PLUS GRANDE SECURITE DE FONCTIONNEMENT
IMPACT SUR LE PERSONNEL	4	3	SCENARIOS AYANT LE MOINS D'IMPACT SUR LE PERSONNEL	
MAINTENANCE	4	SCENARIO CONDUISANT A LA MAINTENANCE LA PLUS AISEE, LA MOINS ONEREUSE	2	3
BUDGET (*)	4 + 220.000 € HTVA	SCENARIO LE MOINS CHER	2 + 75.000 € HTVA	3 + 136.500 € HTVA
CONSOMMATION (**)	LES 4 SCENARIOS CONDUISENT A DES COÛTS EN CONSOMMATION D'EAU/D'ENERGIE COMPARABLES			
DURABILITE (***)	2	4	3	SCENARIO LE PLUS DURABLE

(*)

SANS PRISE EN COMPTE DES PRIMES/DEDUCTIONS FISCALES EVENTUELLES

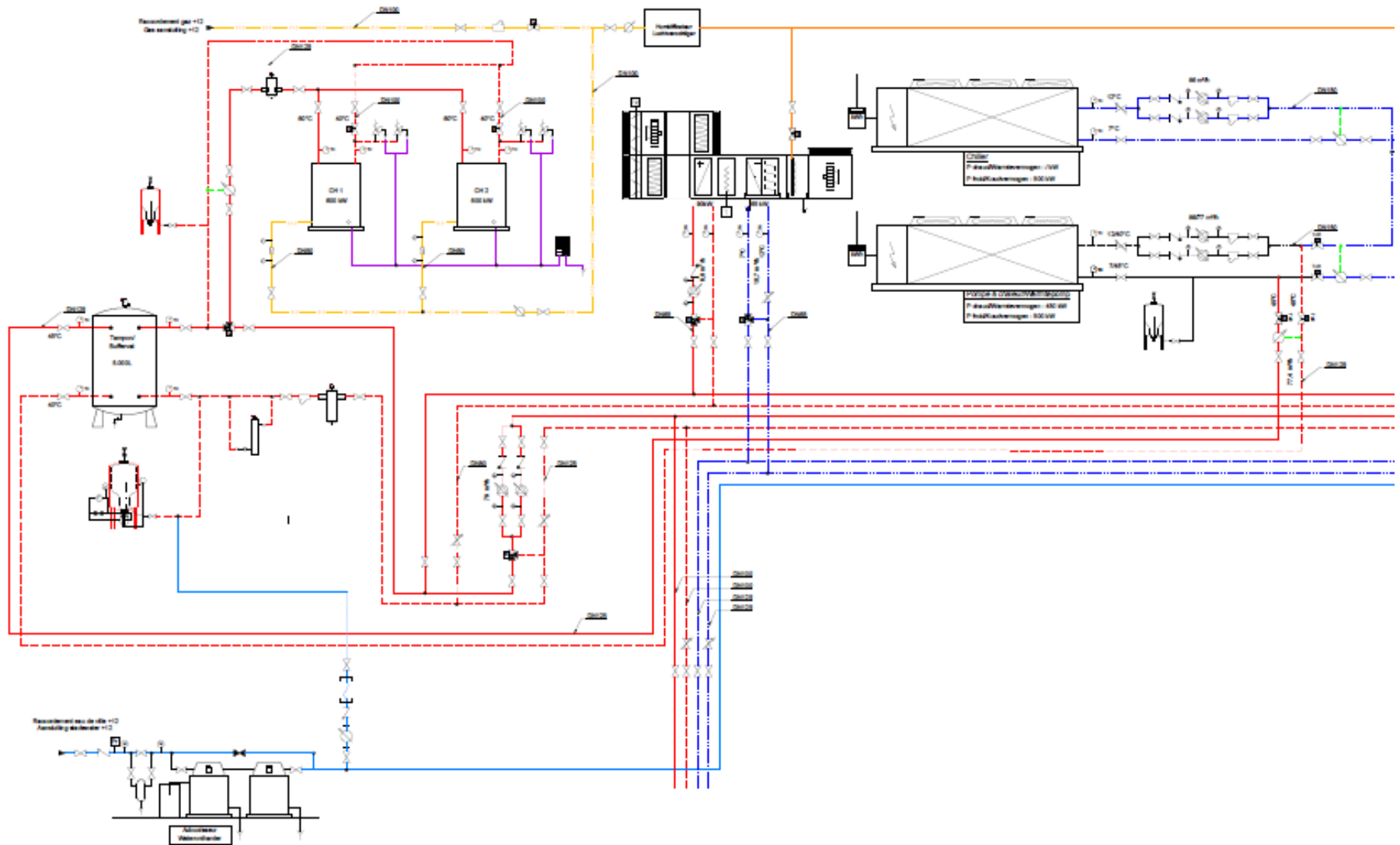
(**)

CONCLUSION BASEE SUR LE COÛT ACTUEL DE L'EAU ET DE L'ENERGIE < 2020

(***)

CONCLUSION BASEE SUR LES EMISSIONS DE CO2 ACTUELLES DU kWh DE GAZ NATUREL ET D'ELECTRICITE

Schéma bloc



En bref

La production de chaleur
décarbonnée centralisée
est
possible et pas plus cher à l'usage!



Q/A

Next steps?