

Projet de construction d'un nouvel hôpital Clinique Saint-Pierre - Site de Louvrange

Etude de faisabilité des systèmes alternatifs de production
et d'utilisation d'énergie conformément au décret du 28
novembre 2013

Version	Description	Auteur de l'étude et responsable PEB	Date
05	Rapport	B4F SRL Drève du Duc 59 – 1170 Bruxelles	11/12/2024

TABLE DES MATIÈRES

1.	Introduction	3
2.	Description du projet.....	3
3.	Hypothèses sur les vecteurs énergétiques	3
4.	Technologies renouvelables.....	4
5.	Scénarios techniques et paramètres d'étude	5
6.	Définition des besoins en énergie (extrait calcul PEB).....	6
7.	Résultats - Clinique.....	6
8.	Résultats - Crèche	9

1. Introduction

Depuis le 1er mai 2015 et conformément au décret du parlement wallon du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments, une étude de faisabilité technique, environnementale et économique doit être jointe à la demande de permis d'urbanisme pour toute nouvelle construction, peu importe sa surface.

Cette étude de faisabilité est destinée à envisager des systèmes alternatifs de production d'énergie afin de les comparer avec un système classique (dit « de référence »), ayant recours à des énergies fossiles.

L'analyse est menée sur base de critères objectifs, techniques, financiers et environnementaux.

Les systèmes de production alternative d'énergie suivants sont envisagés :

- + Biomasse (chaudière à pellets) ;
- + Panneaux solaires thermiques ;
- + Panneaux solaires photovoltaïques ;
- + Pompes à chaleur ;
- + Réseau de chaleur ;
- + Cogénération.

Différents scénarios d'utilisation de ces systèmes sont étudiés de manière à définir les meilleurs moyens de couvrir les besoins pour atteindre un bilan technique, environnemental et économique optimal.

2. Description du projet

Le projet consiste en la construction d'un hôpital et d'une crèche. Le projet comporte 3 bâtiments PEB dont la destination est Non-Résidentielle.

- + Ew Clinique : 70 (Ew max : 88)
- + Ew Psychiatrie : 52 (Ew max : 68)
- + Ew Crèche : 63 (Ew max : 90)

Le bâtiment Psychiatrie et la clinique sont connectés au niveau des systèmes de production de chaleur et de refroidissement. Ces deux entités seront donc évaluées au sein de la même faisabilité pour le recours aux énergies renouvelables. La crèche sera évaluée de manière autonome.

3. Hypothèses sur les vecteurs énergétiques

Les prix de l'énergie et les facteurs d'émission ci-après sont utilisés dans la présente étude de faisabilité. Les prix de l'énergie sont exprimés hors TVA.

Les facteurs d'émission sont conformes à l'Arrêté relatif à l'énergie.

	Coûts du kWh	Emission en CO2 (kg/kWh)
électricité	0,20	0,395
gaz	0,07	0,217

4. Technologies renouvelables

A) POMPE À CHALEUR

Le principe d'une pompe à chaleur est de transférer, via un cycle frigorifique fonctionnant grâce à un appoint mécanique l'énergie contenue dans une « source froide » gratuite (soit le milieu ou l'énergie est captée) vers un autre milieu (source chaude). Le COP (ou coefficient de performance) d'une pompe à chaleur représente le rapport entre la quantité d'énergie thermique produite à la sortie du système et la quantité d'énergie électrique fournie à la pompe.

Un COP de 3 signifie donc que pour 1 kWh (électrique) fourni à la pompe à chaleur, il y a 3 kWh (thermique) disponibles en sortie. D'un point de vue énergétique, cette technologie est donc très intéressante si elle n'avait le désavantage de fonctionner en général à l'électricité du réseau qui est produite et transportée avec un rendement généralement faible (de l'ordre de 30 % à 40 %).

Il existe différentes technologies fonction de la source ou l'énergie est captée (air/sol/eau) et du mode de restitution de la chaleur à l'intérieur d'un bâtiment (chauffage par l'air ou l'eau).

- + **La pompe à chaleur sol-eau** utilise le sol comme source froide. L'échangeur de chaleur horizontal consiste en un ou plusieurs circuits d'eau glycolée enterrés à une profondeur entre 1,2 et 1,5 m. La surface du capteur dépend des besoins de chaleur à couvrir et du type de sol. Le système transmet la chaleur à l'eau du circuit de chauffage constitué d'émetteurs basse température (plancher chauffant, ventilo-convecteur).
- + **La pompe à chaleur air-eau** : l'énergie est captée dans l'air extérieur. Le système transmet la chaleur à l'eau du circuit de chauffage constitué d'émetteurs basse température (plancher chauffant, ventilo-convecteur).

B) RÉSEAU DE CHALEUR

Un réseau de chaleur fonctionne comme un circuit de chauffage central mais à l'échelle du quartier. Chaque bâtiment est raccordé au réseau via une sous-station équipée d'un échangeur de chaleur qui transfère la chaleur aux installations de chauffage et d'ECS du bâtiment.

Cette solution n'est pas applicable dans le cadre du projet.

C) COGÉNÉRATION

La cogénération est la production simultanée de chaleur et d'électricité. L'installation est dimensionnée sur la base de la demande en chaleur. On parle de « cogénération de qualité » si une économie de 10 % de CO₂ est réalisée par rapport aux émissions de CO₂ d'une chaudière et d'une centrale électrique qui produiraient les mêmes quantités de chaleur et d'électricité.

La cogénération couplée à des pompes à chaleur présente peu d'intérêt à partir du moment où la volonté est de supprimer les énergies fossiles. Cette solution n'est pas étudiée.

D) PANNEAUX SOLAIRES THERMIQUES

Un ou plusieurs capteurs solaires thermiques sont utilisés pour capter l'énergie lumineuse du rayonnement solaire et la transmettre à un fluide caloporteur. Il existe différents types de capteurs (absorbeur, capteurs plans vitrés et capteurs à tubes sous vide).

Les panneaux solaires thermiques ne seront pas étudiés car il est préférable d'exploiter les toitures pour la production d'électricité à travers les panneaux photovoltaïques. Cette solution n'est pas étudiée.

E) PANNEAUX SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES

Les panneaux photovoltaïques sont constitués de cellules photovoltaïques qui produisent du courant continu à partir du rayonnement solaire. Ce courant est ensuite transformé en courant alternatif conforme au réseau par un onduleur. Plusieurs technologies sont disponibles : monocristallins, polycristallins, amorphes ou en « couches minces ».

F) CHAUDIÈRE À PELLETS

La chaudière à pellets fonctionne globalement comme une chaudière traditionnelle avec une alimentation en combustible automatisée. Les granulés de bois brûlés, appelés également pellets, sont principalement issus du compactage de résidus de scierie. La chaleur produite par la combustion est transmise au fluide caloporteur du circuit de chauffage (souvent de l'eau) et éventuellement à un ballon d'eau chaude sanitaire. La combustion du bois produit des cendres. La plupart des systèmes sur le marché proposent le nettoyage automatique et l'évacuation des cendres vers un bac qui doit être vidé deux à trois fois par an. Les granulés de bois doivent être certifiés et stockés dans une réserve propre et sèche (silo de stockage).

Au vu des besoins du projet, la production de chaleur au moyen de la biomasse n'est pas retenue.

5. Scénarios techniques et paramètres d'étude

Les scénarios définis ci-dessous sont étudiés sur base des paramètres suivants :

- + Consommations en énergie finale et consommations en énergie primaire pour le chauffage et le refroidissement
- + Coûts d'exploitations pour le chauffage et le refroidissement + coûts d'entretien
- + Estimation des coûts d'investissement au niveau de la production (en considérant que les paramètres de distribution, émission, régulation sont identiques entre les scénarios, donc non chiffrés dans le cadre de cette étude). Ces coûts sont évalués à titre totalement indicatifs et devront faire l'objet d'études détaillées de la part de l'équipe de conception.
- + Emissions en CO2
- + Temps de retour simple sur investissement

A) CLINIQUE ET PSYCHIATRIE

1 (Référence énergie fossile)	Chaudière gaz à condensation + groupe de froid
2	Pompe à chaleur air/eau réversible
3	Géothermie + PAC eau/eau + PAC air/eau réversible
4	Géothermie + PAC eau/eau + PAC air/eau réversible + panneaux PV
5	Pompe à chaleur air/eau réversible + panneaux PV

B) CRECHE

1 (Référence énergie fossile)	Chaudière gaz à condensation + groupe de froid
2	Pompe à chaleur air/eau réversible
3	Pompe à chaleur air/eau réversible + panneaux PV

6. Définition des besoins en énergie (extrait calcul PEB)

Les besoins en énergie pour le chauffage et le refroidissement sont extraits du calcul PEB.

	Clinique et Psychiatrie	Crèche
Besoin de chaud (kWh/an)	+/- 6 610 000	+/- 32 200
Besoin de froid (kWh/an)	+/- 3 280 000	+/- 17 400

7. Résultats – Clinique et Psychiatrie

A) SCÉNARIO 1 : CHAUDIÈRE GAZ À CONDENSATION + GROUPE FRIGO

	Energie primaire	Emissions CO2	Cout d'exploitation
	kWh/an	kgCO2/an	€/an
Chauffage	7 346 234	1 594 133	514 236
Refroidissement	3 280 195	518 271	262 416
BILAN GLOBAL (consommation-production sur site)	10 626 429	2 112 404	776 652

B) SCÉNARIO 2 : POMPE À CHALEUR AIR/EAU RÉVERSIBLE

	Energie primaire	Emissions CO2	Cout d'exploitation
	kWh/an	kgCO2/an	€/an
Chauffage	5 903 223	932 709	472 258
Refroidissement	2 928 746	462 742	234 300
BILAN GLOBAL	8 831 969	1 395 451	706 558

C) SCÉNARIO 3 : GÉOTHERMIE + PAC EAU/EAU + PAC AIR/EAU

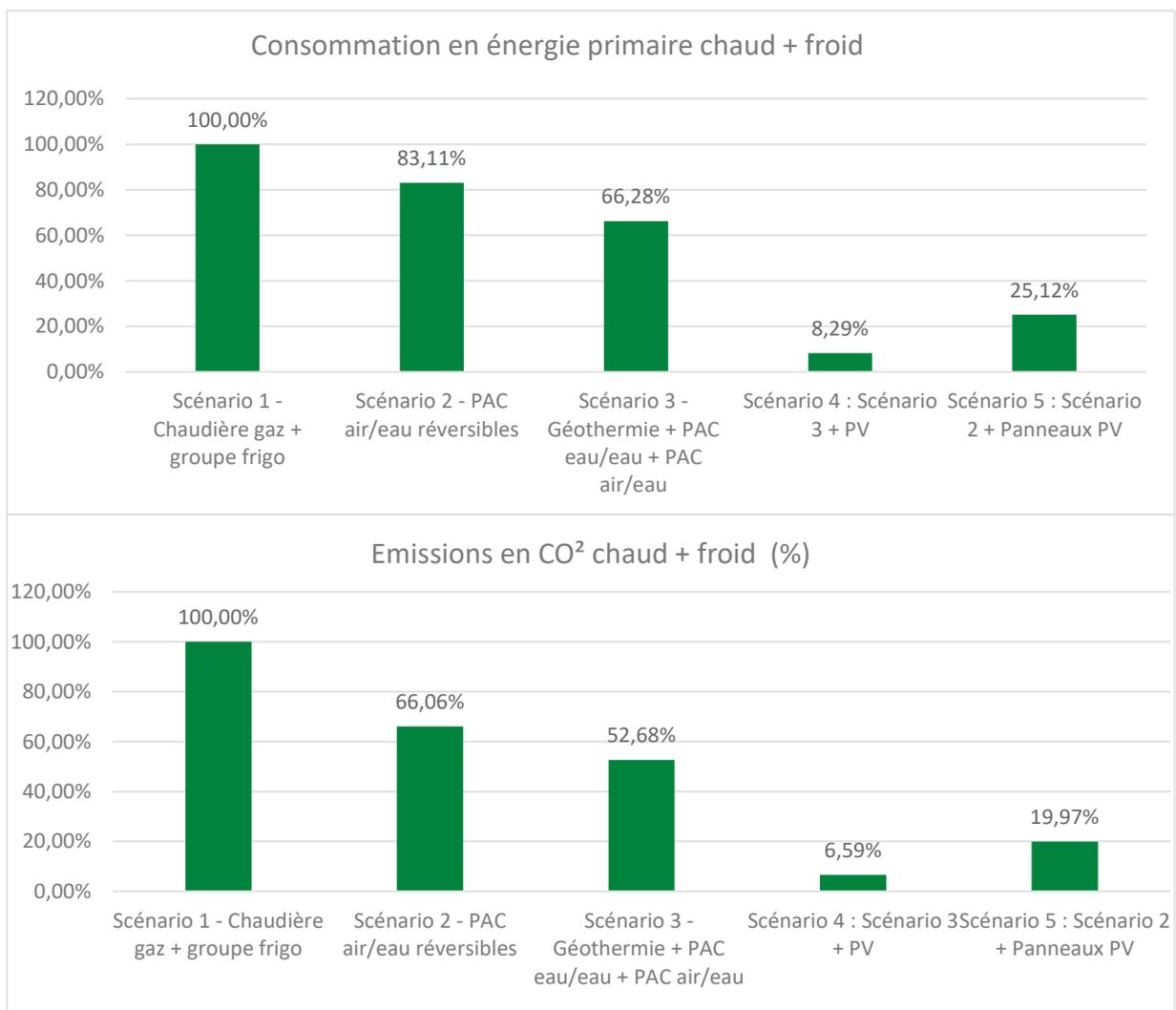
	Energie primaire	Emissions CO2	Cout d'exploitation
	kWh/an	kgCO2/an	€/an
Chauffage	4 235 563	669 219	258 845
Refroidissement	2 807 691	443 615	224 615
BILAN GLOBAL	7 043 254	1 112 834	483 460

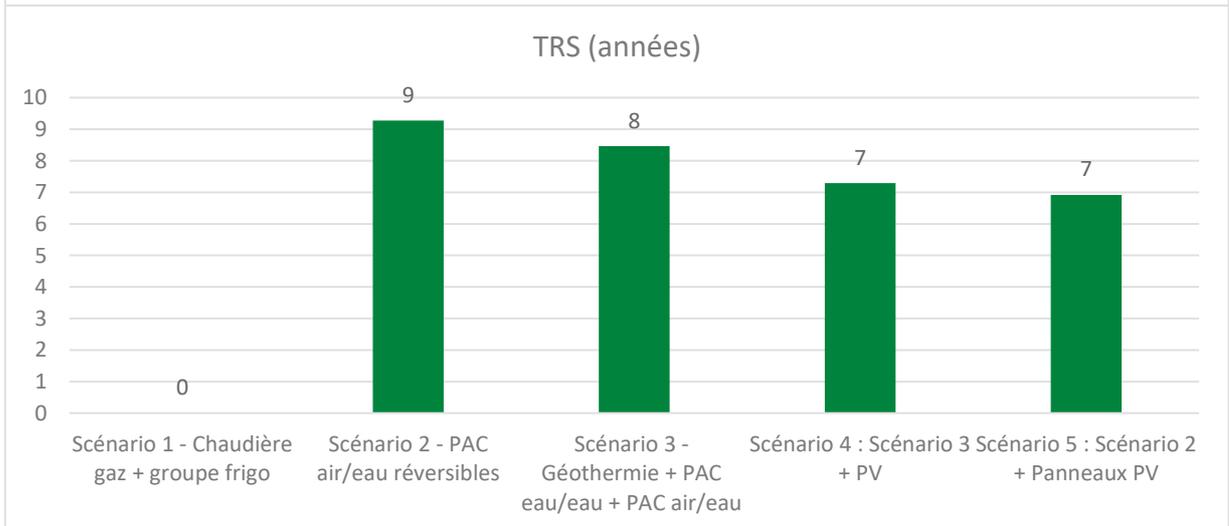
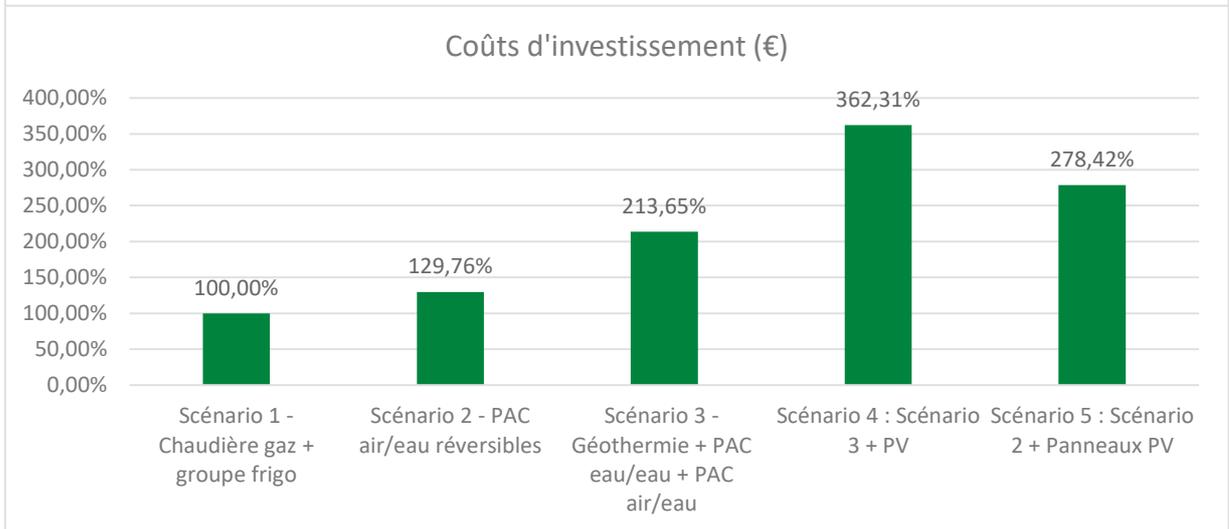
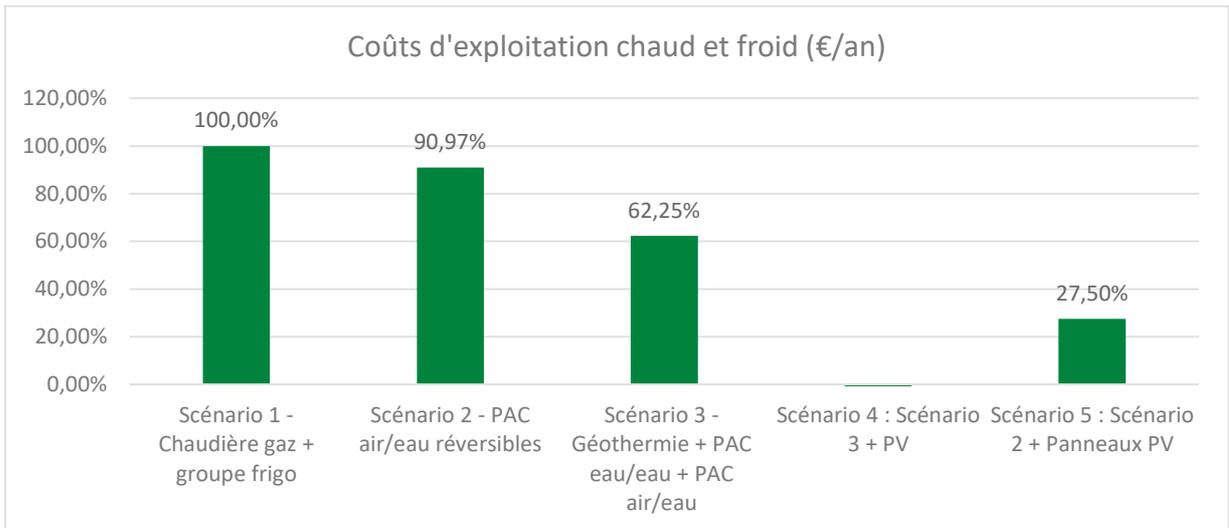
D) SCÉNARIO 4 : SCÉNARIO 3 + PANNEAUX PHOTOVOLTAIQUES 2715 KWC

	Energie primaire	Emissions CO2	Cout d'exploitation
	kWh/an	kgCO2/an	€/an
Chauffage	4 235 563	669 219	258 845
Refroidissement	2 807 691	443 615	224 615
Production Elect Panneaux PV	-6 162 500	-973 675	-493 000
BILAN GLOBAL	880 754	139 159	-9 540

E) SCÉNARIO 5 : CAS 2 (PAC AIR EAU) + PANNEAUX PHOTOVOLTAIQUES 2715 KWC

	Energie primaire	Emissions CO2	Coût d'exploitation
	kWh/an	kgCO2/an	€/an
Chauffage	5 903 223	932 709	472 258
Refroidissement	2 928 746	462 742	234 300
Production Elect Panneaux PV	-6 162 500	-973 675	-493 000
BILAN GLOBAL	2 669 469	421 776	213 558





8. Résultats - Crèche

A) SCÉNARIO 1 : CHAUDIÈRE GAZ À CONDENSATION + GROUPE FRIGO

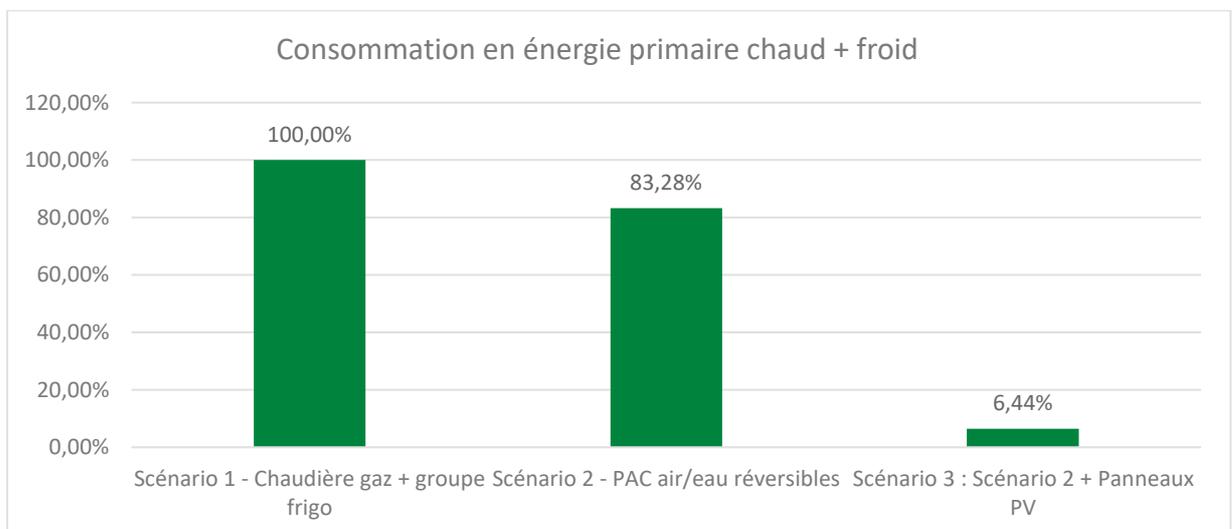
	Energie primaire	Emissions CO2	Cout d'exploitation
	kWh/an	kgCO2/an	€/an
Chauffage	35 759	7 760	2 503
Refroidissement	17 398	2 749	1 392
BILAN GLOBAL	53 157	10 509	3 895

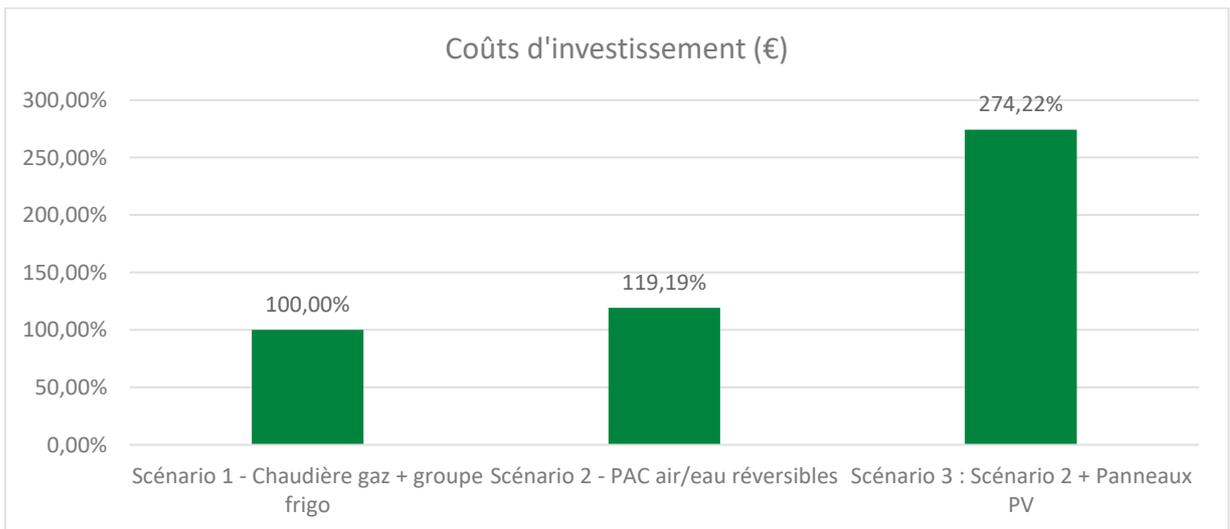
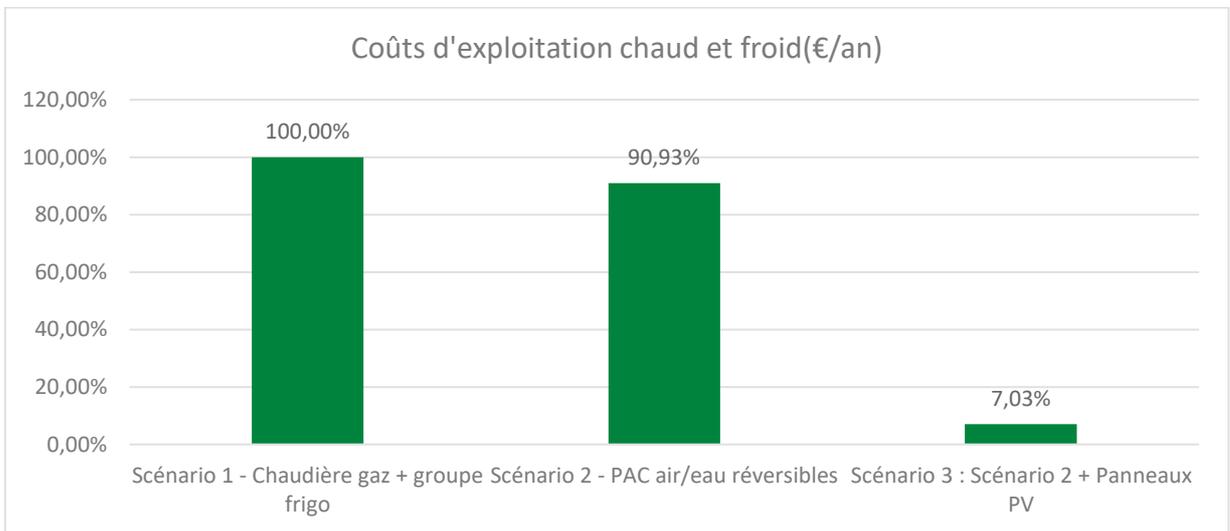
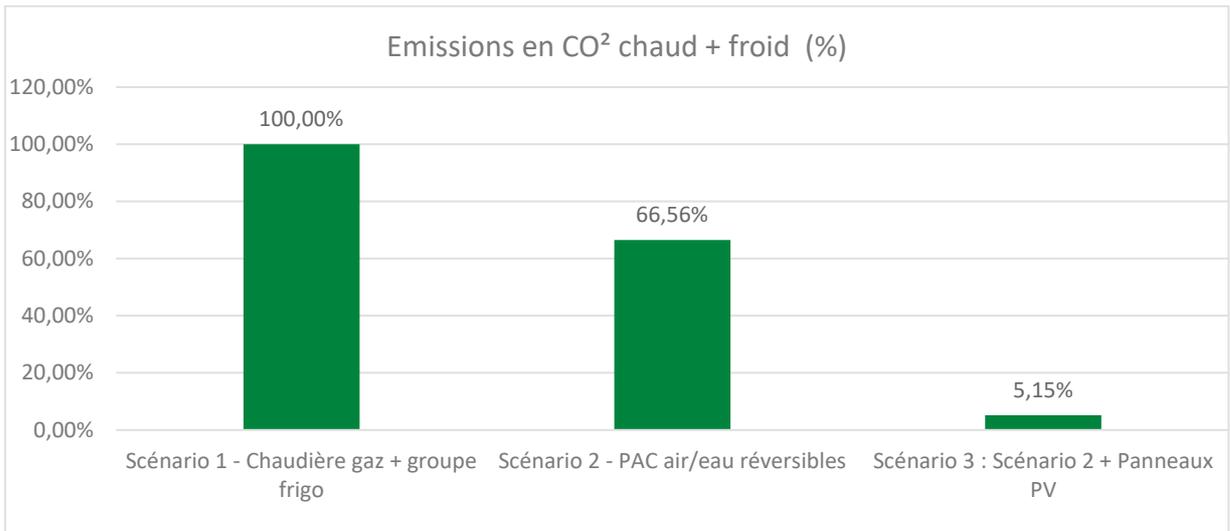
B) SCÉNARIO 2 : POMPE À CHALEUR AIR/EAU RÉVERSIBLE

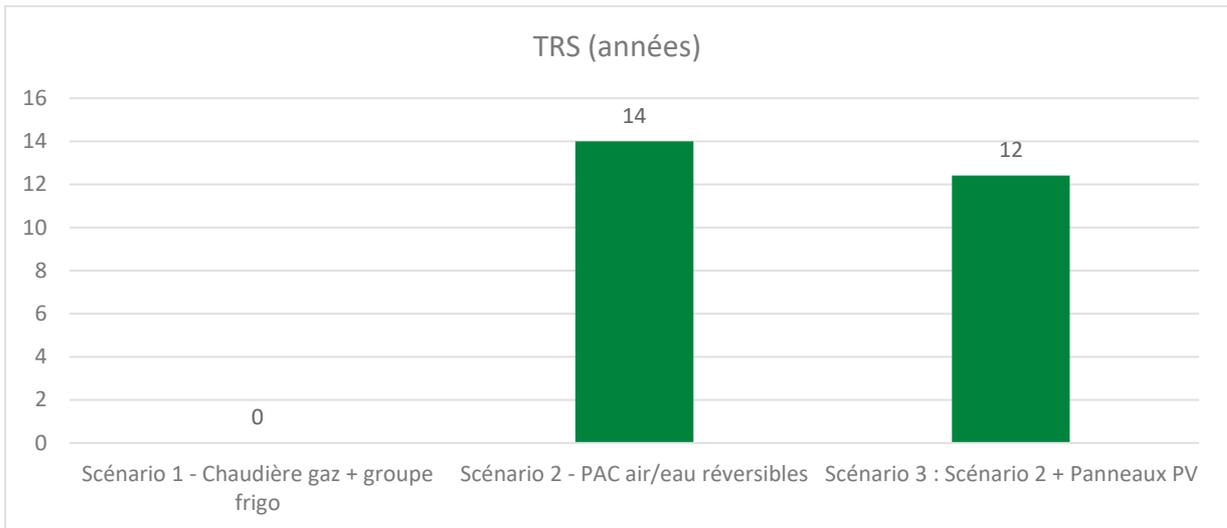
	Energie primaire	Emissions CO2	Cout d'exploitation
	kWh/an	kgCO2/an	€/an
Chauffage	28 735	4 540	2 299
Refroidissement	15 534	2 454	1 243
BILAN GLOBAL	44 269	6 994	3 542

C) SCÉNARIO 3 : SCÉNARIO 2 (PAC AIR EAU) + PANNEAUX PHOTOVOLTAIQUES 20 KWC

	Energie primaire	Emissions CO2	Cout d'exploitation
	kWh/an	kgCO2/an	€/an
Chauffage	28 735	4 540	2 299
Refroidissement	15 534	2 454	1 243
Production Elect Panneaux PV	-40 845	-6 453	-3 268
BILAN GLOBAL	3 424	541	274







D) CONCLUSION

Nous pouvons remarquer les éléments suivants :

- + En termes de consommation en énergie primaire, les pompes à chaleur air eau et eau-eau apporte une réduction intéressante. Cette réduction est encore plus importante avec la géothermie car les performances des pompes à chaleur eau-eau sont largement supérieures, ce qui permet de réduire la consommation en énergie finale et donc proportionnellement la consommation en énergie primaire.
- + Le recours au photovoltaïque est une option qui permet de réduire la consommation en énergie primaire de l'ensemble des scénarios, peu importe le scénario sélectionné. **C'est donc une option intéressante quel que soit le scénario choisi.** Cette réduction est issue de la production photovoltaïque en électricité qui est valorisée comme un gain au niveau du bilan énergétique.
- + En termes de coûts d'investissements, le scénario incluant la géothermie requiert l'investissement le plus important au temps initial, mais nous pouvons observer dans l'analyse en coût global que cet écart tend à se réduire quand on inclut au calcul le gain sur les coûts d'exploitation. Cet écart s'atténue encore plus quand on intègre l'investissement en panneaux photovoltaïques.

Les solutions recommandées sont les cas 4 et 5 avec les pompes à chaleur eau/eau ou pompe à chaleur air/ + panneaux photovoltaïques.

L'intention du maître d'ouvrage est de recourir à de la géothermie et des panneaux photovoltaïques pour la clinique et des pompes à chaleur air/eau réversibles pour la crèche.