

RECONSTRUCTION HÔPITAL PSYCHIATRIQUE BOHARS

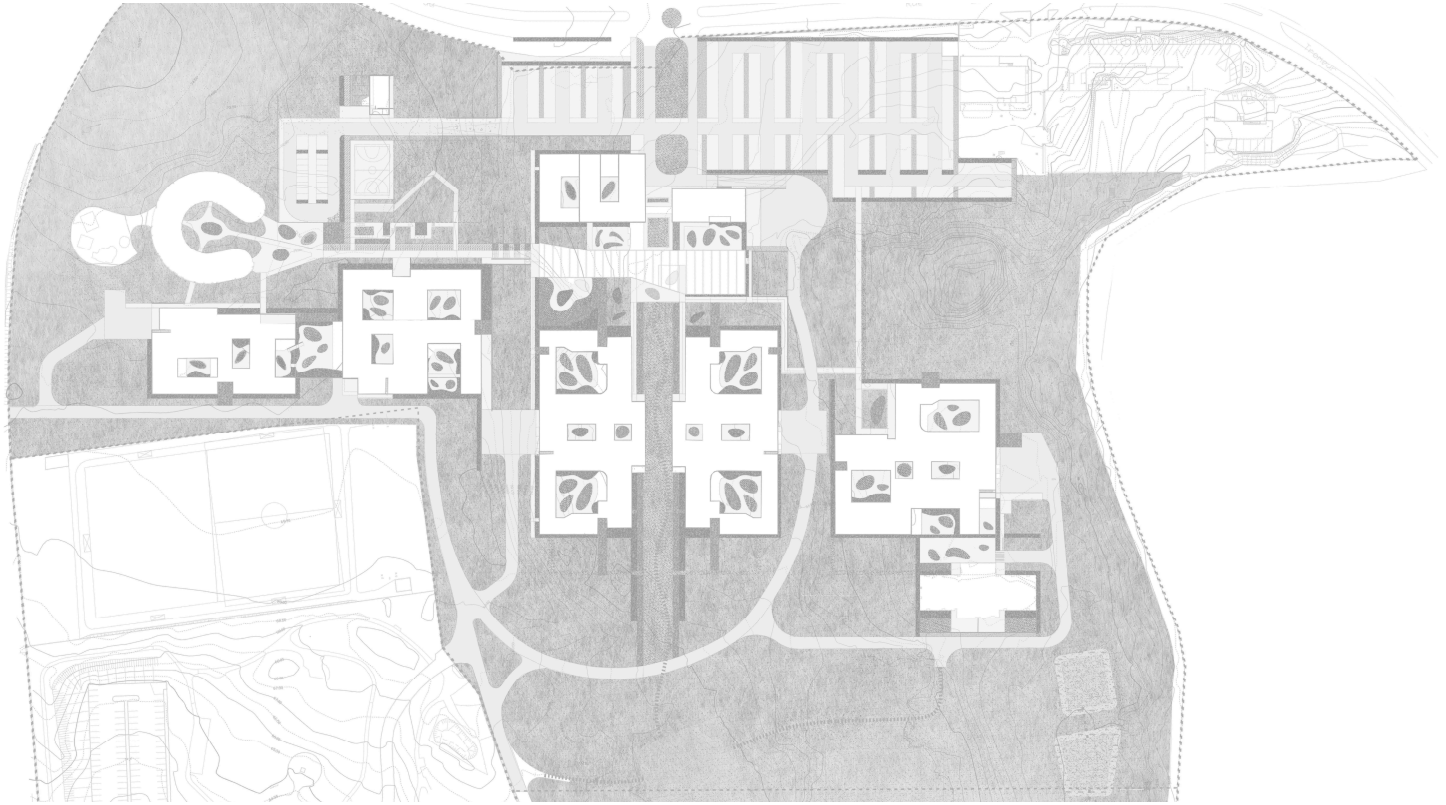
MAÎTRE D'OUVRAGE

CHU BREST
2 Avenue Foch
29609 BREST CEDEX



MAÎTRE D'ŒUVRE – MANDATAIRE

AIA ARCHITECTES
13 Boulevard Jean Monnet
56260 LARMOR PLAGÉ



ÉMETTEUR	PHASE	DATE	ÉCHELLE
AIA Ingénierie	PC	02/2023	-

INTITULÉ DU DOCUMENT	CODE ÉMETTEUR	N° DU DOCUMENT	INDICE
Etude de faisabilité relative aux approvisionnements en énergie	AI	PC16_1b	A

BUREAU DE CONTRÔLE	APAVE	37 avenue du baron Lacrosse 29803 BREST - 02 98 42 14 44
S.P.S.	VERITAS	
ASSISTANT MOA	A2MO	17 Boulevard de Berlin 44000 NANTES – 02 85 67 17 00
MANDATAIRE	AIA ARCHITECTES	13 boulevard Jean Monnet 56260 LARMOR PLAGÉ - 02 97 64 03 40
ARCHITECTE	AIA ARCHITECTES	13 boulevard Jean Monnet 56260 LARMOR PLAGÉ - 02 97 64 03 40
INGÉNIERIE	AIA INGÉNIERIE	7 boulevard de Chantenay 44100 NANTES - 02 40 38 13 13
ENVIRONNEMENT	AIA ENVIRONNEMENT	7 boulevard de Chantenay 44100 NANTES - 02 40 38 13 13
ÉCONOMIE DE LA CONSTRUCTION	AIA INGÉNIERIE	7 boulevard de Chantenay 44100 NANTES - 02 40 38 13 13
PAYSAGES	AIA TERRITOIRES	7 boulevard de Chantenay 44100 NANTES - 02 40 38 13 13
COORDINATEUR SSI	ARMOR INGÉNIERIE	
ACOUSTICIEN	TECHNICONSULT	
BET CUISINE		
OPC	AIA MANAGEMENT DE PROJETS	7 boulevard de Chantenay 44100 NANTES- 02 40 38 13 13



Numéro affaire	Projet	Phase	Bâtiment	Émetteur	Corps d'état	Type document	Niveau	N° du document
0846a21	BO	PC	XXX	AI	ENE	NOT	XXX	PC16-1b

SOMMAIRE

1	NOTE LIMINAIRE	2
2	INTRODUCTION	3
2.1	LE PROJET	3
2.2	RAPPEL DES OBJECTIFS ENERGETIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX.....	3
2.3	CHOIX DE LA METHODE DE CALCUL	3
3	HYPOTHESES	4
3.1	FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX	4
3.2	COUT DES ENERGIES.....	4
3.3	SOLUTION PRESSENTIE	4
3.4	SOLUTIONS ETUDIEES	7
4	ETUDE COMPARATIVE	10
4.1	CONSOMMATIONS ENERGETIQUES.....	10
4.2	FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX	11
4.3	COUTS D'INVESTISSEMENTS.....	12
4.4	COUTS D'EXPLOITATION	12
4.5	AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES DIFFERENTES SOLUTIONS.....	14
4.6	COUT GLOBAL SUR 20 ANS.....	15
5	CONCLUSIONS	18

1 NOTE LIMINAIRE

Depuis le 1er janvier 2014, le maître d'ouvrage d'une opération de construction de surface de plancher supérieure à 50 m² doit réaliser, avant le dépôt du permis de construire, une étude de faisabilité technique et économique des diverses solutions d'approvisionnement en énergie de la construction (art L.111-9 du code de la construction et de l'habitation introduit par la loi du 13 juillet 2005).

Les modalités d'application des études de faisabilité sont définies par le décret n°2013-979 du 30 Octobre 2013 et l'arrêté du 30 Octobre 2013.

Cette mesure est destinée à favoriser les recours aux énergies renouvelables et aux systèmes les plus performants. Le maître d'ouvrage a la liberté de choisir la ou les sources d'énergie de la construction, guidé par les conclusions de cette étude qui visent notamment à raisonner selon des indicateurs énergétiques, environnementaux et économiques.

Elle vise à informer le maître d'ouvrage des bénéfices engendrés par de tels technologies en matière de :

- Consommation énergétique
- Émissions de gaz à effet de serre
- Réduction des coûts d'exploitation

La présente étude de faisabilité technique et économique présente les avantages et inconvénients de chacune des solutions.

L'arrêté précise les solutions à étudier à minima :

- Systèmes solaires thermiques
- Systèmes solaires photovoltaïques
- Systèmes de chauffage au bois ou à biomasse
- Systèmes éoliens
- Raccordement à un réseau de chauffage ou de froid
- Pompes à chaleur géothermique
- Autres types de pompes à chaleur
- Chaudières à condensation
- Système de production combinée de chaleur et d'électricité

Si des solutions ne sont pas étudiées, une justification est apportée.

Les conclusions de cette étude doivent être fournies lors du dépôt de la demande du permis de construire.

Elles sont jointes au formulaire d'attestation de la réalisation de l'étude de faisabilité et de la prise en compte de la réglementation thermique 2012.

2 INTRODUCTION

2.1 LE PROJET

L'étude porte sur le projet de reconstruction de l'Hôpital psychiatrique du site de Bohars (29).

Le projet est principalement composé de :

- 5 unités d'hébergements
 - 3 unités adultes
 - 1 unité de pédopsychiatrie
 - 1 unité de gérontopsychiatrie
- 1 ensemble tertiaire
 - 1 bâtiment médico administratif
 - 1 bâtiment logistique
 - 1 agora
- 1 internat

Le site abrite également des unités d'hébergement conservées, une blanchisserie et un bâtiment « énergie » centralisé.

Les autres bâtiments actuellement présents sur le site seront démolis dans le cadre des travaux.

2.2 RAPPEL DES OBJECTIFS ENERGETIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX

Le projet de reconstruction de l'hôpital psychiatrique du site de Bohars s'inscrit dans le cadre des objectifs fixés par le MOA :

- Respect de la réglementation thermique applicable par bâtiment :
 - RE2020 pour le bâtiment internat
 - RT2012 pour les autres bâtiments.
- 10% d'énergie renouvelable par rapport au Cep conformément au PLU (catégorie « autres constructions »).

2.3 CHOIX DE LA METHODE DE CALCUL

Selon l'arrêté du 18 décembre 2007, l'étude de faisabilité se base sur les consommations conventionnelles issues de la méthode de calcul RT2012.

Les besoins en énergie du projet au sens de la réglementation thermique 2012, sont :

- Le chauffage
- La climatisation
- L'eau chaude sanitaire
- L'éclairage
- La ventilation
- Les auxiliaires de chauffage et d'eau chaude sanitaire

Nota : Les consommations conventionnelles n'ont pas pour vocation de faire un calcul de consommation réelle compte tenu des conventions retenues. Néanmoins, s'agissant de bâtiments de type hébergement et tertiaire, les scénarii du moteur de calcul sont assez proches de l'usage réel.

Elles permettent de comparer la pertinence d'une solution d'approvisionnement en énergie par rapport à une autre au regard de leurs performances énergétiques, économiques et environnementales.

3 HYPOTHESES

3.1 FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX

L'impact environnemental des solutions est déterminé à travers les émissions de gaz à effet de serre, les pluies acides, ainsi que les émissions de déchets radioactifs.

Il est qualifié par les émissions d'équivalent CO₂, Pluies Acides* (SO₂/NO_x) et déchets radioactifs de chaque solution. Ces émissions ne traduisent que l'impact des consommations d'énergie, cela ne prend pas en compte l'énergie grise, les fluides frigorigènes, l'analyse de cycle de vie, etc...

* Les pluies Acides sont définies selon le rapport suivant : 1 unité d'équivalent Pluies Acides = 1 unité d'équivalent SO₂ + 0,7 unité d'équivalent NO_x

Les coefficients de conversion issus du référentiel HQE applicable sont les suivants :

		Emmission de CO2 (kg eq CO2)	Pluies Acides AP (g eq SO2)	Déchets radioactifs (g)	
				Faibles et moyens	Forts et très forts
Gaz naturel		0,234	0,120	0,000	0,000
Biomasse		0,000	0,220	0,000	0,000
Réseau de chaleur		0,015	0,220	0,000	0,000
Electricité :					
	CHALEUR	0,180	1,220	0,050	0,010
	FROID	0,037	0,510		
	ECS	0,084	0,510		
	ECLAIRAGE	0,080	0,510		
	AUTRES	0,052	0,510		
	PHOTOVOLTAIQUE	0,000	0,000	0,000	0,000

3.2 COUT DES ENERGIES

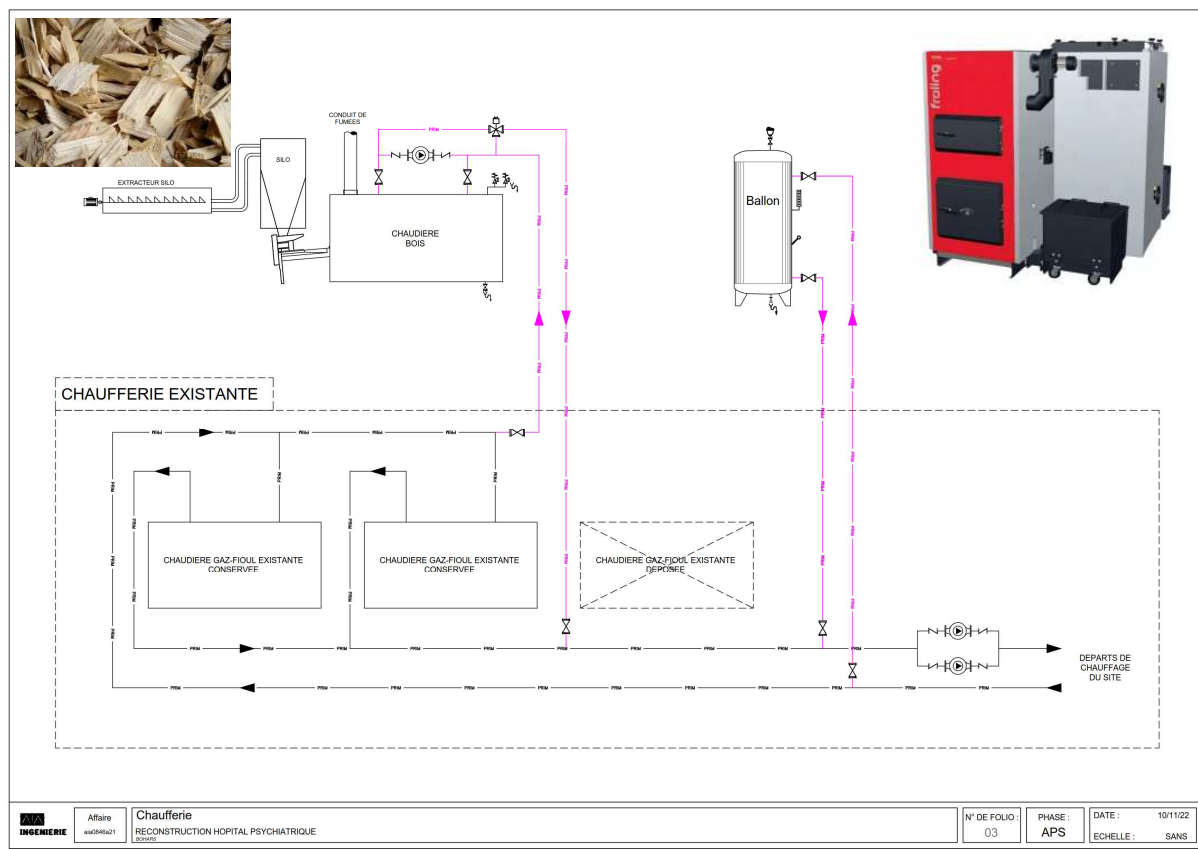
Les hypothèses sur les coûts des énergies sont basées sur les données transmises par l'hôpital et issues de factures récentes.

- Electricité : 12,5 c€/kWh hors TVA
- Gaz : 5,3 c€/kWh hors TVA
- Biomasse : 5,3 c€/kWh hors TVA

Les tarifs ci-dessus sont extrêmement compétitifs. Les prix des énergies sont particulièrement volatiles et les hausses actuellement constatées ou annoncées sont exceptionnellement importantes. Le coût des consommations énergétiques du projet devra donc être réinterrogé avant le choix final des productions énergétiques.

3.3 SOLUTION PRESSENTIE

A ce stade du projet, le système d'approvisionnement en énergie pressenti pour le projet, au sens de l'arrêté du 30 octobre 2013 est un raccordement sur la chaufferie gaz existante et commune à l'ensemble du site. Afin de satisfaire aux exigences environnementales une des chaudières gaz de 1600 kW existante est remplacée par une chaudière bois de 400kW. Cette disposition permet d'atteindre la production de 10% des besoins en ENR imposés par le PLU.



Depuis cette chaufferie, un réseau enterré dessert les différents bâtiments du projet via des sous-stations secondaires. Chaque sous-station secondaire abrite une production d'eau chaude sanitaire liée à la production de chauffage.

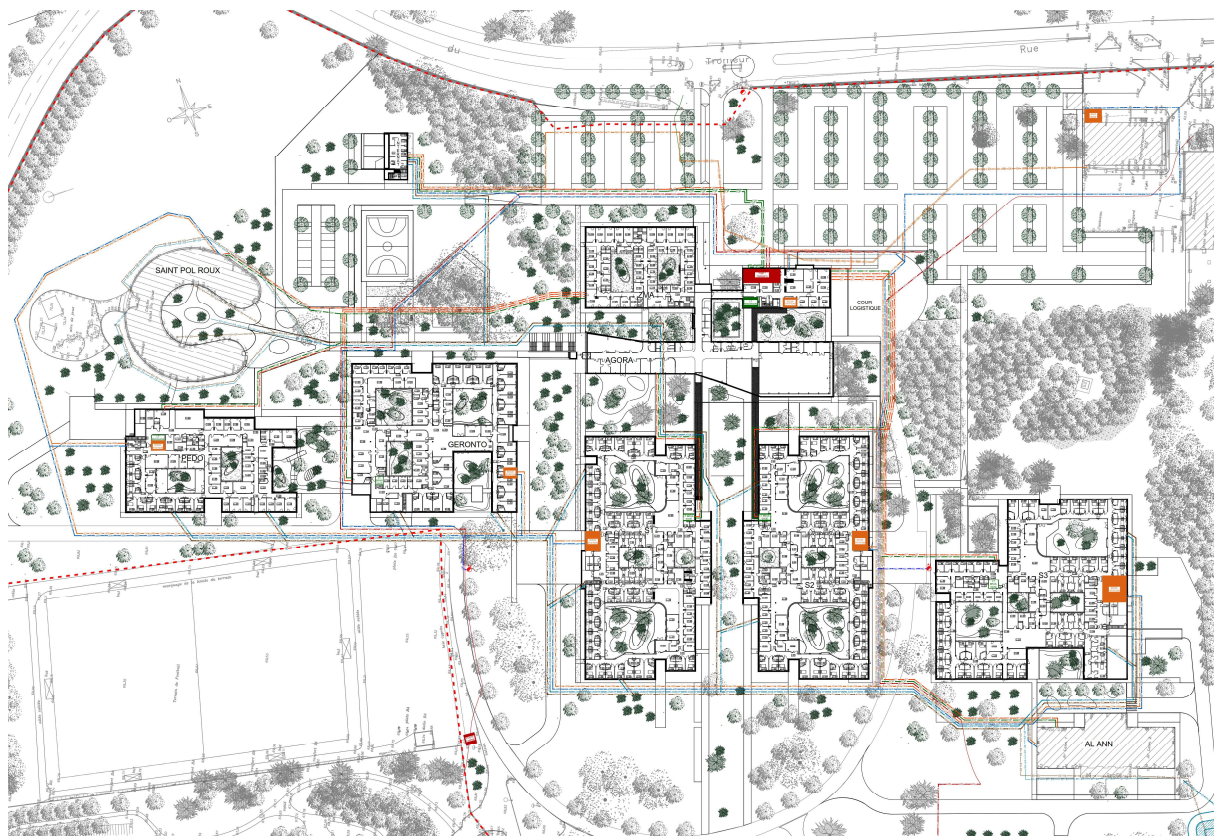


Schéma de principe d'une sous-station d'un bâtiment d'hébergement :

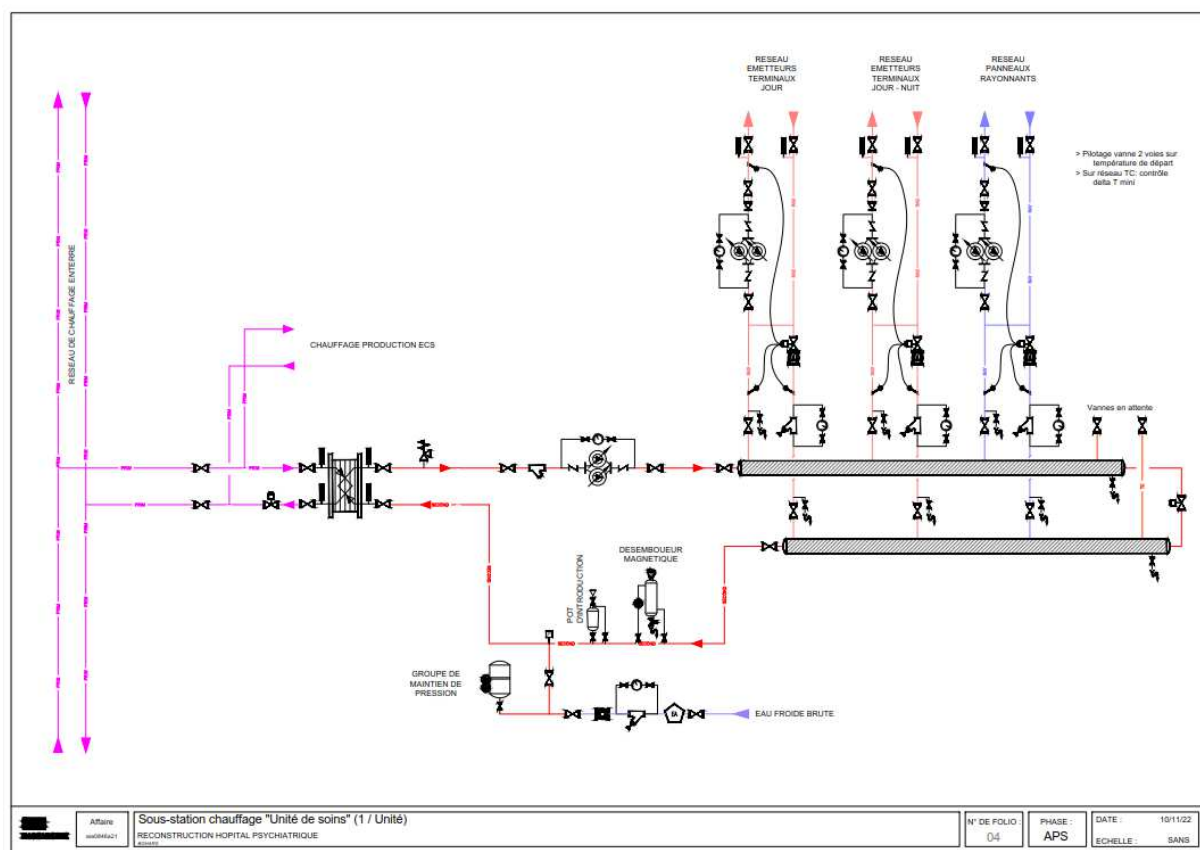
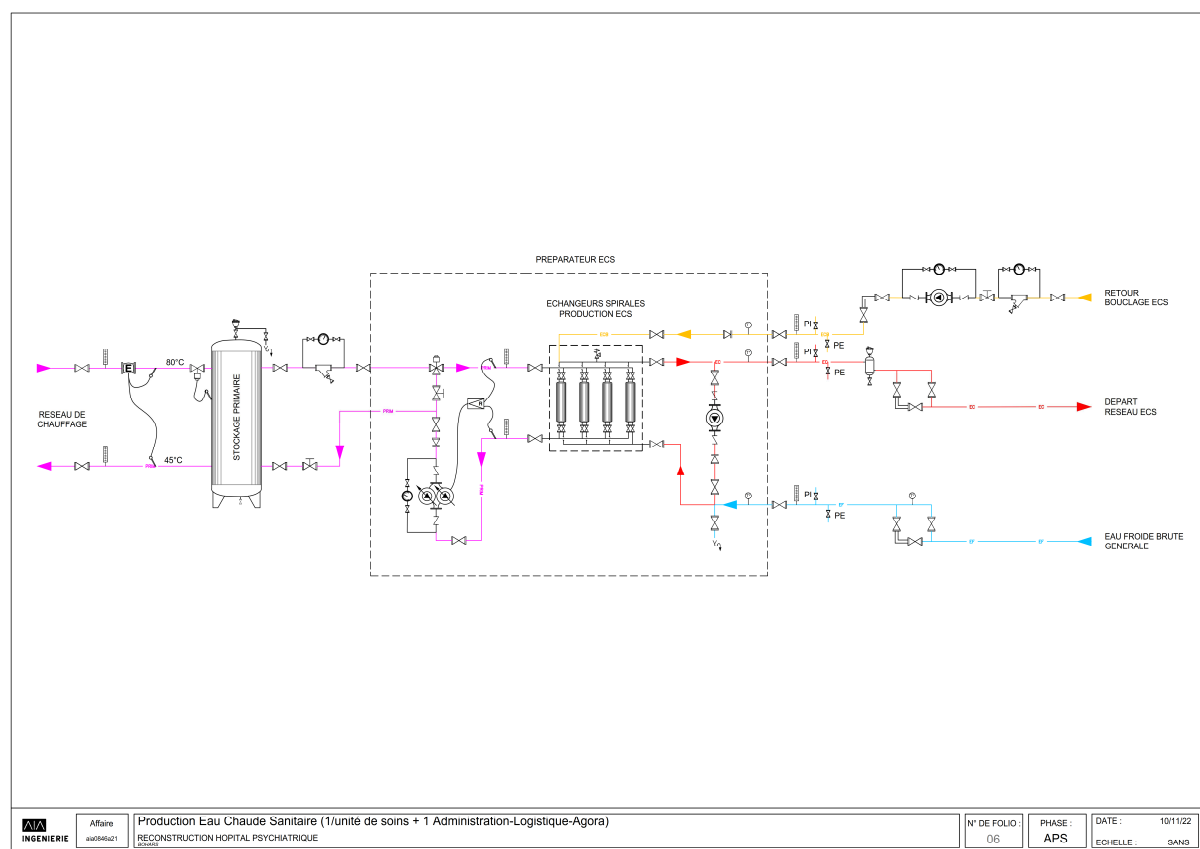


Schéma de principe d'une production d'eau chaude sanitaire :



La ventilation des locaux est principalement assurée en simple flux à l'exception des locaux à fort renouvellement d'air et les locaux aveugles à occupation continue traités en double-flux avec récupération d'énergie.

La climatisation est limitée aux locaux informatiques et aux salles à manger et n'est pas prise en compte dans la présente étude.

Bien qu'étant la solution pressentie, ce système d'approvisionnement en énergie apparaît en variante 4 dans la suite de l'étude.

3.4 SOLUTIONS ETUDIÉES

3.4.1 BASE

- Chauffage : raccordement sur la chaufferie gaz existante non modifiée
- Production ECS : préparateur raccordé à la production de chauffage
- Ventilation : simple flux à l'exception des locaux à fort renouvellement d'air et les locaux aveugles à occupation continue

Nota : cette solution ne permet pas de satisfaire les exigences de 10% d'EnR.

3.4.2 VARIANTE 1

- Chauffage : raccordement sur la chaufferie gaz existante non modifiée
- Production ECS : préparateur raccordé à la production de chauffage
- Ventilation : double flux généralisé

Nota : cette solution ne permet pas de satisfaire les exigences de 10% d'EnR.

3.4.3 VARIANTE 2

- Chauffage : raccordement sur la chaufferie gaz existante non modifiée
- Production ECS : préparateur raccordé à la production de chauffage
- Ventilation : simple flux à l'exception des locaux à fort renouvellement d'air et les locaux aveugles à occupation continue
- Production électrique : 800 m² de panneaux photovoltaïques soit 164 kWc

3.4.4 VARIANTE 3

- Chauffage : raccordement sur chaufferie gaz existante non modifiée
- Production ECS : préparateur raccordé à la production de chauffage
- Ventilation : double flux généralisé
- Production électrique : 800 m² de panneaux photovoltaïques soit 164 kWc

3.4.5 VARIANTE 4 = SOLUTION PRESENTIE

- Chauffage : raccordement sur chaufferie gaz existante avec remplacement d'une chaudière actuelle de 1600kW par une chaudière bois de 400 kW
- Production ECS : préparateur raccordé à la production de chauffage
- Ventilation : simple flux à l'exception des locaux à fort renouvellement d'air et les locaux aveugles à occupation continue

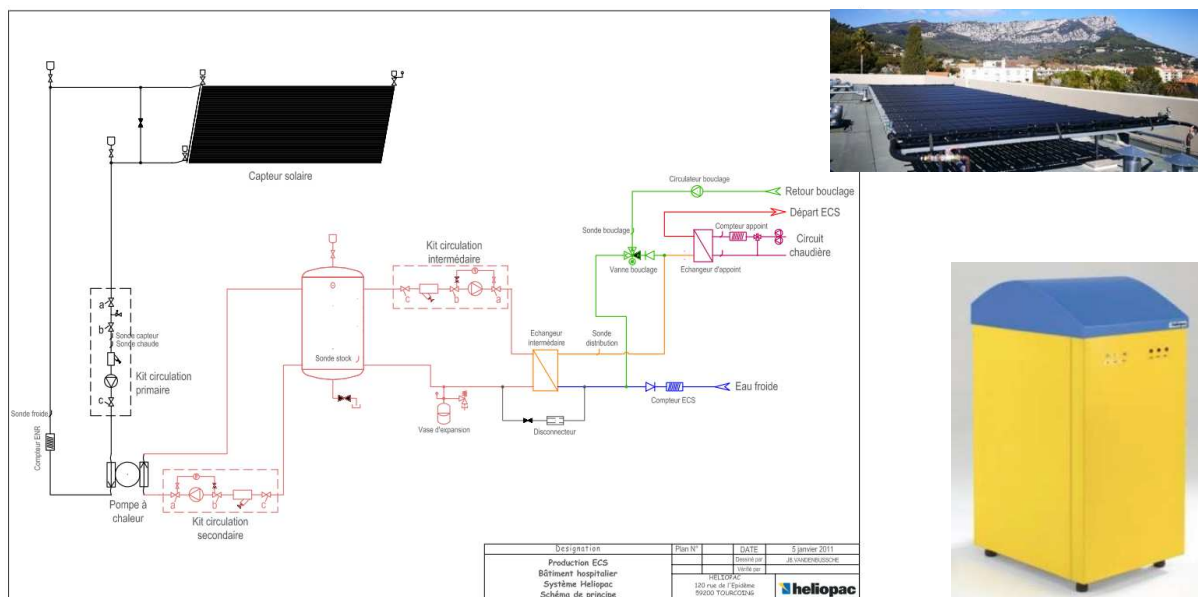
3.4.6 VARIANTE 5

- Chauffage : raccordement sur chaufferie gaz existante avec remplacement d'une chaudière actuelle de 1600kW par une chaudière bois de 400 kW
- Production ECS : préparateur raccordé à la production de chauffage
- Ventilation : double flux généralisé

3.4.7 VARIANTE 6

- Chauffage : raccordement sur la chaufferie gaz existante non modifiée
- Production ECS : production solaire type Heliopac indépendante par bâtiment d'hébergement (surface totale installée : 190m²)
- Ventilation : simple flux à l'exception des locaux à fort renouvellement d'air et les locaux aveugles à occupation continue

3.4.7.1 SCHEMA DE PRINCIPE DE PRODUCTION ECS PAR BATIMENT



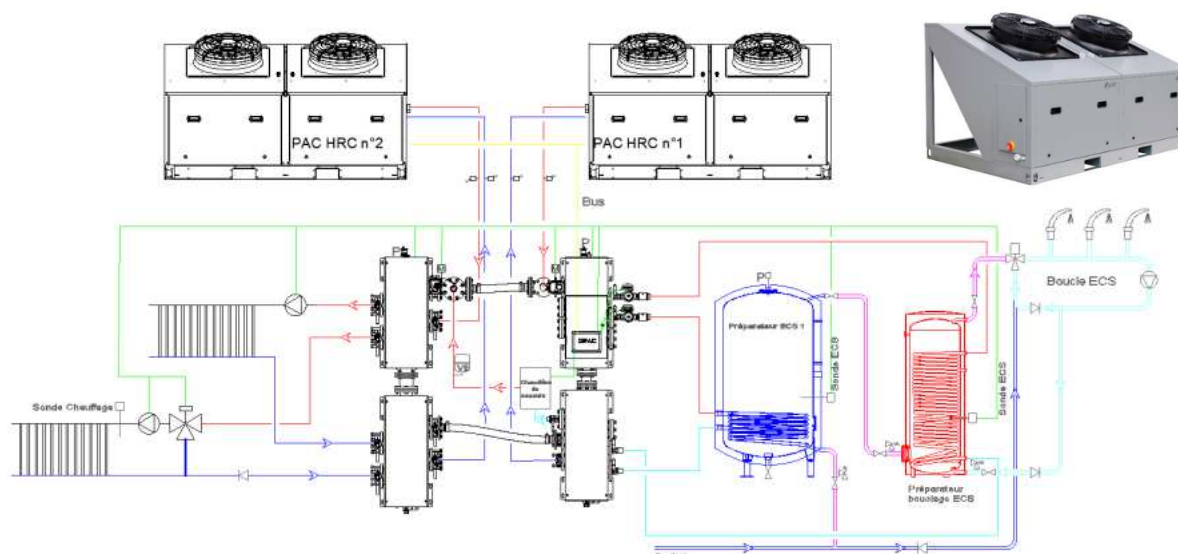
3.4.8 VARIANTE 7

- Chauffage : raccordement sur la chaufferie gaz existante non modifiée
- Production ECS : production solaire type Heliopac indépendante par bâtiment d'hébergement (surface totale installée : 190m²) – dito variante 6
- Ventilation : double flux généralisé

3.4.9 VARIANTE 8

- Chauffage : productions par pompes à chaleur air-eau haute température indépendantes par bâtiment (2, 3 ou 4 PAC selon le bâtiment)
- Production ECS : préparateur raccordé à la production de chauffage
- Ventilation : simple flux à l'exception des locaux à fort renouvellement d'air et les locaux aveugles à occupation continue
- Production électrique : 800 m² de panneaux photovoltaïques soit 164 kWc

3.4.9.1 SCHEMA DE PRINCIPE TYPE DE PRODUCTION CHAUFFAGE + ECS PAR BATIMENT



Le schéma ci-dessus illustre le principe de production de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire de chaque bâtiment. Le principe de production ECS en instantané avec ballon primaire n'est pas modifié, mais l'apport de chaleur est assuré par les pompes à chaleur.

3.4.10 VARIANTE 9

- Chauffage : production par pompes à chaleur air-eau haute température indépendantes par bâtiment – dito variante 8 (2 ou 3 PAC selon le bâtiment)
- Production ECS : préparateur raccordé à la production de chauffage
- Ventilation : double flux généralisé
- Production électrique : 800 m² de panneaux photovoltaïques soit 164 kWc

3.4.11 SOLUTIONS ECARTÉES

Le site n'est pas desservi par un réseau de chauffage urbain. Cette solution est donc écartée.

La volonté de maîtriser l'investissement nous amène également à écarter l'ensemble des variantes présentant un surcoût d'investissement significatif.

3.4.12 RECAPITULATIF

Productions énergétiques		BASE	VARIANTE								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Chauffage	Chaufferie gaz existante	X	X	X	X			X	X		
	Biomasse					X	X				
	Pompe à chaleur									X	X
Eau Chaude Sanitaire	Liée au chauffage	X	X	X	X	X	X			X	X
	Solaire type Heliopac							X	X		
Ventilation	Simple-Flux	X		X		X		X		X	
	Double-Flux		X		X		X		X		X
Autres EnR	Photovoltaïque			X	X					X	X

4 ETUDE COMPARATIVE

4.1 CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

Les consommations énergétiques des différentes solutions étudiées sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

	BASE	VARIANTE 1	VARIANTE 2	VARIANTE 3	VARIANTE 4	VARIANTE 5	VARIANTE 6	VARIANTE 7	VARIANTE 8	VARIANTE 9
CONSOMMATIONS kWhEP/m².an										
CHAUFFAGE	124,6	83,2	124,6	83,2	109,3	69,7	122,1	79,3	46,7	22,3
REFROIDISSEMENT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ECS	31,9	31,8	31,6	31,8	26,2	26,2	26,6	26,4	16,8	10,8
ECLAIRAGE	49,7	49,6	49,7	49,6	49,7	49,6	49,7	49,6	49,7	49,7
AUXILIAIRES	5,6	5,0	5,6	5,0	5,6	5,0	5,6	5,0	6,4	5,5
VENTILATION	27,0	54,4	27,0	54,4	27,0	54,4	27,0	54,4	27,0	54,4
PRODUCTION (PV/COGE)	0,0	0,0	-26,4	-26,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL (Cep)	238,8	224,0	212,1	197,6	217,8	204,9	231,0	214,7	146,6	142,7
Cep max	270,0	270,0	270,0	270,0	64,5	64,5	270,0	270,0	270,0	270,0
Gain Cep	12%	17%	21%	27%	-238%	-218%	14%	20%	46%	47%
Delta Cep (Var-Base)	-	- 14,8	- 26,7	- 41,2	- 21,0	- 33,9	- 7,8	- 24,1	- 92,2	- 96,1
Delta Cep en MWhEP/an	-	-217,8	-392,4	-605,5	-309	-498	-115	-354	-1353	-1411
CONSOMMATIONS kWhEF/an										
CHALEUR	1 829 888	1 221 884	1 829 888	1 221 884	1 605 191	1 023 621	1 793 173	1 164 608	265 830	126 938
FROID	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ECS	468 523	466 657	463 857	466 657	384 525	384 525	151 211	150 126	95 864	61 497
ECLAIRAGE	282 907	282 337	282 907	282 337	282 907	282 337	282 907	282 337	282 907	282 907
AUXILIAIRES	31 877	28 461	31 877	28 461	31 877	28 461	31 877	28 461	36 431	31 308
VENTILATION	153 692	309 660	153 692	309 660	153 692	309 660	153 692	309 660	153 692	309 660
PHOTOVOLTAIQUE	-	-	- 150 276	- 150 276	-	-	-	-	-	-
TOTAL	2 766 887	2 308 999	2 611 944	2 158 723	2 458 191	2 028 606	2 412 859	1 935 193	834 722	812 310
CONSOMMATIONS kWhEF/an										
Electricite	468 475	620 459	468 475	620 459	468 475	620 459	619 686	770 585	834 722	812 310
Gaz	2 298 411	1 688 540	2 293 745	1 688 540	-	-	1 793 173	1 164 608	-	-
Biomasse	-	-	-	-	1 989 716	1 408 146	-	-	-	-
Photovoltaïque	-	-	- 150 276	- 150 276	-	-	-	-	-	-
TOTAL	2 766 887	2 308 999	2 611 944	2 158 723	2 458 191	2 028 606	2 412 859	1 935 193	834 722	812 310
Delta (Var-Base)	-	- 457 887,1	- 154 942,9	- 608 163,5	- 308 695,5	- 738 281,0	- 354 027,3	- 831 693,6	- 1 932 164,2	- 1 954 576,5
Delta (Var-Base) en %	-	-17%	-6%	-22%	-11%	-27%	-13%	-30%	-70%	-71%

4.2 FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX

Les facteurs environnementaux des différentes solutions étudiées sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

	BASE	VARIANTE 1	VARIANTE 2	VARIANTE 3	VARIANTE 4	VARIANTE 5	VARIANTE 6	VARIANTE 7	VARIANTE 8	VARIANTE 9
CONSOMMATIONS kWhEP/m².an										
CHAUFFAGE	124,6	83,2	124,6	83,2	109,3	69,7	122,1	79,3	46,7	22,3
REFROIDISSEMENT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ECS	31,9	31,8	31,6	31,8	26,2	26,2	26,6	26,4	16,8	10,8
ECLAIRAGE	49,7	49,6	49,7	49,6	49,7	49,6	49,7	49,6	49,7	49,7
AUXILIAIRES	5,6	5,0	5,6	5,0	5,6	5,0	5,6	5,0	6,4	5,5
VENTILATION	27,0	54,4	27,0	54,4	27,0	54,4	27,0	54,4	27,0	54,4
PRODUCTION (PV/COGE)	0,0	0,0	-26,4	-26,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL (Cep)	238,8	224,0	212,1	197,6	217,8	204,9	231,0	214,7	146,6	142,7
Cep max	270,0	270,0	270,0	270,0	64,5	64,5	270,0	270,0	270,0	270,0
Gain Cep	12%	17%	21%	27%	-238%	-218%	14%	20%	46%	47%
Delta Cep (Var-Base)	-	- 14,8	- 26,7	- 41,2	- 21,0	- 33,9	- 7,8	- 24,1	- 92,2	- 96,1
Delta Cep en MWhEP/an	-	-217,8	-392,4	-605,5	-309	-498	-115	-354	-1353	-1411
CONSOMMATIONS kWhEF/an										
CHALEUR	1 829 888	1 221 884	1 829 888	1 221 884	1 605 191	1 023 621	1 793 173	1 164 608	265 830	126 938
FROID	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ECS	468 523	466 657	463 857	466 657	384 525	384 525	151 211	150 126	95 864	61 497
ECLAIRAGE	282 907	282 337	282 907	282 337	282 907	282 337	282 907	282 337	282 907	282 907
AUXILIAIRES	31 877	28 461	31 877	28 461	31 877	28 461	31 877	28 461	36 431	31 308
VENTILATION	153 692	309 660	153 692	309 660	153 692	309 660	153 692	309 660	153 692	309 660
PHOTOVOLTAIQUE	-	-	- 150 276	- 150 276	-	-	-	-	-	-
TOTAL	2 766 887	2 308 999	2 611 944	2 158 723	2 458 191	2 028 606	2 412 859	1 935 193	834 722	812 310
CONSOMMATIONS kWhEF/an										
Electricite	468 475	620 459	468 475	620 459	468 475	620 459	619 686	770 585	834 722	812 310
Gaz	2 298 411	1 688 540	2 293 745	1 688 540	-	-	1 793 173	1 164 608	-	-
Biomasse	-	-	-	-	1 989 716	1 408 146	-	-	-	-
Photovoltaïque	-	-	- 150 276	- 150 276	-	-	-	-	-	-
TOTAL	2 766 887	2 308 999	2 611 944	2 158 723	2 458 191	2 028 606	2 412 859	1 935 193	834 722	812 310
Delta (Var-Base)	-	- 457 887,1	- 154 942,9	- 608 163,5	- 308 695,5	- 738 281,0	- 354 027,3	- 831 693,6	- 1 932 164,2	- 1 954 576,5
Delta (Var-Base) en %	-	-17%	-6%	-22%	-11%	-27%	-13%	-30%	-70%	-71%

4.3 COÛTS D'INVESTISSEMENTS

Les coûts d'investissements des différentes solutions étudiées sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

				VARIANTE 1	VARIANTE 2	VARIANTE 3	VARIANTE 4	VARIANTE 5	VARIANTE 6	VARIANTE 7	VARIANTE 8	VARIANTE 9
INSTALLATIONS TECHNIQUES												
Ventilation double-flux vs simple-flux (compris chauffage)	ens	1	514 014	514 014		514 014		514 014		514 014		514 014
Photovoltaïque	ens	1	200 000		200 000	200 000					200 000	200 000
Chaufferie bois	ens	1	110 000				110 000	110 000				
Silo bois	ens	1	40 000				40 000	40 000				
Heliopac	ens	1	240 000						240 000	240 000		
Pompe à chaleur - Version SF	ens	1	643 750								643 750	
Pompe à chaleur - Version DF	ens	1	575 000									575 000
Réseau enterré depuis chaufferie	ens	3	- 316 000								- 316 000	- 316 000
SURCOUT / BASE				514 014	200 000	714 014	150 000	664 014	240 000	754 014	527 750	973 014

4.4 COÛTS D'EXPLOITATION

4.4.1 HYPOTHESES

Les coûts d'entretien / maintenance annuels pris en compte sont établis en fonction du coût d'investissement :

- Chaudière bois neuve Coût identique à chaudière gaz existante
- Ventilation double-flux 2% du surcoût d'investissement
- Photovoltaïque et ECS Solaire 1% du coût d'investissement
- Pompes à chaleur 3% du coût d'investissement

Les coûts d'exploitation des différentes solutions étudiées sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Nota : Le Maître d'Ouvrage ayant une expertise forte sur ce sujet, ces coûts seront réinterrogés ultérieurement selon son analyse.

4.4.2 RESULTATS

	BASE	VARIANTE 1	VARIANTE 2	VARIANTE 3	VARIANTE 4	VARIANTE 5	VARIANTE 6	VARIANTE 7	VARIANTE 8	VARIANTE 9
ENERGIE										
Electrique	58 559	77 557	58 559	77 557	58 559	77 557	77 461	96 323	104 340	101 539
Gaz	122 582	90 055	122 333	90 055	-	-	95 636	62 112	-	-
Biomasse	-	-	-	-	106 118	75 101	-	-	-	-
Photovoltaïque	-	-	18 785	18 785	-	-	-	-	-	-
TOTAL ENERGIE	181 141	167 613	162 108	148 828	164 678	152 659	173 097	158 436	104 340	101 539
MAINTENANCE										
Ventilation double-flux vs simple-flux (compris chauffage)	-	10 280	-	10 280	-	10 280	-	10 280	-	10 280
Photovoltaïque	-	-	2 000	2 000	-	-	-	-	-	-
Chaufferie bois	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heliopac	-	-	-	-	-	-	2 400	2 400	-	-
Pompes à chaleur	-	-	-	-	-	-	-	-	19 313	17 250
TOTAL Maintenance	-	10 280	2 000	12 280	-	10 280	2 400	12 680	19 313	27 530
TOTAL COUT EXPLOITATION	181 141	177 893	164 108	161 109	164 678	162 939	175 497	171 116	123 653	129 069
SURCOUT / BASE	-	- 3 248	- 17 033	- 20 033	- 16 464	- 18 203	- 5 645	- 10 026	- 57 489	- 52 072

4.5 AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES DIFFERENTES SOLUTIONS

	Ventilation simple-flux	Ventilation double-flux	Raccordement sur chaudière existante non modifiée	Existant + Photovoltaïque	Existant + Chaudière bois	Existant + Heliopac	PAC décentralisées + Photovoltaïque
Avantages	Coût d'investissement	Récupération d'énergie sur air extrait (faibles consommations de chauffage)	Maintenance limitée (pas de multiplication des équipements)	Peu de maintenance supplémentaire	Forte réduction de l'impact carbone	Productions ECS indépendantes de la production de chauffage	Indépendance des bâtiments
	Faible entretien / maintenance	Filtration de l'air introduit dans les locaux	Localisation loin des lieux de séjour des patients et proche de l'accès logistique	Installation autonome et localisée	Coût du bois théoriquement plus stable que celui du gaz	Permet de satisfaire les exigences du PLU	Permet de satisfaire les exigences du PLU
	Optimisation des hauteurs de niveau	Confort (soufflage à température neutre)		Permet de satisfaire les exigences du PLU	Permet de satisfaire les exigences du PLU	Surcoût investissement limité	Chaudière existante dédiée uniquement à la blanchisserie
		Maîtrise des débits d'air neuf		Surcoût investissement limité	Surcoût investissement limité		Simplification du phasage pour le chauffage
							Solution réversible : permet un rafraichissement des chambres par les panneaux rayonnants
							Faible impact carbone (GWP<5)
							Pas de recours aux énergies fossiles
Inconvénients	Consommation de chauffage	Entretien (filtres , échangeur)	Grandes longueurs de réseaux enterrés (pertes de chaleur, coût)	Peu de réduction de l'impact carbone	Intervention en chaudière	Multiplication des équipements à maintenir	Multiplication des équipements à maintenir
	Mauvaise maîtrise des débits d'air	Consommations électriques (2 ventilateurs)	Ne permet pas de satisfaire les exigences du PLU	Pas d'impact sur consommations gaz	Contraintes d'entretien / maintenance / approvisionnement	Réduction de l'impact carbone limité	Localisation à proximité des lieux de séjours des patients
	Confort	Emprise des gaines dans les plénums (croisements)	Non indépendance des bâtiments				Vigilance sur les nuisances sonores potentielles
	Pas de filtration de l'air neuf		Impact carbone				Surcoût investissement important
			Performances des chaudières gaz				
			Phasage				

4.6 COUT GLOBAL SUR 20 ANS

4.6.1 INTRODUCTION

L'étude comparative en « coût global » des différentes variantes étudiées tient compte :

- Des surcoûts d'investissement par rapport à la solution de base
- Des coûts de l'énergie consommée
- Des coûts de maintenance

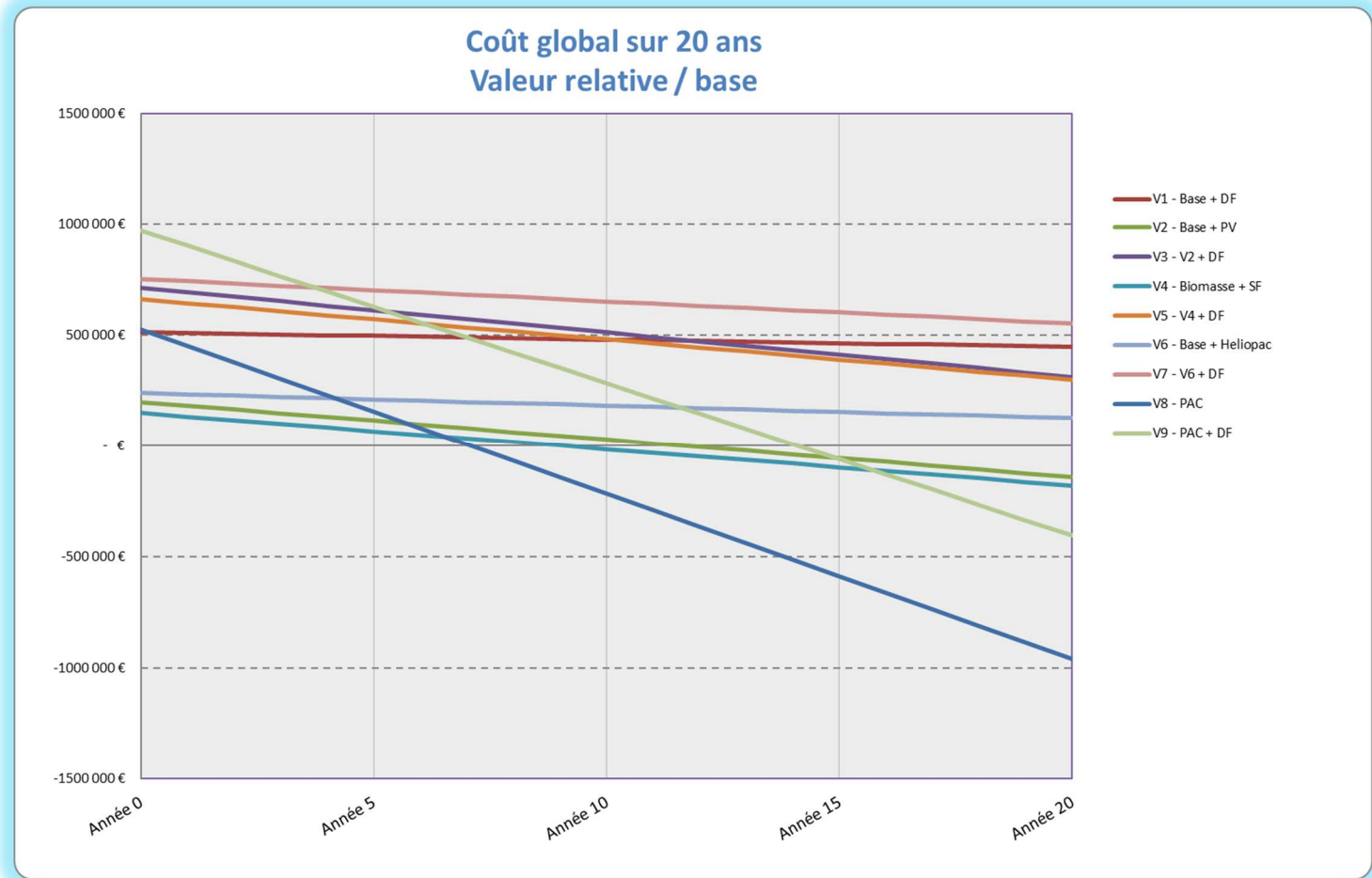
Elle ne tient pas compte des coûts de remplacement des équipements.

L'étude est réalisée sur 20 ans. Les résultats sont présentés dans les graphes ci-dessous et mettent en évidence les coûts cumulés d'investissement et de fonctionnement.

Deux simulations ont été réalisées :

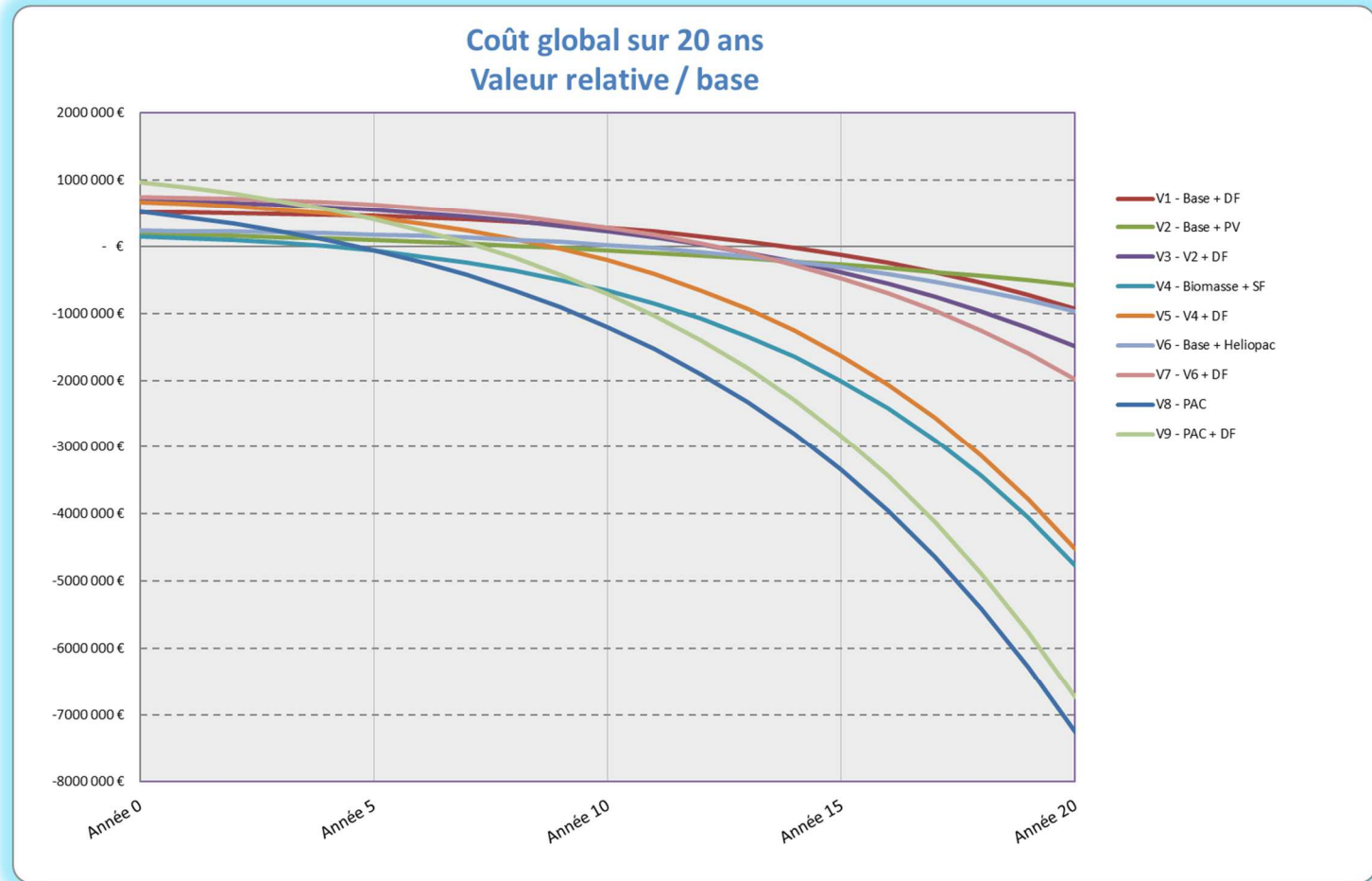
- A coût constant
- En tenant compte de l'évolution des prix de l'énergie, du taux d'actualisation et de l'évolution du prix de la maintenance.
 - Les prix des énergies étant particulièrement volatiles et les hausses actuellement constatées ou annoncées exceptionnellement importantes, les hypothèses d'évolution du coût des consommations énergétiques du projet devront donc être réinterrogées avant le choix final des productions énergétiques.

4.6.2 BRUT



4.6.3 ACTUALISE

- Actualisation 3%
- Inflation énergie
 - Electricité : 10%
 - Gaz : 15%
 - Biomasse : 10%
 - Photovoltaïque : 10%
- Inflation autre
 - Maintenance : 5%



5 CONCLUSIONS

L'analyse des résultats est établie sans recours aux subventions de type Fond Chaleur, ni aux certificats d'économie d'énergie.

Comme évoqué précédemment, le contexte actuel de grande volatilité des prix de l'énergie rend caduque toute analyse car les conclusions de l'étude, d'un point de vue économique, peuvent être complètement opposées selon l'évolution du coût des énergies.

A ce stade du projet, la solution pressentie, de mise en œuvre d'une chaudière biomasse de 400kW en remplacement d'une des chaudières gaz existantes et d'une ventilation des locaux majoritairement en simple flux, est retenue. Par rapport à la solution dite « de base », elle représente la solution permettant d'atteindre les objectifs de 10% d'ENR engendrant le plus faible surinvestissement avec un temps de retour assez rapide (9 ans en temps de retour brut).

Le recours à l'énergie solaire par la mise en œuvre d'une installation photovoltaïque, représente une alternative intéressante car le surcoût est modéré et la maintenance liée très faible. Selon l'évolution des coûts des énergies, elle pourrait s'avérer particulièrement pertinente. Il en est de même pour la production d'eau chaude sanitaire solaire dont le coût d'investissement pourrait être réduit par le recours au fond chaleur.

Enfin, la solution pompes à chaleur décentralisées représente un surcoût d'investissement important mais leurs excellentes performances (données issues d'une sélection d'un fabricant disposant d'un titre 5) assurent une forte réduction des consommations d'énergie (de plus de 60% en énergie finale) et une réduction drastique de l'impact carbone. Néanmoins, ces performances nécessitent d'être réinterrogées afin de s'assurer qu'elles correspondent bien à celles rencontrées dans un usage « réel » et que les consommations constatées pour les bâtiments en activités seraient en cohérence avec celles obtenues par le calcul.