

Reconstruction du centre hospitalier

Vihiers (49)

APD

ETUDE DE FAISABILITE D'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE

Maîtrise d'ouvrage
GHT 49 + CHI Lys Hyrôme

Maîtrise d'œuvre
Architecte mandataire : forma⁶
Architecte associé : Le Baron-Gautier Architectes
Economiste : Techniques & Chantiers
BET Structure, techniques, VRD, BIM, SSI : Novam
BET Acoustique : Acoustic Technologies Grand Ouest
BET Environnement : Etamine
BET cuisine et blanchisserie : Process cuisines
Paysagiste : Broussaille



PROJET	PHASE	N°DOCUMENT	EMETTEUR	MISSION	ZONE	NIVEAU	INDICE	TITRE DU DOCUMENT
EHVIH	APD	6004	NOV	HQE			0	EFAE

SOMMAIRE

01	SOMMAIRE.....	2
02	GENERALITES	3
02.01.	Objet de l'étude	3
02.02.	Energies envisageables.....	3
03	HYPOTHESES DE CALCUL.....	4
04	SIMULATION PAC AIR/AIR	5
04.01.	Description du système : PAC AEROTHERMIQUE TYPE DRV	5
04.02.	Avantages / Faiblesses / Opportunités / Menaces	5
04.03.	Investissements et coûts d'exploitation	5
05	SIMULATION BOIS.....	6
05.01.	Description du système : CHAUDIERE BOIS	6
05.02.	Avantages / Faiblesses / Opportunités / Menaces.....	6
05.03.	Investissements et coûts d'exploitation	6
06	SIMULATION PAC GEOTHERMIQUE	7
06.01.	Description du système : PAC GEOTHERMIQUE	7
06.02.	Avantages / Faiblesses / Opportunités / Menaces	7
06.03.	InvestissemEnts et coûts d'exploitation	7
07	RESEAU DE CHALEUR URBAIN	8
07.01.	Description du système : Réseau de chaleur urbain.....	8
07.02.	Avantages / Faiblesses / Opportunités / Menaces	8
07.03.	Investissements et coûts d'exploitation	8
08	COMPARAISON DES SOLUTIONS DE CHAUFFAGE	9
09	CONCLUSION	10

GENERALITES

02.01. OBJET DE L'ETUDE

La présente notice est réalisée dans le cadre du projet de reconstruction du Centre Hospitalier de VIHIERS (49). L'objectif de la présente étude est de déterminer les énergies disponibles sur le site, d'appréhender leur technologie, leurs avantages et inconvénients.

La consommation d'énergie du bâtiment est la consommation conventionnelle liée au chauffage, au refroidissement, à la production d'eau chaude sanitaire, à l'éclairage et aux auxiliaires, déduction faite de la production d'électricité à demeure.

Cette étude d'approvisionnement en énergie est basée sur les hypothèses de calcul et les résultats de consommations de l'étude SED réalisée par Etamine, en version double flux dans tous les locaux (chambres comprises).

02.02. ENERGIES ENVISAGEABLES

Voici la liste des énergies disponibles sur le site du CH LYS HYROME :

Système	Etudié	Non étudié	Explication
Chaudière gaz		X	Le site n'est pas desservi en gaz naturel.
Pompe à chaleur aérothermique type DRV	X		Ce système est efficace et maîtrisé par sa forte diffusion sur le marché français.
Chauffage au bois	X		Ce système de chaudière automatique à granulés de bois est pertinent dans la ressource locale et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Cette technologie permet de satisfaire aux enjeux de la RE2020. Attention à la place complémentaire du stockage des granulés
Pompe à chaleur Géothermique	X		Le sol étant à la même température toute l'année, la technologie géothermie permet de garantir des performances constantes. Une étude de réponse thermique de terrain (TRT) devra être réalisée pour confirmer le potentiel thermique du sol. Attention à la place disponible sur la parcelle pour les forages des sondes géothermiques. Les coûts d'investissements sont importants.
Solaire thermique		X	Système non étudié.
Solaire photovoltaïque		X	Système non étudié. La Loi APER est respectée par la végétalisation prévue en toiture. Il n'y a donc pas d'obligation de prévoir du solaire photovoltaïque.
Eolien		X	Le site ne s'y prête pas.
Réseau de chaleur urbain	X		Ce système est présent à proximité et propose une solution performante, à coût maîtrisé et faiblement carbonée.

HYPOTHESES DE CALCUL

Ventilation : Ventilation double flux (rendement échangeur : 80%).

Dépense de chaleur : **300 kW**

Coût des énergies

Prix au 31/12/2025:

- RCU : 0,13 €HT/kWh
- Electricité : 0,20 €HT/kWh
- Granulés de bois : 0,08 €HT/kWh

(données issues de Statistique publique de l'énergie, des transports, du logement et de l'environnement)

Abonnements :

Compris dans le coût des énergies

Coût d'entretien

- Chaudière Bois : 6 000 €HT/an
- PAC aérothermique : 8 000 €HT/an
- PAC géothermique : 6 000 €HT/an
- Sous-station : 0€HT/an (compris dans le prix du kWh)

Hausse du coût des énergies :

- RCU : **1%/an**
- Electricité : **4%/an**
- Granulés de bois : **3%/an**

Emission de gaz à effet de serre en CO₂ :

- Electricité (Chauffage) : **180 gCO₂/kWh**
- Bois-granulés (pellets) ou briquettes : **13 gCO₂/kWh**
- Réseau de chaleur urbain : **40 gCO₂/kWh**

Emission de gaz à effet de serre en Equivalent Carbone :

- Electricité : 0,0491 kg équi. C/kWh
- Bois : 0,0012 kg équi. C/kWh
- Sous-station : 0,01092 kg équi. C/kWh

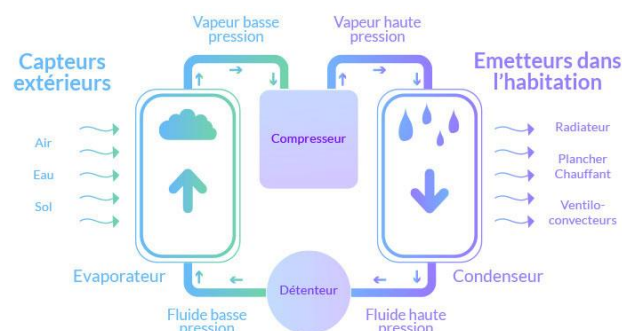
Etude d'approvisionnement réalisée sur 30 ans.

SIMULATION PAC AIR/AIR

04.01. DESCRIPTION DU SYSTEME : PAC AEROTHERMIQUE TYPE DRV

Les pompes à chaleur aérothermiques (Air/Air) fonctionnent en récupérant les calories disponibles dans l'air ambiant avec un fluide frigorigène. Les changements de phase de ce fluide permettent de transférer la chaleur à l'air ambiant selon les différents émetteurs de chaleur.

Les performances de ces systèmes sont favorisées dans les climats tempérés. Le coefficient de performance doit être supérieur à 3.



Système de production de chauffage

Générateur :	DRV
COP :	> 3,0
EER :	> 2,5
Emplacement :	En toiture ou local technique dédié
Emetteur :	Unités gainables

04.02. AVANTAGES / FAIBLESSES / OPPORTUNITES / MENACES

• Amélioration du rendement de production et donc diminution de la consommation d'énergie.	😊
• Système autonome simple et bonne rapidité de chauffe.	😊
• Possibilité de faire du refroidissement sur les émetteurs air	😊
• Appoint électrique peut être nécessaire en hiver	😞
• Investissement onéreux	😞
• Unité extérieure : émetteur de bruit	😞

04.03. INVESTISSEMENTS ET COUTS D'EXPLOITATION

L'investissement concerne le générateur de chauffage (+ équipements spécifiques supplémentaires).

Le coût global d'exploitation sur 30 ans correspond aux dépenses liées aux consommations d'énergie et à l'entretien.

	Total (€ HT)
Estimation investissement (Générateur)	75 000€HT
P1 : Consommation annuelle d'énergie chauffage* sans abonnement (1 ^{ère} année)	55 170€HT
P2 : P1 + Entretien chauffage (1 ^{ère} année)	63 170€HT
Coût global actualisé sur 30 ans (Investissement+P1+P2)	3 409 184€HT

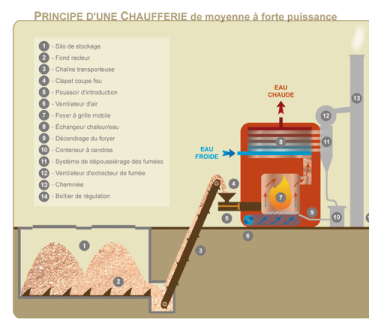
* : Les dépenses d'énergie sont annexées à une hausse annuelle.

SIMULATION BOIS

05.01. DESCRIPTION DU SYSTEME : CHAUDIERE BOIS

Les systèmes de chauffage au bois sont de plus en plus présents, leurs faibles émissions de gaz à effet de serre en font un système valorisé dans les calculs réglementaires. La technologie la plus répandue est la **chaudière à granulés** mais il existe d'autres technologies toutes aussi performantes (chaudières à plaquette ou à bois déchiqueté).

Chaque chaudière à bois se décompose en une **zone de stockage**, une **zone de combustion** et un **échangeur**. Suivant la technologie, l'acheminement du combustible (le bois) peut être automatisé, comme pour les chaudières à granulés et le système d'alimentation de vis sans fin. La combustion peut se faire de trois manières différentes, soit la combustion est montante (faible rendement), soit horizontale ou bien inverse (bon rendement). Les gaz de combustion à haute température sont envoyés vers l'échangeur thermique afin de réchauffer l'eau.



Système de production de chauffage	
Générateur :	Chaudière bois à granulés à condensation à alimentation automatique
Rendement à puissance nominale :	> 100,0%
Emplacement :	Chaufferie à prévoir Stockage : surface à déterminer selon autonomie désirée
Emetteur :	Radiateur à eau chaude

05.02. AVANTAGES / FAIBLESSES / OPPORTUNITES / MENACES

• Combustible le moins cher du marché, énergie renouvelable et disponible en France	😊
• Nouvelles chaudières performantes	😊
• Besoin d'un espace de stockage dans un environnement sec.	😐
• Modulation de puissance limitée.	😐
• Entretien et maintenance importante et onéreux	😐
• Emplacement chaufferie important	😞
• Ne permet pas de produire du froid	😞
• Investissement onéreux	😞

05.03. INVESTISSEMENTS ET COUTS D'EXPLOITATION

L'investissement concerne le générateur de chauffage (+ équipements spécifiques supplémentaires).

Le coût global d'exploitation sur 30 ans correspond aux dépenses liées aux consommations d'énergie et à l'entretien.

	Total (€ HT)
Estimation investissement (Générateur + Stockage granulés)	310 000€HT
P1 : Consommation annuelle d'énergie chauffage* sans abonnement (1 ^{ère} année)	53 267€HT
P2 : P1 + Entretien chauffage (1 ^{ère} année)	59 267€HT
Coût global actualisé sur 30 ans (Investissement+P1+P2)	3 024 209€HT

* : Les dépenses d'énergie sont annexées à une hausse annuelle.

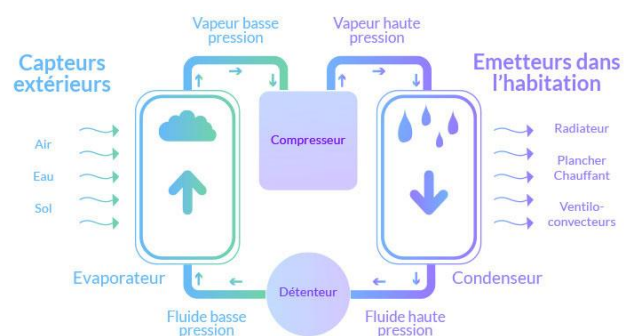
SIMULATION PAC GEOTHERMIQUE

06.01. DESCRIPTION DU SYSTEME : PAC GEOTHERMIQUE

La pompe à chaleur géothermique récupère les **calories du sol** pour les transmettre aux émetteurs de chauffage du bâtiment. Son installation nécessite le forage de capteurs dans le sol de manière verticale.

Une étude de **Réponse Thermique de Terrain (TRT)** est nécessaire afin de déterminer le potentiel d'échange calorifique du sol.

Les besoins en chauffage de l'ensemble des bureaux nécessitent le forage de 10 sondes géothermiques de 120m de profondeur. Chaque forage doit être espacé de 10 m minimum.



Système de production de chauffage

Générateur :	PAC Eau glycolée/Eau
Puissance chaud :	12,92 kW
COP Chaud :	3,7
Emplacement :	Dans une chaufferie (à prévoir) + Forage sur parcelle
Emetteur :	Radiateur à eau chaude

06.02. AVANTAGES / FAIBLESSES / OPPORTUNITES / MENACES

• Amélioration du rendement de production et donc diminution de la consommation d'énergie.	😊
• Système autonome simple sans apport de combustible	😊
• Peut produire du froid – nécessite un changement d'émetteurs	😐
• Variation du potentiel selon la typologie du sol de la parcelle	😐
• Coût d'installation important	😞
• Unité utilisant un fluide frigorigène, élément émetteur de gaz à effet de serre	😞

06.03. INVESTISSEMENTS ET COUTS D'EXPLOITATION

L'investissement concerne le générateur de chauffage (+ équipements spécifiques supplémentaires).

Le coût global d'exploitation sur 30 ans correspond aux dépenses liées aux consommations d'énergie et à l'entretien.

	Total (€ HT)
Estimation investissement (Générateur + forages)	375 000€HT
P1 : Consommation annuelle d'énergie chauffage* sans abonnement (1 ^{ère} année)	62 779€HT
P2 : P1 + Entretien chauffage (1 ^{ère} année)	68 779€HT
Coût global actualisé sur 30 ans (Investissement+P1+P2)	4 075 968€HT

* : Les dépenses d'énergie sont annexées à une hausse annuelle.

RESEAU DE CHALEUR URBAIN

07.01. DESCRIPTION DU SYSTEME : RESEAU DE CHALEUR URBAIN

Les **réseaux de chaleur** consistent à produire de la chaleur de manière centralisée, puis à la distribuer à plusieurs bâtiments via un réseau de canalisations enterrées. La chaleur est généralement produite à partir de différentes sources d'énergie (biomasse, gaz, récupération de chaleur fatale, géothermie), puis transportée sous forme d'eau chaude ou surchauffée jusqu'aux sous-stations des bâtiments.

Au niveau de chaque bâtiment, un échangeur à plaques permet de transférer la chaleur du réseau vers le circuit de chauffage interne, sans mélange des fluides. Un réseau de chaleur performant se caractérise par un **taux élevé d'ENR** et un **faible poids carbone**.

La commune a investi dans un réseau de chaleur pour alimenter ces principaux équipements énergétiques (Centre aqualudique, Complexe sportif, Collège). Ce réseau de chaleur dispose d'une part importante d'énergie renouvelable grâce à la méthanisation bioénergie.



Système de production de chauffage

Générateur :	Echangeur à plaques
Rendement à puissance nominale :	A définir selon le matériel envisagé.
Emplacement :	Dans une chaufferie (à prévoir)
Emetteur :	Radiateurs à eau

07.02. AVANTAGES / FAIBLESSES / OPPORTUNITES / MENACES

• Amélioration du rendement de production et donc diminution de la consommation d'énergie.	😊
• Système autonome simple et bonne rapidité de chauffe.	😊
• Energie renouvelable car récupérée sur un système existant et indépendant.	😊
• Permet de produire de froid	😊
• Investissement onéreux	😞

07.03. INVESTISSEMENTS ET COUTS D'EXPLOITATION

L'investissement concerne le générateur de chauffage (+ équipements spécifiques supplémentaires).

Le coût global d'exploitation sur 30 ans correspond aux dépenses liées aux consommations d'énergie et à l'entretien.

	Total (€ HT)
Estimation investissement (SKID)	0€HT
P1 : Consommation annuelle d'énergie chauffage* sans abonnement (1 ^{ère} année)	80 376€HT
P2 : P1 + Entretien chauffage (1 ^{ère} année)	80 376€HT
Coût global actualisé sur 30 ans (Investissement+P1+P2)	2 795 884€HT

* : Les dépenses d'énergie sont annexées à une hausse annuelle.

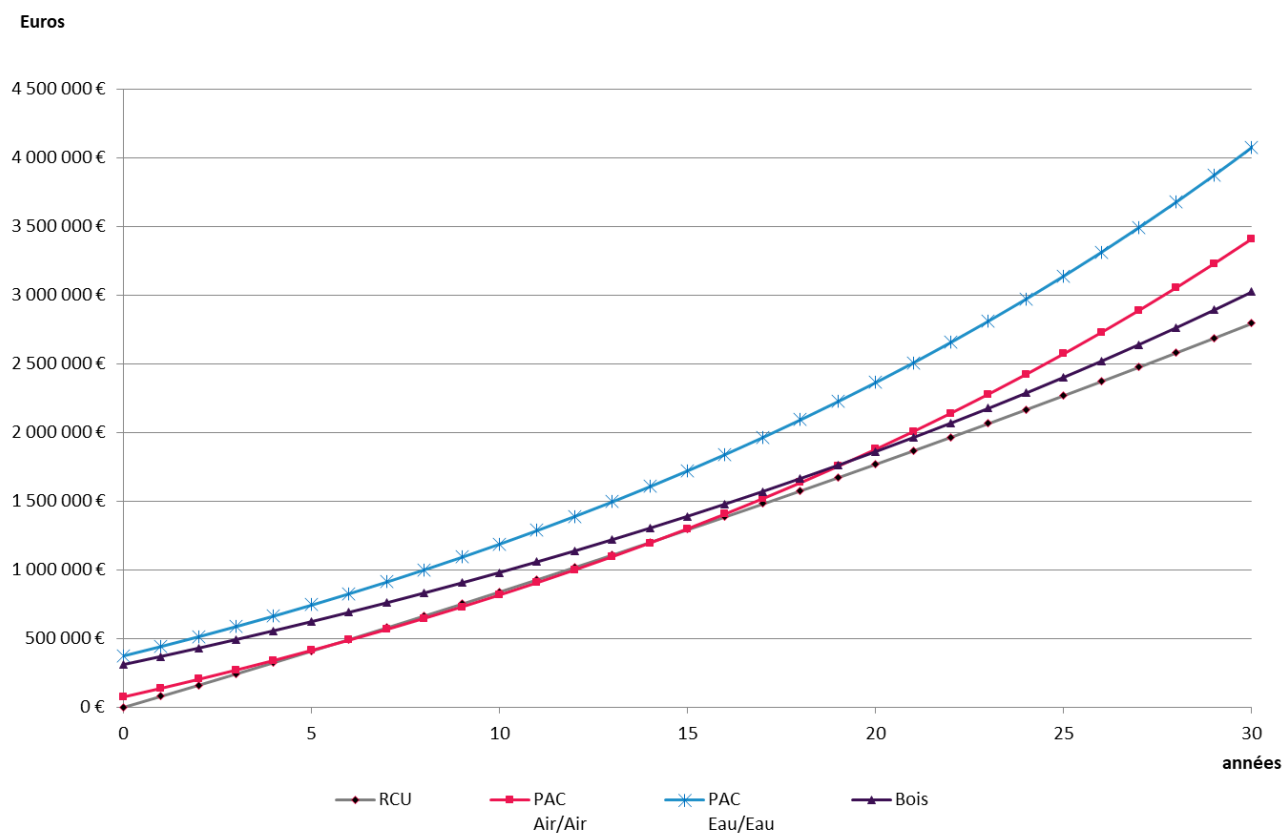
COMPARAISON DES SOLUTIONS DE CHAUFFAGE

COUT GLOBAL			RCU	PAC Air/Air	PAC Eau/Eau	Bois
Bilan de consommation de chauffage	Besoins de chauffage	kWh/an	475 600	475 600	475 600	475 600
	Consommation Réseau de Chaleur	kWh _{EF} /an	618 280	0	0	0
	Consommation électrique	kWh _{EF} /an	0	229 873	261 580	0
	Consommation bois	kWh _{EF} /an	0	0	0	665 840
	Consommation totale en énergie primaire	kWh _{EP} /m².an	63	53	61	67
	Etiquette énergétique		A	A	A	A
Bilan économique	Montant de l'opération	€ HT	0	75 000	375 000	310 000
	Prix du kWh (hors abonnement)	€ HT	0,13	0,24	0,24	0,08
	Coût d'exploitation d'énergie P1	€HT/an	80 376,40	55 169,60	62 779,20	53 267,20
	Coût d'exploitation actualisé sur 30 ans (exploitation + entretien – hyp : hausse du coût de l'énergie de 3% par an) pour un contrat P1+P2	€ HT	2 795 884	3 334 184	3 700 968	2 714 209
	Coût global actualisé sur 30ans (investissement, exploitation – hyp : hausse du coût de l'énergie de 3% par an) pour un contrat P1+P2	€ HT	2 795 884	3 409 184	4 075 968	3 024 209
	Coût du kWh thermique délivré par le générateur (en coût global) sur 50ans	c€HT/kWh	21,79	37,10	41,57	26,53
	Coût d'exploitation actualisé sur 30ans (exploitation + entretien + remplacement – hyp : hausse du coût de l'énergie de 3% par an) pour un contrat P1+P2+P3	€ HT	2 795 884	3 409 184	3 805 968	2 984 209
	Coût global sur 30ans (investissement + exploitation+ entretien + remplacement – hyp : hausse du coût de l'énergie de 3% par an) pour un contrat P1+P2+P3	€ HT	2 795 884	3 484 184	4 180 968	3 294 209
Bilan environnemental	Emissions annuelles de gaz à effet de serre	tonnes CO ₂ /an	24,73	41,38	47,08	8,66
		tonnes eqC/an	6,75	11,28	12,84	0,80
	Etiquette Gaz à Effet de Serre		A	A	A	A

CONCLUSION

Voici ci-dessous un graphique de comparaison des solutions en coût global actualisé.

Comparaison des solutions en Coût global actualisé (investissement+P1+P2)



Analyse : En prenant en compte les hypothèses actuelles de coût énergétique et d'évolution de ces coûts dans le temps, la solution qui semble la plus économique est la solution via réseau de chaleur urbain.

Il est important de rappeler que la comparaison ne porte que sur les consommations de chauffage. Les solutions RCU et bois ne peuvent pas produire de froid. Afin de produire du froid, il serait nécessaire d'ajouter un second système de production et d'émission de froid. Quant à elles, les solutions via PAC aérothermique et géothermique permettent de produire du froid en été. Cela permet de garantir un confort thermique intérieur non négligeable pour les futurs occupants.

Notre équipe de maîtrise d'œuvre propose donc de se raccorder au réseau de chaleur urbain créé entre autres par la commune pour alimenter cet établissement. L'usage de cet équipement va dans le sens de la démarche ENR'Choix de l'ADEME. Il est mutualisé pour réduire les coûts de maintenance et utiliser des énergies renouvelables.