

RAPPORT

AUDIT ENERGETIQUE REGLEMENTAIRE



GHT CAEN – CH BAYEUX

RAPPORT N°.....	2022-2982-3
LIEU D'INTERVENTION	CH BAYEUX Rue de Nesmond 14400 Bayeux
VERSION	08/2023
AUDITEURS.....	Aubert LEROUGE Chargé d'Affaires Energie Tél : 06 59 68 12 59 E-mail : aubert.lerouge@elansym.com
REFERENT BAT.....	Rémi CALISTI Chargé d'Affaires Energie Tél : 06 12 62 10 13 E-mail : remi.calisti@elansym.com



ELANSYM
3 rue Paul Tavernier
77300 Fontainebleau

Représenté par

Elodie HUVER
Responsable d'Unité
Tél : 06.69.69.83.10
E-mail : Elodie.Huver@elansym.com

Intervenants

Aubert LEROUGE
Chargé d'Affaires Energie
Tél : 06 59 68 12 59
E-mail : aubert.lerouge@elansym.com

CH BAYEUX
Rue de Nesmond
14400 Bayeux

A l'attention de

Lizette RUIZ
Directrice adjointe en charge de la direction
des travaux de la maintenance et du
patrimoine
Centre Hospitalier Aunay-Bayeux
Tél : 02 31 51 51 22
E-mail : l.ruiz@ch-ab.fr

Prestation
Client

Audit Energétique
GHT CAEN

N° de certification LNE : 35568-5
Domaines : Bâtiments, Transport, Procédés
industriels
Validité : 03/05/2023

Indice de révision	Date	Objet
0	03/2023	Version d'origine
1	08/2023	V2

SOMMAIRE

SYNTHESE DES AXES D'AMELIORATIONS ET ECONOMIES GENEREES	4
1. DEMARCHE DE L'AUDIT ENERGETIQUE	6
1.1 BUT ET OBJET DE LA MISSION	6
1.2 OBJECTIFS ET METHODOLOGIE DU PROCESSUS D'AUDIT	6
1.3 REFERENTIELS	6
1.4 MOYENS TECHNIQUES	6
1.5 PORTEE DU PRESENT RAPPORT	7
2. PRESENTATION DU SITE	8
2.1 PRESENTATION GENERALE	8
2.2 PLAN D'IMPLANTATION	9
3. DEROULEMENT DU PROCESSUS D'AUDIT	14
3.1 CALENDRIER	14
3.2 INTERLOCUTEURS	14
3.3 COLLECTE DES DONNEES POUR ANALYSE ENERGETIQUE	14
4. CARTOGRAPHIE ENERGETIQUE	15
4.1 REPARTITION DE LA FACTURE ENERGETIQUE DU SITE :	15
4.1 EVOLUTION ANNUELLE DE LA CONSOMMATION ENERGETIQUE	16
5. ANALYSE DE L'ENVELOPPE	18
6. ANALYSE DES INSTALLATIONS TECHNIQUES	26
6.1 PRODUCTION DE CHAUFFAGE/CLIMATISATION	26
6.2 ÉCLAIRAGE	27
6.3 PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE	29
6.4 VENTILATION	30
6.1 PRODUCTION DE FROID	32
6.2 AUTRES CONSOMMATIONS ELECTRIQUES	33
6.3 POTENTIEL D'ENERGIE RENOUVELABLE	33
7. ANALYSE ENERGETIQUE	34
7.1 SIMULATION DU BATIMENT	34
7.2 METHODOLOGIE POUR UNE GESTION DURABLE DE L'ENERGIE	37
8. PLANS D'ACTIONS D'AMELIORATION	38
8.1 PRESENTATION DES FICHES D'AMELIORATION ENERGETIQUE	39
8.2 PRESENTATION DES AXES D'AMELIORATION NON CHIFFRES	50
9. FINANCEMENT	51
10. ANNEXES	52
ANNEXE 1 : LEXIQUE	52
ANNEXE 2 : ZONES CLIMATIQUES FRANÇAISES	53
ANNEXE 4 : QUALIFICATION	54

RAPPORT DE SYNTHÈSE

Synthèse des axes d'améliorations et économies générées

Actions préconisées	Gains estimée			Nouvelle consommation et émission				Coût des travaux bruts	CEE	TRB avec aide
	kWhEF/an	€ HT/an	% kWhEF	kWhep / (m².an)	Etiquette Energétique	kgeqCO2 / (m².an)	Etiquette Climat	k€ HT	k€ HT	an
Situation actuelle				402	F	16,5	C			
Augmentation de la plage horaire de ralenti en température	299 991	25 733 €	5,5%	371	F	15,2	C	0,0	0,0	0,0
Régulation HP flottante sur les groupes froids	52 827	6 022 €	1,0%	397	F	16,2	C	15,0	11,5	2,5
Mise en place de robinets thermostatiques	64 425	2 927 €	1,2%	399	F	16,3	C	17,0	1,4	5,3
Mise en place de chaudières à condensation	622 800	28 275 €	11,4%	373	F	15,1	C	450,0	65,8	13,6
Remplacement des luminaires par des LED	271 952	25 641 €	5,0%	373	F	15,3	C	350,0	0,0	13,7
Mise en place d'une PAC géothermique eau/eau	2 180 304	58 432 €	40,0%	358	F	13,7	C	1000,0	53,2	16,2
Isolation des murs par l'intérieur du bâtiment principal et de l'aile ouest protégée	929 256	42 188 €	17,0%	359	F	14,5	C	1150,0	176,0	23,1
Isolation des murs du Self, DIM, de la Pharmacie par l'intérieur	315 188	14 310 €	5,8%	388	F	15,8	C	700,0	48,4	45,5
Mise en place de capteurs solaires thermique	41 511	1 885 €	0,8%	401	F	16,4	C	105,0	4,8	53,2
Remplacement des menuiseries	192 569	8 743 €	3,5%	393	F	16,0	C	705,2	32,2	77,0
Scénario TRB < 10 ans	1 202 940	66 266 €	22,1%	329	E	13,3	C	1165,0	187,4	14,8

Commentaires sur les résultats de l'audit :

L'isolation des différents bâtiments est hétérogène. Certaines parties sont récentes et correctement isolées, d'autres sont vétustes thermiquement. La plupart des équipements sont performants, exceptés les luminaires et la régulation optimisée. Nous avons cependant dégagé les pistes suivantes :

- L'augmentation de 2h de la plage de réduction de température en chauffage,
- La mise en place d'une régulation HP flottante sur les groupes froids,
- Le remplacement des chaudières actuelles par des chaudières à condensation performantes,
- La mise en place d'éclairage LED sur tout le site,
- Le remplacement des chaudières gaz par une pompe à chaleur géothermique eau/eau récupérant les calories de L'Aure,
- L'isolation par l'intérieur pour l'ensemble des bâtiments,
- La mise en place de capteurs solaire thermique pour appuyer la production d'ECS,
- Le remplacement des menuiseries simple vitrage par du double vitrage aluminium dans les parties non classées et du double vitrage bois pour les parties classées.

Le scénario met en parallèle l'isolation par l'intérieur du bâtiment principal, la régulation en HP flottante des groupes froids ainsi que l'augmentation de la période de ralenti en température.

RAPPORT DETAILLÉ D'AUDIT

1. DEMARCHE DE L'AUDIT ENERGETIQUE

1.1 But et objet de la mission

ELANSYM a été chargée par le GHT CAEN de procéder à un audit énergétique réglementaire des différents centres hospitaliers du Calvados. Pour la ville de Bayeux, l'audit concerne le Centre Hospitalier ainsi que l'EPHAD et Unité de Soins Longue Durée afin de respecter le taux réglementaire de couverture de 80%. L'audit consiste à établir l'état énergétique des bâtiments avec un objectif de réduction des consommations d'énergie. Ce rapport concerne le Centre Hospitalier rue de Nesmond.

Cette étude porte sur les différentes énergies présentes sur le site:

- ➔ L'électricité
- ➔ Le gaz naturel

1.2 Objectifs et méthodologie du processus d'audit

Le code de l'énergie en son article L233-1 impose la réalisation d'un audit énergétique pour les entreprises répondant aux seuils définis dans le décret 2013-1121 du 4 décembre 2013

- soit un effectif excédant 250 personnes,
- soit un chiffre d'affaires annuel excédant 50 millions d'euros et un bilan annuel excédant 43 millions d'euros

Les objectifs de cette analyse sont :

- ✓ Faire un bilan de la situation énergétique globale du site (répartition des flux énergétiques)
- ✓ Faire une répartition des principaux postes énergivores
- ✓ Faire une évaluation des gisements d'économie d'énergie avec le potentiel d'économie et les investissements respectifs
- ✓ Faire un plan d'action et d'amélioration de l'efficacité énergétique

1.3 Référentiels

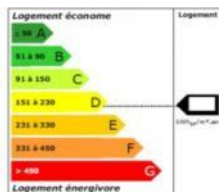
L'audit énergétique a été réalisé à partir des référentiels suivants :

- Norme NF EN ISO 16247 – 1, Audits Énergétique – Partie 1 : Exigences générales
- Norme NF EN ISO 16247 – 2, Audits Énergétique – Partie 2 : Bâtiments
- Norme NF EN ISO 16247 – 3, Audits Énergétique – Partie 2 : Procédés

1.4 Moyens techniques

Le recueil de données a été réalisé sur la base de relevés des équipements de mesure de l'entreprise et par le dialogue avec les responsables techniques du site. .

1.5 Portée du présent rapport



Nota 1 : Dans ce présent rapport, des « étiquettes énergie et climat » sont données pour donner un point de repère de l'état initial du bâtiment et des économies envisageable pour les variantes. Ces étiquettes ne peuvent être utilisées au même titre d'un DPE. En effet pour le calcul de celui-ci, la méthode de calcul est différente. C'est pourquoi des différences peuvent être présentes mais ne relève pas d'un dysfonctionnement.



Nota 2 : Les coûts prévus pour les différentes préconisations peuvent présenter une marge d'erreur de 20%. Ces coûts ne prennent pas en compte d'éventuel désamiantage ou autres travaux à effectuer en amont pour assurer la sécurité des ouvriers.



Nota 3 : Dans la réglementation, les consommations sont calculées en Kilo Watt Heure énergie primaire (KWhep). L'énergie primaire est une forme d'énergie disponible dans la nature avant toute transformation.

Pour produire chaque kWh d'électricité consommé à votre compteur la réglementation considère que 2,3 kWh d'énergie primaire ont été utilisés. Ceci est un coefficient lié à la production et au transport de cette énergie. Pour toutes les autres énergies (gaz, fioul, bois), 1 kWh consommé équivaut à 1 KWhep.

Nota 4 : ELANSYM agit en tant que partenaire indépendant. Sa mission est exclusive de toute activité de conception, d'exécution, de surveillance ou de direction de travaux. Il n'appartient pas à ELANSYM d'établir les documents techniques et administratifs correspondants (plans d'exécution, descriptifs ou CCTP, notes de calculs suivant réglementation des existants,...). Le recours à une Maîtrise d'œuvre (BET, architecte) est nécessaire pour la mise en œuvre des solutions de principe présentées.

2. PRESENTATION DU SITE

2.1 Présentation générale

Le Centre Hospitalier est constitué de plusieurs ailes et bâtiments de différentes époques. On retrouve au maximum 78 niveaux en comptant le sous-sol et le rez-de-chaussée.

Bâtiment	CH
Localisation	BAYEUX (14400)
Surface	21 222 m²
Energie	Electricité
	Gaz naturel
Année de construction	Antérieur aux années 60 pour le bâtiment d'origine/Aile centrale : 1960/Plateau technique 2009
Année(s) de rénovation(s)	-

Horaires de fonctionnement	Bureaux et consultations : 8h-19h L-V Soins : 24/24h 7/7j
----------------------------	--------------------------------------------------------------

Les usages recensés lors de notre visite sur le site sont :

Energie	Usages
Electricité	Éclairage
	Ventilation
	Production de froid
	Climatisation
	Autres usages électriques (ascenseurs, office, matériel médical...)
Gaz naturel	Chauffage
	ECS

2.2 Plan d'implantation

On peut observer les différentes époques de construction des bâtiments et les différentes activités hébergées ci-dessous :

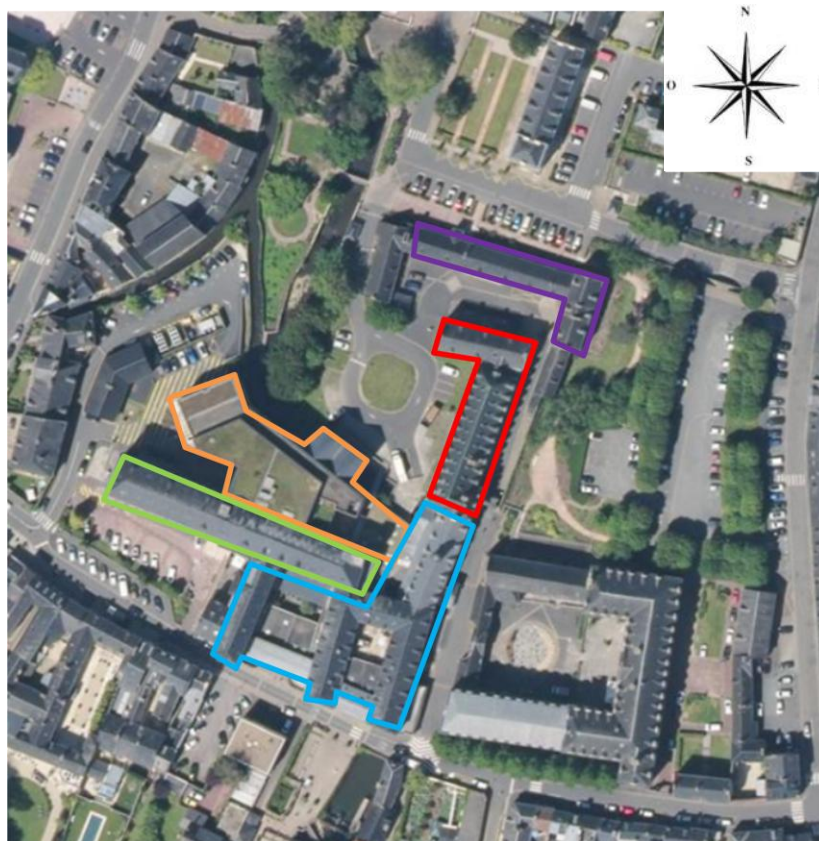


Figure 1 : Vue aérienne du site (Géoportail)

- Bâtiment principal : Soins/Consultation
- Ailes Est et Ouest : Soins/Consultation
- Plateau technique
- Pharmacie
- Chauffage, self, DIM

NIVEAU 0

Suivant plan 30/05/2022

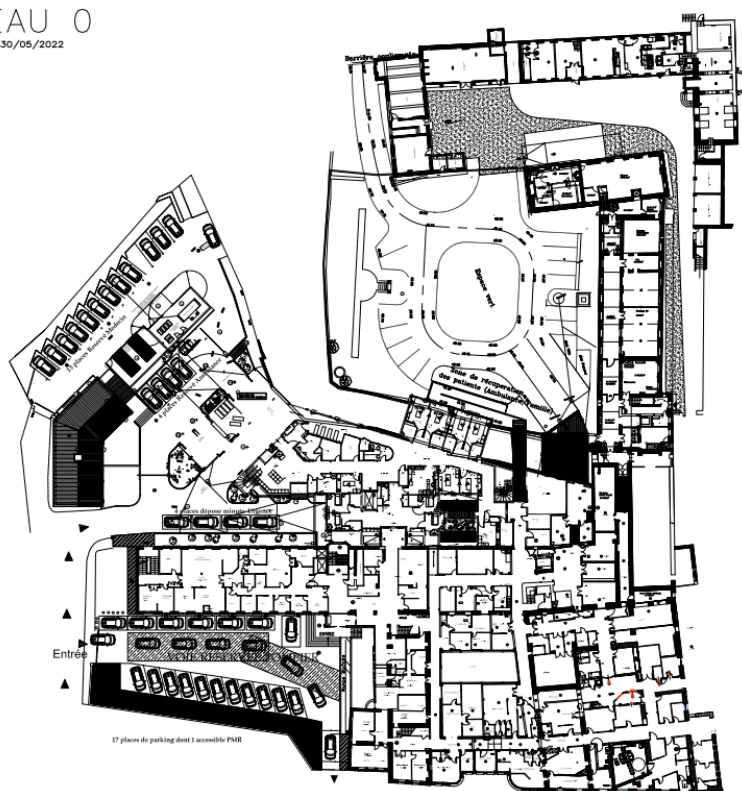


Figure 2 : Plan du RDC

NIVEAU -1

Suivant plan 30/05/2022

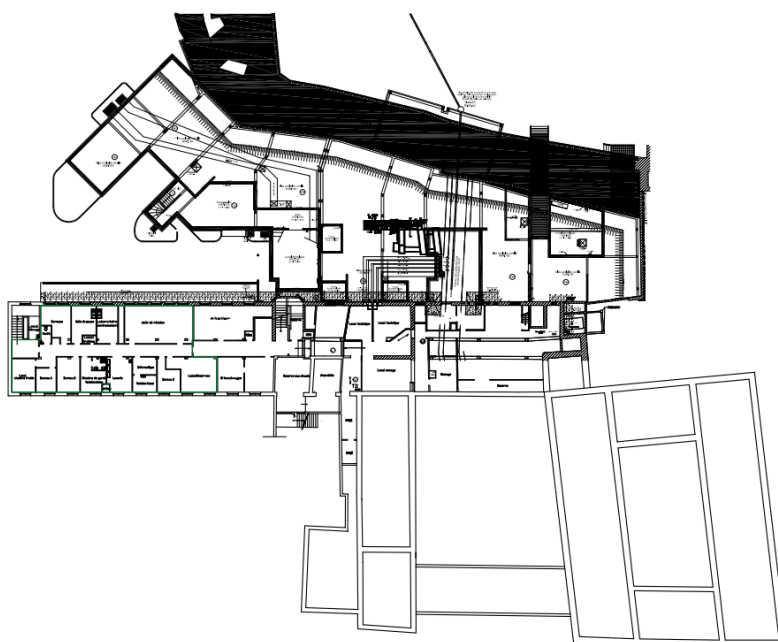


Figure 3 : Plan du R-1

NIVEAU 1

Suivant plan 30/05/2022

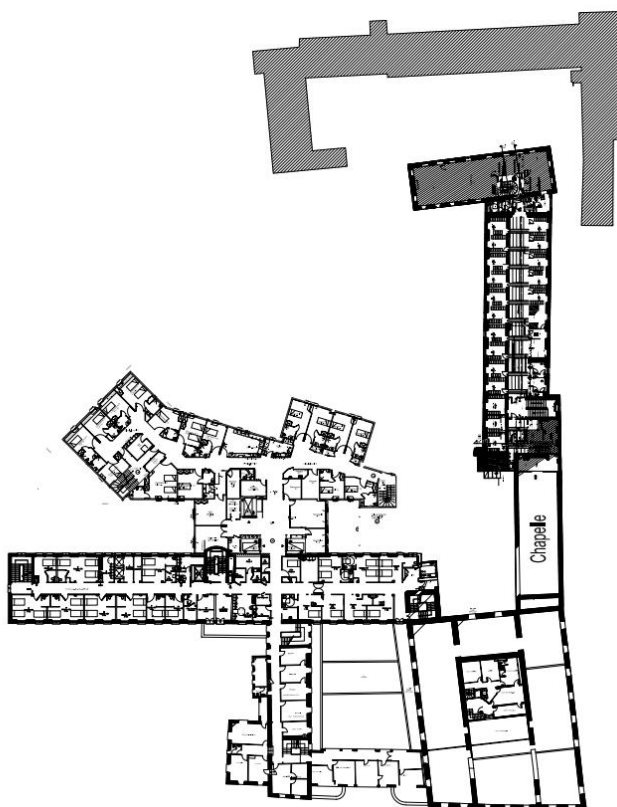


Figure 4 : Plan du R+1

NIVEAU 2

Suivant plan 13/04/2016

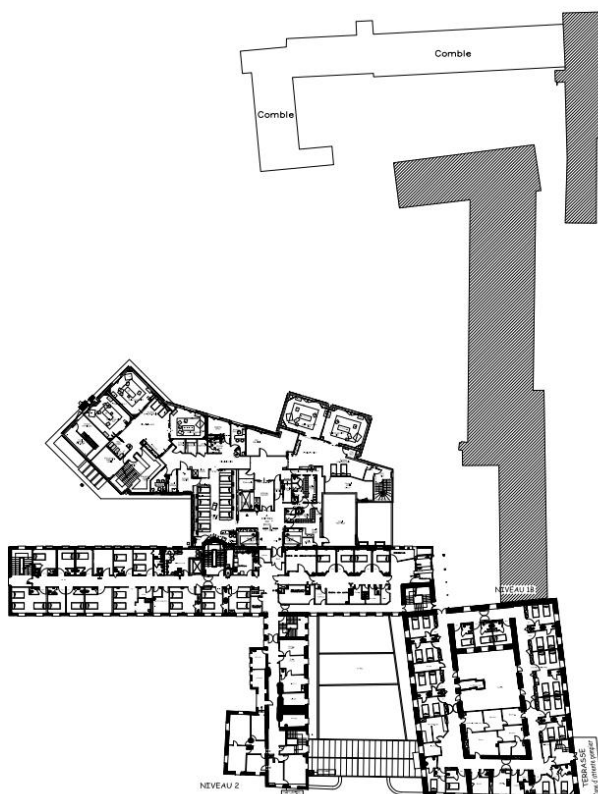


Figure 5 : Plan du R+2

NIVEAU 3

Suivant plan 04/04/2022

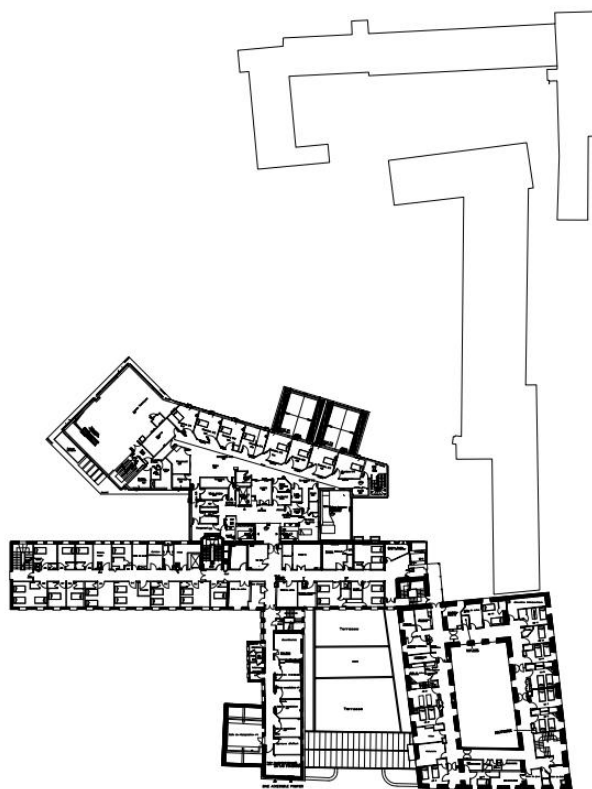


Figure 6 : Plan du R+3

NIVEAU 4

Suivant plan 30/07/2015

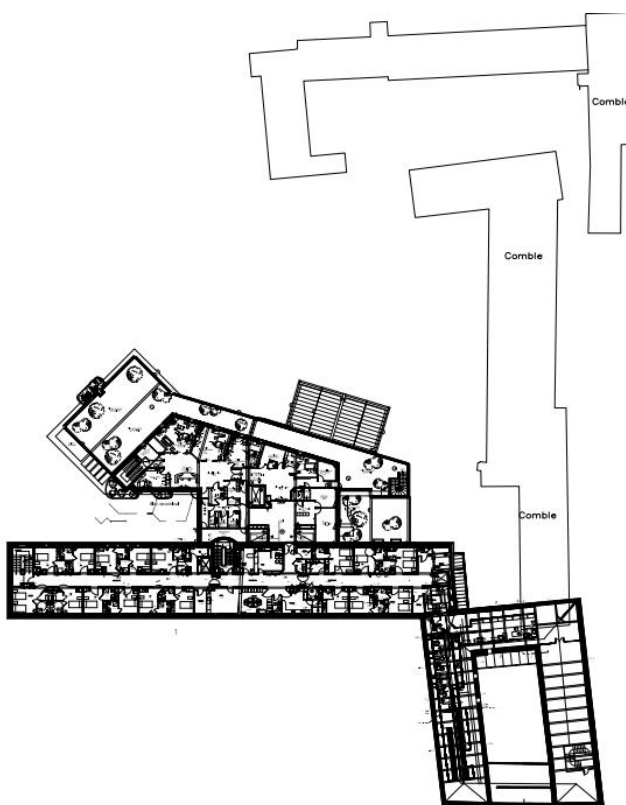


Figure 7 : Plan du R+4

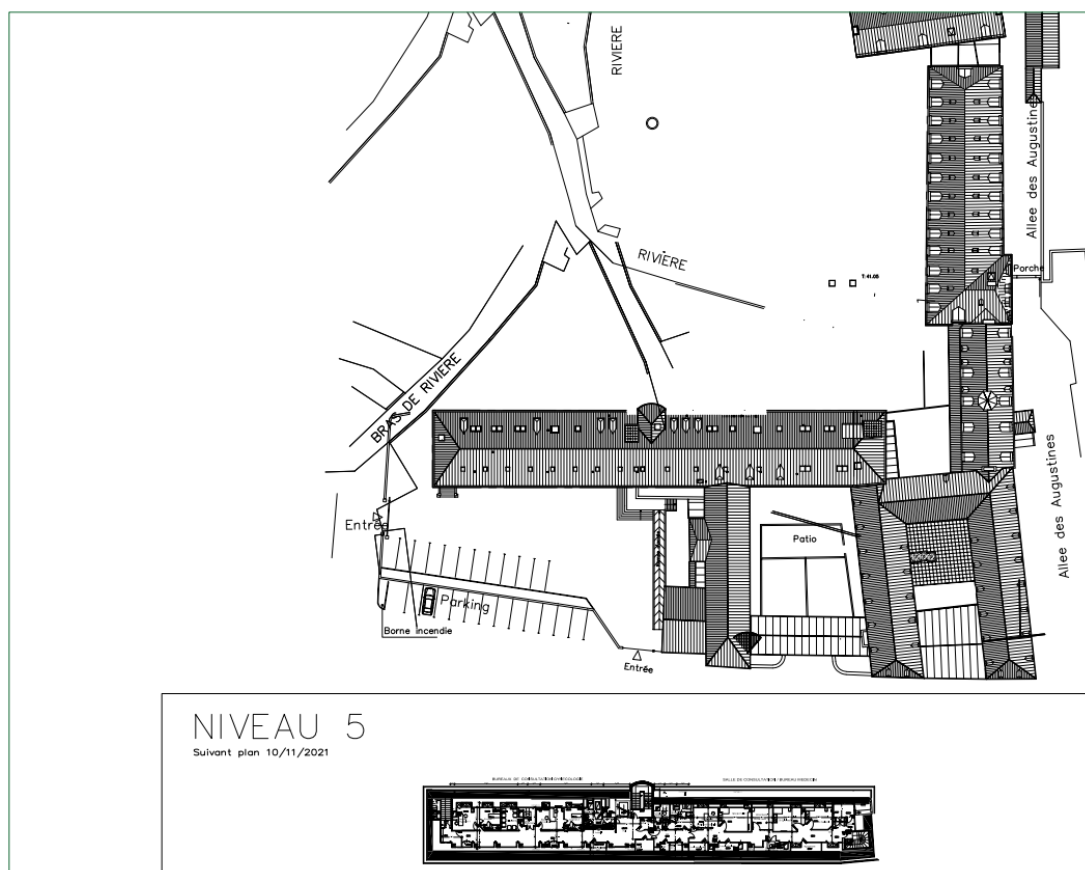


Figure 8 : Plan du R+5

3. DEROULEMENT DU PROCESSUS D'AUDIT

3.1 Calendrier

Le calendrier de réalisation de la prestation a été le suivant :

- Visite sur site : du 12 au 14 Décembre 2022
- Analyse : Mars 2023

3.2 Interlocuteurs

Les personnes rencontrées sur site pendant l'audit sont les suivantes :

- Madame RUIZ Lizette : Directrice adjointe en charge de la direction des travaux de la maintenance et du patrimoine du Centre Hospitalier Aunay – Bayeux
- HEREDIA Miguel : Maintenance

3.3 Collecte des données pour analyse énergétique

➡ **Données utilisées pour l'analyse énergétique :**

- ✓ Plan du site
- ✓ Factures d'électricité et gaz
- ✓ DOE

L'analyse énergétique s'est appuyée sur les données disponibles et relevées.

4. CARTOGRAPHIE ENERGETIQUE

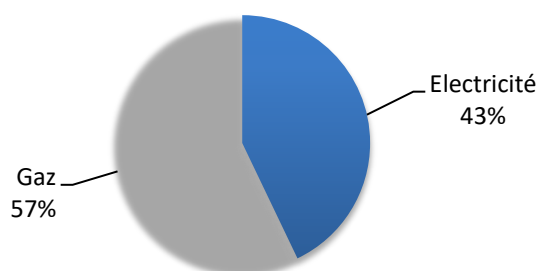
4.1 Répartition de la facture énergétique du site :

La facture est la suivante :

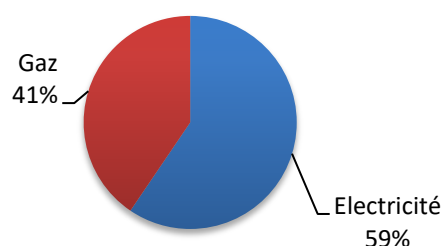
2022					
Type d'énergie	Consommation en MWh _{EF}	Consommation en MWh _{EP}	Coût Total en HT*	Coût Unitaire € HT/MWh	Consommation surfacique kWh/m ²
Electricité	2339,2	5426,8	207 604 €	88,8	110,2
Gaz	3114,7	3114,7	141 435 €	45,4	146,8
Total Energies	5453,9	8541,6	349 039 €	64,0	257,0

* dépend uniquement du kWh « HT »

%MWh -janv 2021 à déc 2021

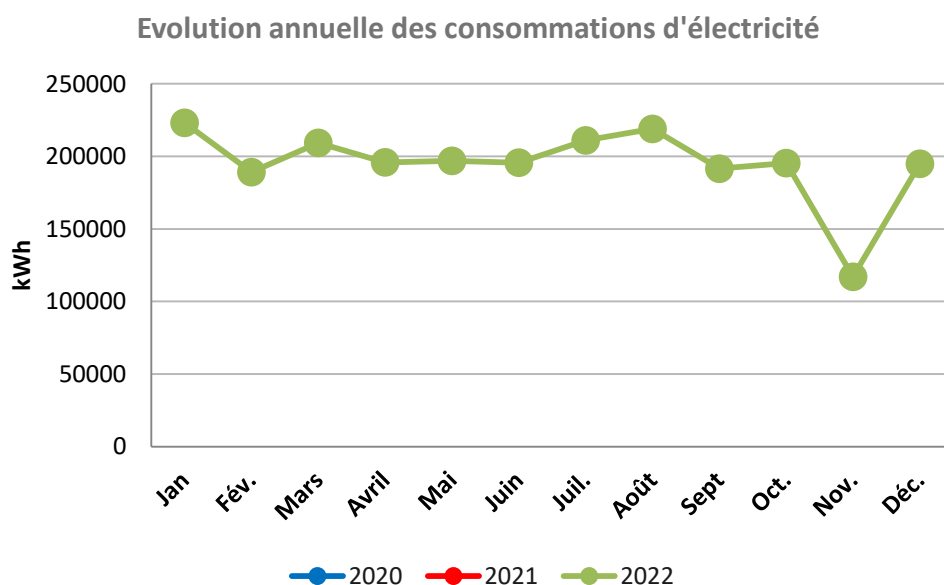


%€HT -janv 2021 à janv 2021



4.1 Evolution annuelle de la consommation énergétique

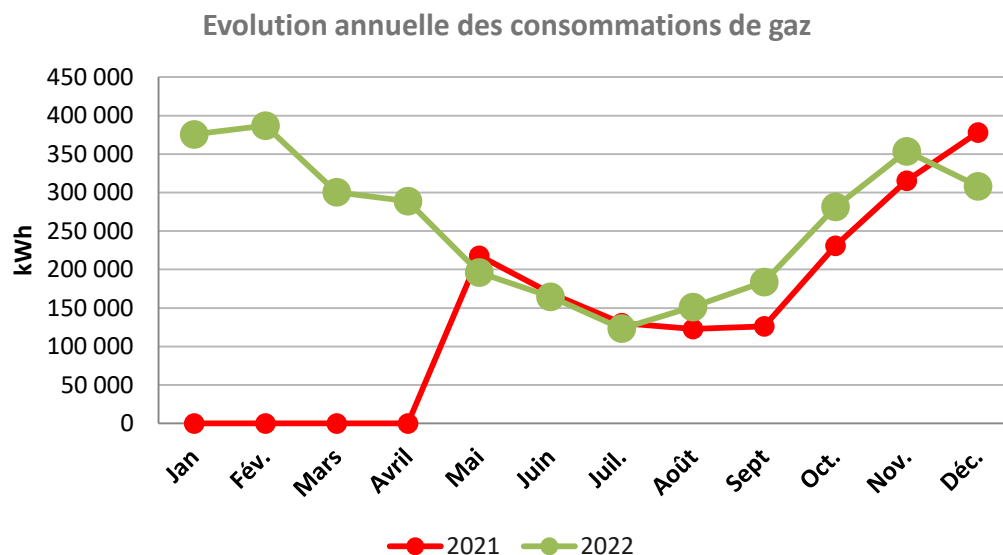
a) Evolution annuelle de la consommation d'électricité :



Electricité			
Année	2020	2021	2022
Consommation en kWhEF	-	-	2 339 156
Indice consommation (N-1/N-2)	-	-	100%
Coût en € TTC	-	-	207 604
Coût unitaire €TTC/MWh	-	-	88,8

Commentaires : Nous n'avons pu disposer que de l'année 2022 pour les consommation électriques, il n'est donc pas possible d'étudier l'évolution des consommations sur différentes années. En revanche, les consommations électriques sont inhérentes à l'activité du CH et sont globalement indépendantes de la température extérieure (excepté sur la production de froid). De ce fait cette consommation reste assez constante sur l'année.

b) Evolution annuelle de la consommation de gaz :



Gaz			
Année	2020	2021	2022
Consommation en kWhEF	-	-	3 114 720
Indice consommation (N-1/N-2)	-	-	100%
Coût en € TTC	-	-	141 435
Coût unitaire €TTC/MWh	-	-	45,4

Commentaires : Nous ne disposons que d'une partie de la consommation de gaz de 2021. Sur les mois comparables, les consommations de 2021 et 2022 en chauffage et ECS suivent la même tendance. La consommation augmente sur les mois d'hiver à cause du chauffage.

5. ANALYSE DE L'ENVELOPPE

→ Hypothèses de travail pour la modélisation thermique :

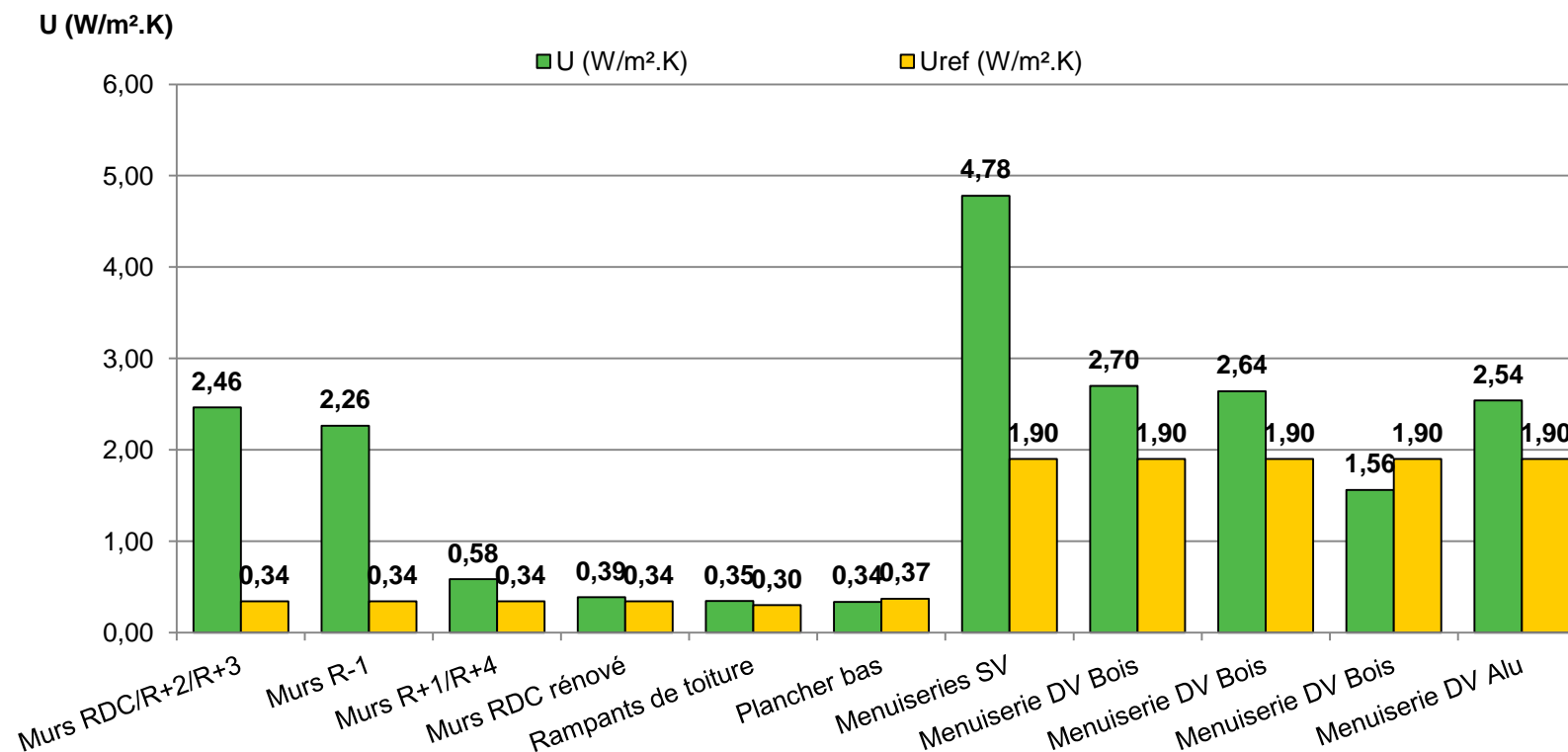
- Zone thermique : H1a
- Température extérieur de base : -7 °C
- Station météo : Caen-Carpiquet

L'arrêté du 22 mars 2017 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants (RT existant élément par élément), impose des coefficients de transmission thermique maximale $U_w = 1,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

→ Bâtiment principal :

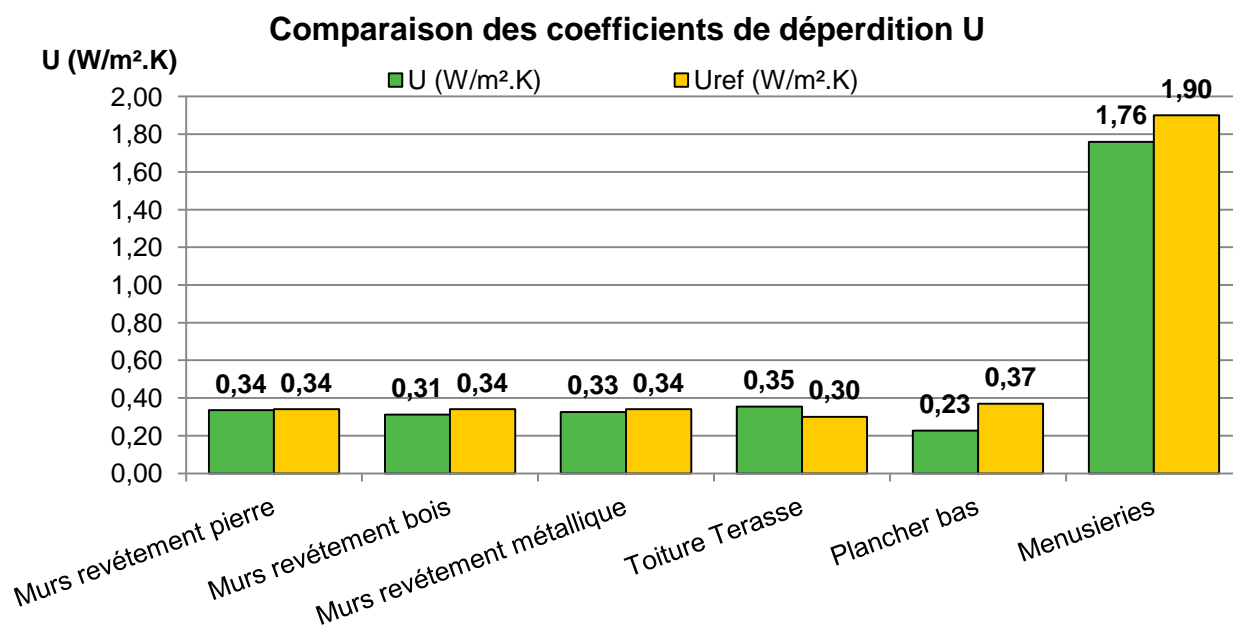
TYPE	DESCRIPTION	U (W/m².K)	U _{ref} (W/m².K)	Comparaison
Murs RDC/R+2/R+3	Plaquage plâtre + béton	2,46	0,34	1
Murs R-1	Plaquage plâtre + béton + revêtement en pierre	2,26	0,34	1
Murs R+1/R+4	Plaquage plâtre + isolant + béton	0,58	0,34	2
Murs RDC rénové	Plaquage plâtre + isolant + brique + enduit	0,39	0,34	4
Rampants de toiture	Dalles de faux plafond + LDV + Ardoise	0,35	0,30	4
Plancher bas	Dalle béton sur terre plein + revêtement de sol	0,34	0,37	5
Menuiseries SV	Simple vitrage bois	4,78	1,90	1
Menuiserie DV Bois	Double vitrage bois 4/10/4	2,70	1,90	3
Menuiserie DV Bois	Double vitrage bois 4/12/4	2,64	1,90	3
Menuiserie DV Bois	Double vitrage bois 4/16/4	1,56	1,90	5
Menuiserie DV Alu	Double vitrage Alu 4/12/4	2,54	1,90	3

Comparaison des coefficients de déperdition U



→ Plateau technique :

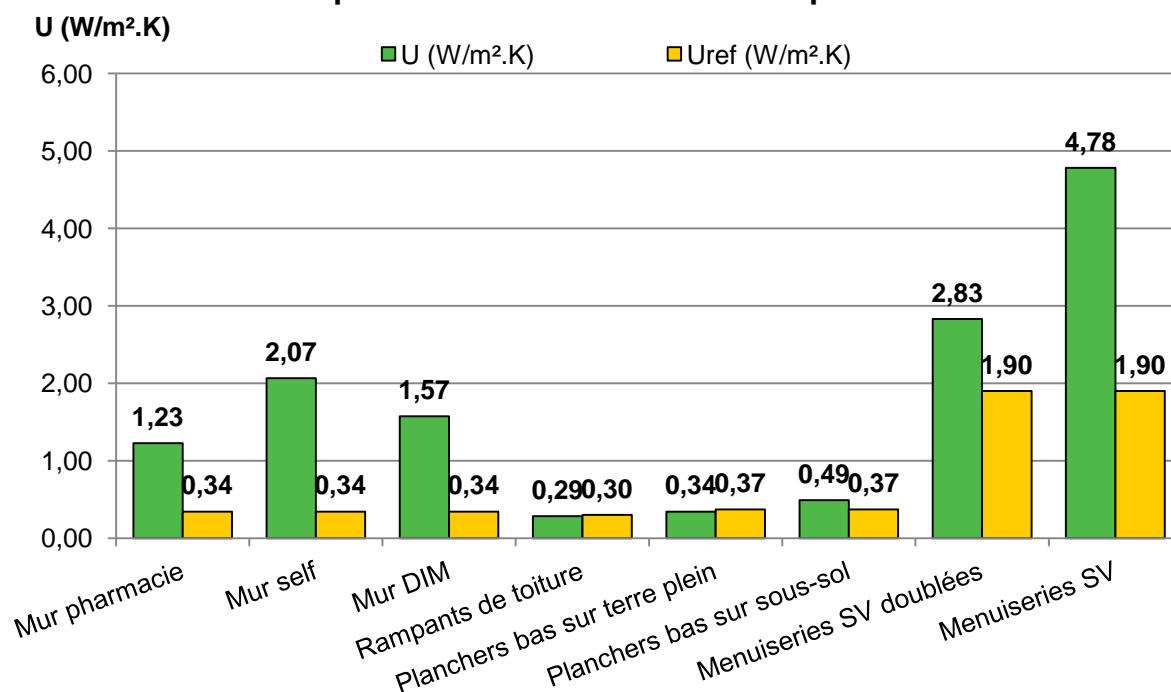
TYPE	DESCRIPTION	U (W/m².K)	U _{ref} (W/m².K)	Comparaison
Murs revêtement pierre	Plaquage plâtre + LDV (10 cm) + béton + revêtement pierre calcaire	0,34	0,34	5
Murs revêtement bois	Plaquage plâtre + LDV (10 cm) + béton + bardage bois	0,31	0,34	5
Murs revêtement métallique	Plaquage plâtre + LDV (10 cm) + béton + bardage métallique	0,33	0,34	5
Toiture terrasse	Faux plafond + Dalle béton + LDR + Étanchéité	0,35	0,30	4
Plancher bas	Dalle béton sur VS isolé (10cm)	0,23	0,37	5
Menuiseries	Double vitrage Métallique 4/16/4	1,76	1,90	5



➔ Pharmacie/Self/Dim :

TYPE	DESCRIPTION	U (W/m².K)	U _{ref} (W/m².K)	Comparaison
Mur pharmacie	Plaquage en plâtre + lame d'air + pierre + enduit	1,23	0,34	1
Mur self	Plaquage en plâtre + pierre (40 cm) + enduit	2,07	0,34	1
Mur DIM	Plaquage en plâtre + pierre (50 cm) + enduit	1,57	0,34	1
Rampants de toiture	Dalles de faux plafond + Ouate de cellulose (25cm) + Ardoise	0,29	0,30	5
Planchers bas sur terre plein	Dalle béton sur terre plein + revêtement de sol	0,34	0,37	5
Planchers bas sur sous-sol	Voute en pierre + dalle en pierre	0,49	0,37	3
Menuiseries SV doublées	Simple vitrage bois + Simple vitrage bois avec 20 à 50 cm de lame d'air	2,83	1,90	3
Menuiseries SV	Simple vitrage bois	4,78	1,90	1

Comparaison des coefficients de déperdition U



Note : la Note 5 signifie que la paroi est meilleure que le minimum requis en RT existant. La note 1 signifie que la paroi est très insuffisamment performante au regard de ces minimas réglementaires.

*Note : Le coefficient de transmission thermique d'une paroi, noté "**U**" caractérise la quantité de chaleur traversant une paroi par unité de temps, par unité de surface et par degré de différence de température entre les ambiances situées de part et d'autre de ladite paroi. Le coefficient de transmission thermique s'exprime en $W/m^2.K$, **plus sa valeur est faible et plus la construction est bien isolée**. Nous comparons cette grandeur à celle issue des critères de la réglementation thermique en vigueur (**Uref**).*

➔ **Batiment principal :**



Figure 9 à 12 : Enveloppe du bâtiment

Commentaires :

Le bâtiment d'origine est ancien, des rénovations ponctuelles ont été réalisées en fonction des niveaux. Cependant, au global la performance thermique du bâtiment est très éloignée des critères de la réglementation thermique de l'existant.

➔ **Plateau technique :**



Figure 13 à 16 : Enveloppe du bâtiment

Commentaires :

Le plateau technique a été construit en 2009. De ce fait, la performance globale est satisfaisante et si ce n'est meilleur que les critères de la réglementation thermique de l'existant.

➔ Pharmacie/Self/Dim :



Figure 17 à 20 : Enveloppe du bâtiment

Commentaires :

Ces bâtiments sont anciens et n'ont jamais reçu de rénovation thermique majeure excepté le soufflage de 25 cm de ouate de cellulose dans les combles. De ce fait, la performance thermique des bâtiments est très éloignée des critères de la réglementation thermique de l'existant sauf pour les planchers hauts. Les fenêtres du RDC en façade coté cours de la Pharmacie sont doublées par des menuiseries simple vitrage en bois améliorant la performance de ces dernières sachant qu'elles sont classées.

6. ANALYSE DES INSTALLATIONS TECHNIQUES

6.1 Production de chauffage/climatisation

Trois chaudières à condensation au gaz en cascade assurent la production d'eau chaude du site. L'eau chaude est distribuée dans l'ensemble des bâtiments par le réseau de circulation et la chaleur est diffusée par des radiateurs en acier et en fonte équipés de têtes thermostatiques.

Depuis 2022, la période de remise en chauffe est gérée par un planning. Un réduit de température est programmé de 22h à 6h (22 °C en mode jour, 20°C en mode nuit là où il y a des patients, sinon 19°C contre 17°C pour les zones administratives).

Certains espaces du bâtiment sont également climatisés par des pompes à chaleur ainsi que des VRV.

EQUIPEMENTS	Type	Puissance nominale (kW)	Efficacité	Etat	Nombre	Année
CHAUDIERE 1	GAZ STANDARD GUILLOT	872	88.9 (% sur PCI)	Correct	3	1987
CHAUDIERE 2	GAZ STANDARD GUILLOT	1337	91.5 (% sur PCI)	Correct	3	1987
CHAUDIERE 3	GAZ STANDARD GUILLOT	1337	92.1 (% sur PCI)	Correct	3	1987

NB : La chaudière 1 n'était pas en fonctionnement lors de notre passage.

Le chauffage du site représente **2923,8 MWh**, soit 54% de la consommation d'énergie totale.



Figures 21 et 22 : Chaudières gaz et réseau de distribution

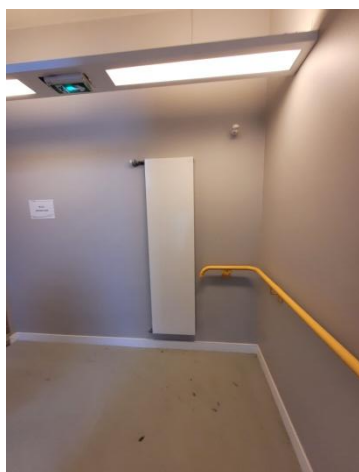
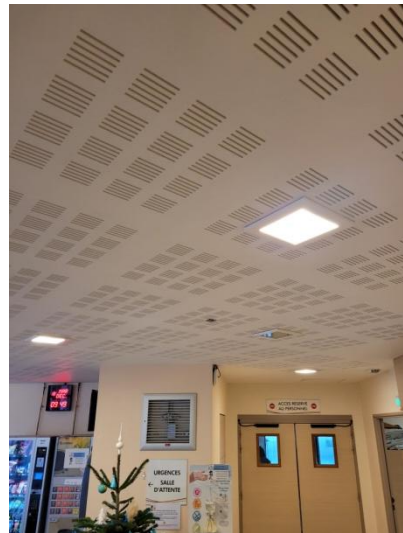
6.2 Éclairage

L'éclairage du bâtiment est hétérogène. On retrouve beaucoup de pavés et réglettes néons (type 4x18W ou 2x36W). Le plateau technique est lui principalement équipé de spots downlight (type 2x26W, 2x42W ect...). Il y a également un peu d'éclairage LED installé ponctuellement dans les bâtiments (réglettes et pavés).

CARACTERISTIQUES ECLAIRAGES					
Zone	Type d'éclairage	Nombre	Pélec (W)	Heures/jour	Consommation (kWh/an)
Self	Tubes néons	14	58	6	1773
	Ampoules LED	53	6	6	695
Pharmacie	Spots downlight	114	36	11	16432
	Pavés LED	7	36	11	1009
	Tubes néons	12	14	11	673
	Réglette LED	13	50	11	2603
DIM	Tubes néons	12	36	8	1258
	Tubes néons	8	18	8	419
Bâtiment principal	Tubes néons	16	18	13	1363
	Spots LED	23	10	13	1088
	Tubes néons	62	58	13	17016
	Tubes néons	133	36	13	22657
	Tubes néons	542	18	13	46165
	Pavés LED	180	36	13	30663
	Tube LED	8	50	13	1893
	Spots downlight	113	36	13	19250
Plateau technique	Spots downlight	323	36	13	55024
	Spots downlight	152	52	13	37402
	Spots downlight	54	64	13	16354
	Spots downlight	32	84	13	12720
	Tubes néons	174	36	13	29641
	Tubes néons	63	54	13	16098
	Tubes néons	46	24	13	5224
	Tubes néons	44	58	13	12076

	A changer en priorité (luminaire consommateur + temps d'éclairage très important)
	A changer dans un second temps (luminaire consommateur + temps d'éclairage important)
	A changer dans un troisième temps (luminaire consommateur + temps d'éclairage plus faible)
	Éclairage LED

L'éclairage du site représente **349,5 MWh**, soit 6% de la consommation d'énergie totale.



Figures 23 à 28 : Eclairage des différents bâtiments

6.3 Production d'eau chaude sanitaire

Nous retrouvons la production d'eau chaude sanitaire au niveau de la chaufferie. C'est une production semi-instantanée avec un échangeur de chaleur relié aux chaudières. Des sous-stations permettent la redistribution de l'eau chaude dans les différents bâtiments.

Toutes les sous-stations fonctionnent de la même manière. Un échangeur avec vanne trois voies permettant de réguler la température d'eau est installé sur le circuit primaire de chauffage, il est suivi pour le plateau technique et le bâtiment principal d'un ballon tampon permettant le stockage.

La consommation de gaz liée à la production d'eau chaude sanitaire est donc estimée à **190,9 MWh** par an, soit 6% des consommations totales.



Figures 29 et 30 : Sous-station et schéma de production ECS plateau technique



Figures 31 et 32 : Sous-station et schéma bâtiment principal R-1, RDC, R+1, R+2, R+3

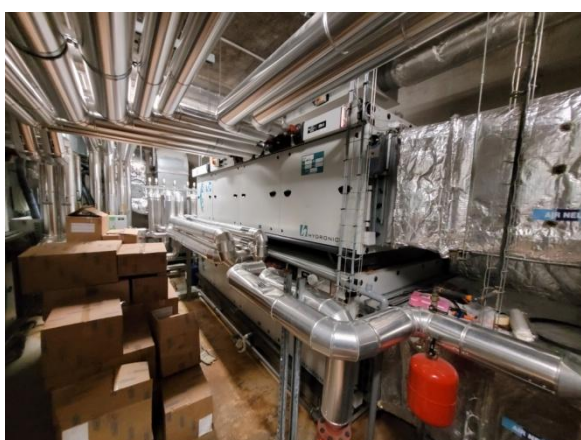
6.4 Ventilation

Les principales contraintes de ventilation sont au niveau du plateau technique. En effet le plateau héberge les blocs opératoires où certaines conditions d'air doivent être respectées. Il ya donc 8 CTA pour la partie plateau technique, ce sont des CTA sur eau chaude (chaufferie) et eau glacée (groupes froids). Les CTA sont couplés à des humidificateurs et déshumidificateur pour le contrôle de l'hygrométrie de l'air. A priori ces appareils ont été arrêtés faute d'utilité.

La consigne de soufflage est fixée à 22°C en mode confort, en mode réduit l'air soufflé passe à 20°C. Les horaires de fonctionnement sont identiques à la programmation en chauffage, en revanche quand un bloc est utilisé il passe en mode confort 24h/24h.

Des VMC simple flux extraient l'air vicié des différents locaux dans les autres bâtiments (vestiaires, bureaux, sanitaires...)

Zone	Modèle	Type	Puissance du ventilateur de soufflage (kW)	Puissance du ventilateur d'extraction (kW)
Plateau technique	CTA 8 HYDRONIC AXM 65 INDUSTRIE	CTA double flux	4.0	3.0
	CTA 7 HYDRONIC AXM 85 MEDICAL	CTA double flux	7.5	4.0
	CTA 6 HYDRONIC AXM 170 MEDICAL	CTA double flux	11.0	7.5
	CTA 5 HYDRONIC AXM 85 MEDICAL	CTA double flux	5.5	4.0
	CTA 4 HYDRONIC AXM 85 MEDICAL	CTA double flux	5.5	4.0
	CTA 3 HYDRONIC AXM 65 MEDICAL	CTA double flux	5.5	4.0
	CTA 2 HYDRONIC AXM 45 MEDICAL	CTA double flux	3.0	1.5
	CTA 1 HYDRONIC AXM 45 MEDICAL	CTA double flux	3.0	1.5



Figures 33 à 36 : CTA du plateau technique

La consommation d'électricité liée à la ventilation est donc estimée à **464,4 MWh** par an, soit 9% des consommations totales.

6.1 Production de froid

Deux groupes froids Carrier permettent la production d'eau glacée pour les CTA du plateau technique. Une armoire de climatisation est installée pour le maintien en température du local serveur et des locaux onduleurs du RDC (consigne : 19°C). Il existe également des groupes froids à détente directe permettant le refroidissement du laboratoire et des quelques locaux dans le bâtiment principal.

EQUIPEMENTS	Type	Puissance Frigo (kW)	Efficacité (EER)	Fluide frigorigène	Année
GROUPE FROID CARRIER	POSITIVE	435.2	4.37	R 134 A	2011
ARMOIRE FROID MITSUBISHI ELECTRIC	ARMOIRE DE CLIM	28.0	11.20	R 410 A	2016
GROUPE FROID AERMEC	DETENTE DIRECTE	33.7	3.18	R 410 A	2017

La consommation liée à la production de froid s'élève à **352,2 MWh**, soit 6% de la consommation totale du site.



Figures 37 et 38 : Groupes CARRIER et petit groupe froid



Figures 39 à 40 : Armoire de climatisation et thermostat

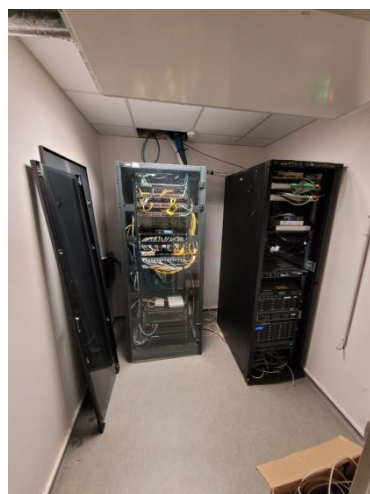
6.2 Autres consommations électriques

Une partie des consommations électriques est due à la production d'air comprimé et de vide médical. Les équipements divers de soins médicaux ainsi que les offices et équipements informatiques font également partie de ce poste de consommation.

La consommation de ces usages électriques d'élève à **717,2 MWh**, soit 13% de la consommation totale du site.



Figures 41 et 42 : Pompes à vide et compresseurs air comprimé



Figures 43 et 44 : Onduleurs et baies informatiques

6.3 Potentiel d'énergie renouvelable

Les besoins en ECS du site sont important, il serait envisageable d'installer une solution de solaire thermique pour appuyer la production d'ECS avec l'énergie solaire. Cette solution est détaillée au point 8.

7. ANALYSE ENERGETIQUE

7.1 Simulation du bâtiment

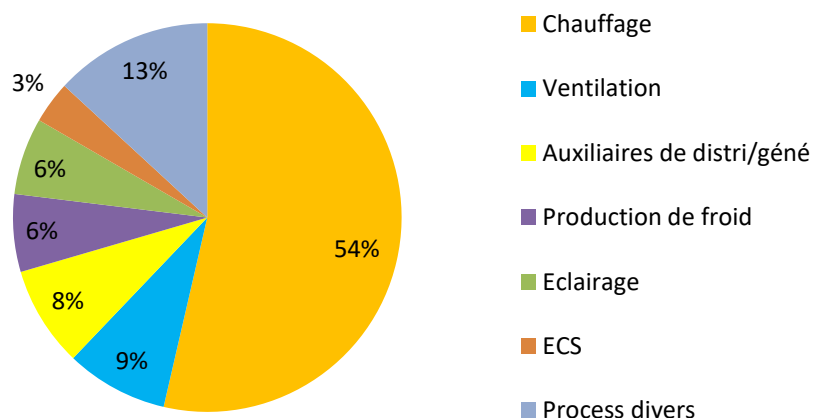
Nous avons procédé à une simulation thermique du bâtiment avec l'outil ClimAudit, la modélisation du bâtiment a été réalisée grâce aux informations sur l'enveloppe et les systèmes puis ce modèle a été ajusté afin de correspondre aux données de consommation fournies.

- Cette méthode nous permet d'évaluer les déperditions thermiques, les besoins énergétiques du site et les gains des potentiels travaux d'amélioration envisagés.
- Les résultats de simulation orienteront la recherche d'améliorations en mettant en évidence les leviers d'économie d'énergie.

Les consommations énergétiques des bâtiments se décomposent comme suit :

Poste	Consommation en MWhEF	Consommation en MWhEP	Répartition des consommations en %EP	Consommation en kWhEP/m².an	Coût HT en k€	Teq CO2
Chauffage	2923,8	2923,8	34,2%	137,8	132,8	663,7
Ventilation	464,4	1077,5	12,6%	50,8	41,2	69,0
Auxiliaires de distribution/génération	455,8	1057,5	12,4%	49,8	40,5	67,7
Production de froid	352,2	817,1	9,6%	38,5	31,3	52,3
Eclairage	349,5	810,8	9,5%	38,2	31,0	51,9
ECS	190,9	190,9	2,2%	9,0	8,7	43,3
Process divers et autres usages électriques	717,2	1664,0	19,5%	78,4	63,7	106,5
Total	5453,9	8541,6	100%	402,5	349,0	1054,4

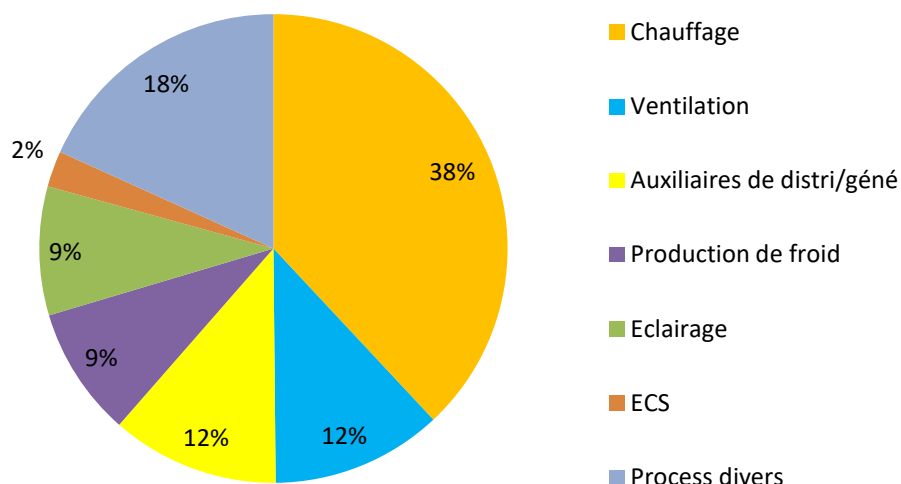
Répartition des usages en %MWhEF



Commentaires :

Le chauffage au gaz est le poste le plus consommateur représentant 54% des consommations totales. Les process et activités liées au milieu médical représentent également un fort poste de consommation avec 13%.

Répartition des usages en %k€

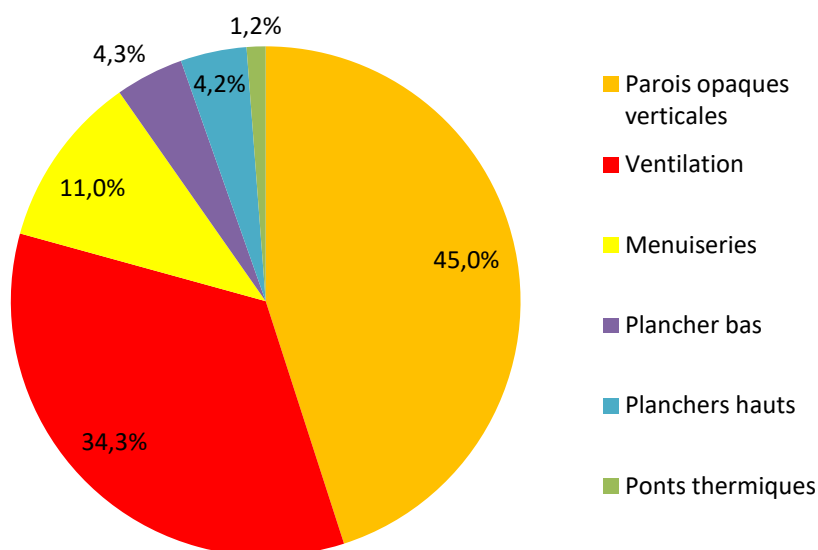


Commentaires :

Le chauffage reste le poste le plus coûteux avec 38% des dépenses énergétiques suivie par les usages électriques avec 18%.

➡ Les déperditions énergétiques des bâtiments se décomposent comme suit :

Répartition des déperditions



Note : Ces déperditions sont évaluées pour les périodes les plus rigoureuses de l'hiver.

Commentaires :

Les murs et la ventilation sont identifiés comme les premiers poste de déperdition, du fait des surfaces faiblement isolées et du renouvellement d'air important (respectivement 45,0 et 34,3%).

Les menuiseries (en grande partie vétustes) représentent également une source de déperditions non négligeable avec 11,0%.

Les plancher bas et les planchers hauts (ces derniers sont isolés), représentent respectivement 4,3%, et 4,2%.

7.2 Méthodologie pour une gestion durable de l'énergie

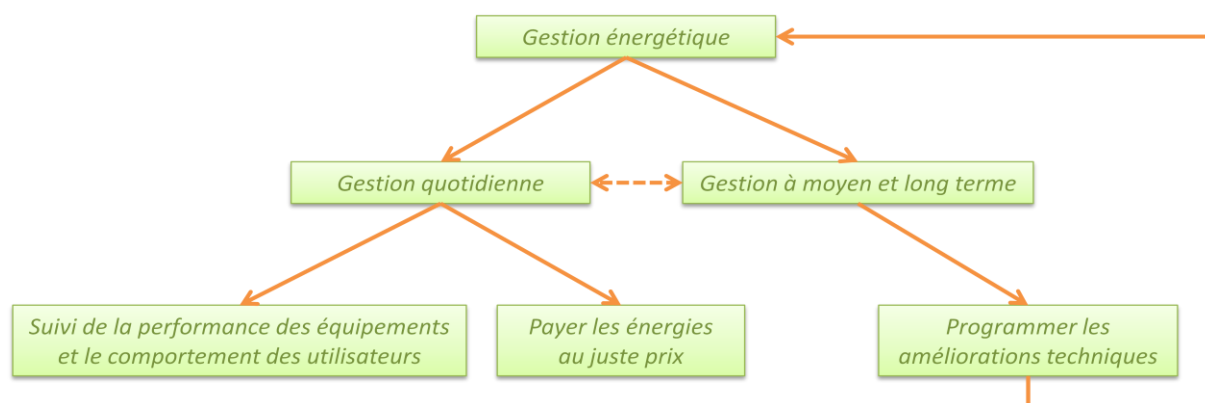
Sans gestion efficace, il ne peut y avoir de maîtrise durable des consommations et dépenses énergétiques.

La complexité et la diversité des usages énergétiques font qu'une multitude de tâches sont à assumer.

Au vu de l'évolution du prix de l'énergie et de la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre, il n'est plus possible de rester sur un système de gestion de l'énergie limitée à des aspects administratifs et comptables en ignorant la gestion technique des équipements et le comportement des utilisateurs.

Pour améliorer cette situation, la gestion énergétique doit porter sur les composantes suivantes :

- Le bâti
- Les équipements énergétiques
- Les usages énergétiques
- Les utilisateurs
- Les intervenants



Les actions liées à la gestion énergétique se programment à 2 horizons :

- A court terme, une gestion au quotidien doit éviter le gaspillage.
Il faut s'assurer des prestations fournies (qualité d'air, éclairage,...) et du maintien de la performance optimale des équipements.
- A moyen et long terme, la gestion doit contribuer à l'amélioration des performances énergétiques du patrimoine.
Il faut pour cela s'appuyer sur des programmes d'améliorations techniques et organisationnelles.

Stratégie pour une gestion à long terme : Selon la capacité de financement, l'idéal est en général de résonner en coût global, c'est-à-dire prioriser les actions qui génèrent le plus d'économie d'énergie, afin d'arriver à un bilan financier total des travaux positif le plus tôt possible.

8. PLANS D'ACTIONS D'AMELIORATION

Notre plan d'actions d'amélioration est présenté sous plusieurs formes :

- **1^{ère} partie : Présentation des fiches d'amélioration énergétique**
 - Ces fiches sont les différentes pistes d'amélioration énergétiques et thermiques à envisager sur les bâtiments et permettent de se projeter sur la rentabilité des actions envisagés.
- **2^{ème} partie : Présentation des axes d'amélioration non chiffrés**
 - Ces points ont pour but d'améliorer la performance du bâtiment. Les actions à entreprendre génèrent de faibles gains et n'ont pas pu être pris en compte lors de la simulation.

3 axes d'amélioration des performances thermiques et énergétiques

- Les améliorations sur l'enveloppe
 - Les améliorations sur les équipements
 - Les améliorations sur la régulation et l'exploitation
-

8.1 Présentation des fiches d'amélioration énergétique

FICHE ACTION AMELIORATION EFFICACITE ENERGETIQUE					
USAGE :	Enveloppe				
Isolation des murs du Self, DIM, de la Pharmacie par l'intérieur					
Equipement concerné					
Murs du Self, DIM et de la pharmacie					
Identification de l'action d'amélioration					
<p>Mise en place d'une isolation thermique intérieure des bâtiments classés tel que le Self, le bâtiment DIM et la Pharmacie. Prix calculé sur la base de 2 800 m² de murs isolable et d'un prix de 240€/m².</p> <p>Performances : Résistance thermique de 3,7 m².K/W (minimum requis pour les aides CEE), soit une couche d'isolant de 12 cm.</p> <p>Impact :</p> <ul style="list-style-type: none"> - réduction des déperditions énergétiques via les murs extérieurs 					
Investissement					700 000 € HT
Simulation du bilan : calcul de l'économie d'énergie depuis la situation actuelle					
	%	Energie	Energie /m²	Coût	Rejets
Situation actuelle	5,8%	5 454 MWhEF/an	257 kWhEF/m².an	349 125 € HT	349 t.CO2
Situation après travaux		5 139 MWhEF/an	242 kWhEF/m².an	334 816 € HT	335 t.CO2
Economies réalisées		315,2 MWhEF/an	15 MWhEF/m²/an	14 310 € HT	14 t.CO2
Aides financières à l'investissement					
CEE - BAT-EN-102	Prix moyen 6,0 €/MWh Cumac	8 064	MWh Cumac	48 384	€ HT
Autres aides				-	€ HT
Aide globale				48 384	€ HT
Rentabilité					
Temps de Retour Brut - sans aides				48,9	en années
Temps de Retour Brut - avec aides				45,5	en années
Nouvelles étiquettes énergétiques					
(Valeurs données en "énergie primaire")		Etiquette énergétique (kWhEP/m².an)		Etiquette climat (kgCO2/m².an)	
Etat initial		402	F	16,5	C
Etat projeté		388	F	15,8	C
Gain		3,7%		4,1%	
Points d'attention techniques et remarques					
<p>Veillez à comparer les coûts et les performances estimées avec ceux des travaux envisagés.</p> <p>Veillez à engager les procédures de demande d'aides CEE AVANT la signature d'un devis pour les travaux à réaliser.</p>					

FICHE ACTION AMELIORATION EFFICACITE ENERGETIQUE					
USAGE :	Enveloppe				
Isolation des murs par l'intérieur du bâtiment principal et de l'aile ouest protégée					
Equipement concerné					
Murs du bâtiment principal					
Identification de l'action d'amélioration					
<p>Isolation par l'intérieur sur les façades du bâtiment principal et les parties des ailes protégées ou classées. Prix calculé sur la base d'approximativement 4700 m² de murs isolable par l'intérieur pour un prix de 240€/m²</p> <p>Performances : Résistance thermique de 3,7 m².K/W (minimum requis pour les aides CEE), soit une couche d'isolant de 12 à 15 cm.</p> <p>Impact : - réduction des déperditions énergétiques via les murs extérieurs</p>					
					Investissement 1 150 000 € HT
Simulation du bilan : calcul de l'économie d'énergie depuis la situation actuelle					
	%	Energie	Energie /m²	Coût	Rejets
Situation actuelle	17,0%	5 454 MWhEF/an	257 kWhEF/m².an	349 125 € HT	349 t.CO2
Situation après travaux		4 525 MWhEF/an	213 kWhEF/m².an	306 937 € HT	307 t.CO2
Economies réalisées		929,3 MWhEF/an	44 MWhEF/m²/an	42 188 € HT	42 t.CO2
Aides financières à l'investissement					
CEE - BAT-EN-102	Prix moyen 6,0 €/MWh Cumac	29 328	MWh Cumac	175 968	€ HT
Autres aides				-	€ HT
Aide globale					175 968 € HT
Rentabilité					
Temps de Retour Brut - sans aides				27,3	en années
Temps de Retour Brut - avec aides				23,1	en années
Nouvelles étiquettes énergétiques					
(Valeurs données en "énergie primaire")		Etiquette énergétique (kWhEP/m².an)		Etiquette climat (kgCO2/m².an)	
Etat initial		402	F	16,5	C
Etat projeté		359	F	14,5	C
Gain		10,9%		12,1%	
Points d'attention techniques et remarques					
<p>Veillez à comparer les coûts et les performances estimées avec ceux des travaux envisagés.</p> <p>Veillez à engager les procédures de demande d'aides CEE AVANT la signature d'un devis pour les travaux à réaliser.</p>					

FICHE ACTION AMELIORATION EFFICACITE ENERGETIQUE					
USAGE :	Equipements				
Mise en place de chaudières à condensation					
Equipement concerné					
Chaudières gaz actuelles vieillissantes					
Identification de l'action d'amélioration					
<p>Remplacement des deux chaudières gaz actuellement en fonctionnement (n°2 et 3) de 1987 par des chaudières gaz à condensation plus performante. L'installation de chaudières à condensation est compatible avec le mode de production d'ECS actuel, le branchement du retour froid de l'ECS pourra être réalisé sur le retour basse température de la chaudière.</p> <p>Performance : Rendement sur PCI jusqu'à 110% sur PCI.</p> <p>Impacts : - réduction des consommations de chauffage.</p>					
Investissement					450 000 € HT
Simulation du bilan : calcul de l'économie d'énergie depuis la situation actuelle					
	%	Energie	Energie /m²	Coût	Rejets
Situation actuelle	11,4%	5 454 MWhEF/an	257 kWhEF/m².an	349 125 € HT	349 t.CO2
Situation après travaux		4 831 MWhEF/an	228 kWhEF/m².an	320 850 € HT	321 t.CO2
Economies réalisées		622,8 MWhEF/an	29 MWhEF/m²/an	28 275 € HT	28 t.CO2
Aides financières à l'investissement					
CEE - BAT-TH-102	Prix moyen 6,0 €/MWh Cumac	10 972	MWh Cumac	65 831	€ HT
Autres aides				-	€ HT
Aide globale				65 831	€ HT
Rentabilité					
Temps de Retour Brut - sans aides				15,9	en années
Temps de Retour Brut - avec aides				13,6	en années
Nouvelles étiquettes énergétiques					
(Valeurs données en "énergie primaire")		Etiquette énergétique (kWhEP/m².an)		Etiquette climat (kgCO2/m².an)	
Etat initial		402	F	16,5	C
Etat projeté		373	F	15,1	C
Gain		7,3%		8,1%	
Points d'attention techniques et remarques					
Veuillez à comparer les coûts et les performances estimées avec ceux des travaux envisagés.					

FICHE ACTION AMELIORATION EFFICACITE ENERGETIQUE					
USAGE :					
		Remplacement des luminaires par des LED			
Equipement concerné					
Luminaires néons et spots fluos compacts					
Identification de l'action d'amélioration					
Remplacement des luminaires néons (type 2x58, 2x36, 4x18 ect... et spots fluocompacts (type 2x18W, 2x26W ect...) par des luminaires LED équivalent.					
Performances : Consommation 50% moins importante pour la même intensité lumineuse.					
Impacts :					
- Réduction des consommations électriques lié à l'éclairage.					
- Augmentation des consommations liées au chauffage (sauf si espace non chauffé).					
					Investissement 350 000 € HT
Simulation du bilan : calcul de l'économie d'énergie depuis la situation actuelle					
	%	Energie	Energie /m²	Coût	Rejets
Situation actuelle	5,0%	5 454 MWhEF/an	257 kWhEF/m².an	349 125 € HT	349 t.CO2
Situation après travaux		5 182 MWhEF/an	244 kWhEF/m².an	323 484 € HT	325 t.CO2
Economies réalisées		272,0 MWhEF/an	13 MWhEF/m²/an	25 641 € HT	24 t.CO2
Aides financières à l'investissement					
CEE -	Prix moyen 6,0 €/MWh Cumac		MWh Cumac	-	€ HT
Autres aides				-	€ HT
				Aide globale	- € HT
Rentabilité					
Temps de Retour Brut - sans aides				13,7	en années
Temps de Retour Brut - avec aides				13,7	en années
Nouvelles étiquettes énergétiques					
(Valeurs données en "énergie primaire")		Etiquette énergétique (kWhep/m².an)		Etiquette climat (kgeqCO2/m².an)	
Etat initial		402	F	16,5	C
Etat projeté		373	F	15,3	C
Gain		7,4%		6,9%	
Points d'attention techniques et remarques					
Veillez à comparer les coûts et les performances estimées avec ceux des travaux envisagés.					

FICHE ACTION AMELIORATION EFFICACITE ENERGETIQUE						
USAGE :	Enveloppe					
Remplacement des menuiseries						
Equipement concerné						
Menuiseries simple vitrage						
Identification de l'action d'amélioration						
<p>Remplacement des menuiseries simple vitrage du bâtiment principal non classé par des menuiseries double vitrage performantes en aluminium. Pour les menuiseries simple vitrage des bâtiments classés, il est envisageable d'étudier le remplacement par du double vitrage bois respectant le style d'origine (sous réserve de validation par les ABF).</p> <p>Performances : $U_w = 1,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ (minimum CEE).</p> <p>Impacts :</p> <ul style="list-style-type: none"> - réduction des pertes énergétiques (U_w) via les vitrages et les châssis. - réduction des infiltrations d'air parasites (diminution des courants d'air). - diminution des surchauffes en été (facteur solaire (S_w) des vitrages). 						
Investissement					705 200	€ HT
Simulation du bilan : calcul de l'économie d'énergie depuis la situation actuelle						
	%	Energie	Energie /m²	Coût	Rejets	
Situation actuelle	3,5%	5 454 MWhEF/an	257 kWhEF/m².an	349 125 € HT	349 t.CO2	
Situation après travaux		5 261 MWhEF/an	248 kWhEF/m².an	340 383 € HT	340 t.CO2	
Economies réalisées		192,6 MWhEF/an	9 MWhEF/m²/an	8 743 € HT	9 t.CO2	
Aides financières à l'investissement						
CEE - BAT-EN-104	Prix moyen 6,0 €/MWh Cumac	5 370	MWh Cumac	32 218	€ HT	
Autres aides				-	€ HT	
Aide globale				32 218	€ HT	
Rentabilité						
Temps de Retour Brut - sans aides				80,7	en années	
Temps de Retour Brut - avec aides				77,0	en années	
Nouvelles étiquettes énergétiques						
(Valeurs données en "énergie primaire")		Etiquette énergétique (kWhEP/m².an)		Etiquette climat (kgCO2/m².an)		
Etat initial		402	F	16,5	C	
Etat projeté		393	F	16,0	C	
Gain		2,3%		2,5%		
Points d'attention techniques et remarques						
<p>Veillez à comparer les coûts et les performances estimées avec ceux des travaux envisagés.</p> <p>Veillez à la qualité du matériel, sa mise en œuvre et les conditions d'éligibilités aux aides.</p> <p>Veillez à engager les procédures de demande d'aides CEE AVANT la signature d'un devis pour les travaux à réaliser.</p>						

FICHE ACTION AMELIORATION EFFICACITE ENERGETIQUE						
USAGE :	Régulation					
Augmentation de la plage horaire de ralenti en température						
Equipement concerné						
Régulation						
Identification de l'action d'amélioration						
<p>Passage d'un ralenti en température de nuit de 22h-6h à 21h-7h (pour le chauffage centrale et les CTA). Cette modification ne nécessite aucun investissement et ne perturbe pas le fonctionnement de l'hôpital.</p> <p>Impacts :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diminutions des consommations de chauffage et de refroidissement. - Diminution des consommations d'auxiliaires. 						
					Investissement	€ HT
Simulation du bilan : calcul de l'économie d'énergie depuis la situation actuelle						
	%	Energie	Energie /m²	Coût	Rejets	
Situation actuelle	5,5%	5 454 MWhEF/an	257 kWhEF/m².an	349 125 € HT	349 t.CO2	
Situation après travaux		5 154 MWhEF/an	243 kWhEF/m².an	323 393 € HT	323 t.CO2	
Economies réalisées		300,0 MWhEF/an	14 MWhEF/m²/an	25 733 € HT	26 t.CO2	
Aides financières à l'investissement						
CEE -	Prix moyen 6,0 €/MWh Cumac		MWh Cumac	-	€ HT	
Autres aides				-	€ HT	
				Aide globale	- € HT	
Rentabilité						
Temps de Retour Brut - sans aides				-	en années	
Temps de Retour Brut - avec aides				-	en années	
Nouvelles étiquettes énergétiques						
(Valeurs données en "énergie primaire")		Etiquette énergétique (kWhEP/m².an)		Etiquette climat (kgCO2/m².an)		
Etat initial		402	F	16,5	C	
Etat projeté		371	F	15,2	C	
Gain		7,8%		7,4%		
Points d'attention techniques et remarques						

FICHE ACTION AMELIORATION EFFICACITE ENERGETIQUE					
USAGE :	Régulation				
Régulation HP flottante sur les groupes froids					
Equipement concerné					
Production de froid					
Identification de l'action d'amélioration					
<p>Mise en palce d'une régulation haute pression flottante sur les groupes froids. Cela consiste à faire varier la température de condensation du fluide frigorigène dans le condenseur afin de l'adapter aux besoins en fonction de la température extérieure. En effet, en hiver la température de condensation (autour de 40°C pour le froid positif) peut être abaissée car la température extérieure est relativement basse.</p> <p>Impacts :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diminutions des consommations de refroidissement. - Diminution des consommations d'auxiliaires. 					
Investissement					15 000 € HT
Simulation du bilan : calcul de l'économie d'énergie depuis la situation actuelle					
	%	Energie	Energie /m²	Coût	Rejets
Situation actuelle	1,0%	5 454 MWhEF/an	257 kWhEF/m².an	349 125 € HT	349 t.CO2
Situation après travaux		5 401 MWhEF/an	255 kWhEF/m².an	343 103 € HT	344 t.CO2
Economies réalisées		52,8 MWhEF/an	2 MWhEF/m²/an	6 022 € HT	5 t.CO2
Aides financières à l'investissement					
CEE - BAT-TH-134	Prix moyen 6,0 €/MWh Cumac	1 910	MWh Cumac	11 460	€ HT
Autres aides				-	€ HT
Aide globale				11 460	€ HT
Rentabilité					
Temps de Retour Brut - sans aides				2,5	en années
Temps de Retour Brut - avec aides				2,5	en années
Nouvelles étiquettes énergétiques					
(Valeurs données en "énergie primaire")		Etiquette énergétique (kWhEP/m².an)		Etiquette climat (kgCO2/m².an)	
Etat initial		402	F	16,5	C
Etat projeté		397	F	16,2	C
Gain		1,4%		1,3%	
Points d'attention techniques et remarques					
<p>Veillez à comparer les coûts et les performances estimées avec ceux des travaux envisagés.</p> <p>Veillez à engager les procédures de demande d'aides CEE AVANT la signature d'un devis pour les travaux à réaliser.</p>					

FICHE ACTION AMELIORATION EFFICACITE ENERGETIQUE					
USAGE :	Equipements				
Mise en place d'une PAC géothermique eau/eau					
Equipement concerné					
Chaufferie					
Identification de l'action d'amélioration					
<p>Mise en place d'un système de PAC géothermique eau/eau avec la rivière à proximité (L'Aure) en remplacement des chaudières gaz. Le système puise de la chaleur dans l'eau et la restitue dans le circuit de chauffage central et d'ECS. La puissance calorifique à installer est de l'ordre de 1100 kW (puissance conséquente pour ce genre de système, possibilité d'agencer plusieurs PAC en cascade).</p> <p>Performance : COP de 4</p> <p>Impact :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suppression des consommations de gaz. - Meilleure régulation et variation temporelle de la température contrôlée. 					
					Investissement 1 000 000 € HT
Simulation du bilan : calcul de l'économie d'énergie depuis la situation actuelle					
	%	Energie	Energie /m²	Coût	Rejets
Situation actuelle	40,0%	5 454 MWhEF/an	257 kWhEF/m².an	349 125 € HT	349 t.CO2
Situation après travaux		3 274 MWhEF/an	154 kWhEF/m².an	290 693 € HT	291 t.CO2
Economies réalisées		2 180,3 MWhEF/an	103 MWhEF/m²/an	58 432 € HT	58 t.CO2
Aides financières à l'investissement					
CEE -BAT-TH-113	Prix moyen 6,0 €/MWh Cumac	8 871	MWh Cumac	53 225	€ HT
Autres aides				-	€ HT
				Aide globale 53 225	€ HT
Rentabilité					
Temps de Retour Brut - sans aides				17,1	en années
Temps de Retour Brut - avec aides				16,2	en années
Nouvelles étiquettes énergétiques					
(Valeurs données en "énergie primaire")		Etiquette énergétique (kWhep/m².an)		Etiquette climat (kgeqCO2/m².an)	
Etat initial		402	F	16,5	C
Etat projeté		358	F	13,7	C
Gain		11,1%		16,7%	
Points d'attention techniques et remarques					
<p>Le calcul des gains potentiels reste une estimation. Ce système fonctionne sous réserve que la température de la rivière ne descende pas trop bas en hiver. Au regard des températures moyennes de L'Aure (9-10 °C au plus froid en 2022), le dimensionnement de cette solution est envisageable. Cependant il est nécessaire de faire réaliser une étude complémentaire par un organisme spécialisé.</p> <p>Il faut préciser également la nécessité de changer les radiateurs actuels pour installer des radiateurs basse température. Le gain énergétique en sera amélioré.</p>					

FICHE ACTION AMELIORATION EFFICACITE ENERGETIQUE					
USAGE :	Equipements				
<div>Mise en place de capteurs solaires thermique</div>					
Equipement concerné					
Production d'eau chaude sanitaire					
Identification de l'action d'amélioration					
<p>L'ECS représente un poste de consommation non négligeable. La toiture terrasse du plateau technique se prête à l'installation de capteurs solaires thermiques (l'installation sur la toiture en ardoise au dessus de la chaufferie ne sera pas validée par les ABF). La mise en place de 100 m² de capteurs solaires thermiques en couverture du bâtiment permettrait de réduire la consommation de gaz liée à l'ECS. Il est nécessaire de rajouter deux ballons solaire (2x3000 L) permettant le préchauffage de l'ECS pour l'hiver.</p> <p>Performances : Capteurs vitrés classiques.</p> <p>Impacts :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réduction importante des consommations d'eau chaude sanitaire en été et en mi-saison. - Production de chaleur à partir d'une source d'énergie renouvelable. 					
				Investissement	105 000 € HT
Simulation du bilan : calcul de l'économie d'énergie depuis la situation actuelle					
	%	Energie	Energie /m²	Coût	Rejets
Situation actuelle	0,8%	5 454 MWhEF/an	257 kWhEF/m².an	349 125 € HT	349 t.CO2
Situation après travaux		5 412 MWhEF/an	255 kWhEF/m².an	347 241 € HT	347 t.CO2
Economies réalisées		41,5 MWhEF/an	2 MWhEF/m²/an	1 885 € HT	2 t.CO2
Aides financières à l'investissement					
CEE - BAT-TH-111	Prix moyen 6,0 €/MWh Cumac	801	MWh Cumac	4 804	€ HT
Autres aides				-	€ HT
				Aide globale	4 804 € HT
Rentabilité					
Temps de Retour Brut - sans aides				55,7	en années
Temps de Retour Brut - avec aides				53,2	en années
Nouvelles étiquettes énergétiques					
(Valeurs données en "énergie primaire")		Etiquette énergétique (kWhep/m².an)		Etiquette climat (kgeqCO2/m².an)	
Etat initial		402	F	16,5	C
Etat projeté		401	F	16,4	C
Gain		0,5%		0,5%	
Points d'attention techniques et remarques					
<p>Le dimensionnement de l'installation solaire thermique pour l'ECS nécessite une étude complémentaire afin de confirmer le bien fondé de cette solution.</p>					

FICHE ACTION AMELIORATION EFFICACITE ENERGETIQUE					
USAGE :	Equipements				
Mise en place de robinets thermostatiques					
Equipement concerné					
Têtes de réglage des radiateurs à eau chaude.					
Identification de l'action d'amélioration					
<p>Certains radiateurs ne sont pas équipés de robinets thermostatiques, notamment dans l'aile sud du bâtiment principal et dans le self. Nous préconisons le remplacement des robinets thermostatiques sur 2400 m² de surface chauffée.</p> <p>Impacts :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diminution des consommations de chauffage. 					
				Investissement	17 000 € HT
Simulation du bilan : calcul de l'économie d'énergie depuis la situation actuelle					
	%	Energie	Energie /m²	Coût	Rejets
Situation actuelle	1,2%	5 454 MWhEF/an	257 kWhEF/m².an	349 125 € HT	349 t.CO2
Situation après travaux		5 389 MWhEF/an	254 kWhEF/m².an	346 198 € HT	346 t.CO2
Economies réalisées		64,4 MWhEF/an	3 MWhEF/m²/an	2 927 € HT	3 t.CO2
Aides financières à l'investissement					
CEE - BAT-TH-104	Prix moyen 6,0 €/MWh Cumac	240	MWh Cumac	1 440	€ HT
Autres aides				-	€ HT
				Aide globale	1 440 € HT
Rentabilité					
Temps de Retour Brut - sans aides				5,8	en années
Temps de Retour Brut - avec aides				5,3	en années
Nouvelles étiquettes énergétiques					
(Valeurs données en "énergie primaire")		Etiquette énergétique (kWhEP/m².an)		Etiquette climat (kgCO2/m².an)	
Etat initial		402	F	16,5	C
Etat projeté		399	F	16,3	C
Gain		0,8%		0,8%	
Points d'attention techniques et remarques					
<p>Veillez à comparer les coûts et les performances estimées avec ceux des travaux envisagés.</p> <p>Veillez à ajouter aux réseaux de chauffage des soupapes à pression différentielles afin de garantir un niveau de confort et un fonctionnement optimal des pompes de circulation.</p>					

FICHE ACTION AMELIORATION EFFICACITE ENERGETIQUE					
USAGE :					
		Scénario TRB < 10 ans			
Equipement concerné					
Isolation du bâtiment principal, régulation en chauffage et en refroidissement					
Identification de l'action d'amélioration					
<p>Actions d'améliorations énergétiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Isolation des murs par l'intérieur du bâtiment principal et de l'aile ouest protégée, - Régulation HP flottante sur les groupes froids, - Augmentation de la plage horaire de ralenti en température. 					
					Investissement 1 165 000 € HT
Simulation du bilan : calcul de l'économie d'énergie depuis la situation actuelle					
	%	Energie	Energie /m²	Coût	Rejets
Situation actuelle	22,1%	5 454 MWhEF/an	257 kWhEF/m².an	349 125 € HT	349 t.CO2
Situation après travaux		4 251 MWhEF/an	200 kWhEF/m².an	282 860 € HT	283 t.CO2
Economies réalisées		1 202,9 MWhEF/an	57 MWhEF/m²/an	66 266 € HT	66 t.CO2
Aides financières à l'investissement					
CEE - BAT-EN-102	Prix moyen 6,0 €/MWh Cumac	29 328	MWh Cumac	175 968	€ HT
CEE - BAT-TH-134		1 910		11 460	€ HT
Autres aides				-	€ HT
					Aide globale 187 428 € HT
Rentabilité					
Temps de Retour Brut - sans aides				17,6	en années
Temps de Retour Brut - avec aides				14,8	en années
Nouvelles étiquettes énergétiques					
(Valeurs données en "énergie primaire")		Etiquette énergétique (kWhep/m².an)		Etiquette climat (kgeqCO2/m².an)	
Etat initial		402	F	16,5	C
Etat projeté		329	E	13,3	C
Gain		18,2%		19,0%	
Points d'attention techniques et remarques					
<p>Veillez à comparer les coûts et les performances estimées avec ceux des travaux envisagés.</p> <p>Veillez à engager les procédures de demande d'aides CEE AVANT la signature d'un devis pour les travaux à réaliser.</p>					

8.2 Présentation des axes d'amélioration non chiffrés

ACTIONS NON CHIFFREES A IMPACT FORT

- Installation de robinets thermostatiques à la place de robinets simple encore présents
- Mise en place d'une programmation horaire en fonction des heures d'occupation sur la climatisation des laboratoires
- Ralenti ou coupure des VMC simple flux la nuit (coupure possible uniquement dans les parties bureaux).

BONNES PRATIQUES ECO-COMPORTEMENTALES

Toutes les actions d'économie d'énergie peuvent être inutiles si les personnes ne sont pas sensibilisées à un comportement responsable et éco-citoyen, éviter le gaspillage.

- Éteindre l'éclairage des locaux non utilisés.
- Ne pas laisser ouvertes les portes extérieures en hiver.
- Fermer les volets avant de partir ou à la tombée de la nuit.
- Éviter de monter inutilement les thermostats, un degré supplémentaire, c'est 7 % de consommation en plus.
- Éteindre les appareils électriques après usage, comme les ordinateurs (éviter les veilles qui peuvent consommer jusqu'à 70 % de la consommation nominale).

9. FINANCEMENT

Pour financer les travaux d'économie d'énergie, il est possible de mobiliser différentes aides :

Les CEE : Certificats d'Economie d'Energie

Dans le cadre d'une obligation encadrée par l'État, certaines entreprises (fournisseurs de gaz ou d'électricité, acteurs de la grande distribution ayant des stations essence, enseignes pétrolières) proposent des primes, des prêts bonifiés ou des diagnostics gratuits pour vous aider à réaliser des économies d'énergie. Ces aides sont accessibles à tous sans condition de ressources.

Afin de bénéficier de ces aides, le bénéficiaire peut passer par son installateur ou un organisme indépendant. **Il est impératif de vérifier l'éligibilité des travaux** que l'on souhaite réaliser ET de **contractualiser votre démarche avec l'organisme éligible avant d'accepter le devis**. Si le devis est signé avant de faire la demande d'aide CEE, vous ne pourrez plus en bénéficier.

Dans le cadre des préconisations de cet Audit, voici les fiches CEE correspondant aux aides potentiellement mobilisables :

- BAT-EN-102 : Isolation des murs
- BAT-EN-104 : Fenêtre ou porte fenêtre avec vitrage isolant
- BAT-TH-102 : Chaudière collective a haute performance énergétique
- BAT-TH-104 : Robinet thermostatique
- BAT-TH-134 : Système de régulation sur un groupe de production de froid permettant d'avoir une haute pression flottante (France métropolitaine)
- BAT-TH-113 : Pompe à chaleur de type air/eau ou eau/eau
- BAT-TH-111 : Chauffe-eau solaire collectif (France métropolitaine)

10. ANNEXES

Annexe 1 : Lexique

ADEME : Ce sigle signifie « Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie » - Établissement public national à caractère industriel et commercial sous la tutelle des ministres chargés de la recherche, de l'écologie et de l'énergie. Ses principaux domaines d'intervention concernent la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables, la qualité de l'air, la lutte contre les nuisances sonores, le management environnemental et l'éco-conception.

RT2005 : Le sigle RT2005 dans l'existant désigne la réglementation thermique de l'année 2005. C'est la réglementation actuelle concernant les aspects thermiques des bâtiments pour la rénovation.

RT2012 : Le sigle RT2012 désigne la réglementation thermique de l'année 2012. C'est la réglementation actuelle concernant les aspects thermiques des bâtiments pour les constructions neuves.

DJU : Les degrés jour unifiés (DJU, aussi appelé « Base 18 »), permettent de réaliser des estimations de consommations d'énergie thermique en proportion de la rigueur de l'hiver. Les DJU sont déterminés à partir des données statistiques météo sur les mesures de température extérieure. Ils sont calculés pour une température de base (18°C en général) et pour une période donnée (saison, mois, semaine de chauffe).

Cep : Le coefficient représente la consommation d'énergie primaire utilisée par le bâtiment par m² SRT par an. Il s'exprime en kWh_{ep}/m².an. Il prend en compte les consommations pour les usages réglementaires suivant : le chauffage, la climatisation, l'eau chaude sanitaire, l'éclairage et les auxiliaires.

Énergie finale / Énergie primaire : L'énergie primaire est une forme d'énergie disponible dans la nature avant toute transformation (pétrole à l'état pur, charbon, rayons du soleil, ...). C'est l'énergie de base nécessaire pour produire l'énergie finale, celle qui est livrée aux bornes de l'utilisateur. Entre les deux, il y a une série de transformations pour l'extraire, la convertir, la transporter, etc, ...

Type d'énergie	Coefficient énergie finale / énergie primaire (kWh _{ef} / kWh _{ep})
Electricité	2.3
bois	0.6
Gaz	1
Fioul	1

VMC Auto-réglable : La Ventilation Mécanique Contrôlée auto-réglable permet la stabilisation du débit d'extraction à la valeur désirée sur la plage de fonctionnement des bouches et un débit de pointe est obtenu grâce à une commande manuelle.

VMC Hygro-réglable : Dans un système de Ventilation Mécanique Contrôlée hygro-réglable le débit d'air est régulé automatiquement selon le taux d'humidité des pièces et donc en fonction des besoins réels de ventilation du bâtiment.

GES : Gaz à effet de serre

ITE : Isolation thermique par l'extérieur

ENR : Energies renouvelables

ITI : Isolation thermique par l'intérieur

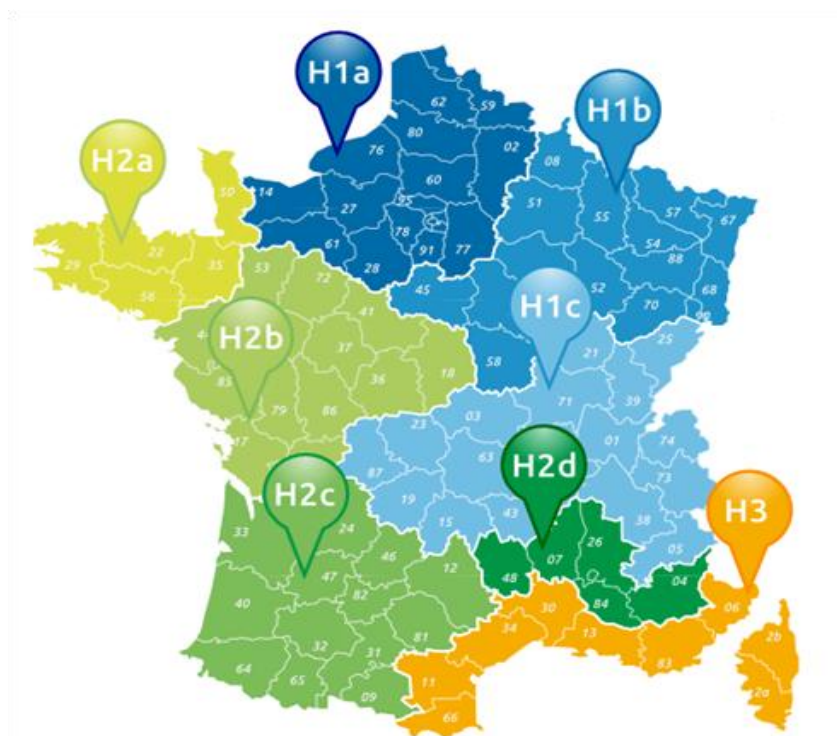
ECS : Eau chaude sanitaire

ITR : Isolation thermique répartie

LNC : Local non chauffé

PC : Parties communes

Annexe 2 : Zones climatiques françaises



Annexe 4 : Qualification



Certificat de Qualification

n° 35568 - 5

Organisme qualifié :	ELANSYM
Adresse :	3 rue Paul Tavernier 77300 - FONTAINEBLEAU FRANCE
Forme juridique :	Société par actions simplifiée à associé unique
Nom du responsable légal du qualifié :	M. Gérard DELLANDREA (Président)
Compagnie d'assurance auprès de laquelle le qualifié est assuré :	AXA

Le LNE atteste que l'organisme qualifié, désigné ci-dessus, satisfait à l'ensemble des critères définis dans le référentiel LNE de qualification des prestataires d'audits énergétiques

Domaines de la (ou des) qualification(s) attribuée(s) :

Bâtiments
Transport
Procédés industriels

Lieu de rattachement des référents techniques :
3 rue Paul Tavernier - 77300 Fontainebleau

Date d'effet : 06 mai 2022 **Date d'échéance du certificat :** 03 mai 2023

Durée de validité de la qualification : 4 ans (jusqu'au 03/05/2023)
(sous réserve des contrôles annuels effectués par l'Organisme de qualification)



Modifie le certificat 35568-4

Pour le Directeur Général



Signature numérique
de PASCAL
PRUDHON ID
Date : 2022.05.06
12:12:04 +02'00'

Responsable du Pôle Certification Environnement, Sécurité et Performance

Laboratoire national de métrologie et d'essais • Etablissement public à caractère industriel et commercial
Siège social : 1, rue Gaston Boissier - 75724 Paris Cedex 15 • Tél. : 01 40 43 37 00 - Fax : 01 40 43 37 37
info@lne.fr • lne.fr • RCS Paris 313 320 244 - NAF : 7120B - TVA : FR 92 313 320 244