

Audit énergétique

Elaboration de bouquets de travaux d'amélioration des performances énergétiques

Hôpital Hayange

Catégorie

Santé



Visite d'audit
21/01/2025

-
Rapport d'audit
31/03/2025

Auditeurs
M. PEENAERT

Relecteur
B. TRIMAILLE

SOMMAIRE

1	CONTEXTE ET OBJECTIFS	6
1.1	CONTEXTE	6
1.2	OBJECTIF DE L'ETUDE	7
1.3	INTRODUCTION AU DECRET TERTIAIRE	8
2	INFORMATIONS GENERALES	9
3	ANALYSE DE LA CONSOMMATION REELLE	10
3.1	PREAMBULE	10
3.1.1	Travaux réalisés.....	10
3.1.2	Corrections des valeurs.....	10
3.2	CONSOMMATIONS GLOBALES	11
3.2.1	Chauffage et Electricité.....	12
4	BILAN DE L'EXISTANT	13
4.1	PREAMBULE	13
4.2	ENVELOPPE.....	17
4.2.1	Plancher haut.....	17
4.2.2	Plancher bas	19
4.2.3	Menuiseries	20
4.2.4	Parois extérieures.....	24
4.2.5	Étude thermographique	25
4.3	SYSTEMES	29
4.3.1	Production de chaleur	29
4.3.2	Réseaux de chauffage	31
4.3.3	Ventilation.....	43
4.3.4	Climatisation	44
4.3.5	Éclairage	45
5	SIMULATION THERMIQUE & COMPARAISON	46
5.1	DONNEES D'ENTREE	46
5.1.1	Données générales de la simulation.....	46
5.1.2	Hypothèse de prix	46
5.2	RESULTAT SIMULATION THERMIQUE.....	47
5.2.1	Déperditions	47
5.2.2	Comparaison avec la situation de référence et actuelle.....	48
6	PRECONISATIONS.....	49
6.1	TRAVAUX SUR L'ENVELOPPE	50
6.1.1	Isolation par l'extérieur (ITE)	50
6.1.2	Isolation par l'intérieur (ITI)	51
6.1.3	Isolation des combles perdus.....	52
6.1.4	Remplacement des menuiseries.....	53

6.1.5	Isolation en faux plafond dans l'accueil	54
6.2	TRAVAUX CVC	55
6.2.1	Remplacement de l'éclairage.....	55
6.2.2	Isolation d'un réseau hydraulique.....	55
6.2.3	Remplacement des robinets des radiateurs par des thermostatiques inviolables dans les circulations	56
6.2.4	Abaissement de la consigne la nuit	57
6.2.5	Remise à niveau réglementaire de la ventilation.....	57
6.3	ETUDES ENERGIES RENOUVELABLES.....	59
6.3.1	Géothermie.....	59
6.3.2	Photovoltaïque.....	62
6.3.3	Raccordement à un réseau de chaleur	65
7	SYNTHESE ET PLAN D'ACTION	66
8	MONTAGE DU PROJET	73
8.1	REALISATION DU PROJET	73
8.2	MAITRISE D'OUVRAGE	73
8.3	MAITRISE D'ŒUVRE	73
8.4	TRAVAUX.....	74
8.5	EXPLOITATION	74
8.6	SCHEMA SYNTHETIQUE.....	75
8.7	PORTAGE DU RISQUE	75
8.8	FINANCEMENT	76
8.9	CHOIX DU MONTAGE	76
9	ANNEXE.....	77

TABLE DES ACRONYMES

Acronyme	Signification
APE	Actions de Performance Energétique
CEE	Certificat d'Economie d'Energie
CTA	Centrale de Traitement d'Air
CVC	Chauffage Climatisation Ventilation (+ ECS)
VMC	Ventilation Mécanique Contrôlée
ECS	Eau Chaude Sanitaire
EF	Energie Finale
EG	Eau Glacée
ENR	Energie Renouvelable
GTC	Gestion Technique Centralisée
GTB	Gestion Technique du Bâtiment
GMAO	Gestion Maintenance Assistée par Ordinateur

Généralités de notation

Afin d'évaluer l'ensemble des éléments d'un bâtiment, un système de notation sur l'état général est appliqué en prenant en compte la vétusté et la performance du bâtiment. Ces notations se basent notamment sur l'état des matériaux et leur résistance.

Les notations vont de Mauvais à Excellent :

	Inférieur à 3ans	Inférieur à 10ans	Supérieur 10ans	HS/Non fonctionnel
Vétusté	 Excellent	 Bon	 Moyen	 Mauvais
	$R > 5 \text{ m}^2.\text{K/W}$	$5 > R > 3 \text{ m}^2.\text{K/W}$	$3 > R > 1 \text{ m}^2.\text{K/W}$	Non isolé
Performance	 Excellent	 Bon	 Moyen	 Mauvais

Concernant le niveau de performance des installations techniques, il est laissé à l'appréciation de l'auditeur. Cela dépend de la technologie utilisée et du pilotage. Lorsque le niveau de performance donné à une installation technique est dégradé, le cas échéant, elle fera l'objet d'une justification.

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1 CONTEXTE

Le CHR Metz Thionville dispose d'un patrimoine d'environ 45 000 m² répartis sur un ensemble de sites en Moselle.

Le site d'Hayange est à la charge du CHR Metz Thionville, quant à la mise en place de dispositif d'amélioration des conditions d'exploitation du site.

L'hôpital d'Hayange est un site de 15 325 m², sur cinq niveaux.

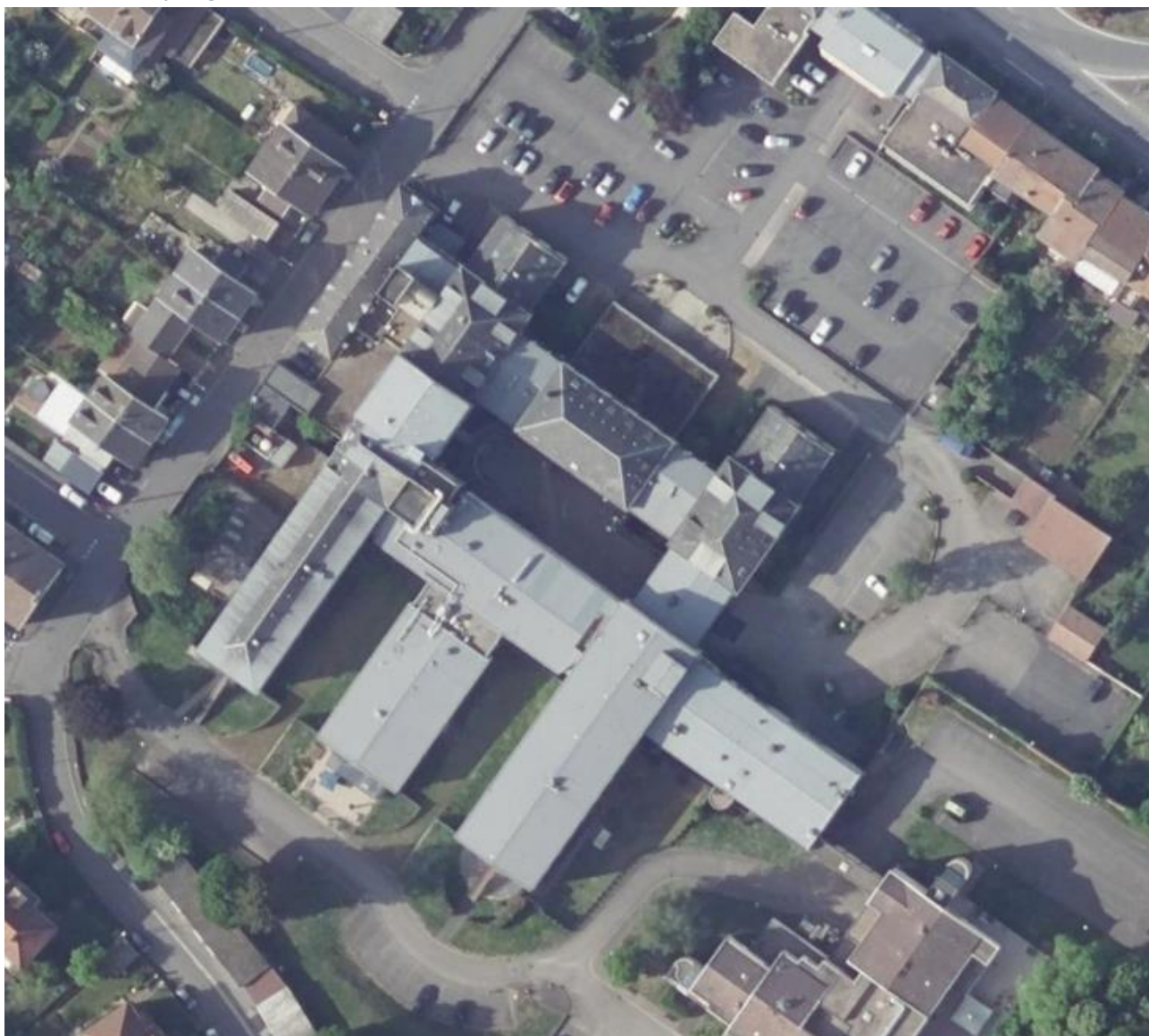


Figure 1 : vue satellite de l'hôpital d'Hayange

L'hôpital est réparti en plusieurs services dans tout le bâtiment. Leurs emplacements sont décrits dans le bilan de l'existant.

1.2 OBJECTIF DE L'ETUDE

Cette étude va permettre de donner une vision globale du site, sous **les aspects réglementaires et énergétiques**. L'audit énergétique permet d'identifier les pathologies du bâti et les désordres techniques ayant un **impact** aussi bien sur les **consommations énergétiques** du bâtiment que sur le **confort des usagers**.

Cette aide à la décision permet au Maître d'Ouvrage d'orienter ses choix sur des solutions pérennes, dans le but d'améliorer le confort de vie du bâtiment et de diminuer les consommations d'énergie de son patrimoine.

Ce type d'étude se décompose en quatre phases distinctes :

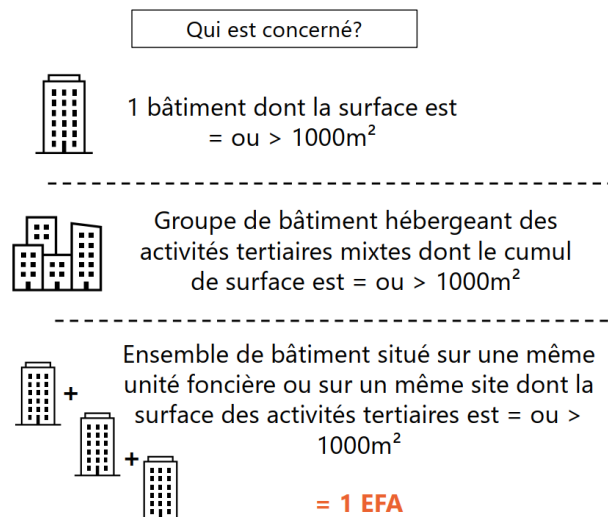
- Collecte préalable des renseignements et visite du site et des installations ;
- Modélisation du bâtiment et analyse énergétique ;
- Propositions d'améliorations, hiérarchisation des solutions et montage financier ;
- Restitution des résultats.

Elle vise à mettre en évidence les points forts et les points faibles du bâtiment en termes de confort et de consommations énergétiques, pour :

- **Analyser des données** techniques et comportementales ;
- Émettre une série de réponses aux problèmes soulevés, étayées de **propositions de travaux** évalués en **investissement** et en **gain de confort** et d'énergie ;
- Proposer une **hiérarchisation des travaux** selon leur niveau d'urgence et leur impact énergétique et environnemental ;
- Proposer des **actions de performances énergétiques cohérentes** visant à certains niveaux de gains énergétiques ou d'atteinte de labels.

1.3 INTRODUCTION AU DECRET TERTIAIRE

Le **décret tertiaire**, officiellement appelé Dispositif Éco Énergie Tertiaire (DEET), est une réglementation française visant à réduire la consommation énergétique des bâtiments à usage tertiaire (comme les bureaux, les hôpitaux, les écoles, etc.).



Tous les bâtiments ne sont pas concernés par le décret tertiaire. En effet, cette réglementation s'applique uniquement aux bâtiments ou parties de bâtiments à usage tertiaire dont la surface de plancher est supérieure à 1 000 m². Cela signifie que les bâtiments plus petits, ou ceux dont l'usage principal n'est pas tertiaire, ne sont pas soumis à ces obligations de réduction de consommation énergétique.

L'hôpital d'Hayange est concerné par le décret tertiaire.

La réglementation exige une réduction de la consommation d'énergie finale en appliquant une des deux méthodes présentées à l'article L 111-10-3 du Code de la construction et de l'habitation :

- Objectif de consommation relative **C_{relative}** : réduire de 40% d'ici 2030, 50% d'ici 2040, et 60% d'ici 2050 la consommation énergétique finale du bâtiment, par rapport à une année dite « de référence », qui correspond à l'année où le bâtiment a été le plus énergivore entre 2010 et 2019, ajusté à la rigueur climatique.
- Objectif de consommation absolue **C_{abs}** : atteindre un niveau de consommation énergétique fixé en valeur absolue pour chaque type d'activité.

Le présent audit n'est pas spécifiquement porté sur les aspects propres au décret tertiaire, à savoir la déclaration des consommations sur la plateforme OPERAT, la détermination de l'année de référence et le calcul précis des objectifs. Cependant, l'audit prend en compte le contexte de la réglementation, que ce soit dans l'étude des consommations du site ou la réalisation du plan d'actions d'économie d'énergie.

2 INFORMATIONS GENERALES

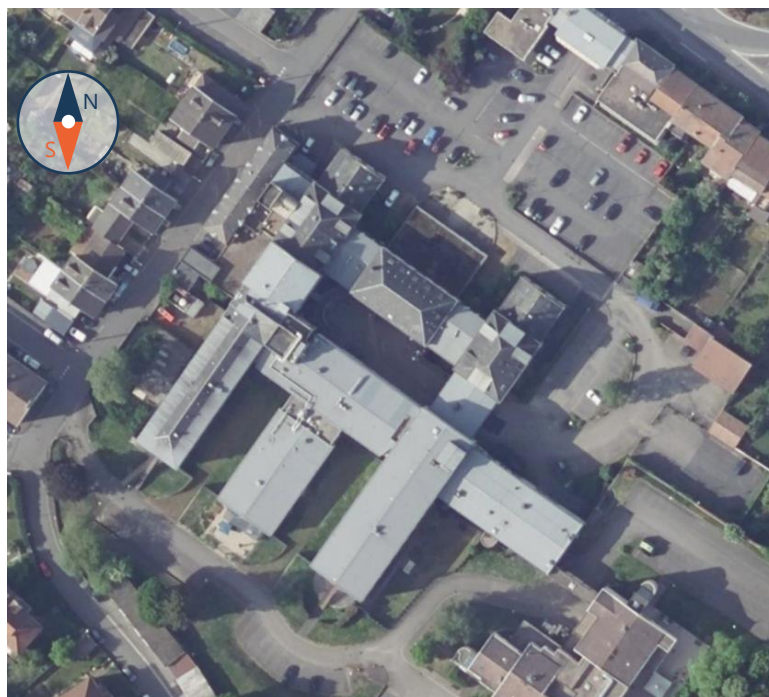


Figure 2 : Vue satellite du bâtiment (Géoportail)

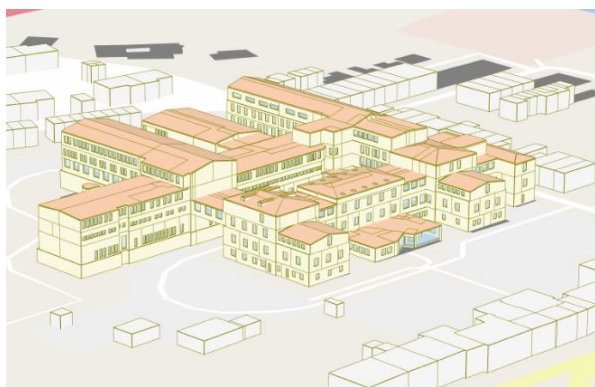


Figure 3 : Modélisation du bâtiment façade NE

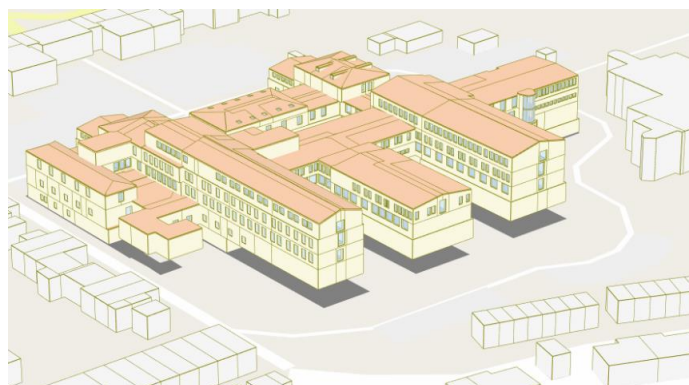


Figure 4 : Modélisation du bâtiment façade SO

Généralités

Données

Adresse	51 Rue de Wendel
Code postal	57700
Ville	Hayange

Latitude

Longitude

49,3268	6,0689
---------	--------

Informations techniques

Données

Année de construction	1900
Rénovation	1991
Surface thermique [m²]	15 325
Nombre d'étage	5
Vide sanitaire/Sous-sol	Sous-sol
Mode de chauffage	Chaudière à condensation
Energie	Gaz

3 ANALYSE DE LA CONSOMMATION REELLE

3.1 PREAMBULE

3.1.1 Travaux réalisés

L'hôpital a été construit en 1900. Il y a eu plusieurs extensions réalisées entre 1990 et 1991, que ce soit des jonctions entre les anciens bâtis ou de nouvelles ailes. Deux chaudières gaz à condensation ont été installées en 2020.

3.1.2 Corrections des valeurs

Les consommations de chauffage ont été corrigées avec des DJU, qui permettent de comparer les consommations d'une année sur l'autre en retirant la dimension climatique.

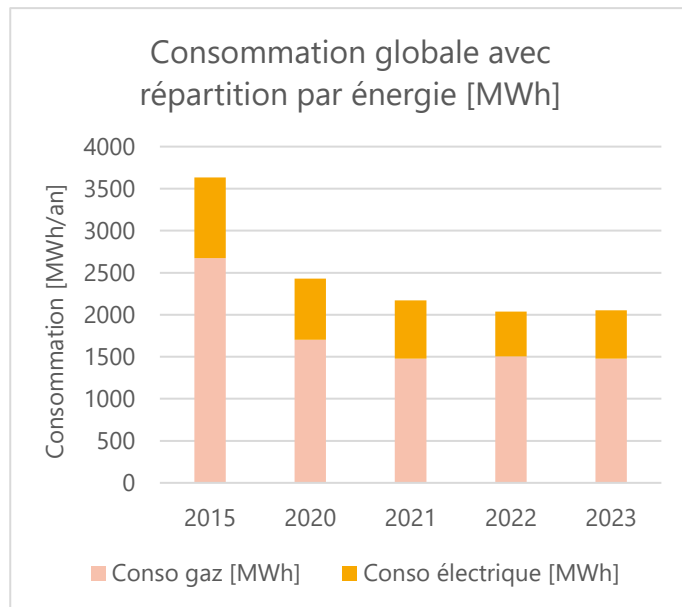
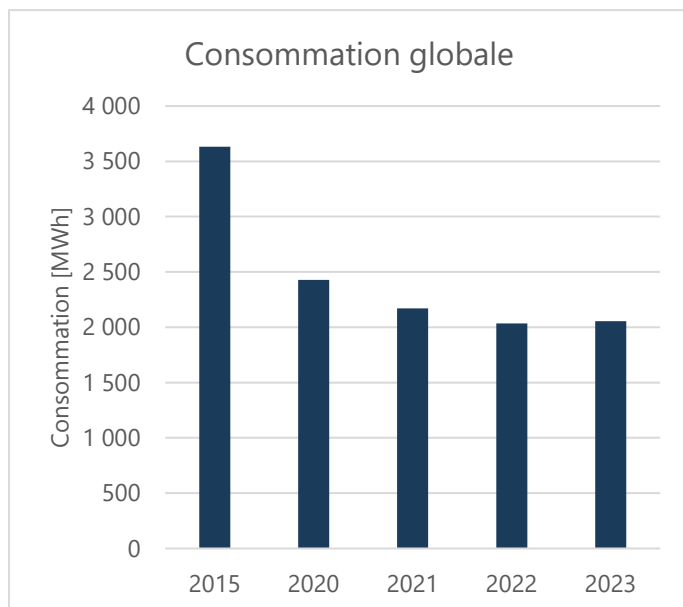
DJU : Degrés-Jours Unifiés

Les degrés jours (DJ) sont une unité de mesure permettant d'estimer la rigueur climatique sur une période donnée. Ils consistent en l'écart entre la température moyenne d'une journée et un seuil de température référence. Les DJU correspondent à la somme des DJ sur une période de chauffage sur une année entière,, mesurés à l'échelle départementale permettant la « correction des variations climatiques ». Les valeurs varient d'une année sur l'autre.

Pour l'étude, nous prenons les DJU base 18, correspondant à des températures de référence sur une année pour le département de la Moselle (57).

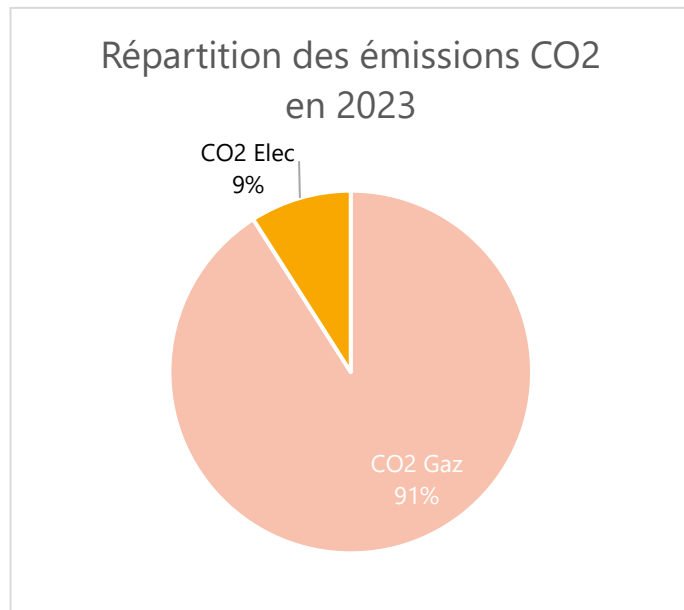
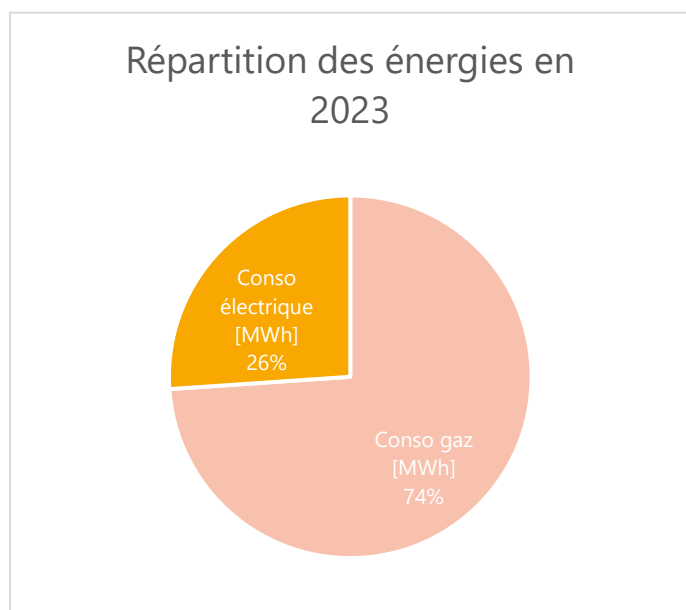
Année	DJU18 chaud
DJU moyen (2000-2020)	2794
2015	2729
2020	2526
2021	2854
2022	2477
2023	2412

3.2 CONSOMMATIONS GLOBALES



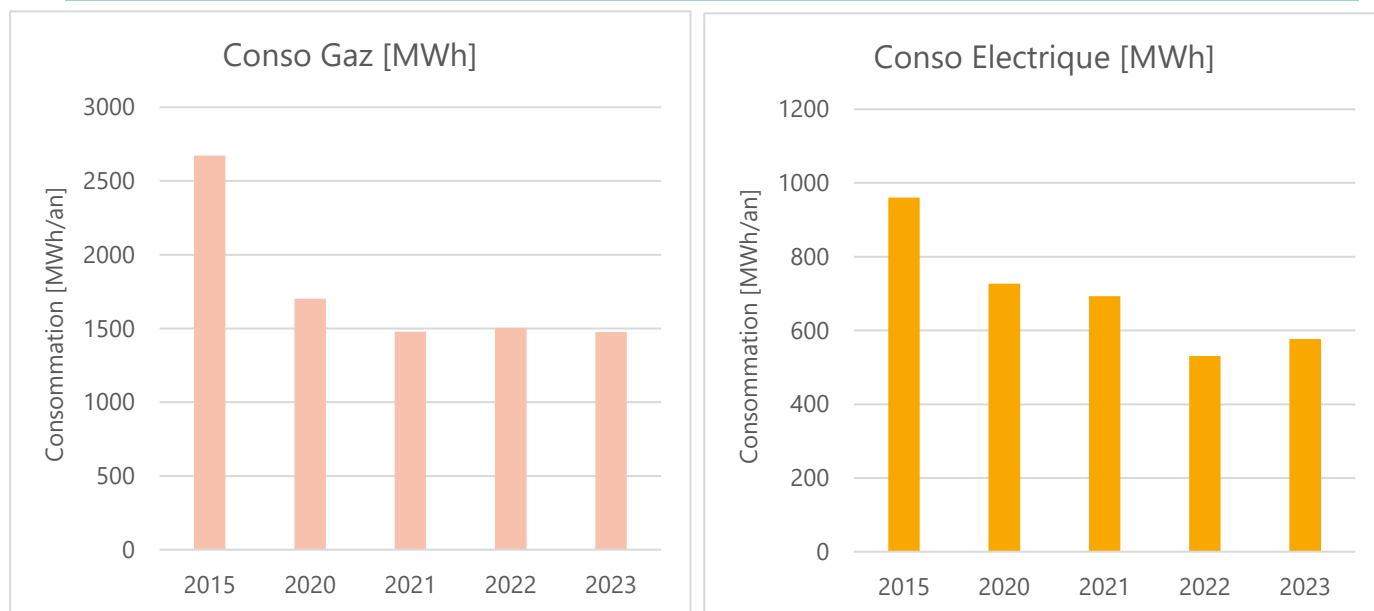
Les consommations globales regroupent les consommations de gaz et d'électricité annuelles qui ont été transmises par le client (2015, 2020, 2021, 2022, 2023). Les consommations de calories ont été corrigées avec les DJU moyens de la station météo de Metz (d'après la méthode décrite dans la réglementation du décret tertiaire).

Au global, sur ce groupe d'années étudié, la consommation décroît constamment. On observe une baisse des consommations impressionnante de 45% entre 2015 et 2023. Cette diminution peut s'expliquer par la modification des usages du bâtiment (par exemple, la fermeture des blocs opératoires), la rénovation de la chaufferie et les efforts réalisés sur la gestion des températures de consignes.



En 2023, 74% de l'énergie consommée par l'hôpital est du gaz. L'électricité correspond à 26% de l'énergie consommée du site. La part du gaz augmente par rapport à l'électricité au regard des émissions de CO₂. Du point de vue énergétique ou de décarbonation, la consommation de gaz sera la cible prioritaire.

3.2.1 Chauffage et Electricité



Entre 2015 et 2023, la consommation de gaz baisse énormément, d'environ -45%. La consommation d'électricité baisse également sur la même période (-40%), mais on observe une légère inversion de la tendance sur les deux dernières années étudiées.

Voici une synthèse des valeurs de consommations moyennes :

		Gaz PCI	Gaz PCI [Correction DJU]	Electricité
2015	Consommation [MWh]	2900	2672	960
	Emission [tCO ₂ eq]	-	607	61
2020	Consommation [MWh]	1709	1702	727
	Emission [tCO ₂ eq]	-	386	47
2021	Consommation [MWh]	1678	1478	694
	Emission [tCO ₂ eq]	-	336	44
2022	Consommation [MWh]	1482	1505	531
	Emission [tCO ₂ eq]	-	342	34
2023	Consommation [MWh]	1416	1476	577
	Emission [tCO ₂ eq]	-	335	37

4 BILAN DE L'EXISTANT

4.1 PREAMBULE

Il est possible de distinguer deux types de bâti sur l'hôpital d'Hayange :

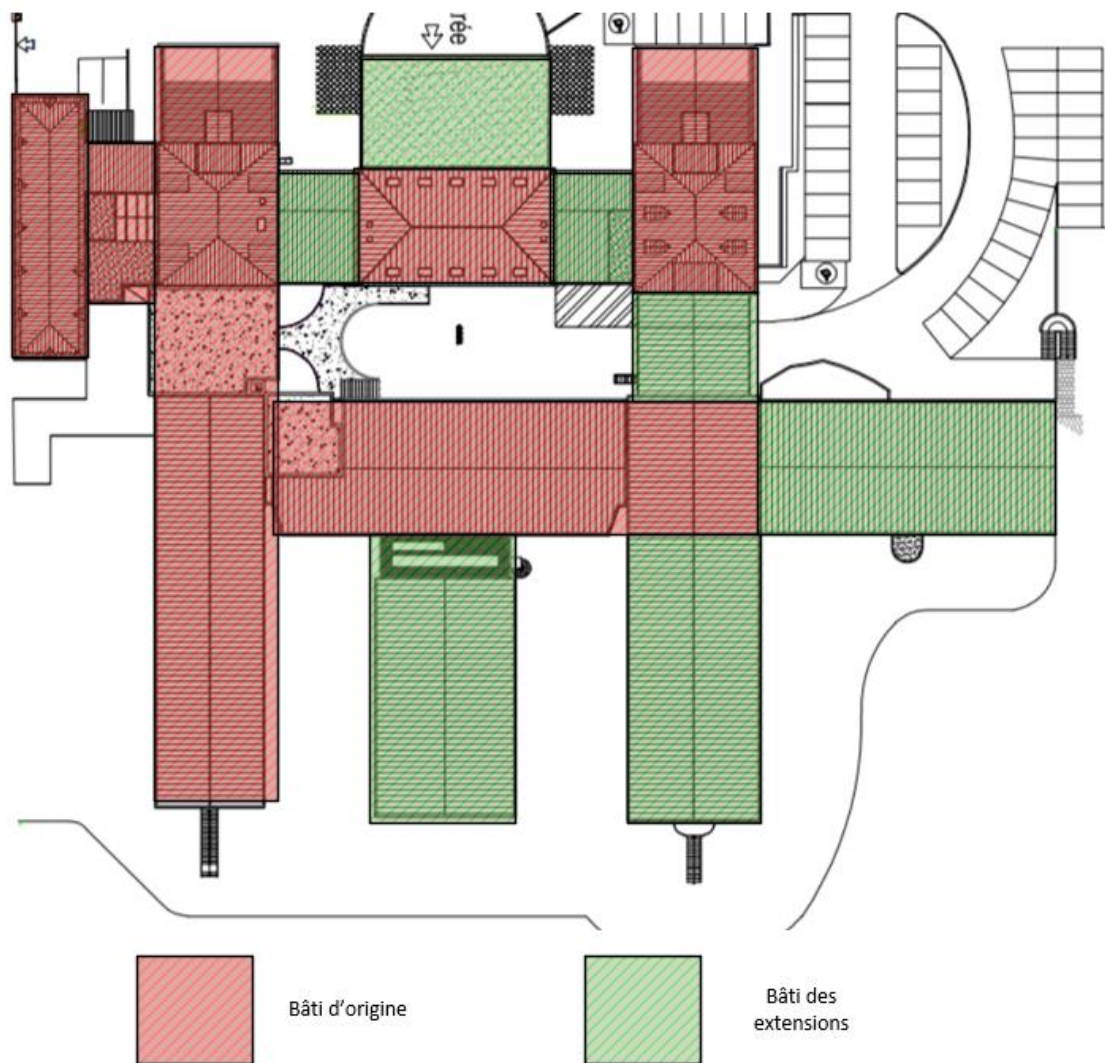


Figure 5 : historique du bâti

Ce rapport emploiera régulièrement la distinction entre « Bâti d'origine » et « Bâti des extensions » et fera donc référence à ce schéma de repérage.

Le rapport utilise également les différents services présents dans l'hôpital pour décrire plus précisément l'emplacement des isolations, des éclairages, etc. Voici ci-dessous l'emplacement des différents services de l'hôpital :

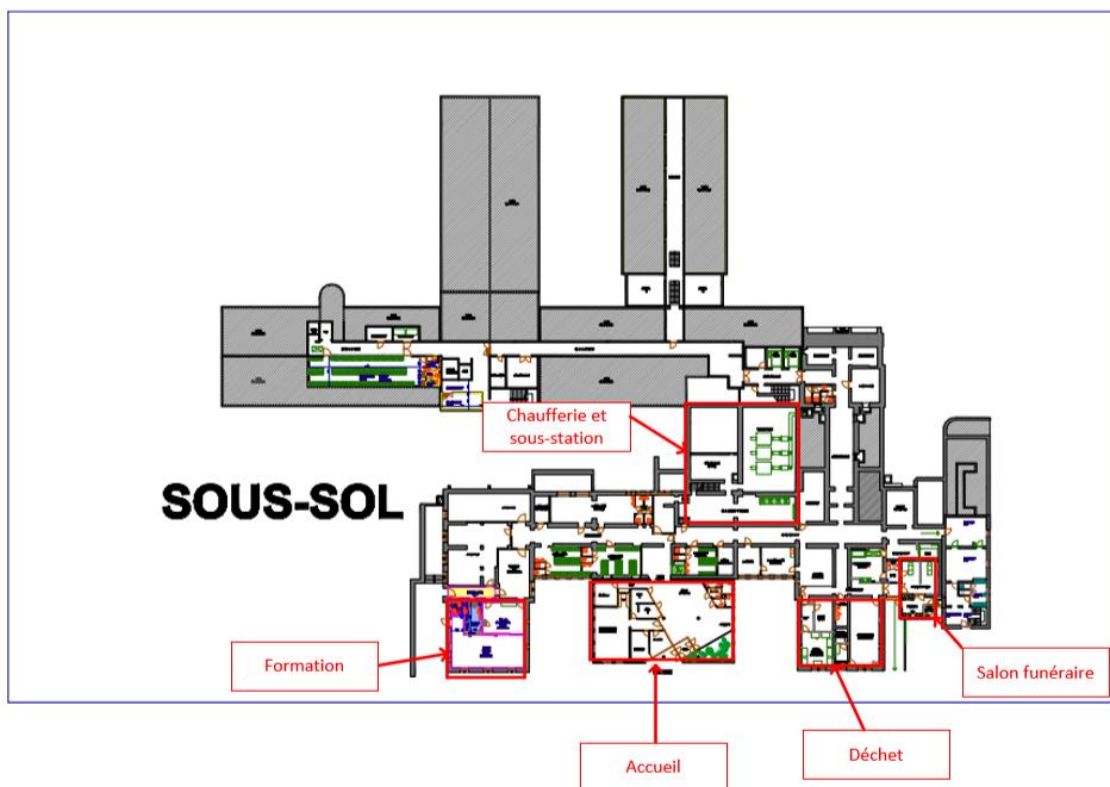


Figure 6 : Services du RDJ

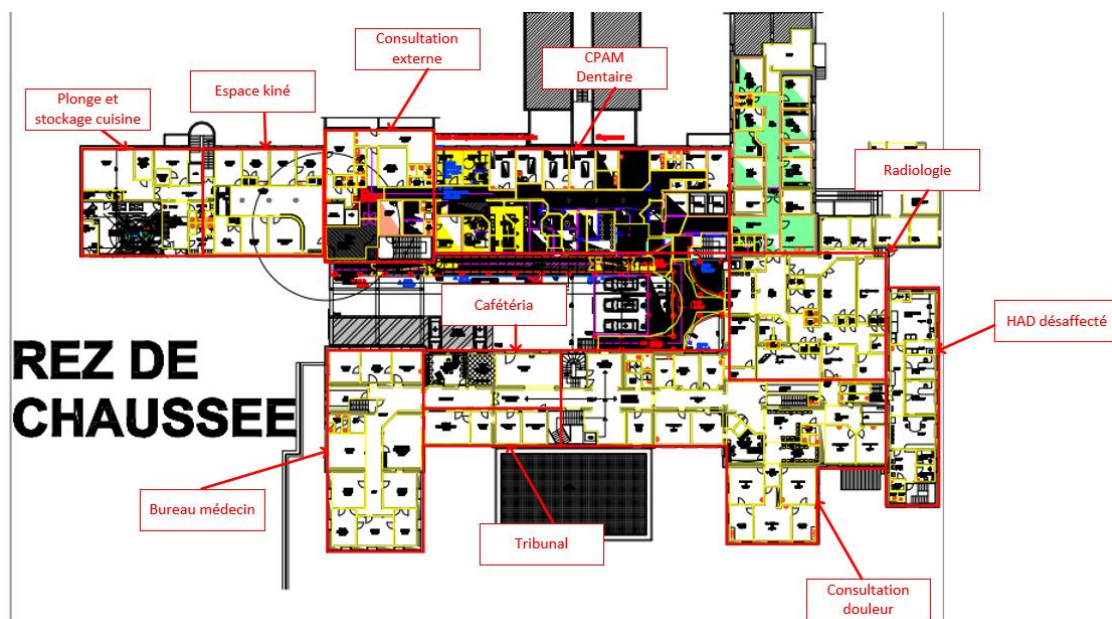


Figure 7 : Services du RDC

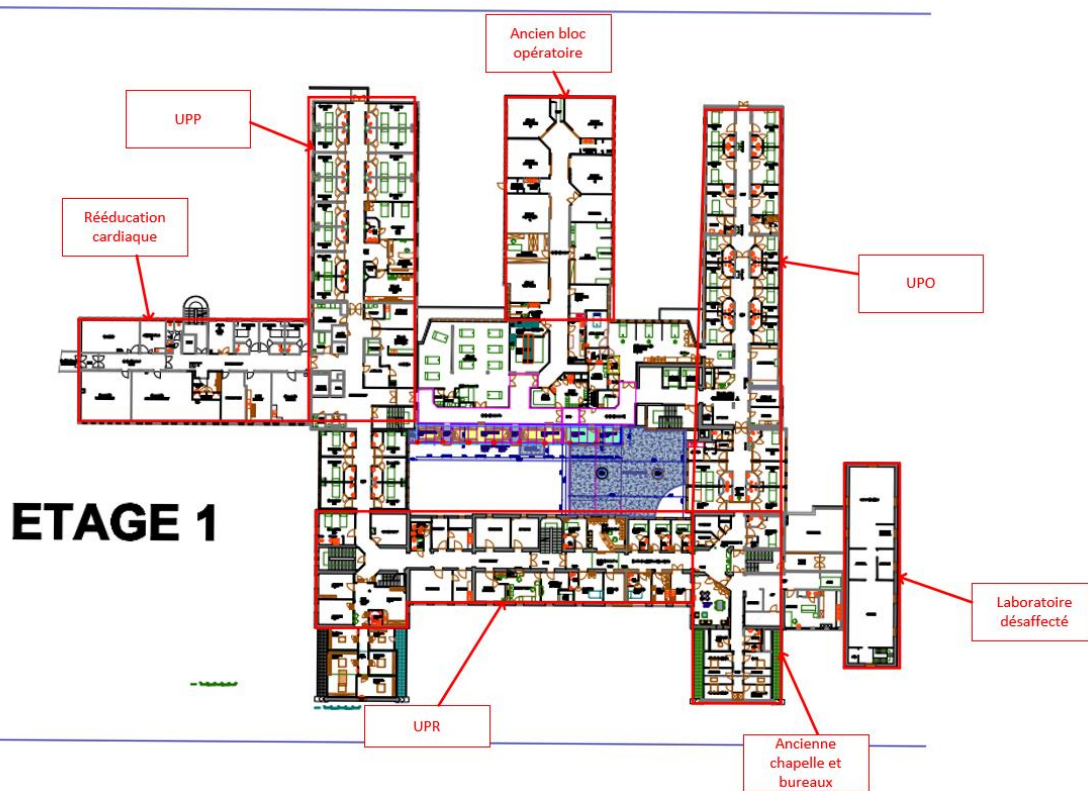


Figure 8 : Services du R+1

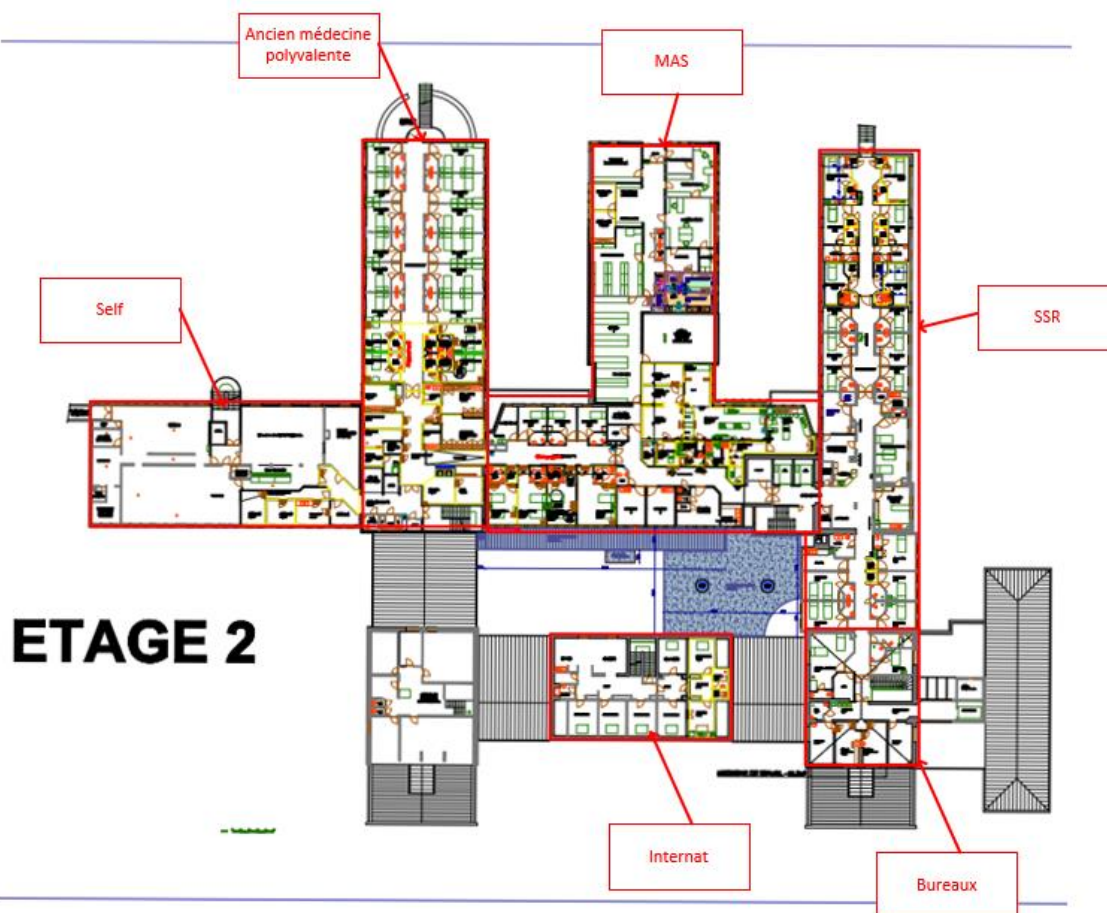


Figure 9 : Services du R+2

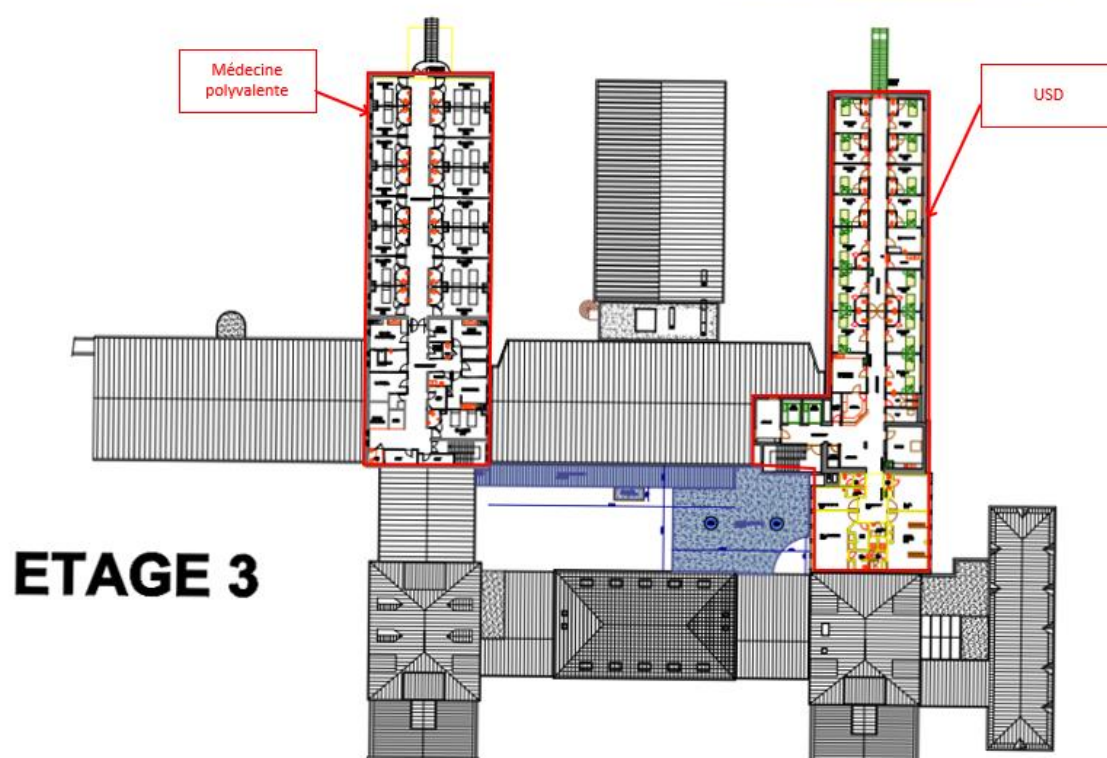
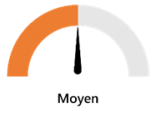
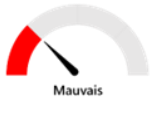
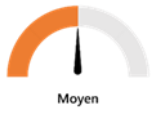


Figure 10 : Services du R+3

4.2 ENVELOPPE

4.2.1 Plancher haut

Plancher haut	Descriptif	Commentaire	Photo	Etat
Toiture Comble Hôpital	Faux plafond Plancher bois Laine de verre ancienne (8cm) Tuile R = 1,99 m².K/W	Isolation type des combles du bâtiment		Vétusté -
				Performance  Moyen
Toiture Comble USD	Faux plafond Laine de verre soufflé Tuile R = 3,39 m².K/W	Isolation du faux plafond de l'USD		Vétusté -
				Performance  Bon
Comble non isolé	Faux plafond Plancher en bois Tuile R = 0,39 m².K/W	Isolation de l'ancienne chapelle		Vétusté -
				Performance  Mauvais
Toiture Comble Hôpital	Faux plafond Dalle béton Polyuréthane TMS (hypothèse 5 cm) Gravier R = 1,85 m².K/W	Isolation des toitures terrasse de l'hôpital		Vétusté -
				Performance  Moyen

Plancher haut	Descriptif	Commentaire	Photo	Etat
Toiture Comble MAS	Faux plafond Dalle béton 20 cm Polyuréthane TMS (hypothèse 12 cm) Gravier et légère végétalisation $R = 5,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	Toiture terrasse de l'accueil		Vétusté -
				Performance  Excellent

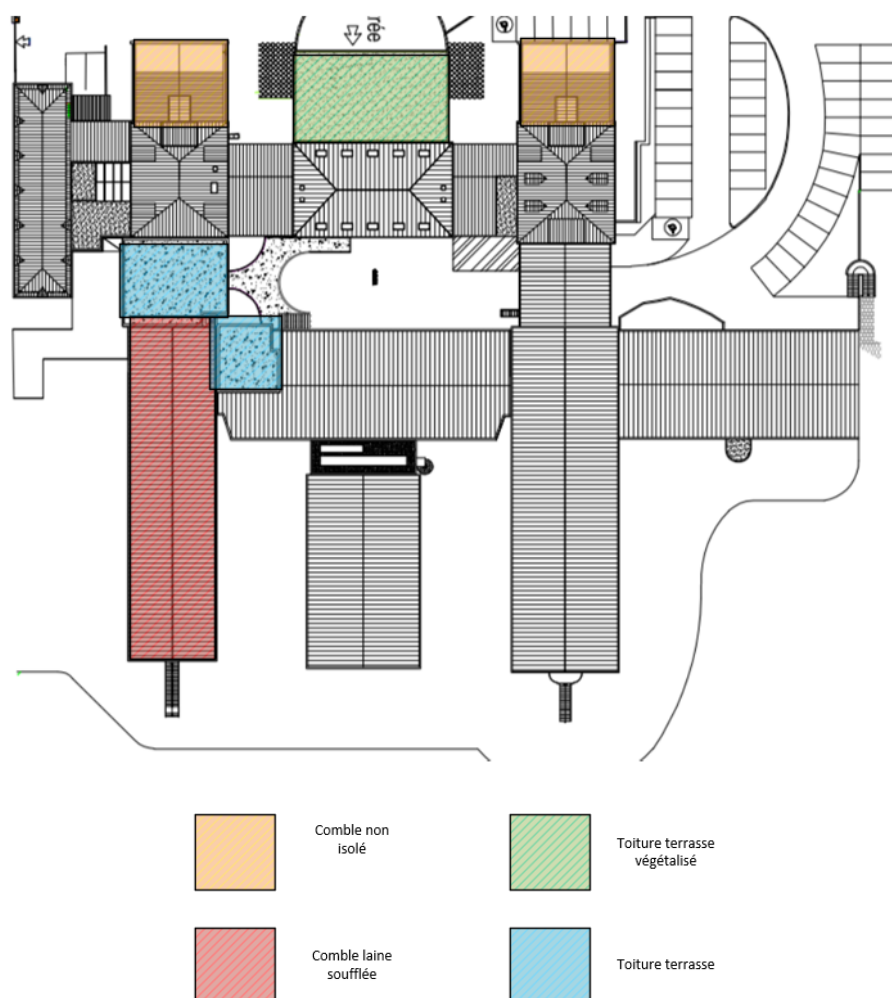
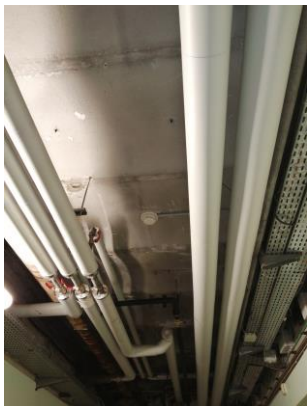


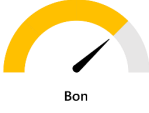
Schéma de repérage des types d'isolation de toiture

Les toitures non identifiées sur le plan de repérage ont comme composition « Toiture comble hôpital » (première ligne du tableau des compositions).

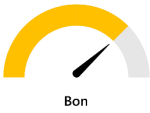
4.2.2 Plancher bas

Plancher Bas	Descriptif	Commentaire	Photo	Etat
Terre-plein	Dalle de pierre (hypothèse 40 cm) R = 0,24 m².K/W	Sol de l'intégralité du RDJ	<i>Pas de visuel</i>	Vétusté -
				Performance
Plafond des sous-stations	Hourdi béton 25 cm R = 0,18 m².K/W	Plafond de la chaufferie et de la sous-station des départs non isolé		Vétusté -
				Performance 
Vide sanitaire	Hourdi béton 25 cm R = 0,18 m².K/W	Vide sanitaire de la MAS et du bâtiment psychiatrie		Vétusté -
				Performance 
Plancher extérieur	Hourdi béton 25 cm Polystyrène 8 cm Fibrastyrène 1 cm R = 2.88 m².K/W	Plancher extérieur isolé de la passerelle du R+1		Vétusté -
				Performance 

4.2.3 Menuiseries

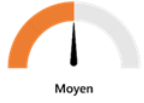
Menuiseries	Commentaire	Photo	Etat
Baie vitrée 8x10x8 Cadre Alu	Baie vitrée de l'accueil $U_w = 2,11 \text{ W/m}^2.K$		Vétusté - Performance  Bon
SAS 8x10x8 Cadre Alu	SAS d'entrée de l'accueil $U_w = 2,09 \text{ W/m}^2.K$		Vétusté - Performance  Bon
Fenêtre 4x16x4 Cadre aluminium Store intérieur	Menuiseries du bâtiment accueil $U_w = 2,90 \text{ W/m}^2.K$		Vétusté - Performance  Bon
Fenêtre 4x15x4 Cadre PVC	Menuiseries PVC du R-1 $U_w = 2,72 \text{ W/m}^2.K$		Vétusté - Performance  Bon

Menuiseries	Commentaire	Photo	Etat
Fenêtre 4x15x4 Cadre aluminium	Fenêtre de la salle de formation du R-1 $U_w = 3,23 \text{ W/m}^2.K$		Vétusté - Performance  Moyen
Fenêtre 4x10x4 Cadre PVC Volet roulant extérieur	Menuiseries des bureaux du RDC (côté parking principal) $U_w = 2,76 \text{ W/m}^2.K$		Vétusté - Performance  Bon
Baie vitré simple vitrage Cadre aluminium	Couloir vitré de la cour intérieur au RDC $U_w = 5,23 \text{ W/m}^2.K$		Vétusté - Performance  Mauvais
Porte fenêtre 4x4x4 Cadre aluminium	Porte-fenêtre de la radiologie $U_w = 2,76 \text{ W/m}^2.K$		Vétusté - Performance  Bon

Menuiseries	Commentaire	Photo	Etat
Baie vitrée 4x4x4 Cadre aluminium	Baie vitrée de l'accueil radiologie Uw = 2,72 W/m².K		Vétusté - Performance  Bon
Porte-fenêtre 4x12x4 Cadre PVC	Porte fenêtrée de la cuisine au RDC Uw = 2,76 W/m².K		Vétusté - Performance  Bon
Fenêtre 4x12x4 Cadre PVC Volet roulant extérieur	Fenêtre des chambres de la MAS Uw = 2,76 W/m².K		Vétusté - Performance  Bon
Baie vitrée simple vitrage Cadre aluminium	Baie vitrée entre la médecine du travail et les laboratoires au R+2 Uw = 5,23 W/m².K		Vétusté - Performance  Mauvais

Menuiseries	Commentaire	Photo	Etat
Porte fenêtre 4x4x4 Cadre aluminium	Porte d'entrée de la zone psychiatrie au R+2 $U_w = 2,76 \text{ W/m}^2.K$		Vétusté - Performance 
Fenêtre 4x10x4 Cadre PVC Protection : volet roulant en PVC et rideau intérieur	Menuiseries du self au R+2 $U_w = 2,76 \text{ W/m}^2.K$		Vétusté - Performance 
Fenêtre 4x10x4 Cadre PVC Protection : volet roulant extérieur	Fenêtre des chambres au R+3 $U_w = 2,76 \text{ W/m}^2.K$		Vétusté - Performance 
Velux 4x4x4 Cadre bois Store enroulable intérieur	Velux présent dans les zones sous combles occupées. $U_w = 3,31 \text{ W/m}^2.K$		Vétusté - Performance 

4.2.4 Parois extérieures

Parois extérieures	Descriptif	Commentaire	Photo	Etat
Mur de pierre	Placoplâtre (1,3 cm) Mur de pierre 65 cm R = 0,54 m².K/W	Mur du bâtiment d'origine construit en 1900		Vétusté - Performance 
Mur de brique	Placoplâtre (1,3 cm) Brique 30 cm R = 0,34 m².K/W	Mur des extensions raccordant les anciens bâtiments entre eux		Vétusté - Performance 
Mur de béton	Placoplâtre (1,3 cm) Polystyrène 10 cm Béton 20 cm R = 2,71 m².K/W	Mur des extensions de 1990		Vétusté - Performance 

Parois extérieures	Descriptif	Commentaire	Photo	Etat
Mur de l'accueil	Placoplâtre (1,3 cm) Polystyrène 15 cm Béton 20 cm $R = 0,54 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	Mur de l'extension de l'accueil construit après 2010		Vétusté -
				Performance 

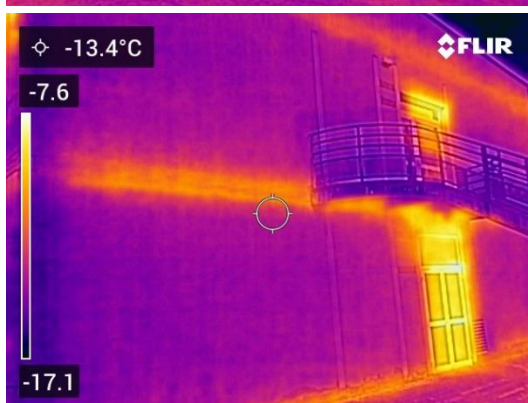
Le bâtiment a été construit en 1900 et a été agrandi plusieurs fois. Les murs du bâtiment d'origine n'ont pas été isolés et ne le sont toujours pas. Les murs des nouvelles extensions sont isolés. L'emplacement des différents types de murs, par étage, est à retrouver dans l'annexe du rapport

4.2.5 Étude thermographique

L'étude thermographique a été réalisée afin d'identifier les défauts et déperditions thermiques dans le bâtiment. Les résultats de cette étude sont essentiels pour améliorer l'efficacité énergétique et le confort thermique du bâtiment.

Murs extérieurs : les menuiseries et les planchers des étages ressortent dans le bilan des déperditions.





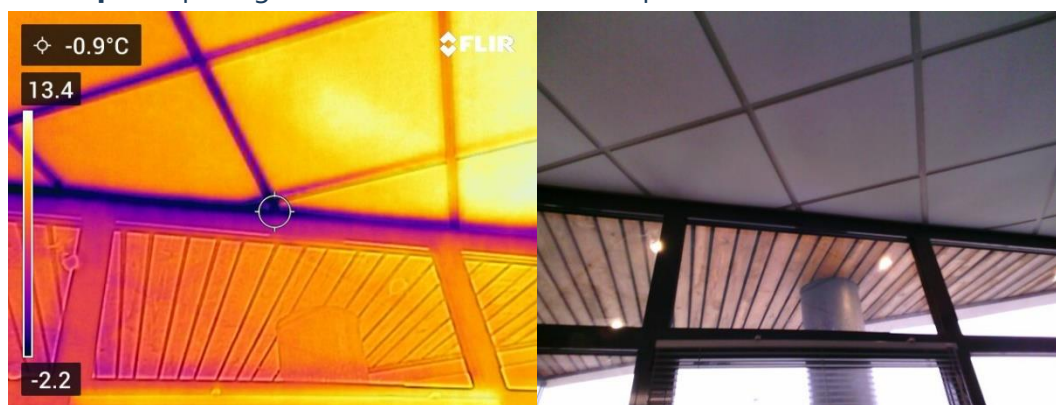
Menuiseries : certaines liaisons mur/cadre ne sont pas étanches. On observe des jours au niveau des portes.



Mur (vue de l'intérieur) : présence de traces d'infiltrations derrière le placo.

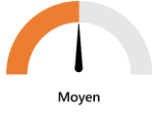


Accueil de l'hôpital : passage d'air extérieur dans le faux plafond.



4.3 SYSTEMES

4.3.1 Production de chaleur

Energie	P nominale [kW]	Type de chaudière	Marque	Rendement	Etat
Gaz	630 kW	Chaudière à condensation	VISSMANN VITOCROSSAL 300 CT3U (Chaudière 3)	À pleine charge : 98,4% À charge partielle : 97,9%	Vétusté  Excellent Performance  Bon
Gaz	560 kW	Chaudière à condensation	VISSMANN VITOPLEX 200 SX2A (Chaudière 2)	À pleine charge : 98,1% À charge partielle : 98,5%	Vétusté  Excellent Performance  Bon
Gaz	950 kW	Chaudière basse température	VISSMANN De Dietrich (Chaudière 1)	Pas de données	Vétusté  Moyen Performance  Moyen



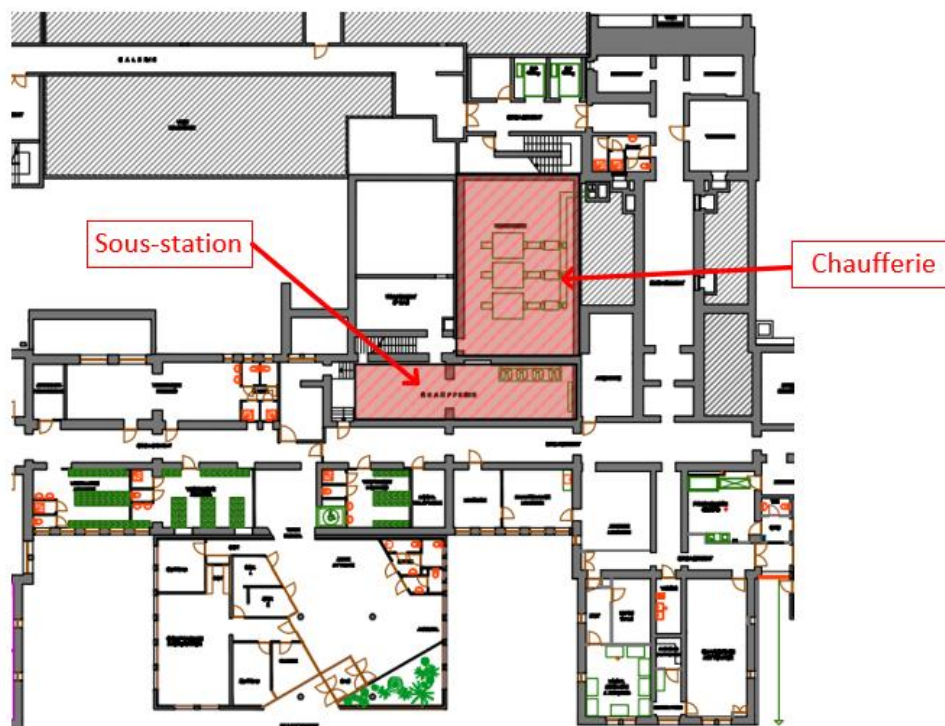
Année d'installation
2020

Les deux chaudières 2 et 3 ont été installées en 2020. Elles fonctionnent en cascade et fournissent en chaleur l'hôpital d'Hayange, ainsi que l'EPHAD Le Tournebride. La chaudière 1 est une ancienne chaudière gardée pour en secours.

Nombre de réseaux de chauffage : 5

4.3.2 Réseaux de chauffage

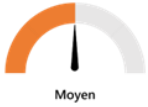
N° Réseau	Nom du réseau	Localisation
1	Bâtiment Central	Sous-station R-1
2	Bâtiment Robe	Sous-station R-1
3	Radio	Sous-station R-1
4	MAS	Sous-station R-1
5	Réseau ECS	Sous-station R-1



Emplacements des sous-stations

4.3.2.1 Réseau n°1 – Bâtiment Central

1/5

Elément	Caractéristiques	Photo	Etat
Pompe	- Départ pompe double - Pompe à débit fixe 3 vitesses - Puissance nominale : 1500W - Marque : GRUNDFOS - Type : UPSD 80-120 F		Vétusté  Moyen Performance  Moyen
Calorifuge	- DN 32 - Isolant laine de verre 30 mm - Calorifuge classe 4 - Points singuliers non isolés		Vétusté  Bon Performance  Bon
Emetteurs	- Radiateur en aluminium - Robinet thermostatique dans les bureaux - Robinetts thermostatiques programmables dans les circulations		Vétusté  Moyen Performance  Bon

Observations générales

Ce réseau de radiateurs alimente la partie ancienne du bâtiment, au R-1, RDC, R+1 et R+2. Le réseau est bien calorifugé. Les points singuliers comme les pompes ou les vannes ne sont pas isolés.

Émetteurs

Les radiateurs en aluminium sont plutôt anciens, mais sont fonctionnels. Ils sont munis de têtes thermostatiques dans la majorité des pièces, et particulièrement de têtes connectées et programmables dans l'accueil et dans les zones inoccupées du bâtiment telles que la HAD ou les anciens laboratoires.

Zones chauffées par ce réseau :

- R-1 : accueil, formation, archive, vestiaire, déchet, salon funéraire...
- RDC : bureau des médecins, tribunal, cafétéria, consultation douleur, HAD
- R+1 : UPR, ancienne chapelle et bureaux, laboratoire
- R+2 : internat, bureaux

4.3.2.1 Réseau n°2 – Bâtiment Robe

2/5

Elément	Caractéristiques	Photo	Etat
Pompe	- Départ pompe double - Pompe à débit fixe trois vitesses - Puissance nominale : 1500 W - Marque : GRUNDFOS - UPSD 80-120 F		Vétusté  Moyen Performance  Moyen
Calorifuge	- DN 32 - Isolant laine de verre 30 mm - Calorifuge classe 4 - Points singuliers non isolés		Vétusté  Bon Performance  Bon
Emetteur principale	- Radiateur en aluminium - Robinet thermostatique dans les bureaux - Robinets thermostatiques programmables dans les circulations		Vétusté  Moyen Performance  Bon
Emetteur secondaire	- Plafonnier chauffant à eau chaude - Présent dans les chambres des services UPP et UPO		Vétusté  Moyen Performance  Moyen

Observations générales

Ce réseau de radiateurs alimente les parties de l'hôpital orientées au sud, vers l'EPHAD entre autres. Le nom « Robe » est une ancienne appellation qui ne correspond à aucun service actuellement en service, mais le réseau alimente les émetteurs d'à peu près la moitié du site. Le réseau est bien calorifugé. Les points singuliers comme les pompes ou les vannes ne sont pas isolés.

Émetteurs

Les radiateurs en aluminium sont plutôt anciens, mais sont fonctionnels. Ils sont munis de tête thermostatique dans la majorité des pièces. Dans les chambres des services spécialisés UPP et UPO, les émetteurs sont des plafonds chauffants.

Zones chauffées par ce réseau :

- RDC : plonge et stockage cuisine, espace kiné, consultation externe, CPAM dentaire
- R+1 : rééducation cardiaque, UPP, UPO
- R+2 : Self, médecine polyvalente, SSR
- R+3 : Médecine polyvalente, USD

4.3.2.2 Réseau n°3 – Radio

3/5

Elément	Caractéristiques	Photo	Etat
Pompe	- Départ pompe double - Pompe à débit fixe trois vitesses - Puissance nominale : 60 W - Marque : GRUNDFOS - UPSD 25-40 F		Vétusté  Moyen Performance  Moyen
Calorifuge	- DN 20 - Isolant laine de verre 30 mm - Calorifuge classe 5 - Points singuliers non isolés		Vétusté  Bon Performance  Bon
Emetteurs	- Radiateur en aluminium - Robinet thermostatique dans les bureaux - Robinets thermostatiques programmables dans les circulations		Vétusté  Moyen Performance  Bon

Observations générales

Ce réseau de radiateurs n'alimente que le service de radiologie de l'hôpital. Le réseau est bien calorifugé. Les points singuliers comme les pompes ou les vannes ne sont pas isolés.

Émetteurs

Les radiateurs en aluminium sont plutôt anciens, mais sont fonctionnels. Ils sont munis de têtes thermostatiques dans la majorité des pièces.

Zones chauffées par ce réseau :

- RDC : radiologie

4.3.2.3 Réseau n°4 – MAS

4/5

Elément	Caractéristiques	Photo	Etat
Pompe	- Départ pompe double - Pompe à débit fixe trois vitesses - Puissance nominale : 940 W - Marque : GRUNDFOS - UPC 50-120		<i>Vétusté</i>  Moyen <i>Performance</i>  Moyen
Calorifuge	- DN 32 - Isolant laine de verre 30 mm - Calorifuge classe 4 - Points singuliers non isolés		<i>Vétusté</i>  Bon <i>Performance</i>  Bon
Emetteurs	- Radiateur en aluminium - Robinet thermostatique dans les bureaux - Robinets thermostatiques programmables dans les circulations		<i>Vétusté</i>  Bon <i>Performance</i>  Bon

Observations générales

Ce réseau de radiateurs alimente l'aile la plus récente du bâtiment. Le réseau est bien calorifugé. Les points singuliers comme les pompes ou les vannes ne sont pas isolés.

Émetteurs

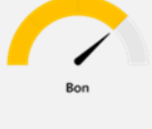
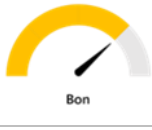
Les radiateurs en aluminium sont plutôt anciens, mais sont fonctionnels. Ils sont munis de tête thermostatique dans la majorité des pièces, et particulièrement de têtes connectées et programmables dans les circulations.

Zones chauffées par ce réseau :

- R+1 : ancien bloc opératoire
- R+2 : MAS

4.3.2.4 Réseau n°5 – Eau chaude sanitaire

5/5

Elément	Caractéristiques	Photo	Etat
Pompe du départ ECS	- Départ pompe double - Pompe à débit variable - Puissance nominale : 544 W - Marque : LOWARA - Ecocirc XL 40-120 F		Vétusté  Bon Performance  Bon
Préparateur ECS	- Deux échangeurs à plaque - T°C de départ : 68°C - Température constant : 64°C - Marque : VIESMANN - Type VITROTRANS 353 - Échangeur calorifugé : oui - Pompe de recirculation : VIESMANN (type UPML 25-105) - Puissance : 140 W - Débit variable		Vétusté  Bon Performance  Bon
Ballon tampon	- Marque VIESMANN - Type : VITOCELL 100-E - Volume : 950 L - Ballon calorifugé : Oui		Vétusté  Bon Performance  Excellent

Elément	Caractéristiques	Photo	Etat
Pompe de bouclage	- Pompe simple - Pompe à débit variable - Puissance nominale : 750 W - Marque : GRUNDFOS - TP 40-120		<i>Vétusté</i>  Bon <i>Performance</i>  Bon
Départs ECS	- DN 32 - Isolant laine de verre 50 mm - Calorifuge classe 6 - Points singuliers non isolés		<i>Vétusté</i>  Bon <i>Performance</i>  Excellent

Observations générales

La production d'ECS est un bouclage, composé de deux préparateurs ECS et d'un ballon tampon de 950 L. Le bouclage se sépare plus loin dans la sous-station en 6 réseaux distincts.

Régulation

La boucle d'ECS est chauffée en permanence, toute l'année. La température dans le bouclage ne descend pas en dessous de 60°C en théorie, mais le système a connu plusieurs problèmes de légionelles au cours des dernières années. Une étude est actuellement en cours pour réinstaller un bouclage fiable.

4.3.2.5 Régulation des réseaux

Les températures de réduits sont fixées par le contrat d'exploitation de l'hôpital. L'exploitant Dalkia est tenu de faire respecter les températures suivantes :

Locaux	T°C de consigne	Horaire
Locaux tertiaires et accueil du public	19°C	06h-22h
Consultations et HDJ habillé	20°C	06h-22h
Autres consultations	22°C	06h-22h
UMAC	22°C	06h-22h
UCA	22°C	06h-22h
Hospitalisations	22°C	00h-24h
Chambres de garde	19°C	06h-22h
Vestiaires	20°C	06h-22h

4.3.3 Ventilation

Elément	Caractéristiques	Photo	Etat
Caisson de VMC	Caisson de VMC ALDES Situé sur les différentes toitures terrasses minimum 3 caissons différents identifiés		Vétusté  Moyen Performance  Bon
Bouche de VMC	Bouche de VMC hygroréglable Certaines bouches sont encrassées		Vétusté  Bon Performance  Bon

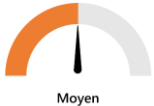
Tout le bâtiment n'est pas ventilé de la même manière. Dans une grande partie de l'hôpital, comme les bureaux ou les salles de consultations, il n'y a pas de reprise d'air par les VMC. Dans ces zones-là, seuls les WC sont ventilés. En revanche, dans les services d'hébergement et de soins, les chambres sont ventilées par les VMC. Le circuit des conduits des VMC est mal connu. Il n'est pas évident de connaître quel caisson reprend l'air de quel service.

Nous estimons le débit de ventilation actuel pour la totalité de l'hôpital à 2 165 m³/h.

4.3.4 Climatisation

Type	Usage/Pièce	Descriptif	Photo	Etat
PAC air/air	Accueil de la MAS	- PAC air/air - Marque : ATLANTIC - Modèle : 5U 036 NBB.UE - Puissance calorifique : 10 kW - SCOP : 3,9 - Puissance frigorifique : 9,5 kW - SEER : 6,8		Vétusté  Bon Performance  Bon
PAC air/air	Chambre d'isolement service UPP	- PAC air/air 2 unités extérieures - Marque : MITSUBISHI - Modèle : PUHZ-ZRP35VKA		Vétusté  Bon Performance  Bon
PAC air/air	Accueil UPP	- PAC air/air 2 unités extérieures - Marque : MITSUBISHI		Vétusté  Bon Performance  Bon
PAC air/air	Chambre froide cuisine	- PAC air/air - Marque : MIOMA		Vétusté  Bon Performance  Bon

4.3.5 Éclairage

Type	Usage/Pièce	Gestion de l'allumage	Photo	Etat
Panneaux LED	Accueil, vestiaires, Cafétéria, consultation externe, UPO, UPP, rééducation cardiaque, internat, SSR, MAS, médecine polyvalente, self USD	Interrupteur simple dans les bureaux ou les chambres Détection dans le couloir principal du R-1		Vétusté  Bon
				Performance  Excellent
Tube fluocompacte	Archives, formation, déchet, salon funéraire, HAD, bureau médecin, tribunal, radiologie, CPAM, espace kiné, plonge et stockage cuisine, UPR, laboratoire, ancienne chapelle, bloc opératoire	Interrupteur simple		Vétusté  Moyen
				Performance  Bon
Tête de lit fluocompacte	Chambres des services d'hébergement ou d'hospitalisation	Interrupteur simple		Vétusté  Moyen
				Performance  Bon

Chaque année, une campagne de relamping est mise en place. Les éclairages néon sont progressivement remplacés.

5 SIMULATION THERMIQUE & COMPARAISON

Les simulations ont été réalisées avec le logiciel PLEIADES et suivent la méthode de calcul issue de la méthode STD. L'objectif de ce calcul est de simuler le comportement du bâtiment et de projeter son comportement avec les modifications d'amélioration préconisées.

5.1 DONNEES D'ENTREE

5.1.1 Données générales de la simulation

L'étude thermique s'est appuyée sur les données suivantes :

- Données générales :

Station météo	Metz – Moyen
DJU base 18°C saison de chauffage	2445
Température extérieure de base	-15°C
Altitude	195 m
Inertie	Moyenne
Année de construction	1900
Année rénovation	1990 & 2010
Surface totale PLEIADE	16 087 m ²
Surface chauffée PLEIADE	15 070 m ²

5.1.2 Hypothèse de prix

5.1.2.1 Hypothèse de coûts des énergies

- Coût variable du **gaz naturel : 92,7 €TTC/MWh PCI**
- Coût variable de l'**électricité : 150 €TTC/MWh**
- Coût de chaleur **Réseau de chaleur : 120 €TTC/MWh**

Les analyses économiques ayant une dimension prospective de 0 à 30 ans, la prise en compte des seuls coûts actuels n'est pas valide. Les valeurs prises en compte ne sont cependant que des hypothèses sans valeur prédictive.

5.1.2.2 Valorisation des CEE

- **7€/MWh cumac**

5.1.2.3 Facteurs d'émissions

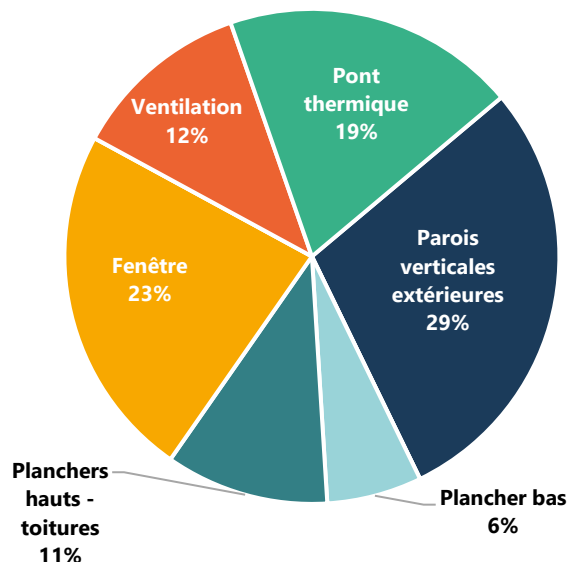
- Electricité : **64 kgCO₂/MWh**
- Gaz : **227 kgCO₂/MWh**

Les coefficients d'émission CO₂ pour le gaz et l'électricité sont issus du décret tertiaire, basés sur les valeurs de l'ADEME. Le coefficient d'émission CO₂ du réseau de chaleur a été fourni par le CHR Metz-Thionville.

5.2 RESULTAT SIMULATION THERMIQUE

5.2.1 Déperditions

Répartition des déperditions surfaciques et de ventilation



Les murs représentent la principale cause de déperdition thermique de l'hôpital, notamment à cause du bâti d'origine, qui n'est pas isolé. La surface vitrée du bâtiment est importante, ce qui explique pourquoi les menuiseries représentent près d'un quart des déperditions. Enfin, les ponts thermiques sont importants dans les déperditions de ce bâtiment. Cela est causé par l'isolation intérieure présente sur les murs des différentes extensions.

Cette segmentation des déperditions permet de cibler les éléments principaux sur lesquels nous allons travailler pour améliorer les performances du bâtiment.

Nature	Déperdition kW	%
Parois verticales extérieures	223,65	29%
Plancher bas	48,03	6%
Planchers hauts - toitures	82,65	11%
Fenêtre	179,75	23%
Ventilation	90,84	12%
Pont thermique	148,69	19%
TOTAL	773,63 kW	100%
	50,48 W/m²	

La somme des déperditions de chaleur pour ce bâtiment est de 774 kW. Les besoins d'ECS estimés étant de 160 kW, la puissance totale nécessaire est de 934 kW. Les deux nouvelles chaudières installées ont une puissance cumulée de 1190 kW, ce qui couvre largement les besoins du site. À noter que l'ancienne chaudière restée en secours a une puissance de 950 kW, ce qui est supérieur aux besoins du site.

5.2.2 Comparaison avec la situation de référence et actuelle

5.2.2.1 Consommation de gaz

	Consommations finales MWhPCI	DJU base 18	Consommation corrigée* (MWhPCI)	Ecart par rapport à la simulation STD (%)
Consommation réelle (2015)	2900	2729	2672	-79 %
Consommation réelle (moyenne 2020-2023)	1571	2567	1540	-3%
Consommation réelle (2023)	1416	2404	1505	+1 %
Simulation STD	1508	2445	1489	-

*D'après la méthode de correction décrite dans la réglementation du décret tertiaire

Pour valider notre modèle, nous prenons la moyenne des consommations entre 2020 et 2023. Le logiciel utilisé pour l'étude impose un DJU chaud. Nous corrigeons donc en conséquence les consommations avec ce DJU afin de pouvoir comparer correctement les consommations.

Au niveau de la chaleur, nous obtenons un écart de moins de -3 % entre notre simulation STD et les consommations de 2020 à 2023, en ajustant les consommations à la rigueur climatique. Cet écart est même de 1% pour l'année 2023 uniquement. L'écart de -3 % est cohérent.

5.2.2.2 Électricité

	Consommations finales MWhPCI	Ecart par rapport à la simulation STD (%)
Consommation réelle (2015)	960	-60 %
Consommation réelle (moyenne 2020-2023)	632	-5%
Consommation réelle (2023)	577	4 %
Simulation STD	600	-

Au niveau de l'électricité, nous obtenons un écart de -5 % entre notre simulation STD et la moyenne des consommations entre 2020 et 2023, en ayant pris en compte les systèmes CVC et les consommations d'usage d'un hôpital. L'écart de -5 % est cohérent.

6 PRECONISATIONS

Le plan d'action se scinde en deux parties ; une première avec les préconisations liées à l'enveloppe ou à l'amélioration des équipements en place ainsi qu'une explication des actions et une seconde partie avec les énergies renouvelables possibles de mettre en place.

Selon l'arrêté du 10 avril 2020 relatif aux obligations d'actions de réduction des consommations d'énergie finale dans les bâtiments à usage tertiaire, art.11, les actions proposées ne doivent pas excéder les temps de retour sur investissement suivants pour être applicables :

- 30 ans pour les actions de rénovations relatives à l'amélioration de l'efficacité énergétique et environnementale des bâtiments portant sur leur enveloppe ;
- 15 ans pour les travaux de renouvellement des équipements énergétiques du bâtiment (hors consommables : ampoules et autres pièces de rechange dans le cadre de l'entretien courant des équipements) ;
- 6 ans pour la mise en place de système d'optimisation et d'exploitation des systèmes et équipements, visant la gestion, la régulation, et l'optimisation en exploitation des équipements énergétiques.

Bien que certaines préconisations ci-après ne respectent pas les temps de retour sur investissement imposés, ils seront tout de même inclus. Une répartition par priorité est faite pour hiérarchiser les différentes actions :

- Priorité 1 – Temps de retour compris entre 0 et 10 ans : à mettre en place le plus rapidement possible
- Priorité 2 – Temps de retour compris entre 10 et 30 ans : travaux à moyen terme ou avec une incertitude quant à la faisabilité
- Priorité 3 – Temps de retour compris supérieur à 30 ans : travaux avec un retour sur investissement très faible

6.1 TRAVAUX SUR L'ENVELOPPE

6.1.1 Isolation par l'extérieur (ITE)

Les murs de l'hôpital d'Hayange sont faiblement isolés. Les murs du bâtiment d'origine, ainsi qu'une majorité des extensions, ne sont pas isolés, ni par l'intérieur, ni par l'extérieur. Seuls la MAS et l'accueil ont des murs isolés par l'intérieur.

Le passage à une isolation par l'extérieur limiterait les déperditions thermiques et couperait les ponts thermiques au niveau des planchers intermédiaires.

La mise en place d'une ITE peut être freinée par :

- L'empiètement de la nouvelle isolation sur la rue Fbg Sainte-Catherine
- La mise en place d'une ITE peut modifier l'aspect architectural d'un bâtiment. Pour les bâtiments anciens, il y a un surcoût à considérer pour le maintien à l'identique de l'aspect extérieur. Il faut également veiller à respecter le plan local d'urbanisme. De même, nous ne pouvons pas certifier à l'heure actuelle que le bâtiment se situe dans une zone classée « Architecte et Bâtiment de France »

Pour le niveau d'isolation, nous nous calquons sur les exigences d'efficacité thermique des CEE

Mise en œuvre :

- Pose d'un échafaudage ;
- Préparation des surfaces (lavage et décontamination) des supports et réparation des dégradations ;
- La solution choisie est une isolation thermique extérieure sous enduit/sous bardage ;
- L'isolant possède une épaisseur de 15cm et une résistance thermique $R = 3,7 \text{ K.m}^2/\text{W}$;
- Traitement des encadrements de baies par retour de l'isolation des façades courantes. L'isolation sera plus fine (quelques centimètres d'épaisseur) en fonction du cadre des menuiseries extérieures.

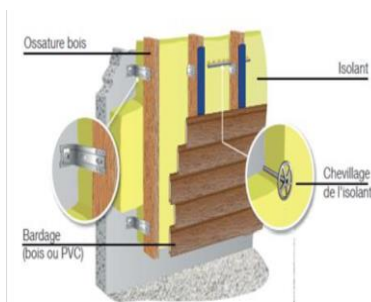


Figure 11 - ITE sous bardage

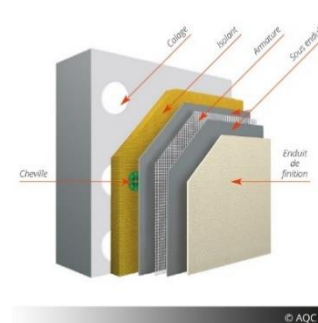


Figure 12 - ITE sous enduit

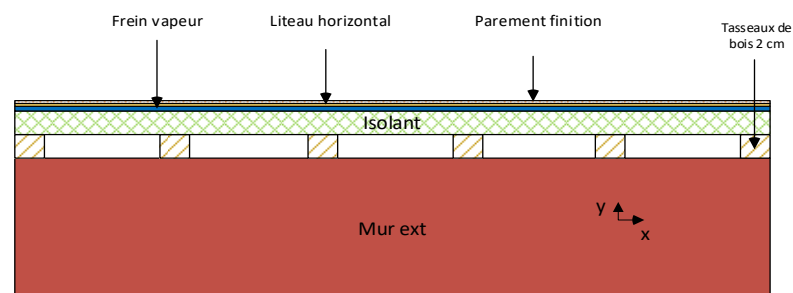
Bâti d'origine : 4188 m² - R= 3,7 m². K/W
Bâti des extensions : 2777 m² - R= 3,7 m². K/W
 Fiche CEE **BAT-EN-102** - R= 3,7 m². K/W

Travaux bâtiment / Etude EnR	Investissement [k€HT]	Gain financier [k€/an]	Gain énergétique (MWh/an)	Gain énergétique par rapport à 2023 (%)	Consommation après travaux (kWh/m ²)	Montant aide CEE [k€]	Investissement après sub. [k€HT]	TRI avec aides (année)
Isolation Thermique Extérieure	1532 k€	48 k€	521	26%	202	304 k€	1228 k€	26

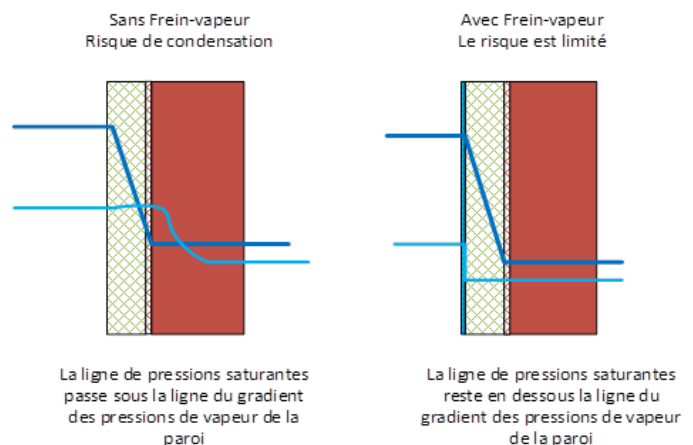
6.1.2 Isolation par l'intérieur (ITI)

L'ITI est généralement préconisé pour les bâtiments dont on souhaite conserver l'aspect architectural. La solution de mise en œuvre proposée consiste à la pose d'une cloison intérieure contenant l'isolant. Pour cette solution, il faut absolument veiller à laisser un espace de 2 cm minimum entre le mur et le matériau isolant. Une lame d'air est également nécessaire pour laisser respirer le mur en pierre. Il faut donc poser des tasseaux de bois pour laisser cet espace entre le mur et l'isolant.

Les tasseaux de bois nécessitent un traitement avec un produit insecticide et fongicide pour éviter que le bois ne s'abîme. Ces tasseaux de bois se posent sur la verticale des murs et sont à espacer en fonction de la largeur et de la rigidité des panneaux et des matériaux isolants.



La solution proposée pour éviter le phénomène de condensation dans les parois consiste à l'utilisation d'un écran étanche à l'air, le frein-vapeur, qui va fortement limiter les phénomènes de convection et de diffusion de vapeur d'eau dans l'isolant.



Arc-en-ciel

L'isolation par l'intérieur présente les inconvénients suivants :

- Une perte de surface des locaux
- Des travaux importants de plomberie pour déplacer les tuyauteries de radiateurs
-

Pour le niveau d'isolation, nous nous calquons sur les exigences d'efficacité thermique des CEE.

Bâti d'origine : 4188 m² - R= 3,7 m². K/W

Bâti des extensions : 2777m² - R= 3,7 m². K/W

Fiche CEE **BAT-EN-102** - R = 3,7 m². K/W

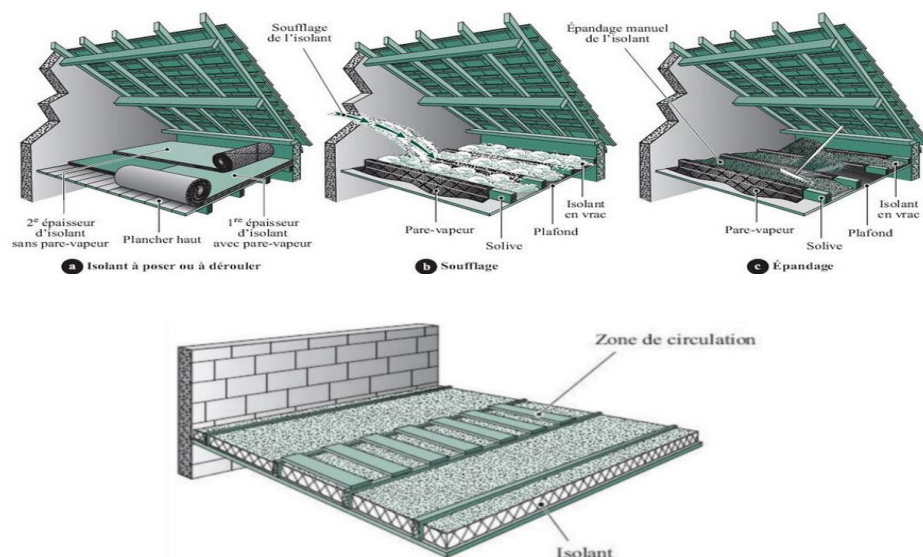
Travaux bâtiment / Etude EnR	Investissement [k€HT]	Gain financier [k€/an]	Gain énergétique (MWh/an)	Gain énergétique par rapport à 2023 (%)	Consommation après travaux (kWh/m ²)	Montant aide CEE [k€]	Investissement après sub. [k€HT]	TRI avec aides (année)
Isolation Thermique Intérieur	1393 k€	30 k€	326	16%	215	304 k€	1089 k€	<30 ans

6.1.3 Isolation des combles perdus

La pose d'isolant dans les combles de tout l'hôpital est préconisé. Pour le niveau d'isolation, les matériaux choisis répondent aux exigences d'efficacité thermique des CEE.

Mise en œuvre :

- Dépose et repose d'éventuels équipements présents dans les combles ;
- Pose dans les combles perdus de panneaux isolants ou soufflage d'isolant en vrac ;
- Création d'un platelage dans les combles perdus pour l'accès aux équipements techniques (cheminement en bois posé sur des éléments de structure) ;



Bâti d'origine : 1178 m² - R = 7 m².K/W
Bâti des extensions : 2689 m² - R = 7 m².K/W
 Fiche CEE **BAT-EN-101** - R = 7 m².K/W

Travaux bâtiment / Etude EnR	Investissement [k€HT]	Gain financier [k€/an]	Gain énergétique (MWh/an)	Gain énergétique par rapport à 2023 (%)	Consommation après travaux (kWh/m ²)	Montant aide CEE [k€]	Investissement après sub. [k€HT]	TRI avec aides (année)
Isolation en comble perdu	290 k€	12 k€	128	6%	228	84 k€	206 k€	17

6.1.4 Remplacement des menuiseries

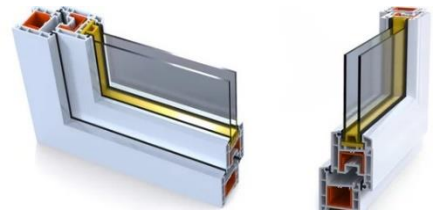
Les menuiseries représentent une part conséquente des déperditions du bâtiment. Il est nécessaire d'améliorer la performance des vitrages.

Pour simuler les gains que permettrait le remplacement des vitrages, nous mettons en place des vitrages répondant aux exigences CEE.

Caractéristiques

Fenêtres PVC avec double vitrage 4-12-4 ou 4-16-4 faiblement émissif avec lame d'argon

$U_w = 1,35 \text{ W/m}^2$



L'investissement est lourd, d'autant plus pour l'ancien bâti, ou les menuiseries devront être réalisées sur-mesure, mais les gains énergétiques sont intéressants.

Bâti d'origine : 843 m² - R = 7,5 m².K/W
Bâti des extensions : 828 m² - R = 7,5 m².K/W
 Fiche CEE **BAT-EN-104** - $U_w < 1,3 \text{ W/m}^2.K$

Travaux bâtiment / Etude EnR	Investissement [k€HT]	Gain financier [k€/an]	Gain énergétique (MWh/an)	Gain énergétique par rapport à 2023 (%)	Consommation après travaux (kWh/m ²)	Montant aide CEE [k€]	Investissement après sub. [k€HT]	TRI avec aides (année)
Remplacement de menuiseries	1671 k€	26 k€	289	14%	217	81 k€	1590 k€	<30 ans

6.1.5 Isolation en faux plafond dans l'accueil

La toiture terrasse de l'accueil est isolé, mais le faux plafond ne l'est pas. Il y a un passage d'air important par le faux plafond de l'accueil, ce qui provoque de l'inconfort. Nous préconisons l'isolation du faux plafond pour les parties en contact avec le mur extérieur, pour couper le courant d'air.

Mise en œuvre :

- Dépose et repose du faux plafond existant et des équipements
- Pose de panneaux isolants



Remarque/Point de vigilance :

- La pose en faux plafond peut rendre inaccessible certains équipements techniques (caisson de VMC, trappe d'accès aux combles, etc)
- Pour le niveau d'isolation, nous nous calquons sur les exigences d'efficacité thermique des CEE

Accueil : 46 m² ; R = 7 m².K/W

Travaux bâtiment / Etude EnR	Investissement [k€HT]	Gain financier [k€/an]	Gain énergétique (MWh/an)	Gain énergétique par rapport à 2023 (%)	Consommation après travaux (kWh/m ²)	Montant aide CEE [k€]	Investissement après sub. [k€HT]	TRI avec aides (année)
Isolation en faux-plafond	5 k€	0,3 k€	3	0,2%	236	0 k€	5 k€	16

6.2 TRAVAUX CVC

6.2.1 Remplacement de l'éclairage

L'éclairage fluocompacte d'origine est actuellement remplacé au fur et à mesure des pannes par des ampoules, pavés ou des tubes LED. Il serait intéressant de poursuivre le relamping du bâtiment.

Mise à niveau pour installation projetée avec :

- Luminaires LED partout ; Type dalle, spot, etc
- Commande sur sonde de présence dans les locaux sanitaires, escaliers, commun
- Commande sur variateur d'intensité dans les locaux à occupation permanente : bureaux, hall technique



Quantité estimée : environ 660 luminaires (9904 m²)

Secteurs concernés : Archives, formation, déchet, salon funéraire, HAD, bureau médecin, tribunal, radiologie, CPAM, espace kiné, plonge et stockage cuisine, UPR, laboratoire, ancienne chapelle, bloc opératoire, chambres des services d'hébergements ou d'hospitalisation

Fiche CEE **BAT-EQ-127**

Travaux bâtiment / Etude EnR	Investissement [k€HT]	Gain financier [k€/an]	Gain énergétique (MWh/an)	Gain énergétique par rapport à 2023 (%)	Consommation après travaux (kWh/m ²)	Montant aide CEE [k€]	Investissement après sub. [k€HT]	TRI avec aides (année)
Relamping LED	198 k€	22 k€	35	2%	234	9 k€	189 k€	8

6.2.2 Isolation d'un réseau hydraulique

Dans la chaufferie et la sous-station, les réseaux d'eau chaude sont globalement bien isolés, cependant les points singuliers, comme les pompes ou les vannes, sont toujours à nu. Nous préconisons d'isoler l'entièreté des points singuliers des locaux techniques.



Quantité estimée : environ 20 points

Fiche CEE **BAT-TH-155**

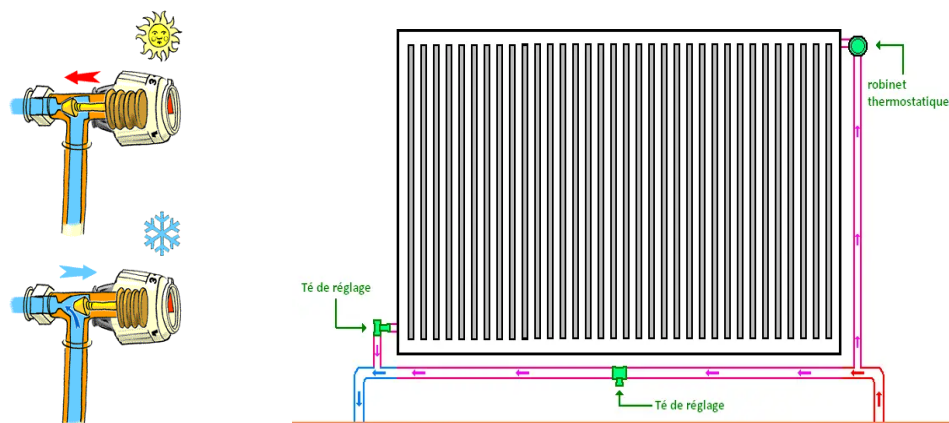
Travaux bâtiment / Etude EnR	Investissement [k€HT]	Gain financier [k€/an]	Gain énergétique (MWh/an)	Gain énergétique par rapport à 2023 (%)	Consommation après travaux (kWh/m²)	Montant aide CEE [k€]	Investissement après sub. [k€HT]	TRI avec aides (année)
Isolation d'un réseau hydraulique de chauffage ou d'eau chaude sanitaire	0,5 k€	0,1 k€	1	0,1%	236	0,4 k€	0,1 k€	1

6.2.3 Remplacement des robinets des radiateurs par des thermostatiques inviolables dans les circulations

Actuellement, les radiateurs possèdent des têtes thermostatiques dans la majorité. Nous préconisons le lancement d'une campagne de remplacement des robinets actuels par des robinets à tête thermostatique inviolables. L'objectif est de stabiliser les températures de consigne dans les locaux. Il est également envisageable d'installer des têtes thermostatiques connectées, comme cela est le cas dans l'ancien laboratoire du bâtiment, mais l'investissement est beaucoup plus élevé et il faut également tenir compte de la maintenance et de l'exploitation (raccordement à la GTC, renouvellement des têtes lors des pannes...)

Mise en œuvre :

- Installation de tête thermostatique inviolable
- Abaissement de la température dans les circulations à 19°C ;



Principe simplifié du robinet thermostatique (à gauche) et schéma du radiateur et de ses installations (à droite)

Quantité : 750 unités

Fiche CEE **BAT-TH-104**

Travaux bâtiment / Etude EnR	Investissement [k€HT]	Gain financier [k€/an]	Gain énergétique (MWh/an)	Gain énergétique par rapport à 2023 (%)	Consommation après travaux (kWh/m²)	Montant aide CEE [k€]	Investissement après sub. [k€HT]	TRI avec aides (année)
Robinet thermostatique connecté	60 k€	9 k€	95	5%	230	11 k€	50 k€	6

6.2.4 Abaissement de la consigne la nuit

Actuellement, certains services non occupés la nuit sont quand même chauffés à la température de consigne.

Nous préconisons :

- La mise en place d'un réducteur de nuit (de 22h à 5h) à 17°C, puis une relance dès 5h
- Les services concernés :

Cette action est à mettre en place lorsque les autres travaux d'isolation auront été réalisés sur ce bâtiment.

Travaux bâtiment / Etude EnR	Investissement [k€HT]	Gain financier [k€/an]	Gain énergétique (MWh/an)	Gain énergétique par rapport à 2023 (%)	Consommation après travaux (kWh/m²)	Montant aide CEE [k€]	Investissement après sub. [k€HT]	TRI avec aides (année)
optimisation relance/limitation T° ambiante	0 k€	5 k€	53	3%	233	0 k€	0 k€	0

6.2.5 Remise à niveau réglementaire de la ventilation

Actuellement, nous estimons la quantité totale de débit ventilé par les VMC à environ 5000 m³/h. D'après la réglementation RT existant, nous estimons que les débits de l'hôpital, selon l'usage réel des services, devraient actuellement se situer entre 7500 et 10 000 m³/h (une étude consacrée à la ventilation du bâtiment devra être réalisée pour connaître le débit exact).

Deux solutions sont possibles :

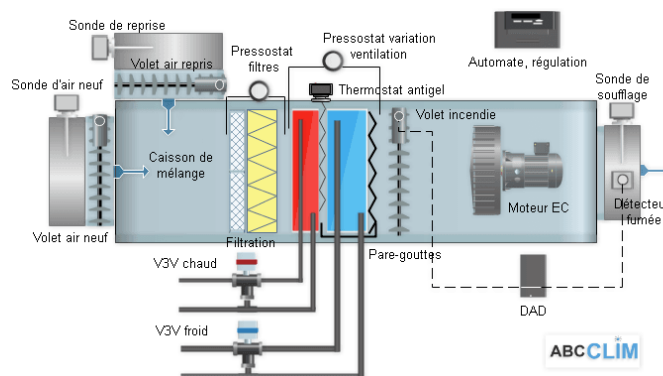
Augmentation des débits des ventilations simples flux : cela nécessitera le désencrassement de tous les conduits, l'installation de nouvelles bouches et de nouveaux caissons de VMC.

Installation d'une ventilation double-flux à 85% d'air recyclé. Il serait possible d'installer une telle machine dans un des vides sanitaires de l'hôpital. Il faudra dans ce cas-là revoir toute la circulation des ventilations et créer un nouveau circuit dans la sous-station pour alimenter la batterie chaude. C'est un projet très ambitieux et très coûteux, mais qui permettrait de diminuer l'augmentation des consommations d'énergie induite par la mise à niveau réglementaire de la ventilation.

Arc-en-ciel

Mise en œuvre :

- Dépose de l'existant
- Installation d'une CTA à recyclage d'air
- Raccordement du réseau d'air repris à la CTA
- Régulation : 15% d'air neuf



Nouveau volume soufflé : entre 7500 et 10000 m3/h

Travaux bâtiment / Etude EnR	Investissement [k€HT]	Gain financier [k€/an]	Gain énergétique (MWh/an)	Gain énergétique par rapport à 2023 (%)	Consommation après travaux (kWh/m²)	Montant aide CEE [k€]	Investissement après sub. [k€HT]	TRI avec aides (année)
Nouvelle VMC et bouches d'extraction autoréglable	37 k€	-20 k€	-192	-10%	249	0 k€	37 k€	
CTA DF moteur EC avec récup 85% - m3/h	150 k€	-14 k€	-121	-6%	244	0 k€	150 k€	

6.3 ETUDES ENERGIES RENOUVELABLES

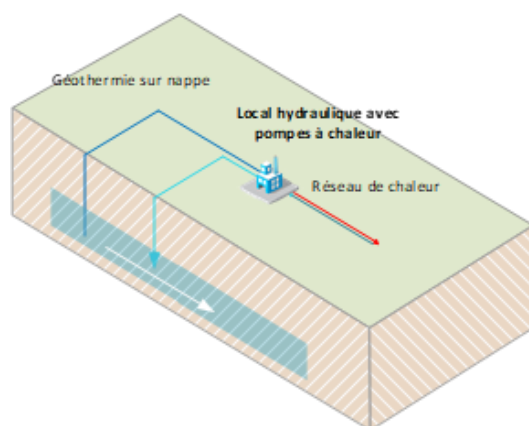
6.3.1 Géothermie

Géothermie superficielle assistée par pompe à chaleur

Le principe de la géothermie superficielle est de récupérer de la chaleur du sous-sol (basse température $< 20^{\circ}\text{C}$) puis de la valoriser en satisfaisant des besoins thermiques tels que le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire en utilisant des pompes à chaleur électrique. La ressource géothermique peut également être utilisée directement pour les besoins en rafraîchissement.

Sur nappe

La chaleur peut être puisée directement dans l'eau d'une nappe phréatique. On parle alors de géothermie sur nappe, ou récupérée par l'intermédiaire d'un circuit fermé installé dans le sous-sol. Il existe plusieurs modes d'implantation de ces circuits.

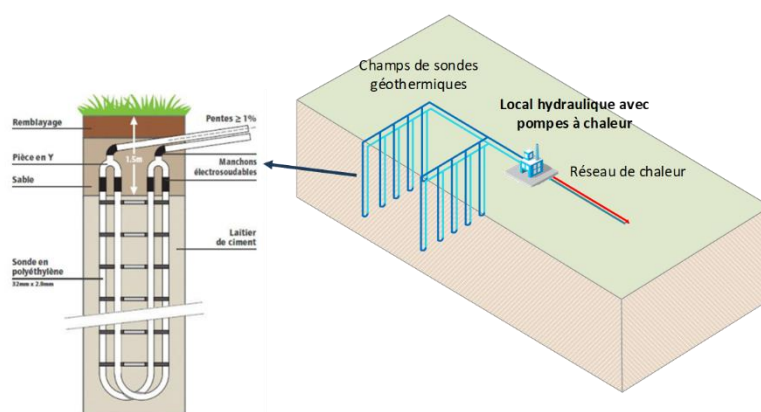


Principe technique : l'eau de la nappe est pompée. Elle peut ensuite être filtrée et traitée suivant ces caractéristiques physico-chimiques. Elle réchauffe le procédé thermique par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur. Enfin, elle est réinjectée dans la nappe à une température plus faible (exemple : $12 - 4 = 8^{\circ}\text{C}$)

Sur sondes verticales

Principe technique : les sondes sont installées verticalement dans le sol. Pour éviter les interactions thermiques, les sondes sont implantées en ligne et espacées de 10 m.

De l'eau (additionnée ou non de glycol) circule dans les sondes et se réchauffe au contact du sol.



La récupération de chaleur s'opère comme pour la géothermie sur nappe. L'eau sort des sondes à 12°C et est réintroduite à 8°C .

Etude du terrain

Sur nappe

Arc-en-ciel

Les données sont issues de l'étude BRGM sur le potentiel géothermique de la nappe en Moselle. Le potentiel de la ressource est évalué suivant différents critères: température, débit, minéralités, etc et permet de classer la ressource sur 4 niveaux.

L'hôpital d'Hayange est situé dans une zone à fort potentiel en termes de ressource géothermique sur nappes d'après la classification du BGRM sur l'indice multicritères.

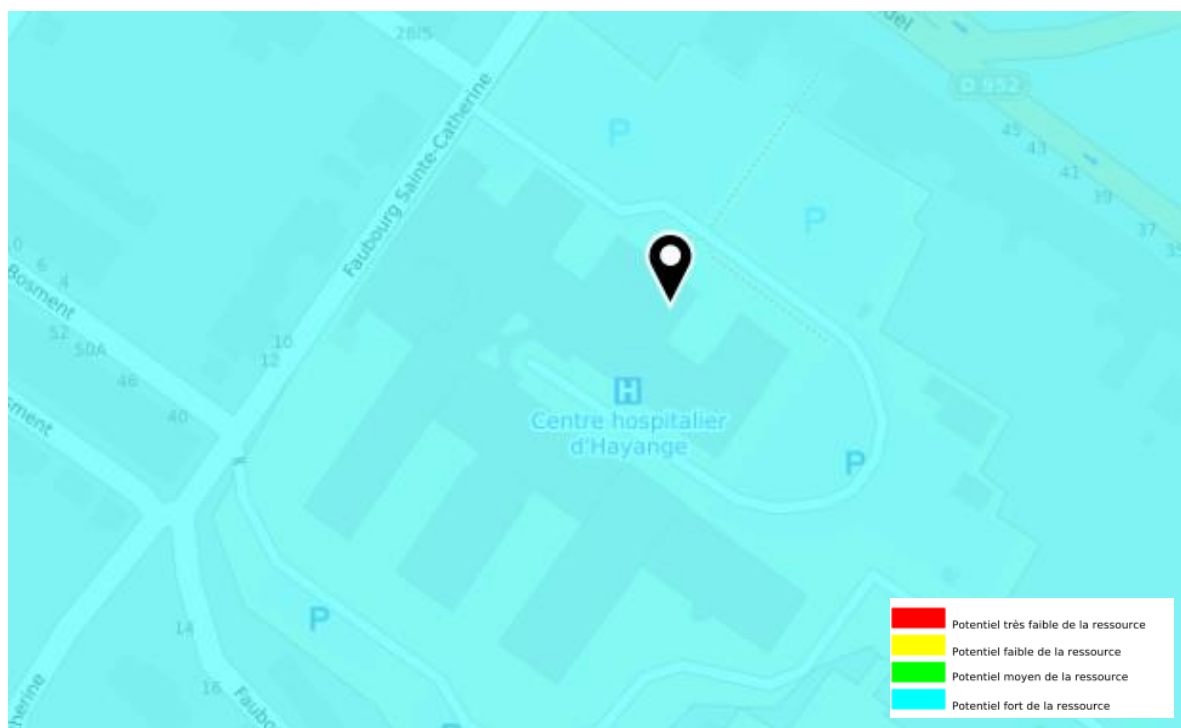


Figure 13 - Carte du potentiel géothermique sur nappe (source géothermie.fr)

Potentiel géothermique par nappe

Nappe	Profondeur cible (m)	Débit (m ³ /h)	Profondeur eau (m)	Température (°)	Minéralisation	Note	Potentiel
Dogger	61–70	> 30	41–50	10		2	Fort
Buntsandstein	901–1000	30–45	21–30	Non connue précisément		-7	Très faible

La classe de débit relevée sur la zone permet d'estimer le potentiel de chaleur sur la zone. Avec un débit de minimum 30 m³/h, on peut estimer la puissance récupérable à 175 kW.

Les besoins de l'hôpital sont de 774 kW. La puissance récupérable est inférieure aux besoins nominaux du site.

Un projet de géothermie sur nappe semble donc **peu envisageable**.

Sur sondes verticales

Les données sont issues de l'étude BRGM réglementaire sur le potentiel géothermique sur sonde en Alsace.

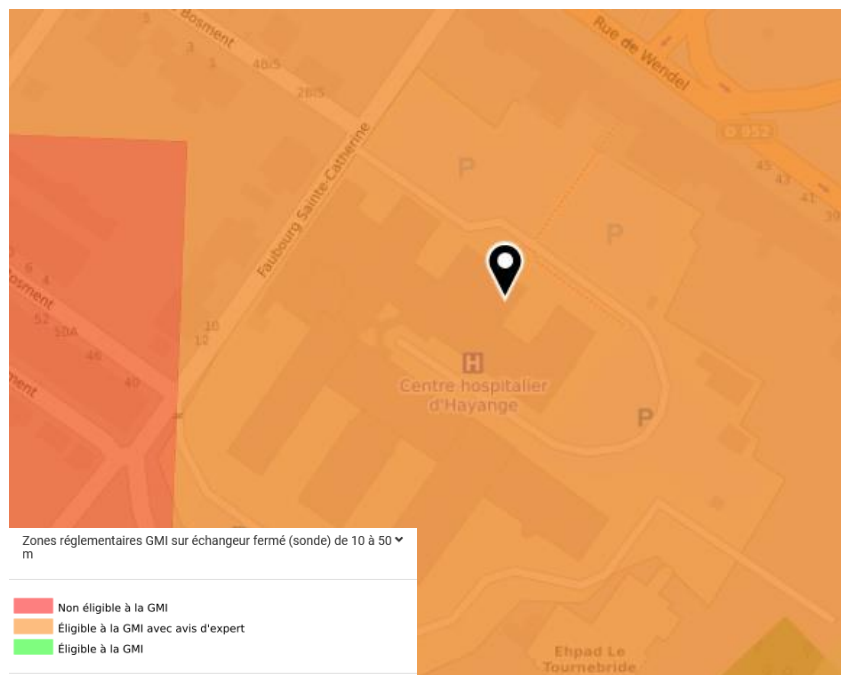


Figure 14 - Carte du potentiel géothermique sur sonde (source géothermie.fr)

Selon les données réglementaires, le terrain est éligible à la mise en place de sondes géothermiques, sur avis d'expert, jusqu'à 200 m.

En plus d'étudier le potentiel plus profond du terrain de l'établissement, il faut aussi prendre en compte l'espace nécessaire pour la mise en place.

L'installation de sondes verticales doit répondre à plusieurs règles, notamment l'écartement entre deux sondes doit être d'au minimum 10m. Cela implique d'avoir un terrain disponible suffisamment grand et proche du bâtiment. Une sonde géothermique a une puissance d'environ 8kW.

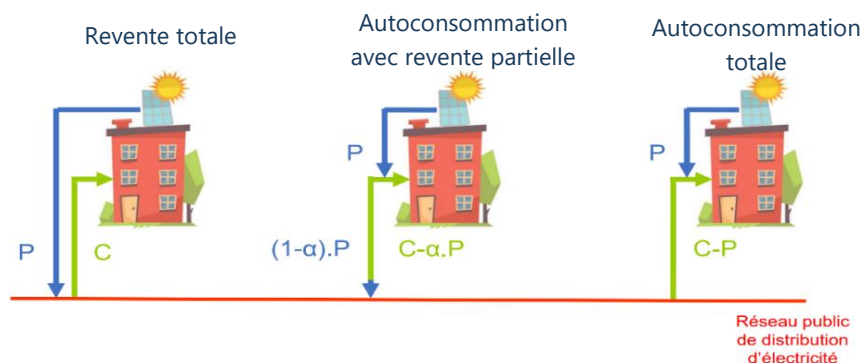
Pour répondre au besoin du site, que l'on estime à 774 kW, il faut compter environ 97 sondes. Pour respecter la mise en place des sondes, il faut un terrain d'environ 4700m². Cet espace n'est pas disponible autour du site et l'investissement serait colossal.

Ce projet ne semble pas présenter un intérêt énergétique et financier suffisant pour être retenu. La solution est donc **peu envisageable**.

6.3.2 Photovoltaïque

6.3.2.1 Présentation

Les panneaux photovoltaïques sont un moyen de valoriser l'énergie solaire grâce à la production d'électricité. Cette électricité produite peut être utilisée de plusieurs manières, l'autoconsommation individuelle revenant à utiliser l'énergie produite, la vente partielle ou totale de l'énergie.



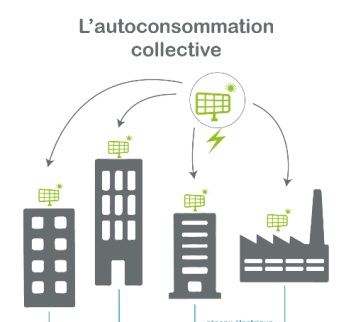
Cette vente est réglementée, elle consiste à vendre sa production à un fournisseur d'électricité sur une durée donnée (contrat de 20ans chez EDF par exemple).

Pour les installations d'une puissance allant jusqu'à 500kWc, le tarif de rachat est révisé tous les trimestres. En effet, pour la revente, soit du surplus d'électricité, soit la totalité de la production, le prix du kWh est indexé sur l'inflation et réévalué tous les trimestres. Le tarif appliqué sur la durée du contrat est déterminé lors du dépôt du dossier (très faible variation du tarif tout au long du contrat).

Puissance [kWc]	Tarif revente totale du 10/11/2024 au 31/01/2025 (c€/kWh)	Tarif revente du surplus du 10/11/2024 au 31/01/2025 (c€/kWh)
≤ 3 kWc	10,31	12,69
≤ 9 kWc	8,76	12,69
≤ 36 kWc	13,02	7,61
≤ 100 kWc	11,32	7,61
> 100 kWc	10,52	-

Il existe toutefois une alternative permettant de faire bénéficier d'autres sites de cette production. C'est ce que l'on appelle de l'autoconsommation collective (ACC) à l'inverse de l'autoconsommation individuelle (ACI).

Selon l'arrêté ministériel du 22/11/2019 modifié par l'ordonnance du 03/03/2021 fixe les conditions pour réaliser une ACC étendue :



- Les points de soutirage et d'injection doivent être distant de 2km au maximum
- La puissance cumulée des installations de production ne doit pas dépasser 3MW
- Les participants doivent être raccordés sur le réseau public de distribution

Concernant les hypothèses environnementales, nous prenons les coefficients d'émissions de CO₂ de l'ADEME pour l'électricité (64 kgCO₂/MWh) et le photovoltaïque (55kgCO₂/MWh).

6.3.2.2 Contexte réglementaire

Les lois « Climat et Résilience » du 22 août 2021 et « Accélération des énergies renouvelables » du 10 mars 2023 ont introduit de nouvelles réglementations pour les bâtiments et les parkings.

Concernant les parkings :

- Les nouveaux parcs de stationnement extérieurs de plus de 500 m² ont l'obligation d'installer des panneaux solaires photovoltaïques ou de végétaliser sur au moins 50% de la surface
- **Les parcs de stationnement existants de plus de 1500 m²** ont l'obligation d'installer des panneaux solaires photovoltaïques ou de végétaliser sur au moins 50% de la surface.

L'entrée en vigueur aura lieu :

- 1^{er} juillet 2023 pour les nouveaux parkings de plus de 500 m²
- 1^{er} juillet 2026 pour les parkings existants dont la superficie est supérieure à 10 000 m²
- **1^{er} juillet 2028 pour les parkings dont la surface est comprise entre 1 500 et 10 000 m²**

Concrètement, pour calculer la surface déjà couverte ou restant à couvrir, il faut déterminer le « taux d'ombrage » des places de parking. Il faut qu'au moins 50% d'un parking ait des dispositifs d'ombrage, soit via des ombrières photovoltaïques, soit avec des arbres (végétalisations). L'article 1 du projet de Décret portant application de l'article L. 111-19-1 du Code de l'urbanisme, stipule que **« l'obligation est satisfaite par la plantation d'un arbre, à canopée large, par tranche de trois emplacements de stationnement »**.

Il existe des dérogations à l'application de cette réglementation, vis-à-vis de contraintes techniques, sécuritaires, architecturales, patrimoniales et économiques. Il est conseillé, pour obtenir une dérogation, de cumuler des contraintes. L'intégralité des contraintes sont décrites dans l'article 2 du projet de Décret (Annexe).

Les contraintes techniques sont :

- Contraintes techniques liées à la **nature du sol**, telles que sa composition géologique ou son inclinaison
- Impossibilité technique de ne **pas aggraver un risque naturel, technologique ou relatif à la sécurité civile** [au sens de l'article L. 112-1 du Code de la sécurité intérieure] lié à cette installation
- Contraintes techniques liées à **l'usage du parc de stationnement**, le rendant incompatible avec l'installation d'un ou des dispositifs mentionnés à l'article L. 111-19-1
- Contraintes techniques engendrant des **coûts d'investissement**, portant atteinte de manière significative à la rentabilité des installations ou à la **viabilité économique** du propriétaire s'agissant d'ombrières comportant des panneaux photovoltaïques.
- D'un **ensoleillement** portant atteinte de manière significative à la rentabilité des installations, selon le même critère que celui défini à l'alinéa précédent, notamment en raison de la présence de masques d'ombre s'agissant d'ombrières comportant des panneaux photovoltaïques

6.3.2.3 Hôpital d'Hayange : photovoltaïque sur ombrière Parking



L'hôpital d'Hayange possède un grand parking d'une surface totale supérieure à 1500 m². La réglementation d'installation d'ombrière photovoltaïque s'applique donc. Le point positif est que la future installation produira de l'énergie que pourra être autoconsommée par l'hôpital. Toute énergie photovoltaïque étant autoconsommée entre en compte dans la réalisation d'économie d'énergie pour le décret tertiaire.

Pour cette étude d'opportunité, nous simulerons la production d'une installation photovoltaïque de 1200 m², ce qui permet de respecter la réglementation.

Orientation	Inclinaison	Puissance crête [kWc]	Nombre de panneaux
Azimut +40°	15°	240	600

Informations	Données
Consommation [MWh]	600
Production [MWh]	236
Autoconsommation [MWh]	214
Revente [MWh]	22
Investissement [k€]	480
TRI	8

L'installation produisant plus d'énergie que nécessaire, il faudra trouver une solution pour l'évacuer :

- La revente du surplus aux réseaux
- L'autoconsommation collective

La mise en place de panneaux photovoltaïques en ombrière sur le parking est très intéressante car elle permet à la fois de réaliser des économies d'énergie dans le cadre du décret tertiaire, et de respecter la réglementation d'ombrage sur les parkings.

6.3.3 Raccordement à un réseau de chaleur

La réglementation sur la déclaration des consommations pour le décret tertiaire encourage les raccordements à des réseaux de chaleur. Pour tout raccordement à un des réseaux de chaleur recensés par le ministère de la transition écologique, le calcul des consommations est modifié, de telle sorte que 100 kWh produit par une chaudière gaz, fioul ou biomasse, deviennent 77 kWh si fourni par un réseau de chaleur.

Actuellement, il n'existe pas de réseau de chaleur dans la commune d'Hayange, mais un projet est en cours de développement par la Communauté d'Agglomération du Val de Fensch.

Le raccordement au futur réseau de chaleur doit être vu comme une opportunité pour satisfaire aux obligations du DEET comme vu plus haut, mais également en termes de décarbonation et de sécurisation du coût de la chaleur. En effet, la part d'énergie fossile de la chaleur qui sera distribuée sera nécessairement très faible. On note cependant que la date de mise en service et la réalisation même du futur réseau de chaleur reste incertaine.

Suivant le règlement de service du futur réseau, des coûts de raccordement pourront être facturés par le gestionnaire. À date, le raccordement à un réseau de chaleur donne droit à des CEE (fiche BAT TH 127). Par application du dispositif « coup de pouce » le nombre de CEE serait de 19 000 MWh soit un financement de 133 k€. On peut supposer que le solde à payer par l'hôpital sera très faible, voire nul. Nous retenons cependant un montant de 50 k€ pour la suite de l'étude.

7 SYNTHÈSE ET PLAN D'ACTION

Voici un récapitulatif des gains réalisables par préconisation, au regard de l'année où la consommation d'énergie a été la plus élevée depuis 2010, à savoir 2015 :

Travaux bâtiment / Etude EnR	Investissement [k€HT]	Gain financier [k€/an]	Gain énergétique (MWh/an)	Gain énergétique par rapport à 2015 (%)	Gain énergétique par rapport à 2023 (%)	Consommation après travaux (kWh/m²)	Gain environnemental [T CO2/an]	TRI sans aides (année)	Montant aide CEE [k€]	Investissement après sub. [k€HT]	TRI avec aides (année)
économie depuis 2015	/	/	1 623	45%	/	130	306	/	/	/	/
Isolation Thermique Extérieur	1532 k€	48 k€	521	14%	26%	202	118	32	304 k€	1228 k€	26
Isolation Thermique Intérieur	1393 k€	30 k€	326	9%	16%	215	74	46	304 k€	1089 k€	<30
Remplacement de menuiseries	1671 k€	26 k€	289	8%	14%	217	66	63	81 k€	1590 k€	<30
Isolation en comble perdu	290 k€	12 k€	128	4%	6%	228	29	24	84 k€	206 k€	17
Isolation en sous-face du plancher bas	118 k€	3 k€	36	1%	2%	234	8	35	52 k€	67 k€	20
Isolation en faux-plafond	5 k€	0,3 k€	3	0,1%	0,2%	236	1	16	0 k€	5 k€	16
Relamping LED	198 k€	9 k€	35	1%	2%	234	-7	23	9 k€	189 k€	8

Hôpital Hayange

Travaux bâtiment / Etude EnR	Investissement [k€HT]	Gain financier [k€/an]	Gain énergétique (MWh/an)	Gain énergétique par rapport à 2015 (%)	Gain énergétique par rapport à 2023 (%)	Consommation après travaux (kWh/m²)	Gain environnemental [T CO2/an]	TRI sans aides (année)	Montant aide CEE [k€]	Investissement après sub. [k€HT]	TRI avec aides (année)
Isolation d'un réseau hydraulique de chauffage ou d'eau chaude sanitaire	0,5 k€	0,1 k€	1	0,03%	0,1%	236	0,2	5	0,4 k€	0,1 k€	1
Robinet thermostatique connecté	60 k€	9 k€	95	3%	5%	230	21	7	11 k€	50 k€	6
optimisation relance/limitation T° ambiante	0 k€	5 k€	53	1%	3%	233	12	0	0 k€	0 k€	0
Nouvelle VMC et bouches d'extraction autoréglable	37 k€	-20 k€	-192	-5%	-10%	249	-42	/	0 k€	37 k€	/
CTA DF moteur EC avec récup 85% - m3/h	150 k€	-14 k€	-121	-3%	-6%	244	-20	/	0 k€	150 k€	/
Mise en place de panneaux photovoltaïques	480 k€	32 k€	214	6%	11%	222	14	15	0 k€	480 k€	15
Raccordement à un réseau de chaleur	50 k€	-42 k€	357	10%	18%	213	81	/	133 k€	-83 k€	/
Ensemble des travaux	4587 k€	139 k€	2685	74%	53%	60,79	524	33	674 k€	3913 k€	28

Ce tableau permet de constater qu'en considérant 2015 comme l'année de référence du point de vue du décret tertiaire, l'objectif d'économie d'énergie à l'horizon 2030 de -40% est actuellement atteint. La ligne « Ensemble des travaux » correspond à la mise en place de l'ensemble des

préconisations., et en sélectionnant la solution la plus rentable économiquement et énergétiquement pour les travaux relevant d'un choix de technique ou de technologie, à savoir l'ITE, au lieu de l'ITI, et la CTA double-flux au lieu des VMC.

Du point de vue des aides financières, nous n'évoquons ici que les CEE. Cela représente le niveau de subventions minimal dont dispose l'hôpital.

L'ensemble des travaux permet de réaliser une économie d'énergie de 74% par rapport à 2015, notamment grâce au mode de comptage de l'énergie du décret tertiaire lorsqu'un bâtiment est raccordé à un réseau de chaleur. Cela qui signifie que tous les travaux décrits ne sont pas nécessaires à mettre en place. Nous allons à présent présenter différents plans d'actions pour atteindre l'objectif de -60% d'économie d'énergie :

Scénario	Description	Investissement [k€HT]	Gain financier [k€/an]	Gain énergétique (MWh/an)	Gain énergétique (%)	Consommation après travaux (kWh/m²)	Gain environnemental [T CO2/an]	Montant aide [k€]	Investissement après sub. [k€HT]	TRI actualisé avec aides (année)
Plan d'action 1	Avant travaux	/	/	1 623	45%	130	306	0 k€	0 k€	/
Plan d'action 2	Objectif 50% Photovoltaïque	480 k€	32	1 816	50%	117	14	0 k€	480 k€	15
Plan d'action 3	Objectif 60% Photovoltaïque Raccordement Réseau de chaleur	530 k€	-9	2 194	61%	93	94	133 k€	397 k€	29
Plan d'action 4	Objectif 60% Favorable	2839 k€	87	2 199	61%	93	409	442 k€	2397 k€	28
Plan d'action 5	Objectif 60% Défavorable	4318 k€	91	2 193	61%	93	405	533 k€	3785 k€	41

Plan d'action n°1 : ce plan représente tous les travaux et/ou modifications d'usage ayant été réalisés sur l'hôpital d'Hayange et qui ont permis d'atteindre d'ores et déjà l'objectif de -40% d'économie d'énergie.

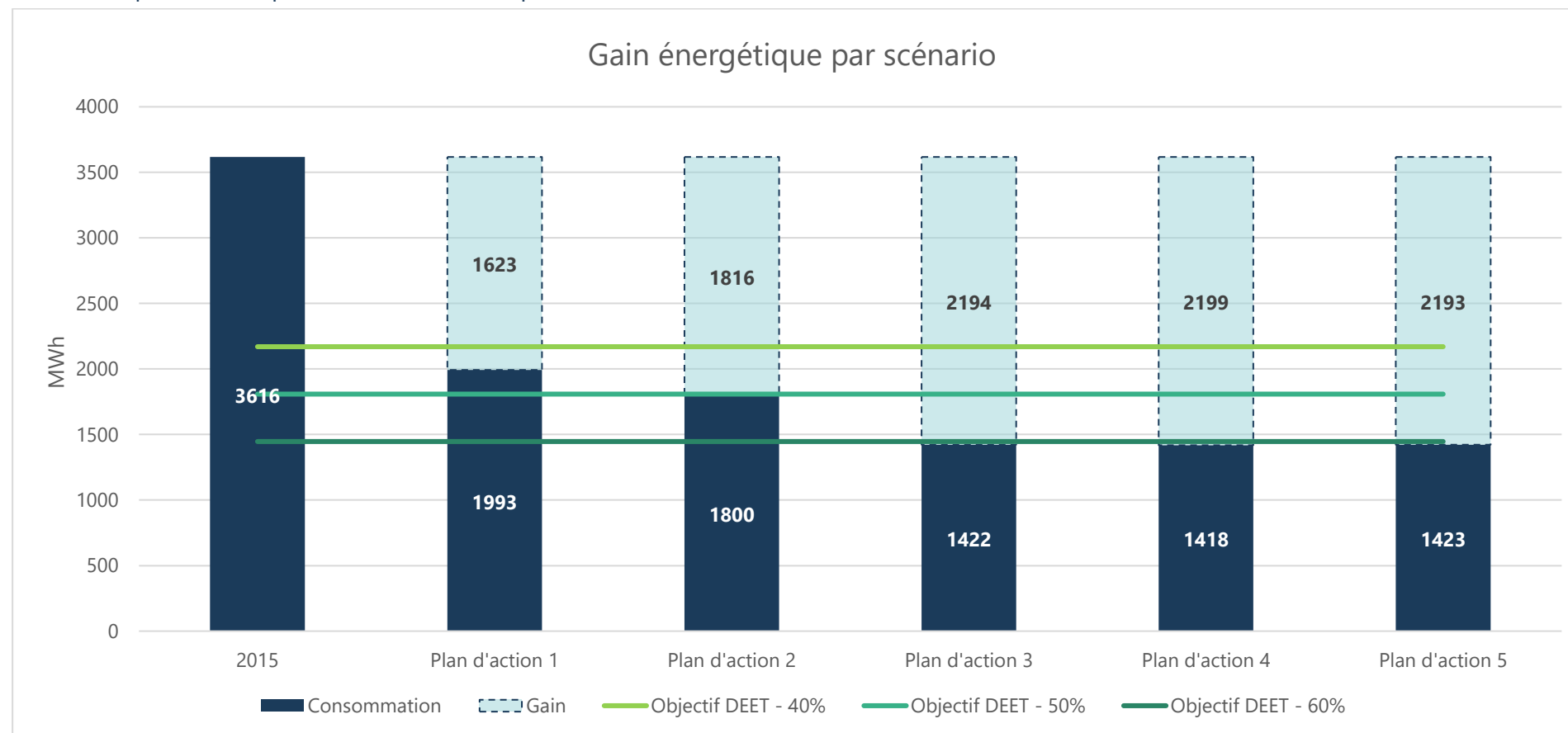
Plan d'action n°2 : ce plan permet d'atteindre l'objectif d'économie d'énergie de -50%. Ce plan d'action contient uniquement la mise en place de panneaux photovoltaïques en ombrière sur les parkings de l'hôpital. Cette contrainte réglementaire a l'effet positif de réaliser l'objectif de -50% d'économie d'énergie d'ici 2040. Ce sont les travaux à mettre en place en priorité. Cependant, il est dans l'intérêt du CHR de réaliser une étude de faisabilité photovoltaïque en amont, pour pouvoir obtenir des données plus précises sur la future installation (nombre de panneaux, calepinage, onduleurs, point de raccordement électrique, détails du CAPEX et de l'OPEX...).

On peut considérer ce plan d'action comme la première phase des plans n°3, 4 et 5.

Plan d'action n°3 : ce plan permet d'atteindre l'objectif d'économie d'énergie de -60% d'ici 2050. Il consiste en la mise en place des panneaux photovoltaïques et au raccordement de l'hôpital au réseau de chaleur. Comme évoqué précédemment, le raccordement à un réseau de chaleur entraîne un comptage favorable de la chaleur. De plus, les aides CEE sont intéressantes. Le coût de la chaleur sera probablement plus élevé que celui du gaz payé actuellement par l'hôpital, mais en règle générale, les prix de fournitures des réseaux de chaleurs sont moins volatils et plus sécurisants que ceux du gaz. Ce plan d'action réalise l'objectif sans travaux d'ampleur sur l'hôpital aux investissements souvent lourds. Cependant, la réalisation de ce plan d'action dépend de l'avancement du projet. Si celui-ci ne voit finalement pas le jour, il faudra se reconcentrer sur les travaux d'isolation et de CVC.

Plan d'action n°4 : ce plan permet d'atteindre les objectifs d'économie d'énergies de -60% avec le meilleur retour sur investissement possible. Ce plan d'action inclut le photovoltaïque, les travaux sur l'enveloppe et sur les équipements (voir détail dans l'annexe) et retirant les travaux les moins rentables, comme le remplacement des menuiseries, l'ITI (donc mise en place d'une ITE pour l'hôpital) et les VMC. Le gain de tous les travaux permet également de compenser les dépenses liées à la remise à niveau de la ventilation et en améliorant le système actuel de VMC par une CTA double flux. Le temps de retour est de 26 ans et correspond donc à la fourchette haute de la rentabilité des travaux d'isolations.

Plan d'action n°5 : ce plan d'action dit permet de réaliser les objectifs d'économies d'énergie de -60% avec le choix de travaux le plus conservateur. Ce plan prévoit la mise en place d'une ITI à la place d'une l'ITE, pour éviter de potentielles contraintes et surcoûts liés au plan local d'urbanisme, ou aux réglementations pour la préservation du patrimoine. Ce plan préconise le remplacement des menuiseries, qui représente un investissement très important. Ce plan ne prend pas en compte les préconisations sur les températures de consigne, ainsi que les programmes horaires, au cas où les modalités du contrat d'exploitation actuel ne puissent pas être modifiées. Enfin, les gains de tous les travaux permettent de compenser les dépenses liées à la remise à niveau de la ventilation, tout en gardant le système actuel de VMC. Ce plan d'actions demande un investissement plus important, et a un temps de retour plus élevé (41 ans). Il représente donc la fourchette basse de la rentabilité des travaux d'isolation.



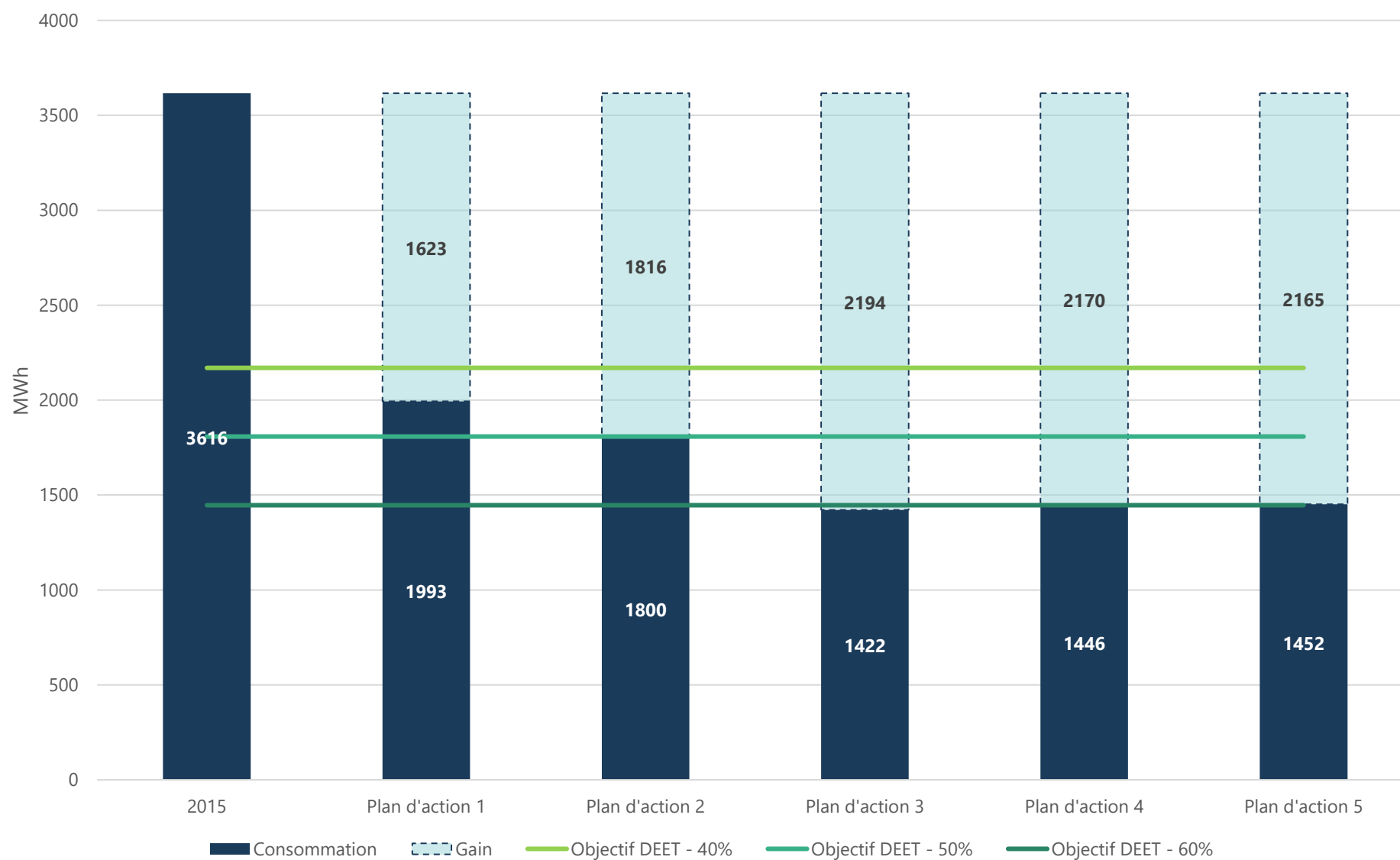
MANERGY préconise de prioriser des plans d'actions deux et trois.

Pour le photovoltaïque, il faudra lancer une étude de faisabilité, puis choisir un montage opérationnel et enfin déposer le permis de construire.

Pour le réseau de chaleur, le GHR peut signaler son intérêt pour le projet aux entités chargées de l'étude. Il faut temporiser le lancement des travaux d'isolation les plus lourds en attendant des réponses sur la réalisation du réseau de chaleur. Certains petits travaux peuvent être lancés en parallèle, comme l'isolation des points singuliers, les robinets thermostatiques ou la poursuite du relamping.

Dans le cas où le réseau de chaleur ne voit pas le jour, il faudra lancer les travaux d'isolations. En fonction des réponses concernant la faisabilité de l'ITE, de la modification du contrat d'exploitation, et de l'audit de la ventilation, le choix s'orientera entre le bouquet de travaux du plan d'action n°4, plus rentable, ou du n°5, plus coûteux.

Gain énergétique par scénario



8 MONTAGE DU PROJET

8.1 REALISATION DU PROJET

La réalisation d'un projet passe par plusieurs étapes successives mettant en œuvre différentes actions :

- Pilotage
- Financement
- Conception technique
- Réalisation des travaux
- Exploitation des installations

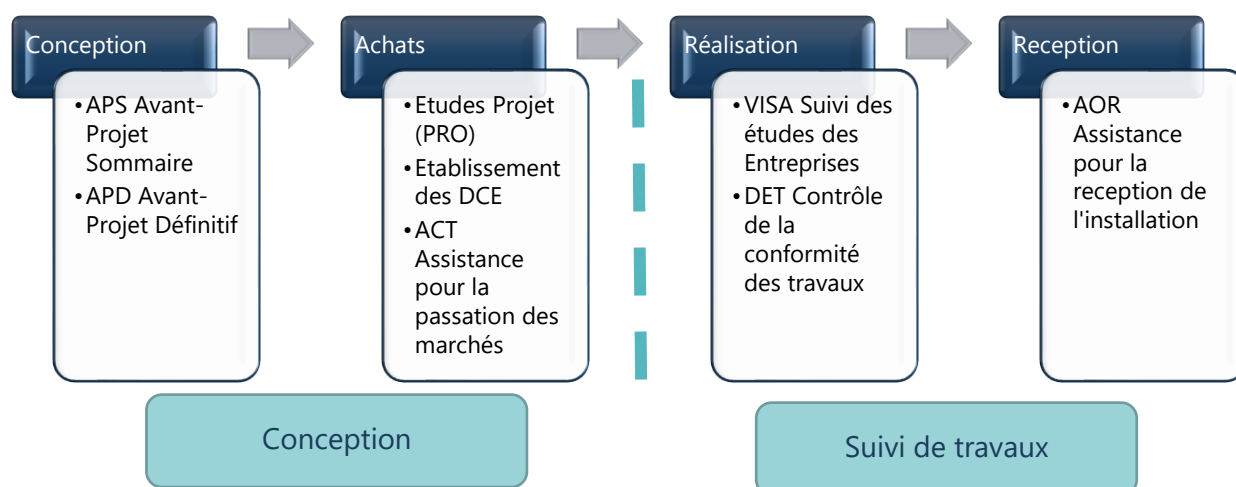
8.2 MAITRISE D'OUVRAGE

Le pilotage de l'opération revient au Maître d'Ouvrage (MOA), qui pourra s'adjoindre les compétences techniques, financières et juridiques d'un ou plusieurs Assistant à Maîtrise d'Ouvrage (AMO). Le pilotage comprend :

- La définition du programme de l'opération
- Le suivi technique et financier
- Le suivi de la performance

8.3 MAITRISE D'ŒUVRE

La conception revient à la mission Maîtrise d'Œuvre (MOE), dont la mission répond au schéma suivant :



8.4 TRAVAUX

Les travaux sont réalisés par les Entreprises (y compris les études d'exécution) via les marchés de travaux.

Dans le cas usuel d'allotissement en matière de marchés publics, maîtrise d'œuvre et entreprises de travaux sont distinctes. Dans ce cadre, la répartition des responsabilités est fonction des missions confiées à chacun ce qui limite les possibilités de recours et leur efficacité, la responsabilité étant répartie entre plusieurs acteurs.

8.5 EXPLOITATION

La conduite, l'entretien et la maintenance des installations techniques sont réalisées tout ou partie par le MOA et/ou l'Exploitant via le marché d'exploitation. L'Exploitant peut également avoir en charge de l'approvisionnement en énergie.

Les prestations d'exploitation se décomposent classiquement comme en trois prestations :

- P1 : approvisionnement en énergie (optionnel)
- P2 : conduite et entretien des installations
- P3 : Entretien et renouvellement des installations

Le Marché d'Exploitation consiste à minima à la prestation de conduite/petit entretien (« P2 ») des installations CVC qui peut également inclure :

- Une **clause d'intéressement** qui vise à répartir les économies ou les excès de consommations entre le Maître d'Ouvrage et l'exploitant => préconisé
- La **Garantie Totale des installations** (« P3 »), c'est-à-dire la réparation et le renouvellement des installations existantes => préconisé
- La **fourniture d'énergie** au sein d'une redevance « P1 » => optionnel

La clause d'intéressement inclut la définition d'une situation de référence et d'un objectif de consommation. La clause d'intéressement requiert que les consommations soient mesurables, prévisibles (occupation régulière...) entre autres.

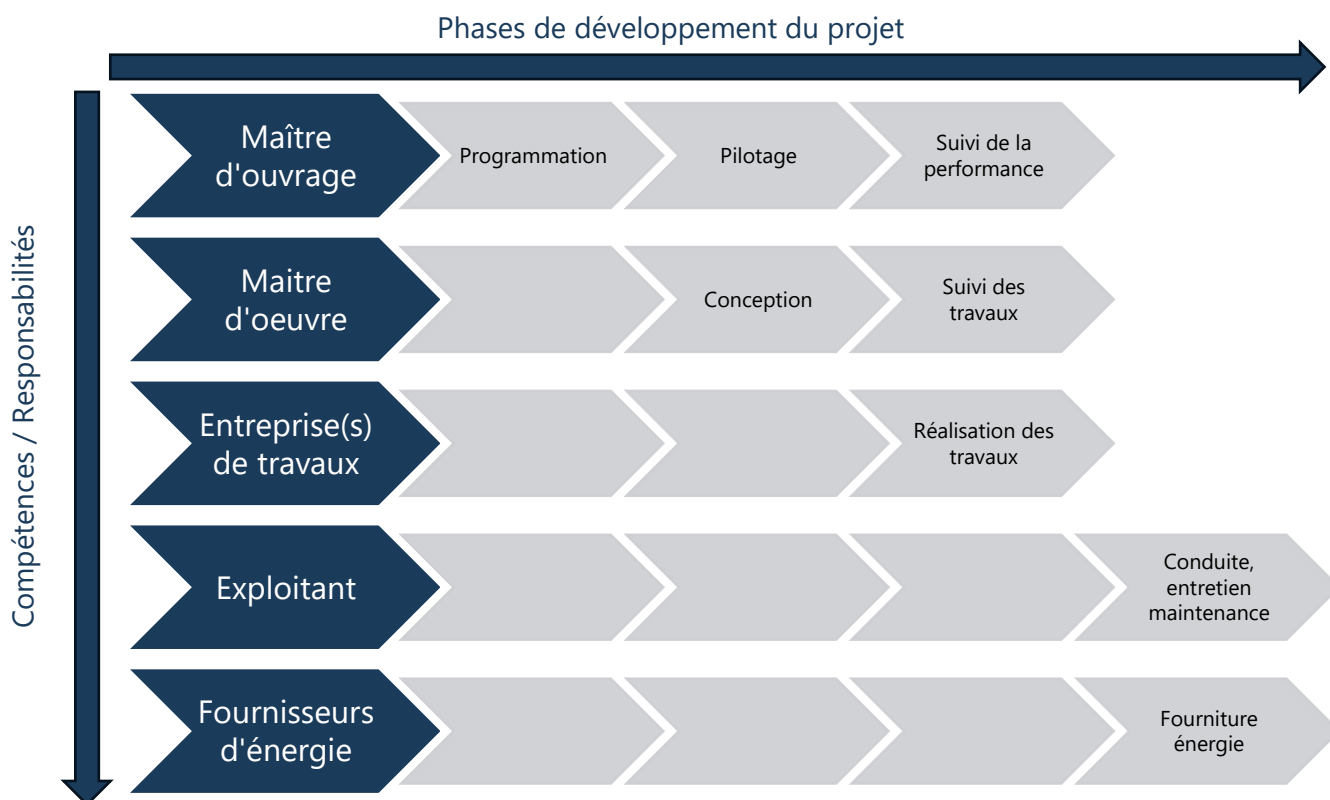
Le marché d'exploitation classique permet le lissage des frais de travaux d'entretien/renouvellement, via une redevance « P3 » échelonnée sur la durée du marché.

La fourniture d'énergie au travers du poste « P1 » des contrats d'exploitation est un montage optionnel très courant. La fourniture comprend à minima l'énergie nécessaire au chauffage. L'énergie peut être fournie sous forme de chaleur, électricité, combustibles (gaz, fioul...) selon les configurations.

Les durées usuelles d'un marché d'exploitation sont :

- 1 à 5 ans en P2
- 5 à 10 ans avec P3 et/ou intéressement

8.6 SCHEMA SYNTHETIQUE



8.7 PORTAGE DU RISQUE

La dilution des responsabilités entre différents intervenants n'est pas favorable au report des risques techniques et financiers du Maître d'Ouvrage vers les Entreprises (MOE, travaux et exploitant). Au contraire, les schémas plus intégrés où une Entreprise ou un groupement d'entreprise, regroupe plusieurs compétences et les responsabilités correspondantes, favorisent le report du risque. On peut lister les différents montages contractuels par ordre croissant de report des risques :

- 1 marché MOE, plusieurs marchés de travaux (allotissement) et 1 marché d'exploitation
- 1 marché de conception réalisation (MOE + Travaux) et 1 marché d'exploitation
- 1 marché global de performance (MOE + Travaux + Exploitation)

L'intégration qui évite les ruptures de responsabilité et la perte d'informations aux passages des phases de développement du projet, favorise l'atteinte des objectifs de performance.

Le Marché Public Global de Performance (MPGP), introduit par le décret du 25 août 2011, associe la conception-réalisation à l'exploitation afin de remplir des objectifs chiffrés de performance. Il permet de déroger aux principes d'allotissement et de séparation des missions de conception et de réalisation. La rémunération du titulaire doit dépendre de l'atteinte des objectifs.

8.8 FINANCEMENT

Le Maître d'Ouvrage finance le projet :

- Il aura payé 100% du montant des travaux au plus tard à la fin de la période de parfait achèvement
- Il perçoit les subventions et la valorisation des CEE
- Il prend en charge les frais financiers de financement

En effet les acheteurs publics sont soumis à l'interdiction de paiement différé qui empêche le transfert de tout ou partie du financement des investissements entre les mains du titulaire d'un marché.

Cependant la loi du 30 mars 2023 vise à ouvrir le tiers financement aux collectivités dans le but de lever le frein du financement et ainsi de favoriser un engagement plus rapide de travaux de rénovation énergétique.

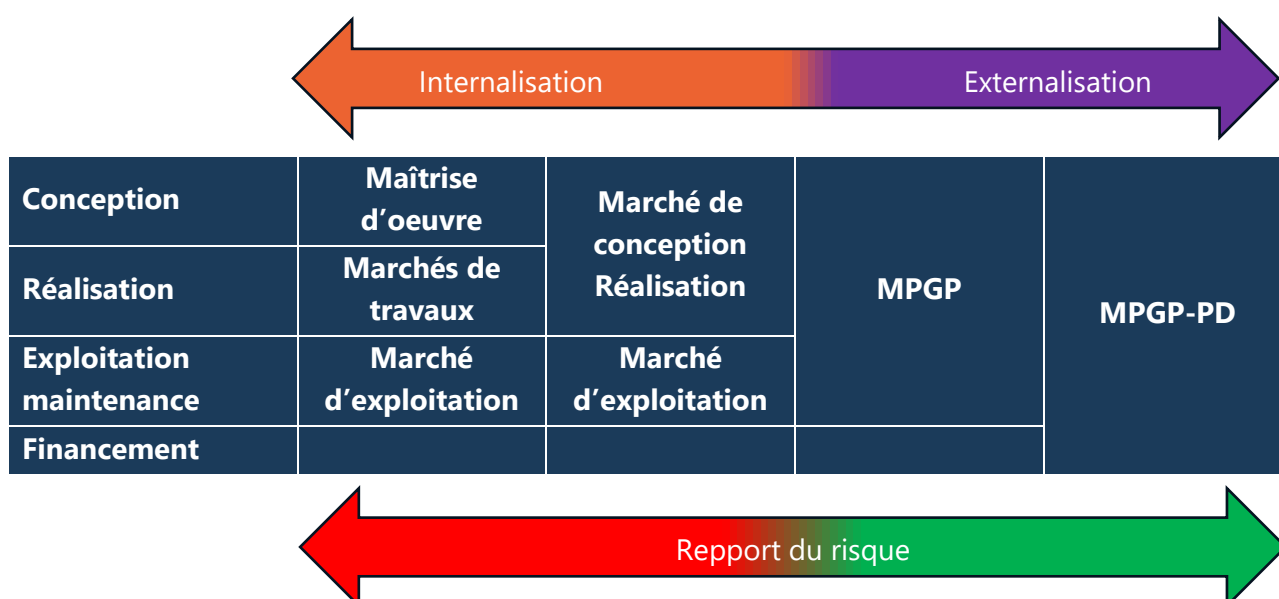
Le Marché Public Global de Performance à Paiement Différé (MPGP-PD) permet au Maître d'Ouvrage d'étaler le paiement des travaux sur la période allant de la réception des travaux à la fin du contrat.

8.9 CHOIX DU MONTAGE

Le Maître d'Ouvrage doit définir le schéma opérationnel le plus adapté pour la réalisation du projet de rénovation énergétique. Ce schéma doit répondre à l'ensemble des contraintes techniques, financières et juridiques.

Le choix du montage d'un projet dépend essentiellement de l'ampleur et la complexité du projet au regard des capacités techniques de la Collectivité, et des capacités de financement et de portage du risque financier par la Collectivité.

Le périmètre de chacun des marchés est synthétisé par le tableau ci-dessous :



9 ANNEXE

Préconisations	Investissement [k€HT]	Gain financier [k€/an]	Gain énergétique (MWh/an)	Gain énergétique [%]	Montant aide CEE [k€]	Investissement après sub. [k€HT]	TRI brut avec aides (année)	Plan d'action 1	Plan d'action 2	Plan d'action 3	Plan d'action 4	Plan d'action 5
économie depuis 2015	/	/	1 623	45%	/	/	/	x			x	x
Isolation Thermique Extérieur	921 k€	41 k€	442	12%	183 k€	738 k€	18				x	
Isolation Thermique Intérieur	838 k€	26 k€	284	8%	183 k€	655 k€	25					x
Remplacement de menuiseries	843 k€	12 k€	134	4%	41 k€	802 k€	65					x
Isolation en comble perdu	88 k€	5 k€	55	2%	26 k€	63 k€	12				x	x
Isolation en sous-face du plancher bas	16 k€	0 k€	2	0%	7 k€	9 k€	59				x	x
Isolation Thermique Extérieur	611 k€	7 k€	78	2%	121 k€	490 k€	67				x	
Isolation Thermique Intérieur	555 k€	4 k€	42	1%	121 k€	434 k€	111					x
Isolation en comble perdu	202 k€	7 k€	73	2%	59 k€	143 k€	21				x	x
Remplacement de menuiseries	828 k€	14 k€	154	4%	40 k€	788 k€	55					x
Isolation en sous-face du plancher bas	102 k€	3 k€	34	1%	44 k€	57 k€	18				x	x
Isolation en faux-plafond	5 k€	0 k€	3	0%	0 k€	5 k€	16				x	x
Relamping LED	198 k€	9 k€	35	1%	9 k€	189 k€	22				x	x

Hôpital Hayange

Préconisations	Investissement [k€HT]	Gain financier [k€/an]	Gain énergétique (MWh/an)	Gain énergétique [%]	Montant aide CEE [k€]	Investissement après sub. [k€HT]	TRI brut avec aides (année)	Plan d'action 1	Plan d'action 2	Plan d'action 3	Plan d'action 4	Plan d'action 5
Isolation d'un réseau hydraulique de chauffage ou d'eau chaude sanitaire	1 k€	0 k€	1	0%	0 k€	0 k€	1				x	x
Robinet thermostatique connecté	60 k€	9 k€	95	3%	11 k€	50 k€	6					x
optimisation relance/limitation T° ambiante	0 k€	5 k€	53	1%	0 k€	0 k€	0				x	
Mise en place de bouche d'extraction autoréglable	37 k€	-18 k€	-192	-5%	0 k€	37 k€	-2					x
CTA DF moteur EC avec récup 85% - m3/h	100 k€	-14 k€	-121	-3%	0 k€	100 k€	-7				x	
Mise en place de panneaux photovoltaïques	480 k€	32 k€	214	6%	0 k€	480 k€	15		x	x	x	x
Raccordement à un réseau de chaleur	50 k€	-42 k€	357	10%	133 k€	-83 k€	/			x		