

REHABILITATION ENERGETIQUE DU SITE DE L'IUT DE VANNES



1. SUIVI DES MODIFICATIONS	2
2. SYNTHESE DES RESULTATS	3
3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE	4
3.1. RAPPEL SUR LA RT EXISTANT	4
3.2. DECRET TERTIAIRE	5
4. CONSOMMATIONS AVANT TRAVAUX	6
4.1. CONSOMMATIONS REELLES	6
4.1.1. Consommations GAZ	6
4.1.2. Consommations électriques	7
4.2. DETERMINATION DES OBJECTIFS DECRET TERTIAIRE	7
4.3. CONSOMMATIONS CALCULEES	8
4.4. CONFORT D'ETE	8
4.5. ENVELOPPE THERMIQUE	9
4.6. DESCRIPTION DES SYSTEMES	11
5. CONSOMMATIONS APRES TRAVAUX	12
5.1. CONSOMMATIONS CALCULEES	12
5.2. HYPOTHESES DE CALCUL	13
5.2.1. Enveloppe thermique	13
5.2.2. Synthèse systèmes	16
6. CONCLUSION	18
7. PLAN D'ENVELOPPE THERMIQUE	19

1. SUIVI DES MODIFICATIONS

V1 – 30/06/2025

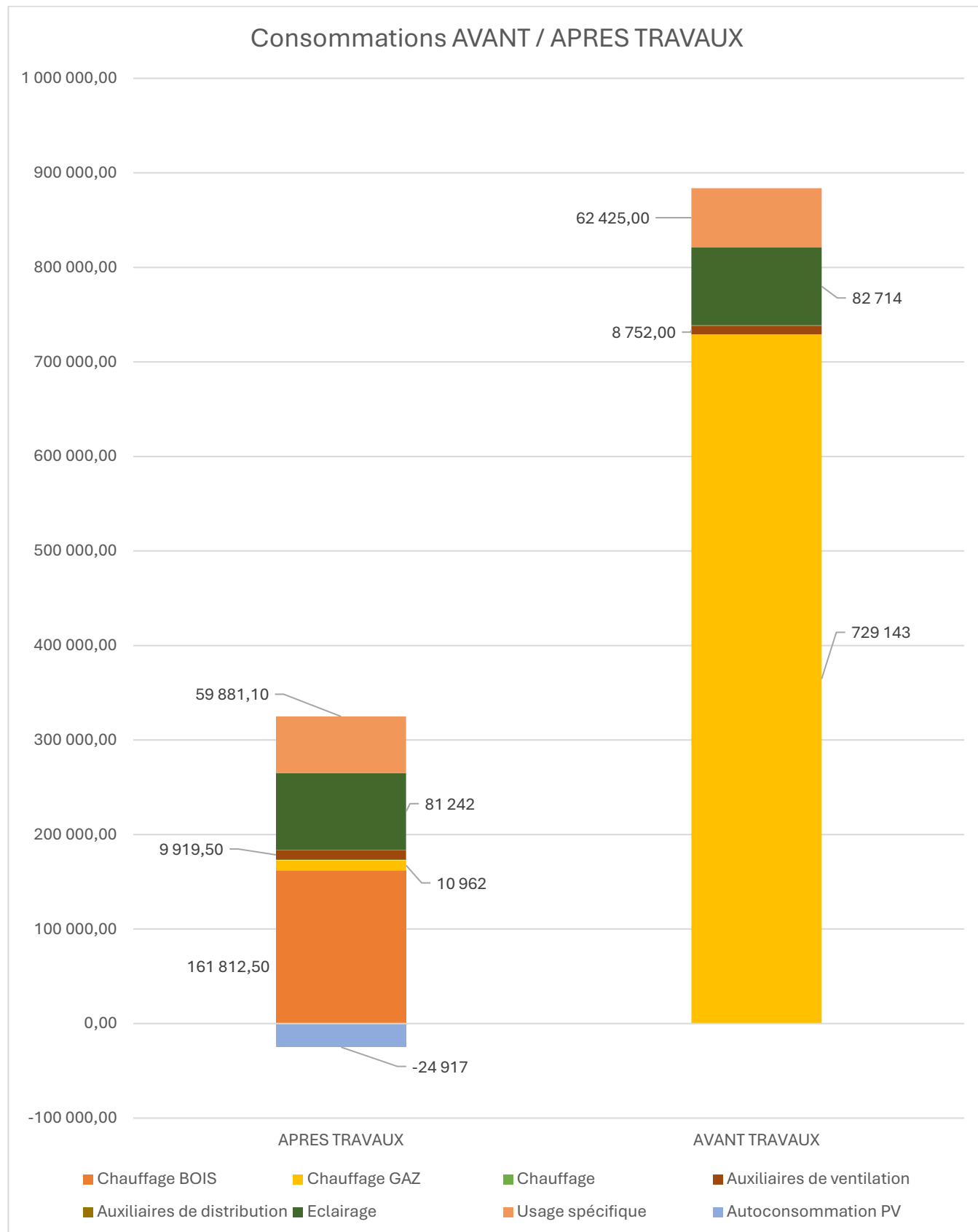
Sans modifications

V2 – 18/12/2025

Passage de l'isolant en toiture de la cafeteria à 260 mm

Correction d'incohérence dans le descriptif des menuiseries APRES TRAVAUX

2. SYNTHESE DES RESULTATS



Les consommations AVANT / APRES TRAVAUX sont divisés par 3 avec notamment un gain très important sur les consommations de chauffage.

Avec un **seuil de consommations à 436 000 kWh** (Seuil DECRET TERTIAIRE 2050) et une consommation totale de **319 000 kWh après travaux**, le maître d'ouvrage sera en mesure d'atteindre les objectifs « DECRET TERTIAIRE 2050 » sur le site de l'IUT de VANNES.

3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

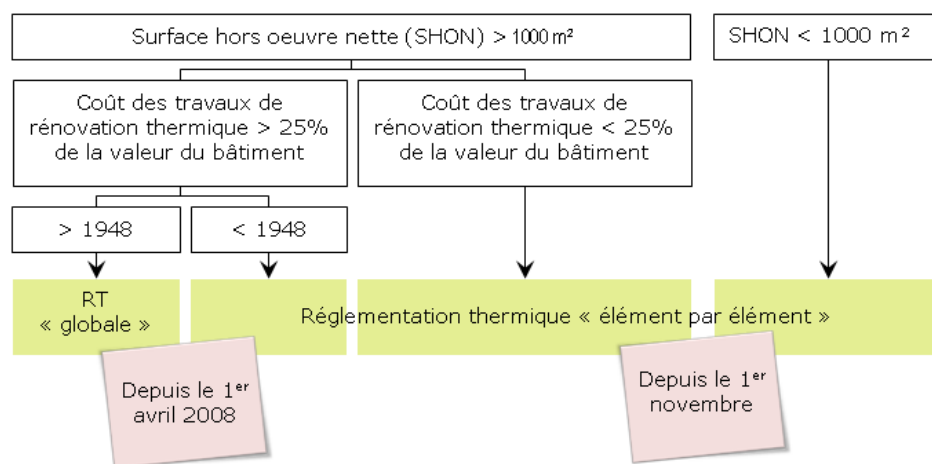
3.1. RAPPEL SUR LA RT EXISTANT

La réglementation thermique des bâtiments existants se décline en 2 volets :

- La RT dite « GLOBALE »
- La RT dite « ELEMENT PAR ELEMENT » pour les bâtiments non soumis à la RT GLOBALE

La RT dite « GLOBALE » s'applique aux bâtiments résidentiels et tertiaires respectant simultanément les conditions suivantes :

- Leur surface Hors Œuvre Nette (SHON) est supérieure à 1000 m²
- La date d'achèvement des travaux est postérieure au 1^{er} Janvier 1948
- Le cout des travaux de rénovation thermique décidés par le MOA est supérieur à 25% de la valeur hors foncier du bâtiment, ce qui correspond à 520 € HT/m² pour les locaux non résidentiels



Pour vérifier cette dernière condition, le MOA compare :

- Le coût prévisionnel des travaux portant sur l'enveloppe et les systèmes du bâtiment. Le montant estimé correspond au cout des travaux prévus pour les deux années à venir.
- La valeur hors foncier du bâtiment qui est déterminée grâce à un cout forfaitaire par m² donné par arrêté et actualisé chaque année.

	SHON > 1000 m ²	Construction avant 1948	Coût des travaux > 25% de la valeur du bâtiment	RT à appliquer
Bâtiment principal	OUI	OUI	NON (*)	RT ELEMENT PAR ELEMENT
Amphithéâtre ALFRED SAUVY	NON	-	-	RT ELEMENT PAR ELEMENT

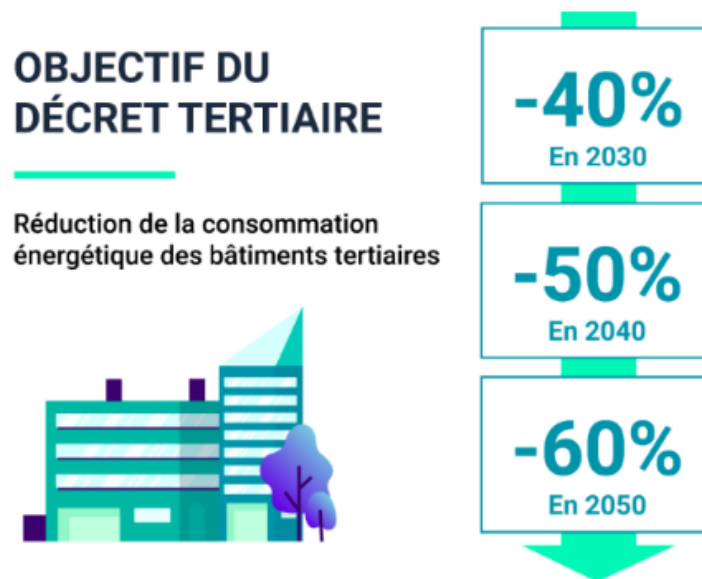
(*) Pour ce bâtiment, 25% de la valeur du bâtiment est égal à 5 865 600 € HT. Cette valeur est supérieure au coût des travaux de rénovation thermique.

3.2. DECRET TERTIAIRE

Ce bâtiment est soumis au décret TERTIAIRE car la surface utile des locaux tertiaire est supérieur à 1000 m². Ainsi, l'IUT de VANNES devra diminuer ces consommations de 40% en 2030, 50% en 2040 et 60% en 2050 par rapport aux consommations déclarées sur la plateforme OPERAT.

Ainsi, pour réduire les consommations, les actions suivantes doivent être engagées :

- Adapter les locaux à un usage économe
- Sensibiliser les occupants à la sobriété et aux bonnes pratiques
- Améliorer la performance énergétique des bâtiments
- Installer des équipements performants
- Optimiser l'exploitation des équipements

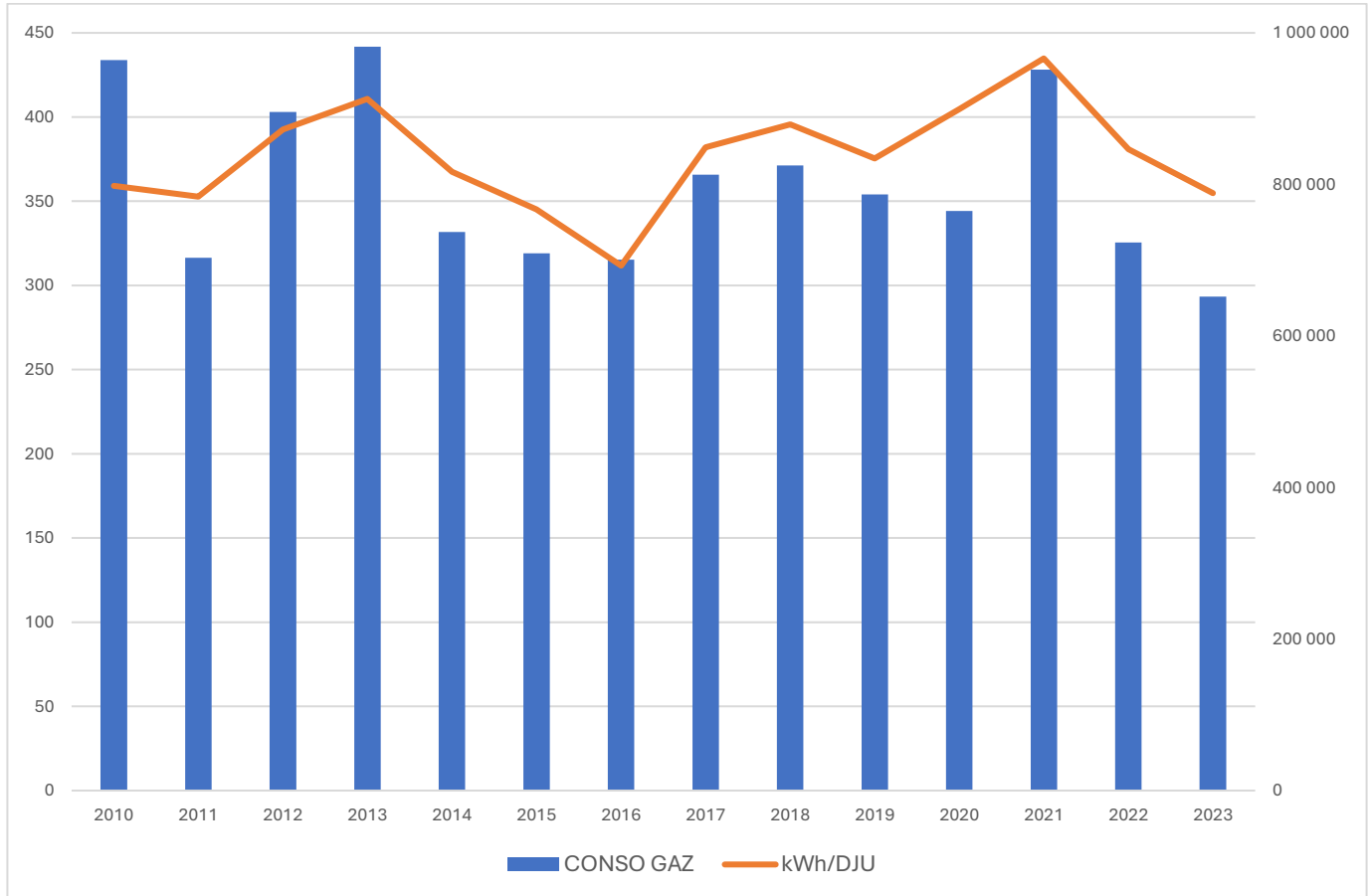


4. CONSOMMATIONS AVANT TRAVAUX

4.1. CONSOMMATIONS REELLES

L'université nous a transmis les consommations annuelles de GAZ et d'électricité de 2010 à 2023.

4.1.1. Consommations GAZ

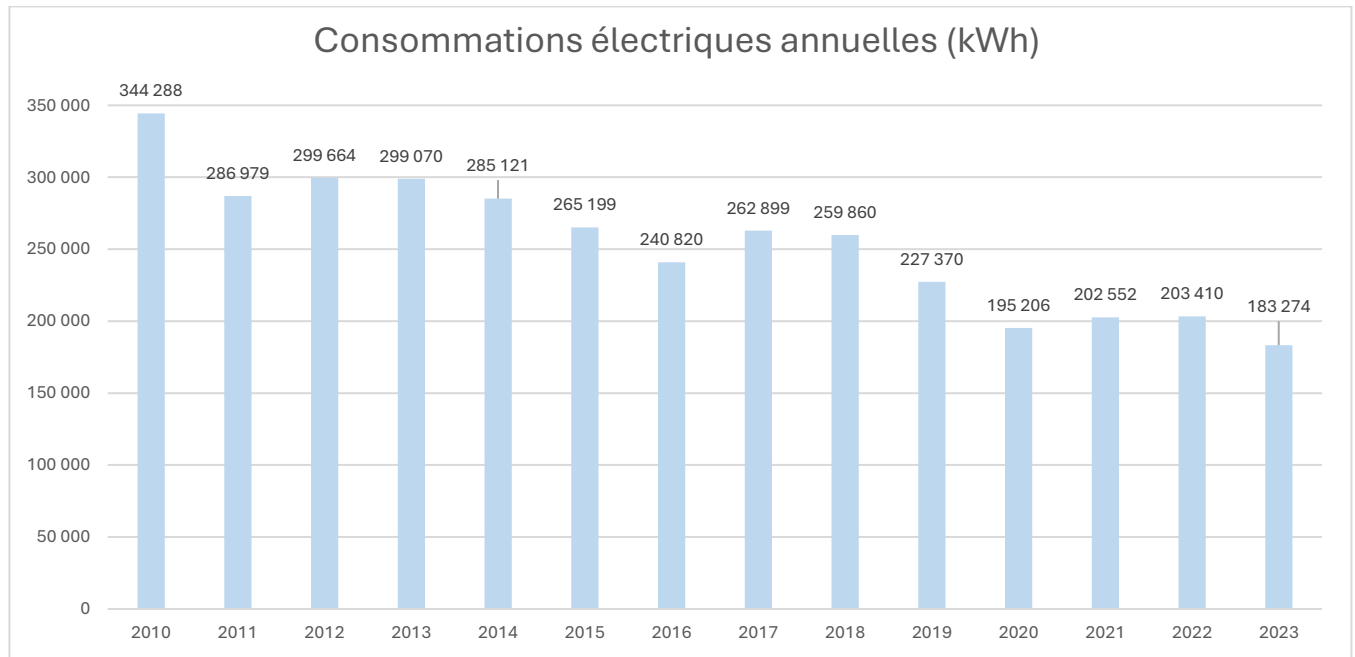


(*) Les consommations de Mars 2023 qui nous ont été transmises sont anormalement faibles par rapport à celles du mois de Mars des années précédentes. Sur cette année, il faudrait ajouter 75 000 kWh pour retomber sur des consommations cohérentes (652 328 kWh – 355 kWh/DJU)

Depuis le début des travaux de rénovation énergétique en 2018, les consommations annuelles sont en constante baisse tout comme le ratio kWh/DJU, ce qui est une bonne chose en prévision du décret tertiaire.

Les années 2020 et 2021 sont faussées à cause du COVID, période pendant laquelle l'ouverture des fenêtres étaient fréquentes pour des raisons épidémiologiques.

4.1.2. Consommations électriques



Les consommations électriques sont en constante baisses depuis 2010 notamment grâce aux différentes campagnes de remplacement des équipements d'éclairage.

4.2. DETERMINATION DES OBJECTIFS DECRET TERTIAIRE

N'ayant pas connaissance des consommations de référence déclarées sur OPERAT, nous avons déterminés un objectif moyen en fonction des consommations connues de 2010 à 2020. Comme le montre le tableau ci-dessous, en fonction des années les objectifs varient fortement. Ainsi, le choix de l'année de référence impactera le menu de travaux pour atteindre cet objectif.

Année	Consommations GAZ (kWh)	Consommations ajustées (*) (kWh)	Consommations électriques (kWh)	Consommations totales (kWh)	Objectif 2030 (kWh)	Objectif 2040 (kWh)	Objectif 2050 (kWh)
2010	964 167	792 268	344 288	1 136 556	681 933	568 278	454 622
2011	703 160	778 124	286 979	1 065 103	639 062	532 551	426 041
2012	895 796	866 136	299 664	1 165 800	699 480	532 551	426 041
2013	981 961	906 147	299 070	1 205 217	723 130	602 608	482 086
2014	737 217	810 525	285 121	1 095 646	657 388	547 823	438 258
2015	708 982	761 267	265 199	1 026 466	615 879	513 233	410 586
2016	700 549	687 603	240 820	928 423	557 053	454 211	371 369
2017	812 785	842 772	262 899	1 105 671	663 403	552 835	442 268
2018	824 939	872 605	259 860	1 132 465	679 479	566 232	452 986
2019	786 619	828 099	277 370	1 055 469	633 281	527 734	422 188
2020	764 909	892 586	195 206	1 087 792	652 675	543 896	435 117
Moyenne		821 648	269 679	1 091 328	654 797	545 664	436 531

(*) Les consommations sont ajustées sur la base des DJU sur la période 2001-2020 et ceux de l'année considérée pour la station météo de référence.

Sur la base de ce tableau, **nous préconisons au maître d'ouvrage de déclarer les consommations de 2013** car elles sont plus élevées et cela lui permettra d'atteindre ces objectifs plus facilement. Si ce sont les consommations d'une autre année qui ont été déclarées, le maître d'ouvrage a le droit de modifier ces consommations de référence une seule fois.

Ainsi, pour la suite du document, nous avons comparés nos simulations avec l'objectif des années « moyennes » et celui de l'année 2013.

4.3. CONSOMMATIONS CALCULEES

En considérant les données d'entrée décrites au §2, nous avons calculés les consommations suivantes :

	Consommations GAZ	Consommations électriques	DJU	kWh/DJU	Consommations ajustées / DJU	Ecart (%)
Modèle théorique	729 143 kWh	152 610 kWh	2 003	361.35	955 459 kWh	2.95 %
Année de référence (2023)	652 000 kWh	183 274 kWh	1 837	354.95	966 108 kWh	-

Par rapport aux consommations de 2023 (Seule année de référence sur laquelle nous pouvons nous baser), nous avons un écart de 2.95 %, ce qui valide notre modèle théorique.

Ainsi, grâce aux récents travaux de rénovation réalisés depuis 2018 (Rénovation progressive de l'éclairage, des toitures, Isolation des vides-sanitaires), les consommations actuelles ont déjà diminué par rapport aux consommations moyennes entre 2010 et 2020. **Ainsi, notre modèle diminue déjà la consommation de référence moyenne de 13 % et la consommation de 2013 de 21.20 % car ce modèle prend en compte les différents travaux de rénovation.**

	Modèle théorique	Année de référence moyenne	Ecart modèle / année moyenne	Année de référence 2013	Ecart modèle / 2013
Consommations totales	955 459 kWh	1 091 328 kWh	13.00 %	1 205 217 kWh	21.20 %

4.4. CONFORT D'ETE

Grâce à notre modèle théorique, nous sommes en capacité de repérer les zones et les salles où le confort d'été peut être problématique.

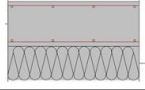
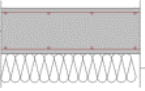
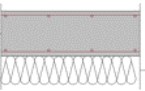
Les zones problématiques repérées sont les suivantes :

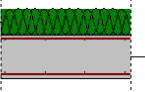
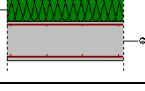
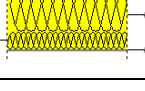
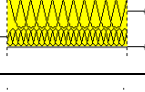
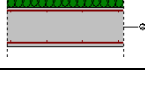
- Tunnel entre l'aile A & l'aile B (Cette zone rencontre également un problème en hiver) où les 27 °C sont régulièrement atteint
- Le hall de l'amphithéâtre indépendant
- Les salles de classe et les bureaux de l'extension côté SUD où les températures dépassent régulièrement les 28 °C
- La circulation de l'extension avec les menuiseries en forme de pyramide

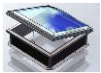
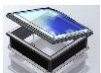
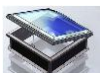
Le bâtiment d'origine est moins impacté par les problèmes de confort d'été car il redescend beaucoup plus bas en température la nuit notamment à cause du manque d'isolation de la paroi. De plus, il est tout en béton contrairement à l'extension qui n'a pas de plancher béton en toiture.

4.5. ENVELOPPE THERMIQUE

	Murs			
Murs des locaux chauffés vers extérieur (Bâtiment origine)	Mur / Structure	Béton non isolé Présence ponctuelle d'un isolant en polystyrène	-	-
Murs des locaux chauffés vers locaux non chauffés	Mur / Structure	Béton non isolé	-	-
Murs des locaux chauffés vers extérieur (Extension 1993)	Mur / Structure	Béton banché	-	
	Isolant Intérieur	Laine de verre	Ep : 60 mm - R ≥ 1,50 m²K/W	
Murs des locaux chauffés vers extérieur (Amphithéâtre extérieur)	Isolant extérieur	PSE	Ep : 40 mm - R ≥ 1,00 m²K/W	
	Mur / Structure	Béton banché	-	

	Planchers bas			
Planchers bas des locaux chauffés RDC sur VS (Bâtiment origine)	Plancher	Béton plein	Ep : 200 mm	
	Isolant face inférieure	Flocage	Ep : 118 mm - R ≥ 3,00 m²K/W	
Planchers bas des locaux chauffés RDC sur terre-plein (Extension 1993)	Plancher	Béton plein	Ep : 200 mm	-
Planchers bas des locaux chauffés RDC sur VS (Amphithéâtre extérieur)	Plancher	Béton plein	Ep : 200 mm	
	Isolant face inférieure	Fibralith	Ep : 10 mm - R ≥ 2,50 m²K/W	
Planchers bas donnant sur locaux non chauffés	Plancher	Béton plein	Ep : 230 mm	-
Planchers bas donnant sur extérieur	Plancher	Béton plein	Ep : 200 mm	
	Isolant sous-face	Fibralith	Ep : 10 mm - R ≥ 2,50 m²K/W	

	Planchers hauts			
Toitures terrasses inaccessibles (Extension 1993)	Isolant 2	Plaque de mousse polyuréthane	Ep : 100 mm - R ≥ 4,50 m²K/W	
	Isolant 1	Perlite expansée	Ep : 50 mm - R ≥ 1,00 m²K/W	
	Plancher	Plancher béton	Ep : 200 mm	
Toitures terrasses inaccessibles (Toiture R+4)	Isolant face supérieure	Plaque de mousse polyuréthane	Ep : 100 mm - R ≥ 4,50 m²K/W	
	Plancher	Plancher béton	Ep : 200 mm	
Toitures BAC ACIER (Amphithéâtre extérieur hors hall)	Isolant 2	Plaque de mousse polyuréthane	Ep : 150 mm - R ≥ 4,50 m²K/W	
	Isolant 1	Perlite expansée		
Toitures BAC ACIER (Hall amphithéâtre extérieur)	Isolant dans caisson chevronné	Laine de roche	Ep : 80 mm - R ≥ 2,00 m²K/W	
Toitures terrasses inaccessibles (Toiture R+3 et R+1)	Isolant face supérieure	Plaque de mousse polyuréthane	Ep : 80 mm - R ≥ 2,65 m²K/W	
	Plancher	Plancher béton	Ep : 200 mm	
Toitures terrasses inaccessibles (Cafétéria)	Bac acier simple peau	Non isolé	-	-

	Menuiseries	
Fenêtres et porte fenêtres (Bâtiment origine - Circulations et Allège)	Menuiseries simple vitrage $U_w \leq 5 \text{ W/m}^2\text{K}$ $S_{whiver} \geq 0,40$ - $TI \geq 0,50$	
Fenêtres et porte fenêtres avec volets roulants (Bâtiment origine - Salles de classe et Bureaux)	Menuiseries PVC $U_w \leq 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ - $\Delta R \geq 0,19 \text{ m}^2\text{K/W}$ $S_{whiver} \geq 0,40$ - $TI \geq 0,50$	
Fenêtres et porte fenêtres avec volets roulants (Extension 1993)	Menuiseries PVC $U_w \leq 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ - $\Delta R \geq 0,19 \text{ m}^2\text{K/W}$ $S_{whiver} \geq 0,40$ - $TI \geq 0,50$	
Fenêtres et porte fenêtres avec volets roulants (Extension 1993 - Parties opaques)	Menuiseries PVC $U_w \leq 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ $S_{whiver} \geq 0,00$ - $TI \geq 0,00$	
Fenêtres et porte fenêtres (Cafeteria)	Menuiseries PVC $U_w \leq 2,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ - $\Delta R \geq 0,19 \text{ m}^2\text{K/W}$ $S_{whiver} \geq 0,40$ - $TI \geq 0,50$	
Fenêtres et porte fenêtres (Amphithéâtre extérieur)	Menuiseries PVC $U_w \leq 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ $S_{whiver} \geq 0,40$ - $TI \geq 0,50$	
Fenêtres et porte fenêtres (Façade polycarbonate)	Menuiseries PVC $U_w \leq 5,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ $S_{whiver} \geq 0,20$ - $TI \geq 0,25$	
Lanterneaux (Toiture rénovée)	Skydôme $U_{rc} \leq 2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ $S_{whiver} \geq 0,40$ - $TI \geq 0,50$	
Lanterneaux (Toiture non rénovée)	Skydôme $U_{rc} \leq 3,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ $S_{whiver} \geq 0,40$ - $TI \geq 0,50$	
Pyramide (Extension 1993)	Fenêtre de toit $U_w \leq 3 \text{ W/m}^2\text{K}$ $S_{whiver} \geq 0,40$ - $TI \geq 0,50$	
Coffres de volet roulant	Coffre derrière linteau $U_c \leq 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Portes d'accès des locaux chauffés vers extérieur	Portes isolantes $U_d \leq 4,0 \text{ W/m}^2\text{K}$	

4.6. DESCRIPTION DES SYSTEMES

VENTILATION

Amphithéâtre extérieur	CTA Double flux Consommation : 0.35 Wh/m³/h – Débit estimé : 3000 m³/h Rendement : 70% Batterie eau chaude
Sanitaires amphithéâtre extérieur	Caisson simple flux Débit estimé : 200 m³/h
Sanitaires (Extension)	Caisson simple flux Débit estimé : 200 m³/h
Salles de classes SUD (Extension)	Caisson simple flux Débit estimé : 500 m³/h
Sanitaires (Aile A)	Caisson simple flux Débit estimé : 920 m³/h
Cafeteria	Caisson simple flux Débit estimé : 500 m³/h
Amphi B0101	CTA Double flux Consommation : 0.35 Wh/m³/h – Débit estimé : 1 500 m³/h Rendement : 70% Batterie eau chaude

CHAUFFAGE

Génération	2 chaudières GAZ TOTALSTUB DE 756 kW chacune : - Rendement à 30% : 94.50 % - Fonctionnement en chauffage seul
Distribution	Régime de température : 70/50 °C Distribution en vide-sanitaire : - Classe 1 hors volume chauffé - Non isolé en volume chauffé
Emission / Régulation	Radiateurs bitubes Robinet Thermostatique par pièce variation temporelle ≤ 0,90 K

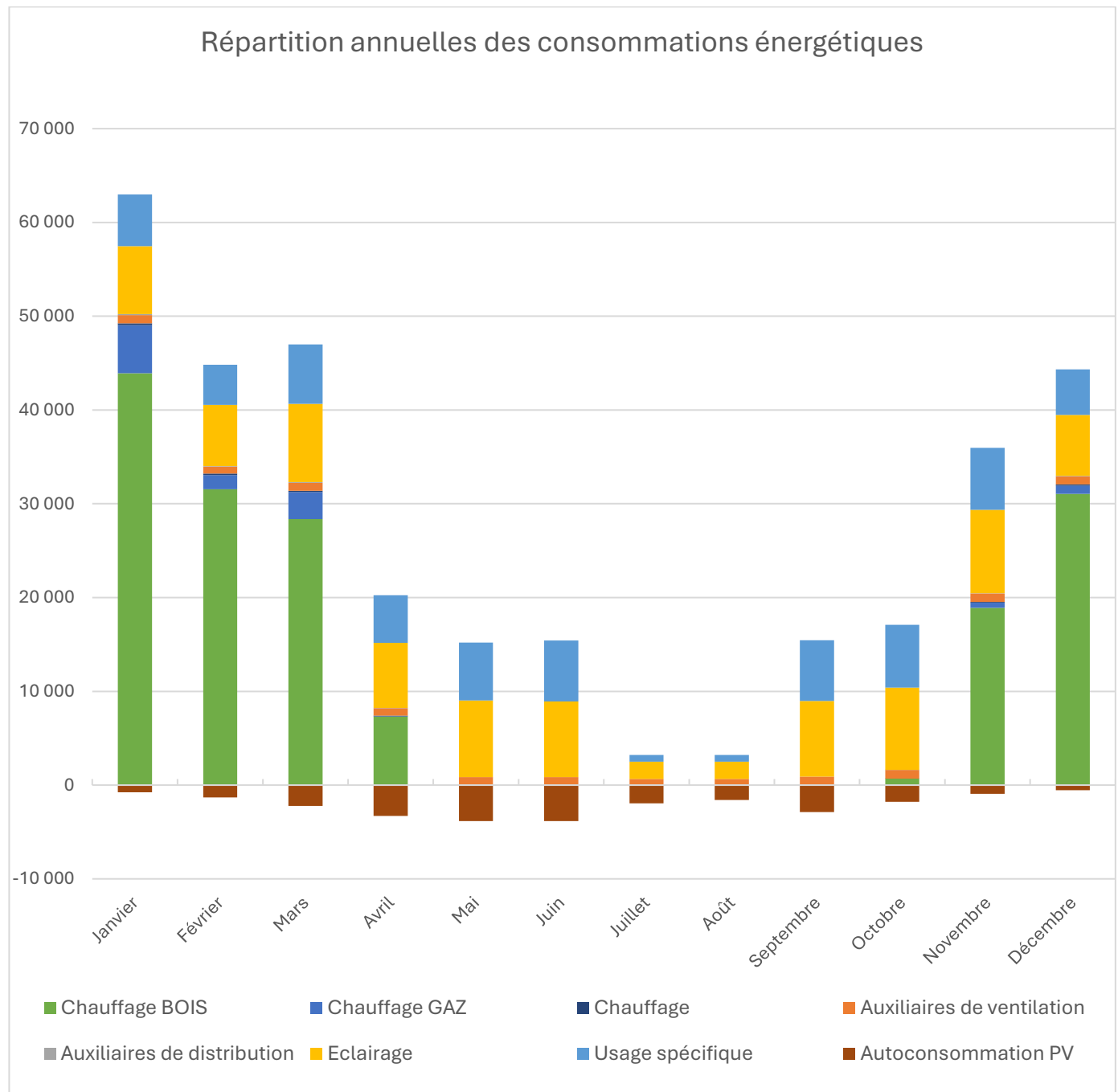
ECLAIRAGE

Pièce	Puissance installée éclairage	Mode de commande	Gestion en fonction de l'éclairage naturel
Bureau	8 W/m²	Interrupteur	Gestion manuelle
Sanitaires	8 W/m²	Détection de présence et d'absence	Gestion impossible avec lumière du jour
Salle de cours	8 W/m²	Interrupteur	Gestion manuelle
CDI	7 W/m²	Interrupteur	Gestion manuelle
Salle des professeurs	7 W/m²	Interrupteur	Gestion manuelle
Circulation horizontale	5 W/m²	Détection de présence et d'absence	Gestion impossible avec lumière du jour
Amphithéâtre	8 W/m²	Interrupteur	Gestion manuelle
Salle de réunion	7 W/m²	Interrupteur	Gestion manuelle
Cafeteria	15 W/m²	Interrupteur	Gestion manuelle

5. CONSOMMATIONS APRES TRAVAUX

5.1. CONSOMMATIONS CALCULEES

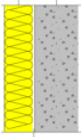
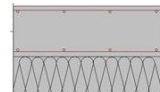
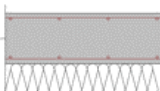
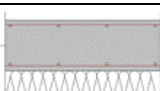
	Consommations GAZ	Consommations BOIS	Consommations électriques	DJU	Consommations ajustées / DJU
APRES TRAVAUX	10 962 kWh	168 812 kWh	127 220 kWh	2 003	318 560 kWh

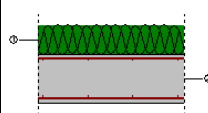
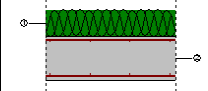
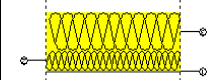
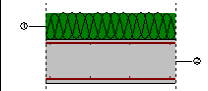


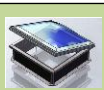
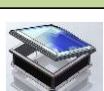
5.2. HYPOTHESES DE CALCUL

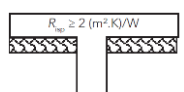
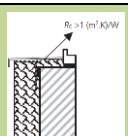
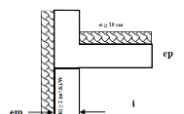
Les éléments modifiés ou remplacés dans le cadre de nos travaux sont indiqués en vert ci-dessous.

5.2.1. Enveloppe thermique

	Murs			
Murs des locaux chauffés vers extérieur (Bâtiment origine)	Isolant extérieur	Laine de roche	Ep : 140 mm - R $\geq$ 4,00 m ² K/W	
	Mur / Structure	Béton non isolé Présence ponctuelle d'un isolant en polystyrène	-	
Murs des locaux chauffés vers locaux non chauffés	Mur / Structure	Béton non isolé	-	-
Murs des locaux chauffés vers extérieur (Extension 1993)	Mur / Structure	Béton banché	-	
	Isolant Intérieur	Laine de verre	Ep : 60 mm - R $\geq$ 1,50 m ² K/W	
Murs des locaux chauffés vers extérieur (Amphithéâtre extérieur)	Isolant extérieur	PSE	Ep : 40 mm - R $\geq$ 1,00 m ² K/W	
	Mur / Structure	Béton banché	-	
Mur extérieur de la galerie	Mur à ossature bois	Laine de bois	Ep : 200 mm - R $\geq$ 5,50 m ² K/W	
	Planchers bas			
Planchers bas des locaux chauffés RDC sur VS (Bâtiment origine)	Plancher	Béton plein	Ep : 200 mm	
	Isolant face inférieure	Flocage	Ep : 118 mm - R $\geq$ 3,00 m ² K/W	
Planchers bas des locaux chauffés RDC sur terre-plein (Extension 1993)	Plancher	Béton plein	Ep : 200 mm	-
Planchers bas des locaux chauffés RDC sur VS (Amphithéâtre extérieur)	Plancher	Béton plein	Ep : 200 mm	
	Isolant face inférieure	Fibralith	Ep : 10 mm - R $\geq$ 2,50 m ² K/W	
Planchers bas donnant sur locaux non chauffés	Plancher	Béton plein	Ep : 230 mm	-
Planchers bas donnant sur extérieur	Plancher	Béton plein	Ep : 200 mm	
	Isolant sous-face	Fibralith	Ep : 10 mm - R $\geq$ 2,50 m ² K/W	

	Planchers hauts			
Toitures terrasses inaccessibles (Extension 1993)	Isolant 2	Plaque de mousse polyuréthane	Ep : 100 mm - R $\geq$ 4,50 m ² K/W	
	Isolant 1	Perlite expansée	Ep : 50 mm - R $\geq$ 1,00 m ² K/W	
	Plancher	Plancher béton	Ep : 200 mm	
Toitures terrasses inaccessibles (Toiture R+4)	Isolant face supérieure	Plaque de mousse polyuréthane	Ep : 100 mm - R $\geq$ 4,50 m ² K/W	
	Plancher	Plancher béton	Ep : 200 mm	
Toitures BAC ACIER (Amphithéâtre extérieur hors hall)	Isolant 2	Plaque de mousse polyuréthane	Ep : 150 mm - R $\geq$ 4,50 m ² K/W	
	Isolant 1	Perlite expansée		
Toitures BAC ACIER (Hall amphithéâtre extérieur)	Isolant dans caisson chevronné	Laine de roche	Ep : 80 mm - R $\geq$ 2,00 m ² K/W	
Toitures terrasses inaccessibles (Toiture R+3 et R+1)	Isolant face supérieure	Plaque de mousse polyuréthane	Ep : 160 mm - R $\geq$ 7,30 m ² K/W	
	Plancher	Plancher béton	Ep : 200 mm	
Toitures de la cafétéria	Bac acier	Isolation laine minérale	Ep : 260 mm - R $\geq$ 6,50 m ² K/W	
Toiture de la galerie du R+2	Toiture legere	Isolation laine de bois	Ep : 300 mm - R $\geq$ 8,35 m ² K/W	

	Menuiseries	
Fenêtres et porte fenêtres (Bâtiment origine - Circulations)	Menuiseries PVC $U_w \leq 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ $S_{whiver} \geq 0,30$ - $TI \geq 0,40$	
Fenêtres et porte fenêtres avec volets roulants (Bâtiment origine - Salles de classe et Bureaux)	Menuiseries PVC $U_w \leq 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ - $\Delta R \geq 0,19 \text{ m}^2\text{K/W}$ $S_{whiver} \geq 0,40$ - $TI \geq 0,50$	
Fenêtres et porte fenêtres avec volets roulants (Extension 1993)	Menuiseries PVC $U_w \leq 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ - $\Delta R \geq 0,19 \text{ m}^2\text{K/W}$ $S_{whiver} \geq 0,40$ - $TI \geq 0,50$	
Fenêtres et porte fenêtres avec volets roulants (Extension 1993 - Parties opaques)	Menuiseries PVC $U_w \leq 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ $S_{whiver} \geq 0,00$ - $TI \geq 0,00$	
Menuiseries (Cafeteria + Galerie)	Menuiseries PVC $U_w \leq 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ $S_{whiver} \geq 0,40$ - $TI \geq 0,50$	
Fenêtres et porte fenêtres (Amphithéâtre extérieur)	Menuiseries PVC $U_w \leq 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ $S_{whiver} \geq 0,40$ - $TI \geq 0,50$	
Lanterneaux (Toiture rénovée)	Skydôme $U_{rc} \leq 2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ $S_{whiver} \geq 0,40$ - $TI \geq 0,50$	
Lanterneaux (Toiture non rénovée)	Skydôme $U_{rc} \leq 3,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ $S_{whiver} \geq 0,40$ - $TI \geq 0,50$	
Pyramide (Extension 1993)	Fenêtre de toit $U_w \leq 3 \text{ W/m}^2\text{K}$ $S_{whiver} \geq 0,40$ - $TI \geq 0,50$	
Coffres de volet roulant	Coffre derrière linteau $U_c \leq 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Portes d'accès des locaux chauffés vers extérieur	Portes isolantes $U_d \leq 1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$	

	Traitements des ponts thermiques	
Poutres	Pas de retour d'isolant prévu sur les poutres	
Appuis des menuiseries	Retour d'isolant sur appuis / tableaux et linteaux (ei = 2 cm)	
Planchers hauts	Pas de retour d'isolant à l'intérieur de l'acrotère	

5.2.2. Synthèse systèmes

VENTILATION

Amphithéâtre extérieur	CTA Double flux Consommation : 0.35 Wh/m³/h – Débit estimé : 3000 m³/h Rendement : 70% Batterie eau chaude
Sanitaires amphithéâtre extérieur	Caisson simple flux Débit estimé : 200 m³/h
Sanitaires (Extension)	Caisson simple flux Débit estimé : 200 m³/h
Salles de classes SUD (Extension)	Caisson simple flux Débit estimé : 500 m³/h
Sanitaires (Aile A)	Caisson simple flux Débit estimé : 920 m³/h
Cafeteria	Caisson simple flux Débit : 500 m³/h – Consommation caisson : 0.15 Wh/m³/h Etanchéité des réseaux par défaut
Amphi B0101	CTA Double flux Consommation : 0.35 Wh/m³/h – Débit estimé : 1 500 m³/h Rendement : 70% Batterie eau chaude
Sanitaires (Aile B)	Caisson simple flux Débit : 500 m³/h – Consommation caisson : 0.15 Wh/m³/h Etanchéité des réseaux par défaut

CHAUFFAGE

Génération	2 chaudières à granulés de 120 kW : - Rendement à 30% : 94.60 % - Puissance à charge nominale : 127 W - Fonctionnement en chauffage seul 1 chaudière GAZ de 320 kW en APPOINT : - Rendement à 30% : 108.90 % - Puissance électrique à charge nominale : 352 W
Distribution	Régime de température : 70/50 °C Distribution en vide-sanitaire : - Classe 4 hors volume chauffé - Classe 4 en volume chauffé
Emission / Régulation	Radiateurs bitubes existants Robinet Thermostatique par pièce variation temporelle ≤ 0,20 K

ECLAIRAGE

Pièce	Puissance installée éclairage	Mode de commande	Gestion en fonction de l'éclairage naturel
Bureau	8 W/m ²	Interrupteur	Gestion manuelle
Sanitaires	8 W/m ²	Détection de présence et d'absence	Gestion impossible avec lumière du jour
Salle de cours	8 W/m ²	Interrupteur	Gestion manuelle
CDI	7 W/m ²	Interrupteur	Gestion manuelle
Salle des professeurs	7 W/m ²	Interrupteur	Gestion manuelle
Circulation horizontale	5 W/m ²	Détection de présence et d'absence	Gestion impossible avec lumière du jour
Amphithéâtre	8 W/m ²	Interrupteur	Gestion manuelle
Salle de réunion	7 W/m ²	Interrupteur	Gestion manuelle
Cafeteria	15 W/m ²	Interrupteur	Gestion manuelle

PHOTOVOLTAIQUE

Génération

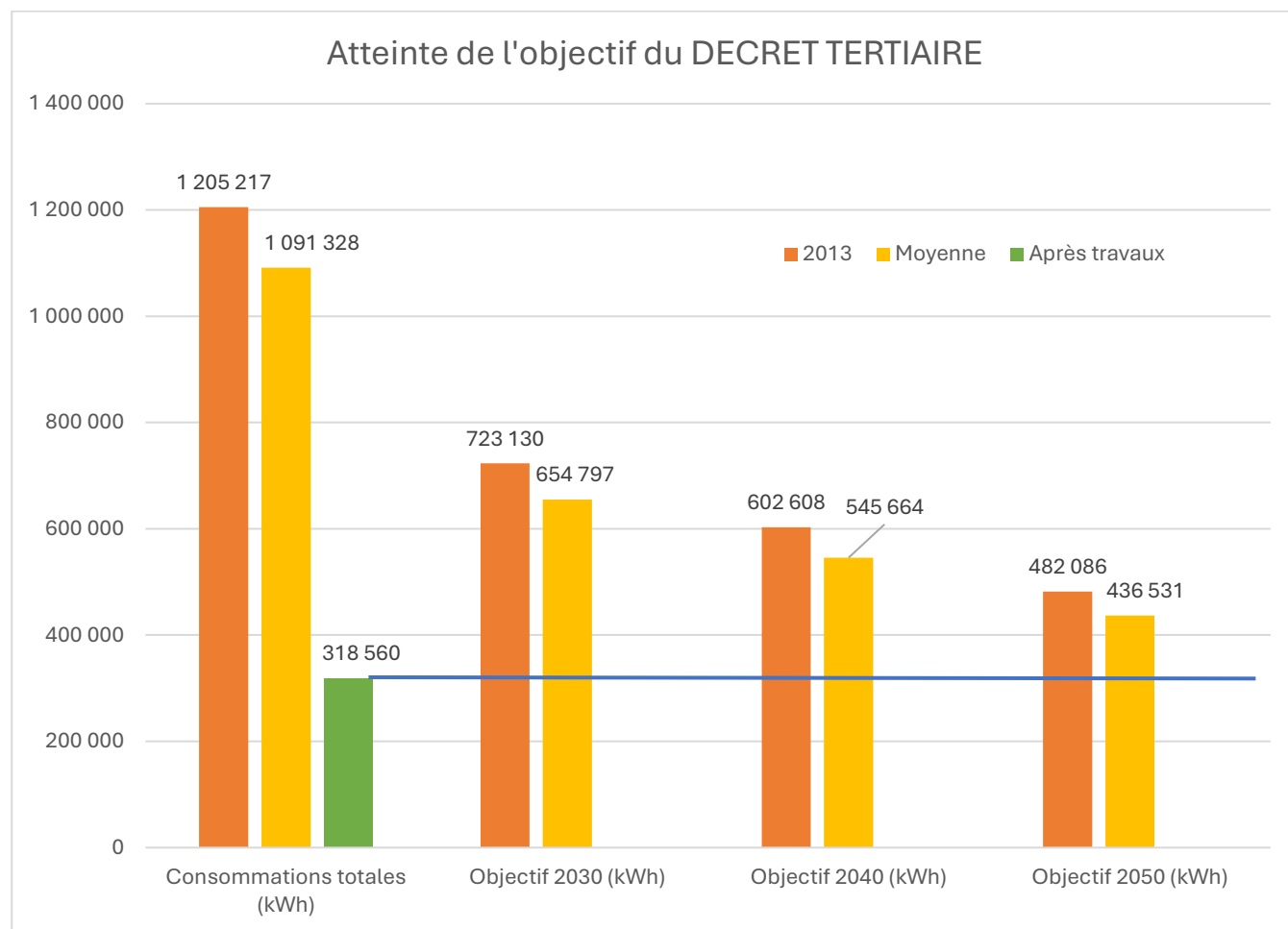
Installation de 63.30 kWc de panneaux en toiture terrasse :

- Inclinaison : 0 °C (Mise en œuvre à l'horizontale)
- Mise en œuvre sur la toiture terrasse du R+3

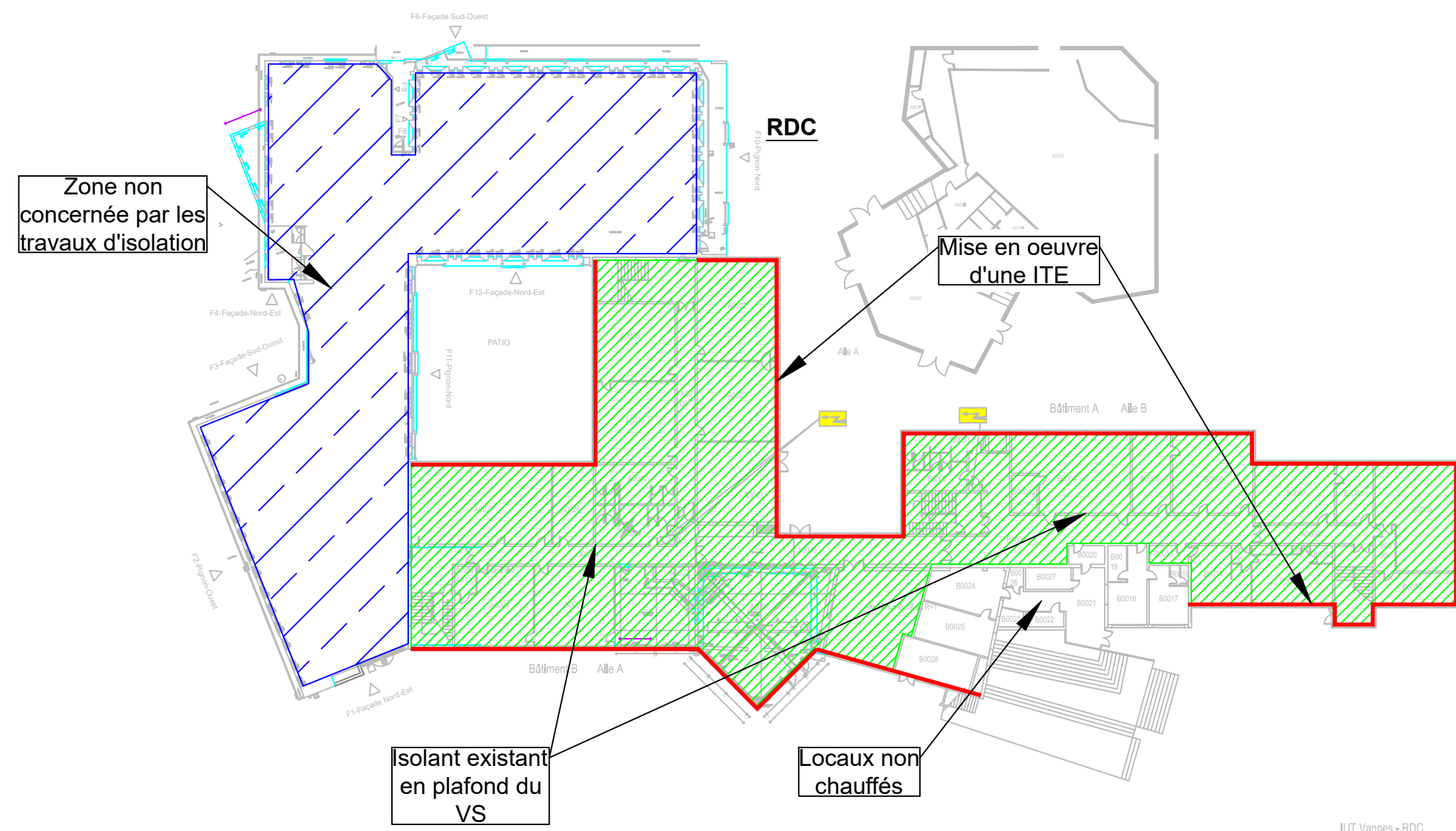
6. CONCLUSION

Les travaux de rénovation permettent de répondre à l'objectif « DECRET TERTIAIRE 2050 ».

De plus, l'installation d'une chaufferie BOIS et de panneaux photovoltaïques permettent de décarboner l'ensemble des consommations énergétiques.



7. PLAN D'ENVELOPPE THERMIQUE



LEGENDE

MURS

- Mur 1 — ITE laine de roche + Mur béton existant
140 mm - R = 4.00 m².K/W
- Mur 2 — Mur ossature bois
Laine de bois 200 mm - R = 5.50 m².K/W

PLANCHERS BAS

- PB 1 ▨ Isolant en plancher haut du VS
118 mm - R = 3.00 m².K/W

PLANCHERS HAUTS

- PH 1 ▨ Toiture de la cafeteria
Laine minérale 260 mm R = 6.50 m².K/W
- PH 2 ▨ Toitures terrasses inaccessibles
Polyuréthane 160 mm R = 7.30 m².K/W
- PH 3 ▨ Toitures légères GALERIE
Laine de bois 300 mm R = 8.35 m².K/W

LEGENDE

MURS

- Mur 1

ITE laine de roche + Mur béton existant
140 mm - R = 4.00 m².K/W
- Mur 2

Mur ossature bois
Laine de bois 200 mm - R = 5.50 m².K/W

PLANCHERS BAS

- PB 1

Isolant en plancher haut du VS
118 mm - R = 3.00 m².K/W

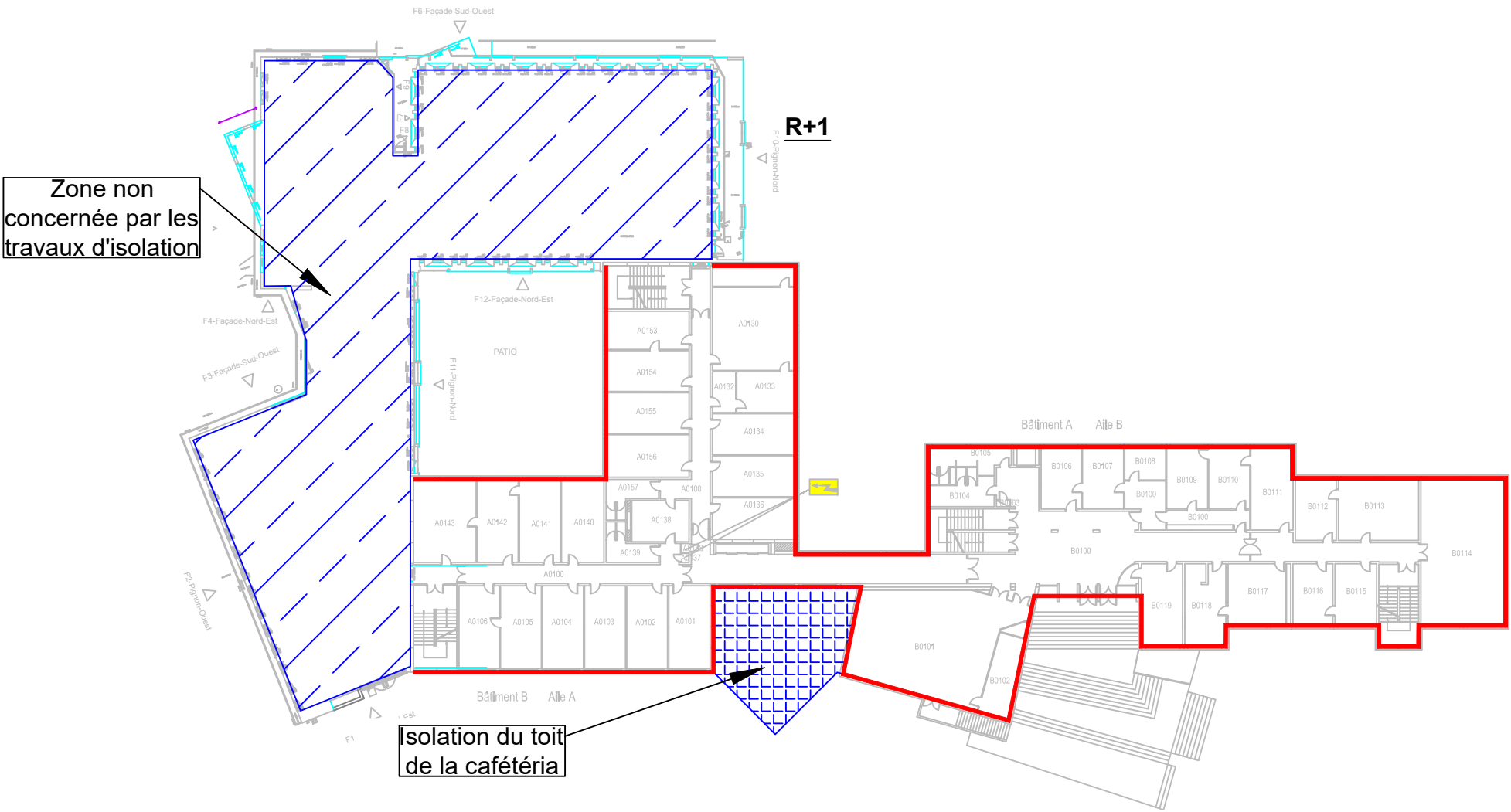
PLANCHERS HAUTS

- PH 1

Toiture de la cafeteria
Laine minérale 260 mm R = 6.50 m².K/W
- PH 2

Toitures terrasses inaccessibles
Polyuréthane 160 mm R = 7.30 m².K/W
- PH 3

Toitures légères GALERIE
Laine de bois 300 mm R = 8.35 m².K/W



LEGENDE

MURS

- Mur 1

ITE laine de roche + Mur béton existant
140 mm - R = 4.00 m².K/W
- Mur 2

Mur ossature bois
Laine de bois 200 mm - R = 5.50 m².K/W

PLANCHERS BAS

- PB 1

Isolant en plancher haut du VS
118 mm - R = 3.00 m².K/W

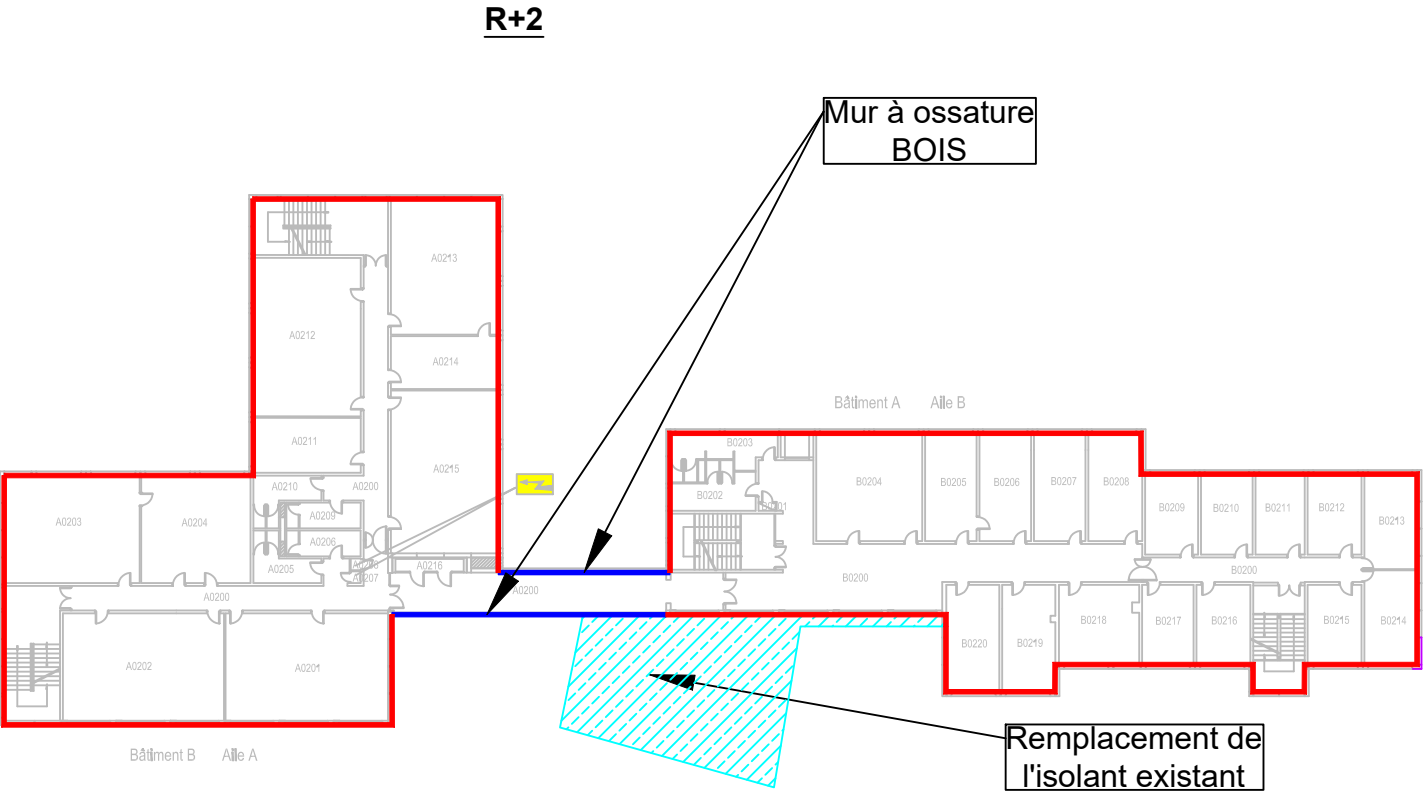
PLANCHERS HAUTS

- PH 1

Toiture de la cafeteria
Laine minérale 260 mm R = 6.50 m².K/W
- PH 2

Toitures terrasses inaccessibles
Polyuréthane 160 mm R = 7.30 m².K/W
- PH 3

Toitures légères GALERIE
Laine de bois 300 mm R = 8.35 m².K/W



LEGENDE

MURS

- Mur 1

ITE laine de roche + Mur béton existant
140 mm - R = 4.00 m².K/W
- Mur 2

Mur ossature bois
Laine de bois 200 mm - R = 5.50 m².K/W

PLANCHERS BAS

- PB 1

Isolant en plancher haut du VS
118 mm - R = 3.00 m².K/W

PLANCHERS HAUTS

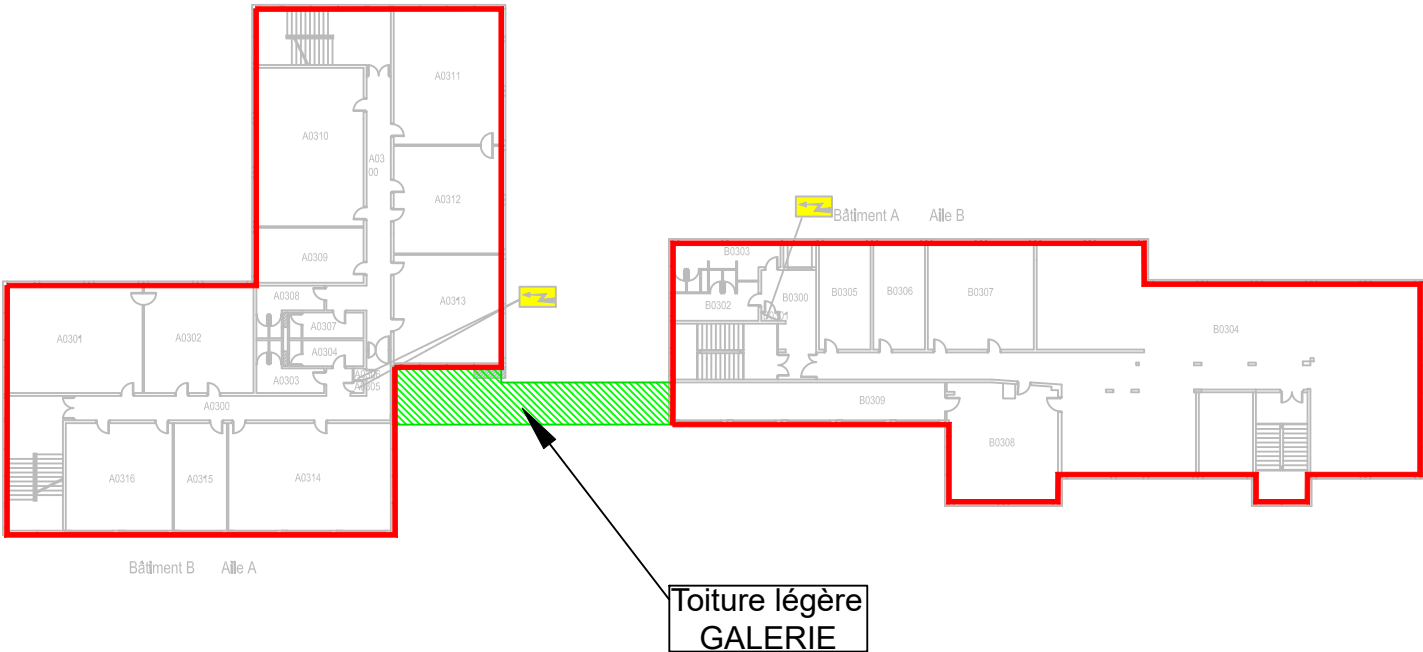
- PH 1

Toiture de la cafeteria
Laine minérale 260 mm R = 6.50 m².K/W
- PH 2

Toitures terrasses inaccessibles
Polyuréthane 160 mm R = 7.30 m².K/W
- PH 3

Toitures légères GALERIE
Laine de bois 300 mm R = 8.35 m².K/W

R+3



LEGENDE

MURS

- Mur 1

ITE laine de roche + Mur béton existant
140 mm - R = 4.00 m².K/W
- Mur 2

Mur ossature bois
Laine de bois 200 mm - R = 5.50 m².K/W

PLANCHERS BAS

- PB 1

Isolant en plancher haut du VS
118 mm - R = 3.00 m².K/W

PLANCHERS HAUTS

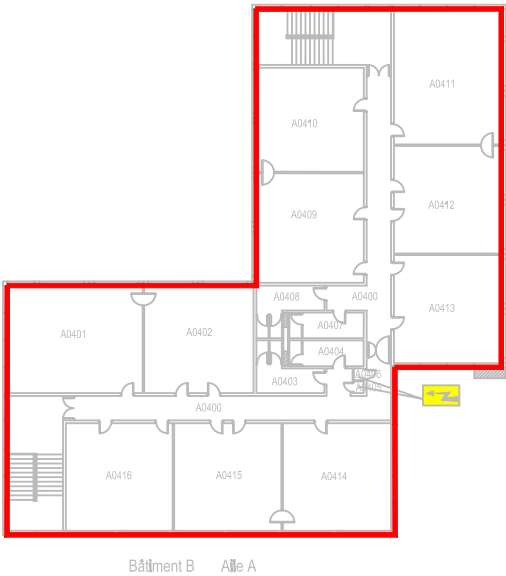
- PH 1

Toiture de la cafeteria
Laine minérale 260 mm R = 6.50 m².K/W
- PH 2

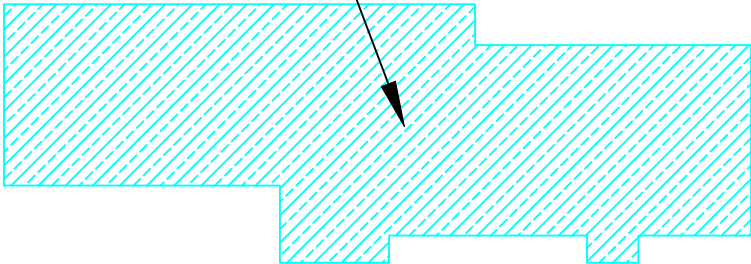
Toitures terrasses inaccessibles
Polyuréthane 160 mm R = 7.30 m².K/W
- PH 3

Toitures légères GALERIE
Laine de bois 300 mm R = 8.35 m².K/W

R+4



Remplacement de l'isolant existant



LEGENDE

MURS

- Mur 1

ITE laine de roche + Mur béton existant
140 mm - R = 4.00 m².K/W
- Mur 2

Mur ossature bois
Laine de bois 200 mm - R = 5.50 m².K/W

PLANCHERS BAS

- PB 1

Isolant en plancher haut du VS
118 mm - R = 3.00 m².K/W

PLANCHERS HAUTS

- PH 1

Toiture de la cafeteria
Laine minérale 260 mm R = 6.50 m².K/W
- PH 2

Toitures terrasses inaccessibles
Polyuréthane 160 mm R = 7.30 m².K/W
- PH 3

Toitures légères GALERIE
Laine de bois 300 mm R = 8.35 m².K/W

TOIT

