

Diagnostic Technique et Fonctionnel

Tome 2 : audit énergétique RÉSIDENCE



Résidence Square de Montaigne
CROUS DE VANNES

151 chambres

12 rue Michel de Montaigne

56 000 VANNES

Maître d'ouvrage

CROUS Bretagne

7 Place Hoche
35000 Rennes



Évolution du document

Document

N/Réf.	Ind.	Date	Rédacteur	Action
BZH.IN.AU033 BZH.IN.AU034c	A	06/05/2024	Vincent LE DENMAT	Rédaction
		07/06/2024	Yann RAVARY	Vérification
	B	13/06/2024	Yann RAVARY	Mise à jour suite à la présentation du 13/10/2024
	C	04/07/2024	Yann RAVARY	Version finale
		06/12/2024	Yann RAVARY	Corrections suivant remarques CROUS Bretagne du 26/07/2024

Sommaire

Table des matières

1. Généralités	4
2. État des lieux réglementaire	4
3. État des lieux technique	4
3.1. Sécurité incendie.....	4
3.2. Acoustique	4
3.3. Clos-Couvert	5
3.3.1. Maçonnerie Gros Œuvre	5
3.3.2. Façade	6
3.3.3. Toiture-terrasse	7
3.3.4. Menuiseries extérieures et occultations	8
3.4. Enveloppe thermique	10
3.5. Second Œuvre - Plâtrerie-peinture-faux plafonds-menuiseries intérieures	11
3.6. Fluides	14
3.6.1. Plomberie-sanitaires	14
3.6.2. Chauffage & Eau chaude sanitaire	15
3.6.3. Ventilation	17
3.6.4. Électricité courants forts/faibles	18
3.6.4.1. Parties communes	18
3.6.4.2. Parties privatives.....	20
3.7. Analyse des consommations réelles (Résidence)	22
3.7.1. Consommations annuelles	22
3.7.2. Consommations mensuelles	23
3.8. Analyse des contrats de maintenance et d'exploitation	24
4. Étude thermique.....	25
4.1. Objectifs visés.....	25
4.2. État actuel : résultats RTex – méthode Th-C-E ex	26
4.3. Préconisations	28
4.4. Scénarios	37
4.4.1. Notes sur le chiffrage	37
4.4.2. Résultats RTex – méthode Th-C-E ex	37
4.4.3. Propositions	38







Les deux premiers chapitres de l'étude font l'objet d'un rapport « Général », commun aux bâtiments Résidence et Studios.

1. Généralités

2. État des lieux réglementaire

3. État des lieux technique

Légende

VÉTUSTÉ	PERFORMANCE ÉNERGETIQUE
 Pérennité du bâtiment/équipement en jeu Intervention à prévoir à court terme	 Energivore – traitement énergétique à prévoir
 Équipement assurant sa fonction Intervention à prévoir sous 10 ans	 Equivalent aux performances RTexistant
 Équipement récent Pas d'intervention à prévoir	 Equivalent aux performances du neuf

3.1. Sécurité incendie

D'un point de vue réglementaire, la résidence est soumise à la circulaire du 13 décembre 1982.
 Pas de mise en conformité exigée. Pas de non-conformité relevée sur site.

Si une mise en conformité est souhaitée par la MOA, il conviendra de choisir (cf. **2.7.1 du rapport Général**) entre :


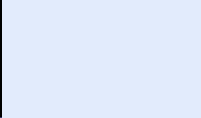


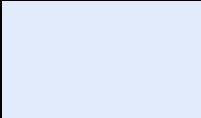


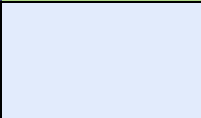

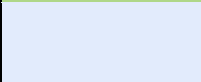

- Créer de nouveaux escaliers, pour être classé en 3^{ème} famille A
 OU
- Rester en 3^{ème} famille B, ce qui impose notamment :
 - Les couloirs doivent être désenfumés
 - Les escaliers doivent être encloués
 - Les escaliers doivent comporter chacun une Colonne Sèche (CS),
 - La règle du C+D (pour l'ITE) est plus contraignante.

3.2. Acoustique







Pas de gêne particulière signalée par l'exploitant.

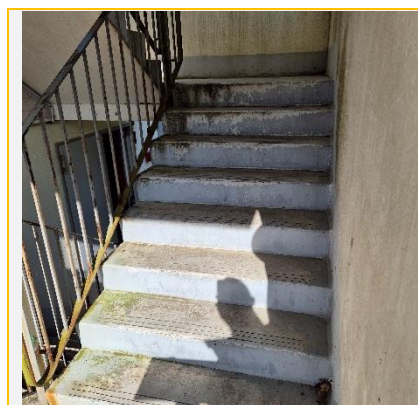
3.3. Clos-Couvert

3.3.1. Maçonnerie Gros Œuvre





Résidence	ETAT DE CONSERVATION	PERFORMANCE ENERGETIQUE
Structure : Façade porteuse Remplissage des façades : Béton plein Hauteur des niveaux : 2,5m Hauteur du plancher bas du dernier niveau : <28m Observation / Défaut constaté : Pas de remarque particulière		NC
		
Plancher bas : Type : Plancher béton entrevous béton 20cm sur vide sanitaire Isolation : Non isolé Observation / Défaut constaté :		
		$R \approx 0,2 \text{ m}^2\text{K/W}$ $R_{BBC} = 3$ $R_{RTEX} = 3$
Plancher bas : Type : Dalle béton 20cm sur sous-sol Isolation : Non isolé Observation / Défaut constaté :		
		$R \approx 0,2 \text{ m}^2\text{K/W}$ $R_{BBC} = 3$ $R_{RTEX} = 3$
Plancher intermédiaire : Type : Dalle béton 20cm Observation / Défaut constaté : Présence d'un faux plafond sous les dalles de plancher intermédiaire		NC
		
Plancher haut : Type : Voir section toiture-terrasse Observation / Défaut constaté : NC		NC
Avis général : Aucun désordre particulier n'a été relevé lors de la visite		

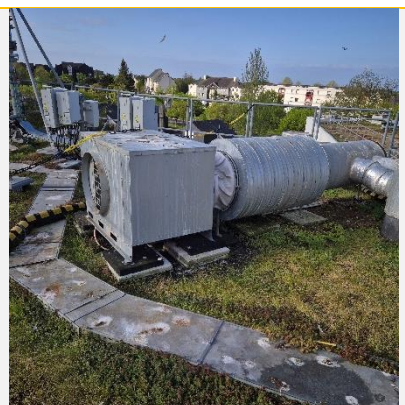
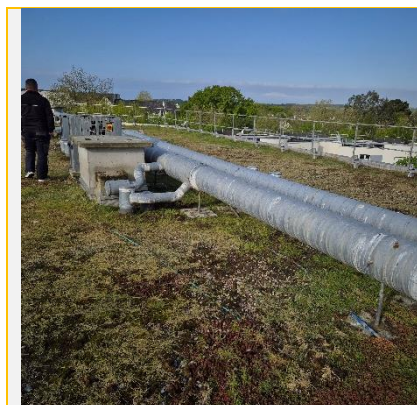
3.3.2. Façade

Résidence	ETAT DE CONSERVATION	PERFORMANCE ENERGETIQUE
Rappel structure : Façade porteuse - Béton plein		NC
Isolation : Isolation thermique par l'extérieur 5cm Polystyrène expansé Observation / Défaut constaté : Isolation partielle <i>Pas d'isolation sur les façades orientées Sud-Est.</i>		 $R \approx 1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$ $R_{BBC} = 3,7$ $R_{RTEX} = 3,2$
Finition extérieure : Type : Bardage Observation / Défaut constaté : Bardage sur isolation et enduit sur les façades non isolées Présence de verdure importante sur le bardage, notamment au Nord		NC
Évacuation des eaux pluviales : Observation / Défaut constaté : Les descentes EP sont en intérieures et non visibles		NC
Éléments en façade : Luminaires Escalier extérieur		NC
Avis général : Les façades sont dans un état général correct, mais celles orientées au Nord sont assujetties à une forte présence de verdure. L'escalier extérieur présent au Nord, en est la parfaite illustration avec des garde-corps, grille et mains-courantes rouillés.		



3.3.3. Toiture-terrasse

Résidence	ETAT DE CONSERVATION	PERFORMANCE ENERGETIQUE
Étanchéité : Support : Dalle béton 20cm Etanchéité : bitumineuse gravillonnée Isolation : 5cm Isolant (inconnu) Hauteur Acrotère : 15cm Couvertines : partielle et métalliques Observation / Défaut constaté : Présence de 2 niveaux de toitures La toiture basse récupère les EP de la toiture haute. Absence de couvertine sur la toiture haute. Présence très importante de mousse. La toiture est dans un état moyen		 $R \approx 1,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ $R_{\text{BBC}} = 4,5$ $R_{\text{RTEX}} = 3,3$
Éléments en toiture : Caissons de ventilation Réseaux de gaines (ventilation) Caisson de désenfumage Antenne Observation / Défaut constaté : -		NC
Accès et sécurité : Accès toiture : Échelle à crinoline Protections en toiture : Garde-corps Observation / Défaut constaté : - <i>Gardes corps remplacés par une simple chaîne à certains endroits pour accès aux antennes</i>		NC
Avis général : Les toitures sont dans un état moyen et très verdissante. La présence de mouette accentue les désordres		











3.3.4. Menuiseries extérieures et occultations

Menuiseries des communs :

Résidence	ETAT DE CONSERVATION	PERFORMANCE ENERGETIQUE
Accès principal : Type de porte : Porte métallique vitrée non isolée double vitrage Dimensions : 140x215 Sans motorisation Contrôle d'accès : Code Observation / Défaut constaté : Une porte d'accès secondaire du même type sur la façade ouest permet l'accès PMR avec une motorisation	☹️	☹️
		$U_d \approx 3,0$ $W/(m^2K)$ $U_{dRTEX} = 2$ $U_{dNEUF} = 1,3$
Fenêtres des communs : Type de fenêtre : Menuiserie PVC DV 4/12/4 Type de pose : au nu intérieur Ouvrant : Ouverture à la française Bavettes : PVC Occultations : Sans Désenfumage : Oui Observation / Défaut constaté : Les menuiseries des parties communes sont équipées en allèges de grilles de désenfumage	☹️	☹️
		$U_w \approx 2,6$ $W/(m^2K)$ $U_{wRTEX} = 2$ $U_{wNEUF} = 1,3$
Porte intérieure vers communs Type de porte : Porte bois non isolée Dimensions : 100x210 Observation / Défaut constaté : Rien à signaler	☹️	😊
Porte intérieure vers locaux communs non isolée Dimensions : x Contrôle d'accès : Pas de contrôle d'accès Observation / Défaut constaté : Les portes vers les cuisines sont équipées de moteur	😊	😊
Avis général : Les menuiseries sont dans un bon état, mais les performances restent réduites		









Menuiseries des logements :

Résidence	ETAT DE CONSERVATION	PERFORMANCE ENERGETIQUE
Portes palières : Type de porte : Porte bois isolée Dimensions : 93x215 Type de serrure : 3 points Observation / Défaut constaté : -		 $U_d \approx 3,5$ $W/(m^2K)$ $U_{d_{RTEX}} = 2$ $U_{d_{NEUF}} = 1,3$
Fenêtres ou bloc-baies : Type de fenêtre : Menuiserie PVC DV 4/12/4 avant 2000 Type de pose : au nu intérieur Ouvrant : Ouverture à la française Bavettes : Aluminium Occultations : VR manuels et électriques PVC Pose des coffres (si VR) : Coffre intérieur Type de coffres (si VR) : aluminium Observation / Défaut constaté : Les étages concernés par ces menuiseries sont les 3ème étages pair et impair et 4ème étages pair et impair		 $U_w \approx 2,9$ $W/(m^2K)$ $U_{w_{RTEX}} = 2$ $U_{w_{NEUF}} = 1,3$
Fenêtres ou bloc-baies : Type de fenêtre : Menuiserie PVC DV 4/16/4 avant 2005 Type de pose : au nu intérieur Ouvrant : Ouverture à la française Bavettes : Aluminium Occultations : VR manuels et électriques PVC Pose des coffres (si VR) : Coffre intérieur Type de coffres (si VR) : PVC Observation / Défaut constaté : L'ensemble des autres étages disposent de menuiseries plus récentes et plus performantes		 $U_w \approx 2,6$ $W/(m^2K)$ $U_{w_{RTEX}} = 2$ $U_{w_{NEUF}} = 1,3$
Fenêtres de toit : Skydôme Type de fenêtre : Fenêtre de toit polycarbonate Ouvrant : à projection Occultations : Sans Observation / Défaut constaté : Présence d'une double costière Le remplacement du skydôme a été réalisé sur la costière existante		 $U_w \approx 2,5$ $W/(m^2K)$ $U_{w_{RTEX}} = 2$ $U_{w_{NEUF}} = 1,5$
Avis général : Les menuiseries sont de performance moyenne et ne sont pas toutes identiques. Elles sont toutefois dans un bon état		-









3.4. Enveloppe thermique

Résidence	ETAT DE CONSERVATION	PERFORMANCE ENERGETIQUE
Plancher bas : Type : Dalle béton sur vide sanitaire Isolation : Non isolé Observation / Défaut constaté :		 $R \approx 0,2 \text{ m}^2\text{K/W}$ $R_{CEE} = 3$ $R_{RTEX} = 3$
Murs extérieurs : Type : Béton plein avec Isolation thermique par l'extérieur Isolation : Polystyrène expansé sur 5cm Observation / Défaut constaté : <i>Pas isolé sur toutes les façades</i>		 $R \approx 1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$ $R_{CEE} = 3,7$ $R_{RTEX} = 3,2$
Plancher haut : Toiture terrasse Type : Dalle béton Inconnue sur extérieur Isolation : Isolant (inconnu)Extérieure Observation / Défaut constaté : - <i>Faible isolation présente. Toiture avec une présence de mousse et verdure importante</i>		 $R \approx 4,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ $R_{CEE} = 6$ $R_{RTEX} = 4,3$
Avis général : La qualité thermique du bâtiment est assez faible. En effet, nous ne retrouvons de l'isolation que sur certaines façades et celle-ci est assez faible. Pas d'isolation en plancher bas et au niveau de la toiture nous notons la présence d'une faible épaisseur également (prévoir un sondage pour plus d'information)		



3.5. Second Œuvre - Plâtrerie-peinture-faux plafonds-menuiseries intérieures

Parties communes :

Résidence	ETAT DE CONSERVATION	PERFORMANCE ENERGETIQUE
Hall : Sol : Carrelage, état moyen Murs : Toile de verre, état général correct Plafond : Peinture, état général correct Boîtes aux lettres groupées Tapis de sol encastré, état général correct Portes gaines palières : bon état Observation / Défaut constaté :		NC
Paliers : Sol : Sol PVC, état moyen, Murs : Toile de verre, état général correct, Plafond : Dalles 60x60, état général correct, Observation / Défaut constaté :		NC
Locaux communs : Sol : Sol PVC, état moyen, Murs : Peinture gouttelette, état général correct, Plafond : Peinture, état général correct, Observation / Défaut constaté : Salle TV / salle de réunion ou de travail		NC
Escaliers : Sol : Sol PVC, état moyen, Nez de marche : PVC 1ère et dernière contremarche contrastée : Non Bandes podotactiles : Non Garde-corps main courante : bon état général - hauteur >1m Murs : Toile de verre, état général correct, Plafond : Peinture, état général correct, Observation / Défaut constaté :		NC
Cuisine : Sol : Carrelage, bon état général, Murs : Carrelage, bon état, Plafond : Peinture gouttelette, état général correct, Observation / Défaut constaté :		NC
Laverie : Sol : Carrelage, bon état général, Murs : Carrelage, état moyen, Plafond : Peinture, mauvais état,		NC

Observation / Défaut constaté :


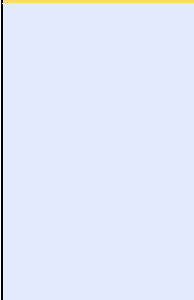
Présence de moisissure au plafond lié à une fuite sur une descente EP

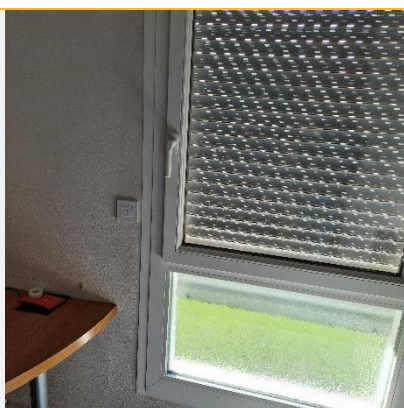
Avis général :

Les parties communes et locaux communs sont dans un état général correct. Nous ne notons pas de dégradation particulière. Les sols sont dans un état plutôt moyen de manière général, lié au fort taux de circulation



Logements :

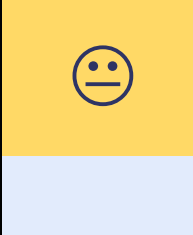

Résidence	ETAT DE CONSERVATION	PRESENCE D'AMIANTE
<u>Chambre :</u> Sol : Sol PVC, bon état Murs : Peinture gouttelette, bon état Plafond : Peinture, bon état Menuiseries intérieures : bon état Présence d'une pièce d'eau : Oui Cabine multi-usage (douche, WC et lavabo) : Oui Colonne de douche : Mélangeur Lavabo : Mélangeur WC : simple chasse Etat : état général correct <u>Observation / Défaut constaté :</u> L'état des chambres est correct, mais peut varier en fonction des occupations et de l'entretien des étudiants	 	Pas d'infos



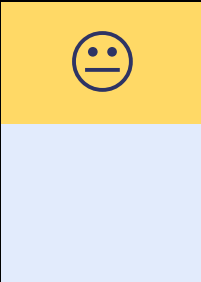
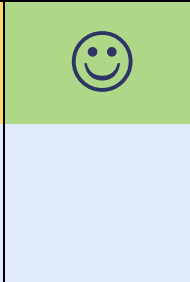
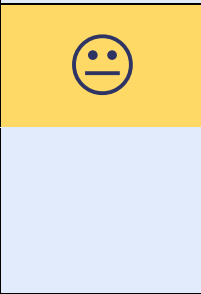
3.6. Fluides

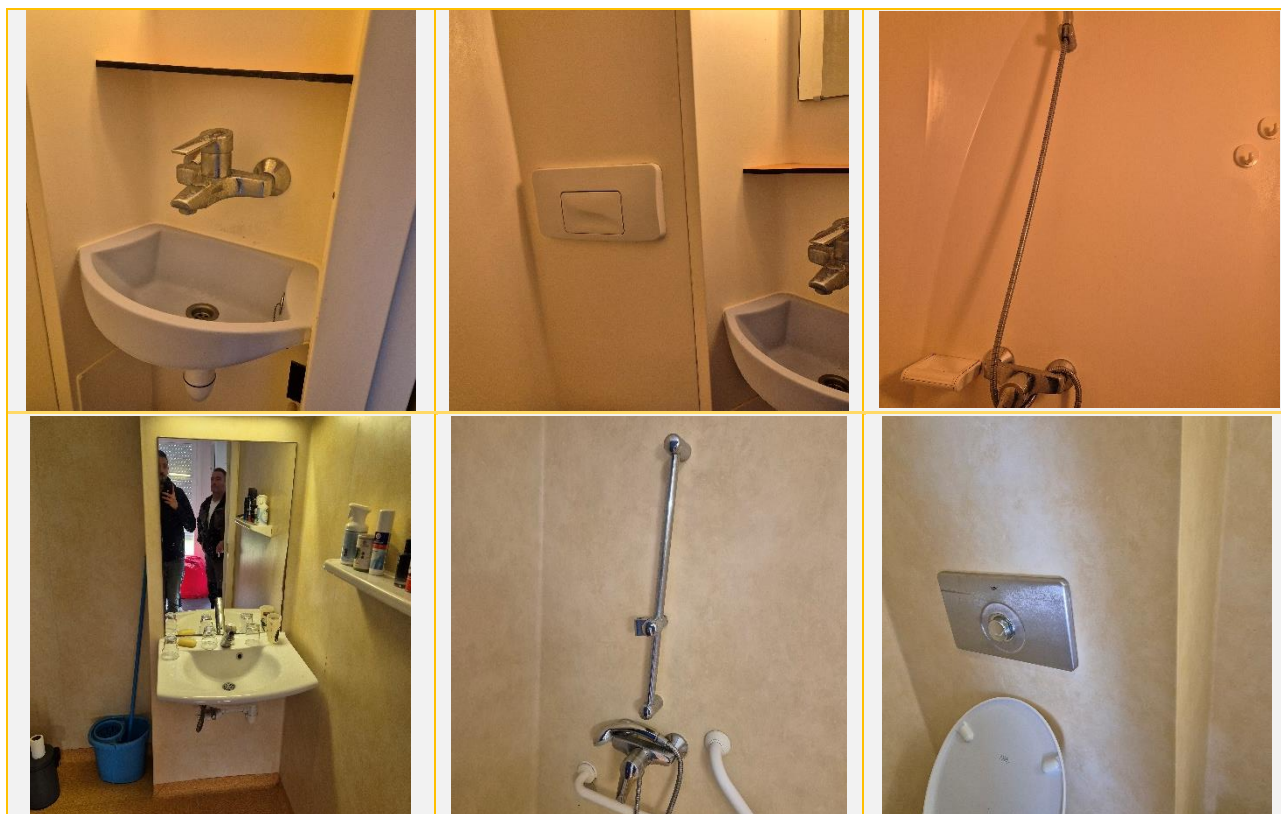
3.6.1. Plomberie-sanitaires

Parties communes :

Résidence	ETAT DE CONSERVATION
Réseau EU : Réseau séparé : Oui/Non Collecteur Présence d'évent : Oui Observation / Défaut constaté : Pas de visuel sur les réseaux	
Réseau Adduction Eau Potable : Observation / Défaut constaté : Pas de visuel sur les colonnes EF	
Avis général : Les réseaux ne sont pas visibles. Pas de possibilité d'apporter une vision de leurs états. Pour les réseaux EU, nous conseillons un passage caméra pour contrôle de l'état de vétusté	



Logements :

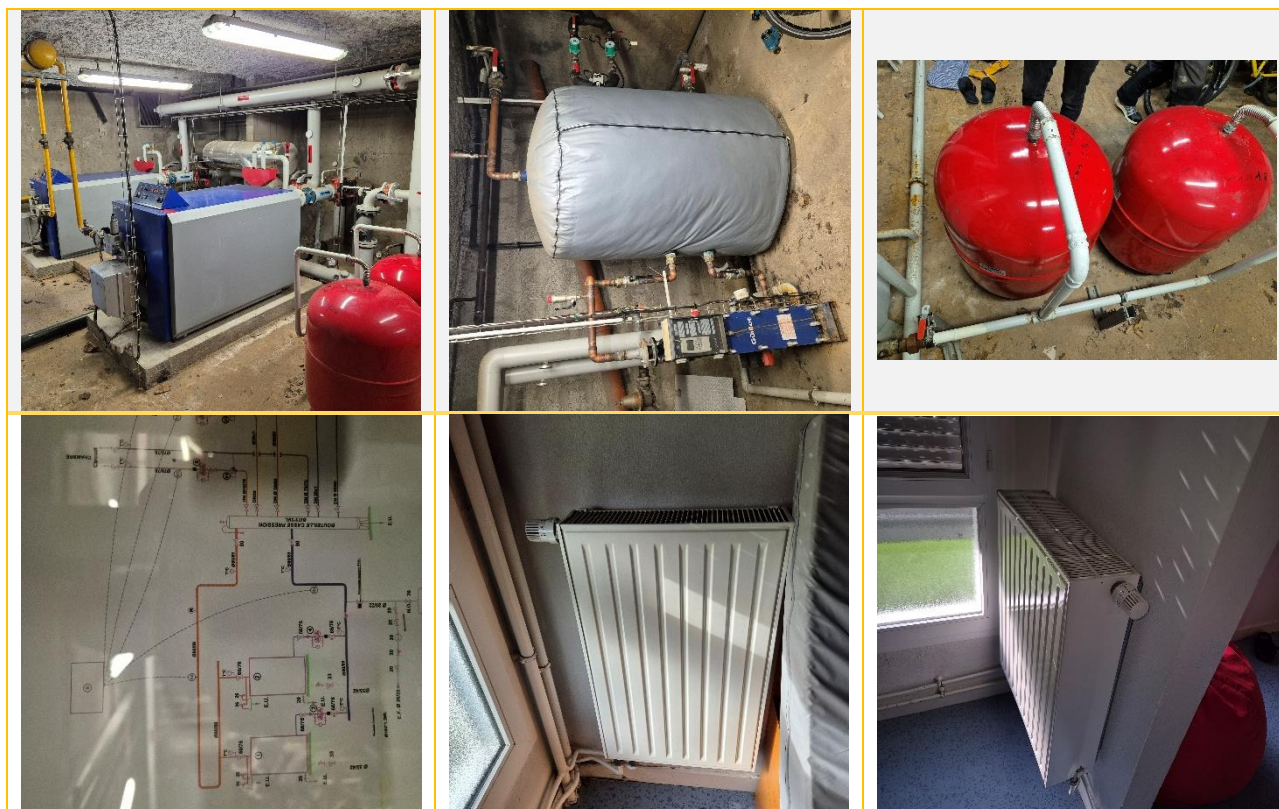
Résidence	ETAT DE CONSERVATION	PERFORMANCE ENERGETIQUE
Eau chaude sanitaire : Production : Chaudière gaz standard (1000L) Emplacement : Hors volume chauffé Distribution : Isolé Observation / Défaut constaté : La production d'eau chaude sanitaire est gérée par la chaufferie collective, sauf les logements de fonctions qui fonctionne avec des ballons électriques		
Cabine salle d'eau chambre : Lavabo : autoportant Robinetterie : Mélangeur Miroir : Dimensions variables, avec/sans réglette lumineuse Douche : Rideau Robinetterie : Mélangeur + flexible WC : suspendu et simple chasse Observation / Défaut constaté : Les lavabos sont plus grands et adaptés pour les PMR dans les chambres ciblées. Les douches par ailleurs sont plus grandes		NC
Avis général : Chaque chambre bénéficie d'une salle d'eau. Il s'agit d'une cabine complète intégrant l'ensemble des équipements (lavabo, douche et WC). Les équipements sont en bon état. Seule les chambres PMR bénéficie d'une salle d'eau dite "classique" (autrement dit, non une cabine préfabriquée)		



3.6.2. Chauffage & Eau chaude sanitaire

Résidence	
Type d'installation :	Chaufferie collective
Site composé de 1 bâtiment(s), avec 0 sous-stations La chaufferie est située au sous-sol	
Local :	
La chaufferie se trouve dans un local de dimensions : 6,7 x 7,5, soit une surface de 50,25 m ² . La hauteur sous plafond est de 2,4 m La surface disponible dans le local est de 0 m ² Présence d'un sas : Oui	
Commentaire :	Le local est de bonne dimension. Présence de stockage non réglementaire
Chauffage :	
L'énergie utilisé est du Gaz naturel sans cuve extérieure L'émission est assurée par des Radiateur à eau avec robinet thermostatique / Le réglage de l'émission est assuré Oui robinets thermostatiques	
La chaufferie est équipée de 2 chaudière(s). Elle(s) est(sont) de technologie(s) Basse température	
Puissance chaudière 1 :	190 kW
Puissance chaudière 2 :	190 kW
Année chaudière 1 :	2003
Année chaudière 2 :	2003
Etat chaudière 1 :	Correct
Etat chaudière 2 :	Correct
La chaufferie dispose de 2, dont 2 départs régulés	

<p>L'état général des réseaux est Bon</p> <p>Les pompes sont de technologies similaires à débits fixe</p> <p>Les installations ne disposent pas d'un pot à boues et Correct d'un ballon primaire</p> <p>Les installations sont équipées de 2 vase(s) d'expansion en bon état</p> <p>Nous notons l'absence de vannes d'équilibrages</p> <p>Calorifuges : Laine minérale coque PVC Etats calorifuges : Bon</p> <p>Commentaire : En vide sanitaire, le calorifuge est d'origine en laine minérale plâtré. L'épaisseur est moindre et l'isolant dégradé</p>																																							
<p><u>Eau chaude sanitaire :</u></p> <p>La production ECS est de type semi-instantanée et réalisé par du gaz</p> <p>L'échange de chaleur est réalisé par un échangeur à plaques</p> <p>Le réseau est bouclé</p> <p>La chaufferie est équipée de 1 ballon(s) de 1000 litres</p> <p>Les vannes de coupures et/ou d'arrêts d'eau chaude sanitaire sont dans un état moyen</p> <p>Calorifuges : Oui Etats calorifuges : Bon</p> <p>Commentaire : Les logements de fonctions disposent de ballons électriques</p>																																							
<p><u>Électricité :</u></p> <p>Armoire électrique : Oui Etat de l'armoire : Correct</p> <p>Télegestion : Oui Régulation : Oui Etat régulation : Correct</p>																																							
<p><u>Conformité</u></p> <table> <tr> <td>Flocage en plafond :</td><td>Oui</td><td>Porte coupe-feu</td><td>Non</td></tr> <tr> <td>Mur coupe-feu :</td><td>Oui</td><td>Porte avec barre anti-panique :</td><td>Non</td></tr> <tr> <td>Ferme porte auto :</td><td>Non</td><td>Gaine pompier :</td><td>So</td></tr> <tr> <td>Espace min autour des générateurs de 50 cm :</td><td>Ok</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Protection mécanique gaz :</td><td>Non</td><td>Présence disconnecteur :</td><td>Oui</td></tr> <tr> <td>Ventilation basse :</td><td>Oui</td><td>Ventilation haute :</td><td>Oui</td></tr> <tr> <td>Présence BAES :</td><td>Oui</td><td>Eclairage suffisant :</td><td>Oui</td></tr> <tr> <td>Coupure force :</td><td>Oui</td><td>Présence PC :</td><td>Oui</td></tr> <tr> <td>30 % de dispo dans l'armoire électrique :</td><td>Non</td><td></td><td></td></tr> </table> <p>-</p> <p>Commentaire : Détecteur de fuite de gaz HS, mais non obligatoire</p>				Flocage en plafond :	Oui	Porte coupe-feu	Non	Mur coupe-feu :	Oui	Porte avec barre anti-panique :	Non	Ferme porte auto :	Non	Gaine pompier :	So	Espace min autour des générateurs de 50 cm :	Ok			Protection mécanique gaz :	Non	Présence disconnecteur :	Oui	Ventilation basse :	Oui	Ventilation haute :	Oui	Présence BAES :	Oui	Eclairage suffisant :	Oui	Coupure force :	Oui	Présence PC :	Oui	30 % de dispo dans l'armoire électrique :	Non		
Flocage en plafond :	Oui	Porte coupe-feu	Non																																				
Mur coupe-feu :	Oui	Porte avec barre anti-panique :	Non																																				
Ferme porte auto :	Non	Gaine pompier :	So																																				
Espace min autour des générateurs de 50 cm :	Ok																																						
Protection mécanique gaz :	Non	Présence disconnecteur :	Oui																																				
Ventilation basse :	Oui	Ventilation haute :	Oui																																				
Présence BAES :	Oui	Eclairage suffisant :	Oui																																				
Coupure force :	Oui	Présence PC :	Oui																																				
30 % de dispo dans l'armoire électrique :	Non																																						
ETAT DE CONSERVATION		PERFORMANCE ENERGETIQUE																																					
																																							



3.6.3. Ventilation

Résidence		ETAT DE CONSERVATION	PERFORMANCE ENERGETIQUE
<u>Ventilation :</u> Type : Ventilation mécanique autoréglable Caisson de ventilation posé en toiture-terrasse Accès : échelle à crinoline Rejet : Extérieur Réseau horizontal : Gaine rigide Réseau vertical : Gaine rigide Bouche cuisine : autoréglable Bouche salle de bain : autoréglable Bouche WC : autoréglable Entrée d'air menuiseries pièces sèches : autoréglable Emplacement : Dans les coffres de volets roulants Observation / Défaut constaté : Il existe 2 caissons en toiture, 1 par aile de bâtiment Ils ont été remplacés depuis l'origine du bâtiment. Les réseaux eux d'origine sont dans un état dégradés.		☹️	☹️

Avis général :



La ventilation fonctionne, mais pourrait être plus efficace avec des bouches d'extraction hygroréglables. De plus, les réseaux doivent être nettoyés (pour les parties verticales, ramonage) et remplacée pour les parties en toiture. Les logements de fonction disposent de petits caissons de ventilation individuel.

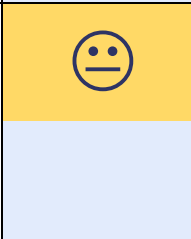

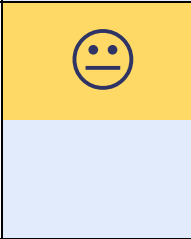
Par contre, la ventilation au niveau des cuisines des différents niveaux est trop faible, car non adapté à ce type d'usage

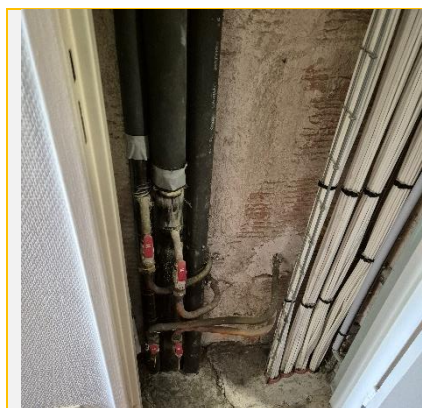


3.6.4. Électricité courants forts/faibles

3.6.4.1. Parties communes

Résidence		ETAT DE CONSERVATION
France Télécom Liaison filaire : Oui Liaison optique : Oui Dimension gaine palière dédiée : 50cm Observation / Défaut constaté : Gaine palière non dédiée. Réseau chauffage dans la même gaine		
ENEDIS Arrivée : Local transformateur Colonne distribution : 1 compteur Compteur : dans le local transformateur Observation / Défaut constaté :		

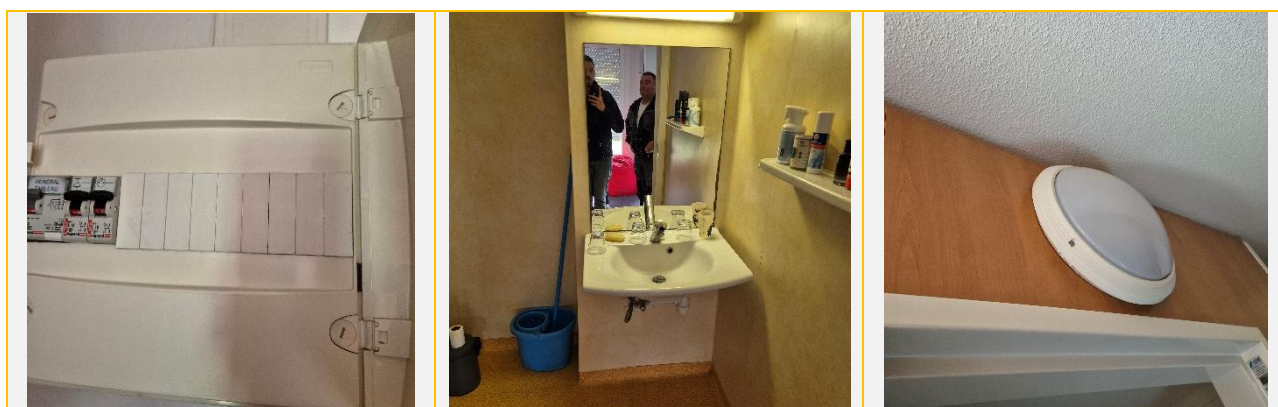
<u>Tableau électrique Services Généraux (SG)</u> Tableau avec différentiel ou disjoncteur : Oui Alimente : - PC des communs - Éclairage - contrôle d'accès - VMC Compteur : dans le local transformateur Observation / Défaut constaté :	
<u>Éclairage</u> Extérieur : Lampadaire pour les cheminements extérieurs sur horloge Hall : Spot encastrés sur détection de présence et horloge <i>Éclairage homogène</i> Escalier : Hublots applique murale sur détection de présence et horloge <i>Éclairage homogène</i> Palier : Spot encastrés sur détection de présence et horloge <i>Éclairage homogène</i> Observation / Défaut constaté : Présence ponctuelle de tube fluo dans certains locaux	
<u>Contrôle d'accès</u> Type : lecteur de badge Platine de rue bon état Combiné dans les logements bon état Observation / Défaut constaté : L'ensemble des éclairages sont remplacés au fur et à mesure par de l'éclairage Led	
<u>Avis général :</u> Les éclairages sont remplacés au fur et à mesure.	





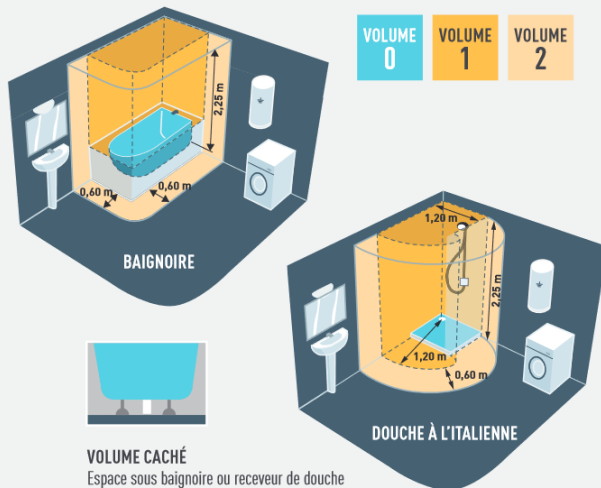
3.6.4.2. Parties privatives

Résidence	ETAT DE CONSERVATION	CONFORMITE REGLEMENTATION EXISTANT
Présence d'un tableau électrique individuel Oui		
Volumes : Volume 0 : Aucun appareillage électrique Volume 1 : Aucun appareillage électrique Volume 2 : Réglette sans prise courant Prise de courant dans la salle de bain : Observation / Défaut constaté :	☹️	☹️
Appareillage : Équipements principalement encastrés Distribution principalement encastrée Présence de DCL : Observation / Défaut constaté :	☹️	☹️
Avis général : Les appareillages sont dans un état correct. Les tableaux sont tous équipés en disjoncteurs avec un disjoncteur différentiel principal en 30 mA		



➤ LES VOLUMES DE PROTECTION

Les volumes de protection déterminent la pose des circuits et des appareils électriques. Au-delà du volume 2, il n'y a pas de limitation. Seules les parois fixes et pérennes jointives au sol limitent ces volumes.

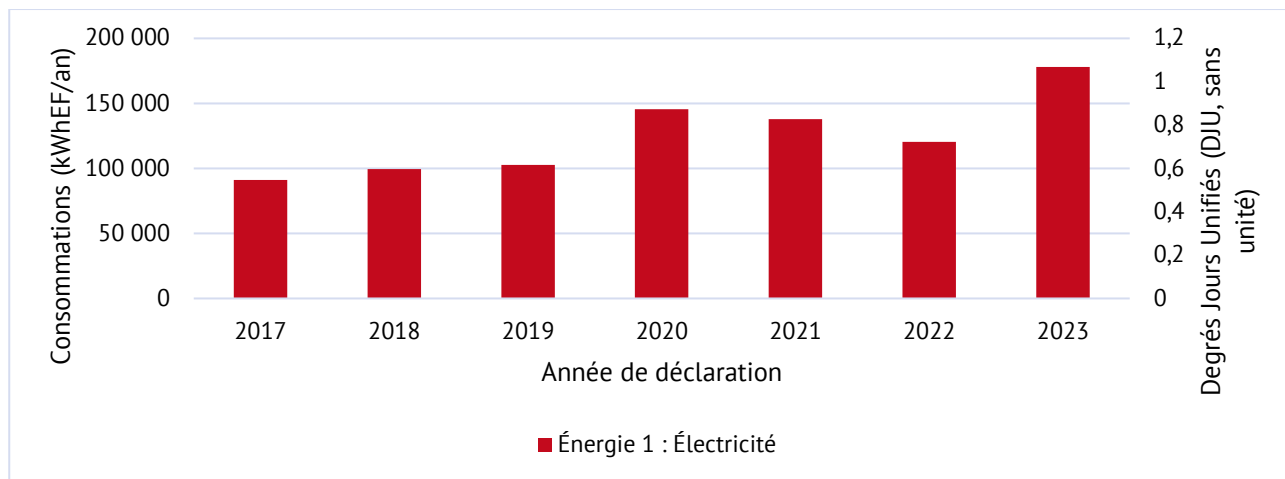


⁽¹⁾ Possibilité d'installer des équipements IPX4 protégés par un interrupteur différentiel 30 mA.
 Exemple : moteur de balnéo

3.7. Analyse des consommations réelles (Résidence)

3.7.1. Consommations annuelles

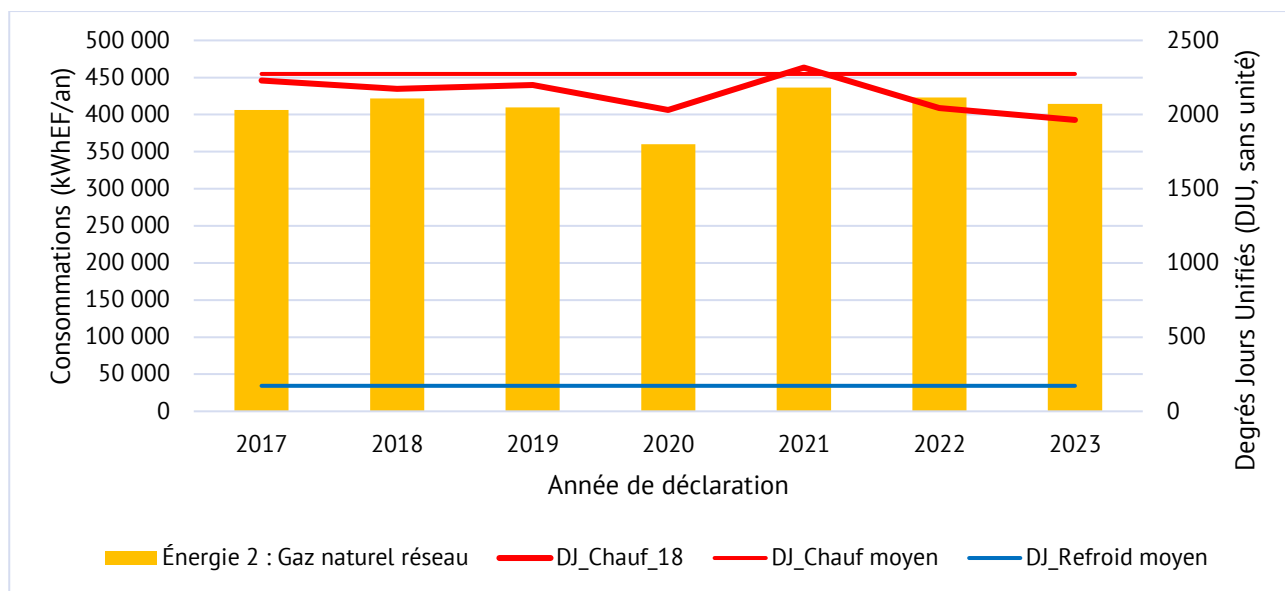
Données extraites du fichier récapitulatif transmis par le CROUS Bretagne. Ce sont des données de facturation.



Forte augmentation des consommations d'électricité en 2020, **sans explication évidente.**

(2020 est l'année « Covid », les étudiant-es confiné-es ont séjourné beaucoup plus longtemps dans leurs chambres. Mais ce surcroît de consommation est également observé en 2021, et encore augmenté en 2022 et 2023.)

L'écart entre 2022 et 2023 est dû à un problème de facturation : les factures disponibles comprennent des factures « à cheval » sur 2022-2023 et sur 2023-2024, rendant l'analyse annuelle imprécise.



Jusqu'en 2021 inclus on observe une bonne corrélation entre les consommations de gaz et les DJU (qui rendent compte de la rigueur climatique de chaque année) : « DJU plus élevés » signifie « hiver plus froid », et les consommations suivent.

En 2022 et 2023, on consomme presque autant de gaz qu'en 2021 alors que les hivers ont été significativement plus doux :

- Soit le niveau de « confort » jusqu'en 2021 était insuffisant,
- Soit la conduite des installations s'est dégradée en 2022 et 2023 par rapport aux années antérieures.

3.7.2. Consommations mensuelles

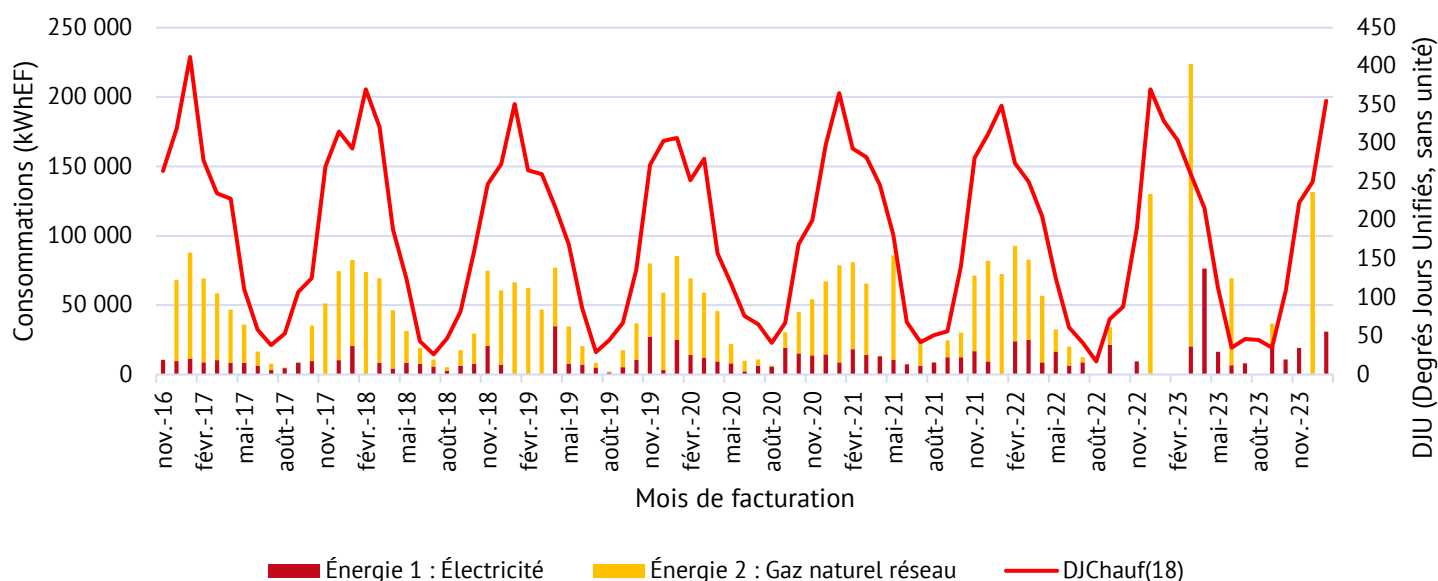
L'analyse mensuelle n'est pas pertinente, en raison de déphasages trop importants entre les consommations et les facturations (non facturation certains mois puis « rattrapage » ; index estimés et non relevés...)

Un compteurs électriques est facturés depuis 11/2017 (41336010082 devenu MULTI-VA- 2).

Un second compteur est facturé depuis le 1/12/2019 (MULTI-VANNES devenu MULTI-VA- 1).

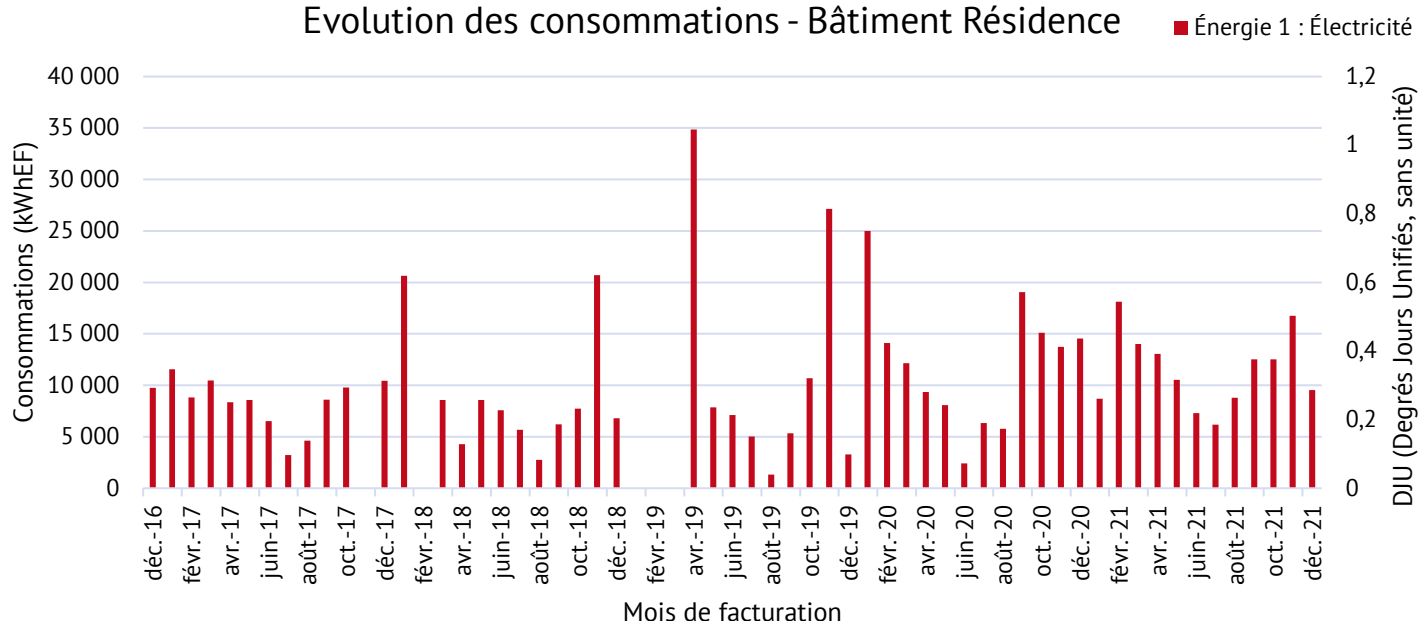
Nous ne savons pas pourquoi ce second compteur a été ajouté.

Evolution des consommations - Bâtiment Résidence



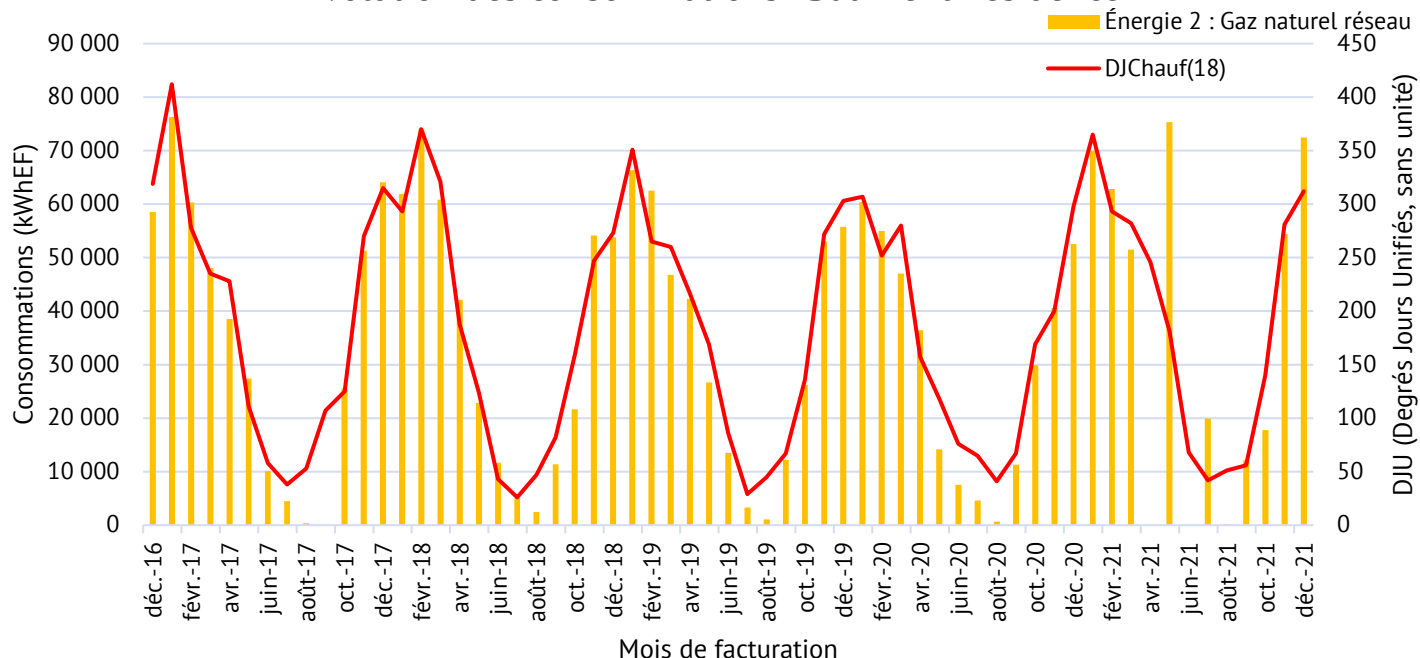
En se limitant aux mois les plus exploitables :

Evolution des consommations - Bâtiment Résidence



On devine, plus qu'on ne lit, une diminution des consommations en période estivale. Les données disponibles restent trop imprécises pour calculer le « talon » de consommation, c'est-à-dire la consommation d'électricité en inoccupation – laquelle devrait être aussi proche que possible de 0.

Evolution des consommations - Bâtiment Résidence



On observe une corrélation correcte entre les consommations de gaz et les DJU : globalement, la régulation existante permet d'ajuster la consommation au besoin. Mais là encore, les données disponibles sont trop imprécises pour calculer le « talon » de consommation hors période de chauffe, qui correspondrait à la consommation de gaz afférente à la production d'ECS.

3.8. Analyse des contrats de maintenance et d'exploitation

À la date de rédaction, les contrats ne nous ont pas été transmis.

4. Étude thermique

4.1. Objectifs visés

Pour rappel, 3 scénarii sont envisagés :

- 1^{er} niveau : Gain CEP sup ou égal à 35 % minimum (*Calcul Th-C-E-ex*) ;
- 2^{ème} niveau : Gain CEP sup ou égal à 55 % (*Calcul Th-C-E-ex*)
- 3^{ème} niveau : Niveau BBC Rénovation 2024 (*Calcul Th-C-E-ex pour les chambres*).

Le niveau BBC Rénovation en calcul TH-C-E-ex :

Pour les bâtiments à usage d'habitation, la consommation conventionnelle d'énergie primaire du bâtiment pour le chauffage, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire, l'éclairage et les auxiliaires de chauffage, de refroidissement, d'eau chaude sanitaire et de ventilation, telle que définie à l'article 9 de l'arrêté du 13 juin 2008 est inférieure ou égale à une valeur en kWh/m².an d'énergie primaire qui s'exprime sous la forme :

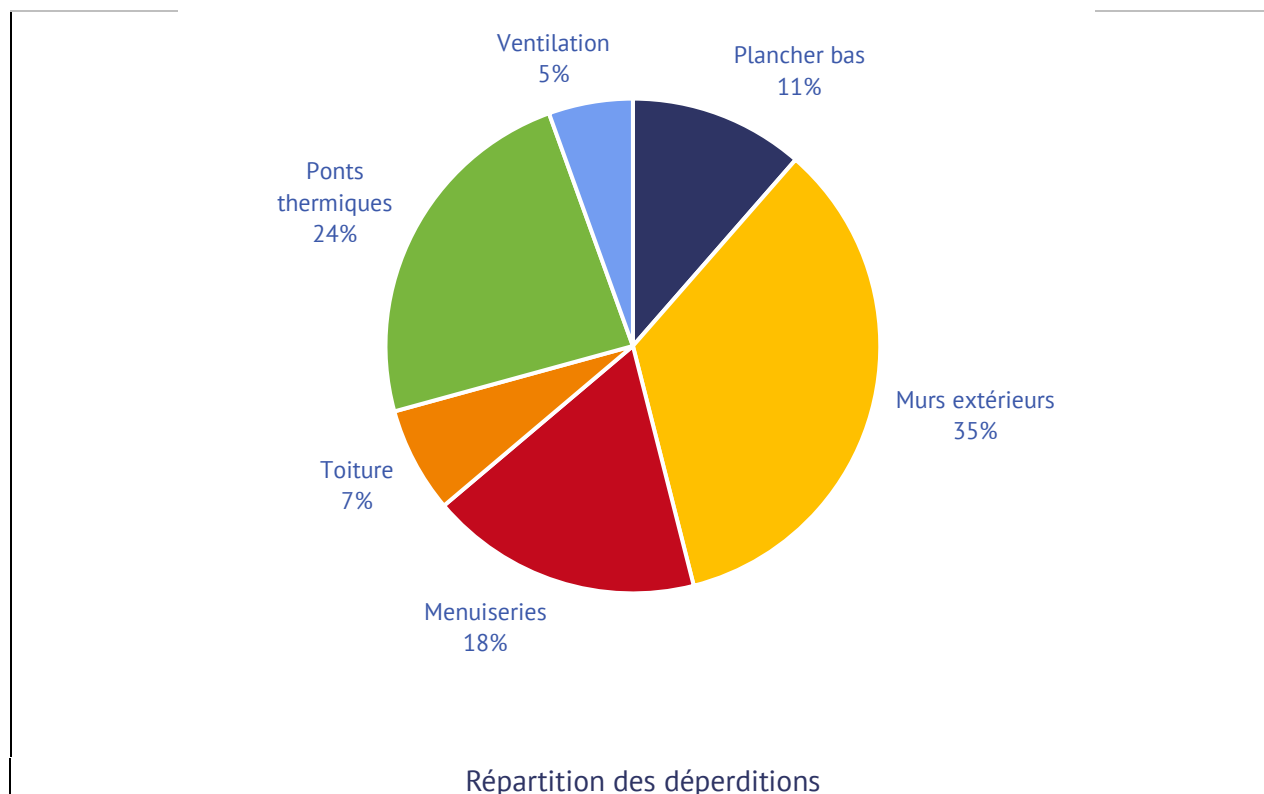
$$80 * (a + b)$$

Avec a en fonction de la zone climatique et b en fonction de l'altitude de la parcelle. Dans notre cas le bâtiment est situé en zone climatique H2-a avec une altitude inférieure à 400 mètres. Les coefficients sont donc pris comme tel : $a = 1.1$ et $b = 0$.

Ainsi l'objectif pour atteindre un niveau de consommation équivalent au label BBC rénovation, correspond à un coefficient Cep de 88 kWhEP/(m².an).

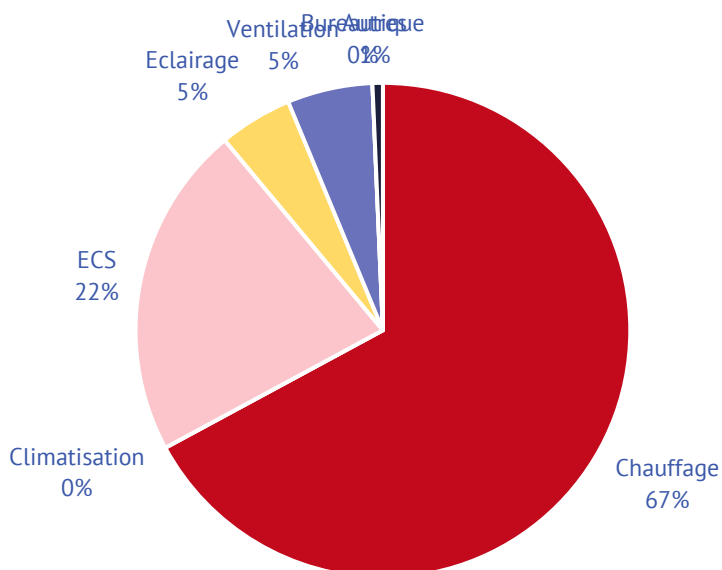
4.2. État actuel : résultats R_{Tex} – méthode Th-C-E ex

DÉPERDITIONS BÂTIMENT CHAMBRES			
Localisation	Surface (m²)	Coef de dép. (W/m².K)	Déperditions (kW)
Plancher bas	439,7	0,02	10,11847
Murs extérieurs	1267,49	0,02	30,64889
Menuiseries	257,28	0,06	15,75322
Toiture	526,03	0,01	6,11526
Ponts thermiques	2143,15	0,01	21,02877
DÉPERDITIONS VENTILATION			
Localisation	Débit (m³/h)		Déperditions (kW)
Ventilation	623,78		4,87795
BILAN DES DÉPERDITIONS			
TOTAL DÉPERDITIONS		88,54256kW	



RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS PAR POSTE BÂTIMENT CHAMBRES

Poste	Consommation annuelle (kWhEP/m²)
Chauffage	128,8
Climatisation	0
ECS	41,9
Eclairage	9,2
Ventilation	10,7
Bureautique	0
Autres	1,3
TOTAL DES CONSOMMATIONS	191,9 kWhEP/m²




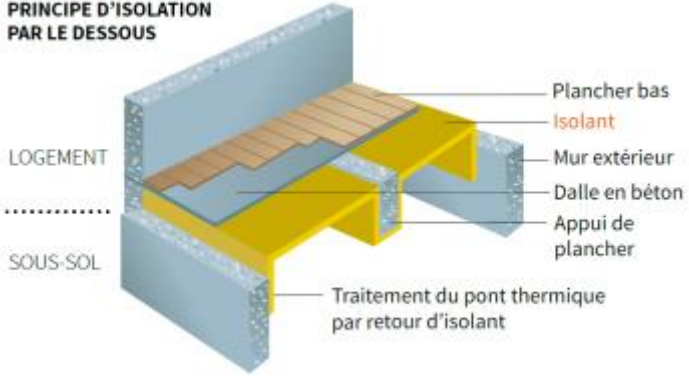
Répartition des consommations par poste

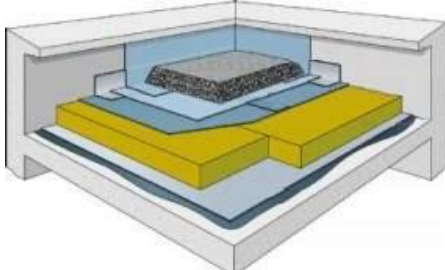
Bâtiment	Cep initial kWhEP/m²	U-bât initial W/(m².K)
Résidence	181.2	0.878

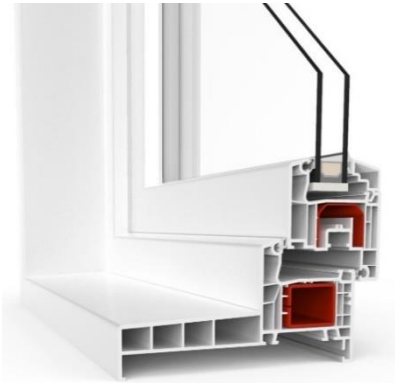
4.3. Préconisations

préconisations	Surface (m²) ou Quantité (u)	Prix/U (€ HT / U)	TVA	Coût (€ TTC)	Gain Cep (kWhEP/m²)	CEE
Enveloppe		Résidence				
Isolation thermique par l'extérieur des façades	2200	220 €	5,5%	510 620 €	34,7	BAR-EN-102
Isolation du plancher haut compris réfection de l'étanchéité	800	180 €	5,5%	151 920 €	4,3	BAR-EN-101
Isolation du plancher bas	800	100 €	5,5%	84 400 €	8,3	BAR-EN-103
Remplacement des menuiseries extérieures (sauf vitrages 4/16/4 existants)	100	600 €	5,5%	63 300 €	2,9	BAR-EN-104
Systèmes		Résidence				
Mise en place chaudières condensation	2	20 000 €	5,5%	42 200 €	22,5	BAR-TH-107
Mise en place VMC hygro A	2	16 000 €	10%	35 200 €	0	BAR-TH-127
Mise en place PAC en relève des chaudières	1	20 000 €	10%	22 000 €	27,1	BAR-TH-166
Mise en place PAC en remplacement des chaudières	1	#####	10%	176 000 €	29,3	BAR-TH-166
Installation de panneaux photovoltaïques : 12 kWc	12	2 000 €	20%	28 800 €	10,8	BAR-TH-162
remplacement des robinets thermostatiques	200	100 €	10%	22 000 €	22,3	BAR-TH-117
Exploitation		Résidence				
Sous-comptage et suivi quotidien / hebdomadaire / mensuel	1	10 000 €	10%	11 000 €	-	-

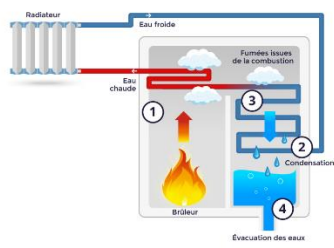
Action 2	Isolation des murs extérieurs avec finition enduit - Chambres -	
<p>Les travaux comprendront :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La mise en place des échafaudages - Les travaux préparatoires pour reprendre et nettoyer les parois existantes - La mise en œuvre d'une isolation thermique par l'extérieur avec un enduit sur isolant collé, calé-chevillé, ou fixé mécaniquement - Isolant avec une résistance thermique supérieure ou égale à 4 m²K/W 		
Avantages		<p>Amélioration du confort thermique estival et hivernal du bâtiment</p> <p>Diminution des pertes de chaleur et de la consommation d'énergie</p> <p>Rénovation des façades avec amélioration de l'étanchéité à l'eau</p> <p>Suppression des ponts thermiques du plancher et des refends</p> <p>Maintien du volume habitable actuel</p> <p>Revalorisation du patrimoine bâti</p> <p>Facile de mise en œuvre par rapport à l'ITI</p>
Conseils techniques		<p>Traiter si possible les ponts thermiques sur les linteaux, les appuis et les tableaux des menuiseries avec un retour d'isolant</p> <p>Traiter avec un revêtement résistant aux chocs et aux dégradations</p> <p>Traiter les points singuliers (descentes d'eau pluviales, retour sur les avancées des façades, etc.)</p>
Indicateurs de priorité	Très prioritaire	<p>Amélioration du confort thermique et valorisation du bâtiment. Les murs représentent 48% des déperditions. Aucune pathologie visible.</p>
Localisation		<p>Ensemble des parois verticales du bâtiment Chambres</p>

Action 4	Isolation du plancher bas sur vide sanitaire - bâtiments chambres	
<p>Les travaux comprendront :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La mise en place de panneaux d'isolants ayant une résistance thermique supérieure ou égale à 3 m²K/W - Le dévoiement des réseaux électriques au-dessus de l'isolant et le maintien de l'accès aux accessoires hydrauliques des réseaux de plomberie (vannes de coupure, d'équilibrage, etc.) 	<p>PRINCIPE D'ISOLATION PAR LE DESSOUS</p> 	
Avantages	Diminution des pertes de chaleur et de la consommation d'énergie	
Conseils techniques	Faire réaliser la pose par un professionnel certifié. Vérifier la hauteur sous dalle suffisante pour réaliser cette isolation	
Indicateur de priorité	Prioritaire	Le plancher bas représente environ 12% des déperditions des bâtiments studios
Localisation	Plancher bas des bâtiments chambres	


Action 6	Isolation de la toiture terrasse avec complexe d'étanchéité - bâtiment résidences	
<p>Les travaux comprendront :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La dépose et mise en réserve de la protection lourde gravillonnaire - La dépose et évacuation en décharge du complexe d'étanchéité existant - La fourniture et la pose d'un complexe d'étanchéité isolé au-dessus de la dalle béton avec finition bitumineuse ou protection lourde - Isolant avec résistance thermique supérieure à 6,5 m²K/W 		
Avantages	Amélioration du confort thermique et acoustique du bâtiment Diminution des pertes de chaleur et de la consommation d'énergie Faible surcoût en cas de réfection de l'étanchéité	
Conseils techniques	Prévoir un traitement des points singuliers (souche, évacuation des eaux pluviales, conduits de cheminée, etc.) Faire réaliser la pose par un professionnel certifié	
Indicateur de priorité	Prioritaire	Présence importante de mousse. La toiture est dans un état moyen, ce poste représente 8% des déperditions totale du bâtiment
Localisation	Toiture terrasse du bâtiment des chambres	

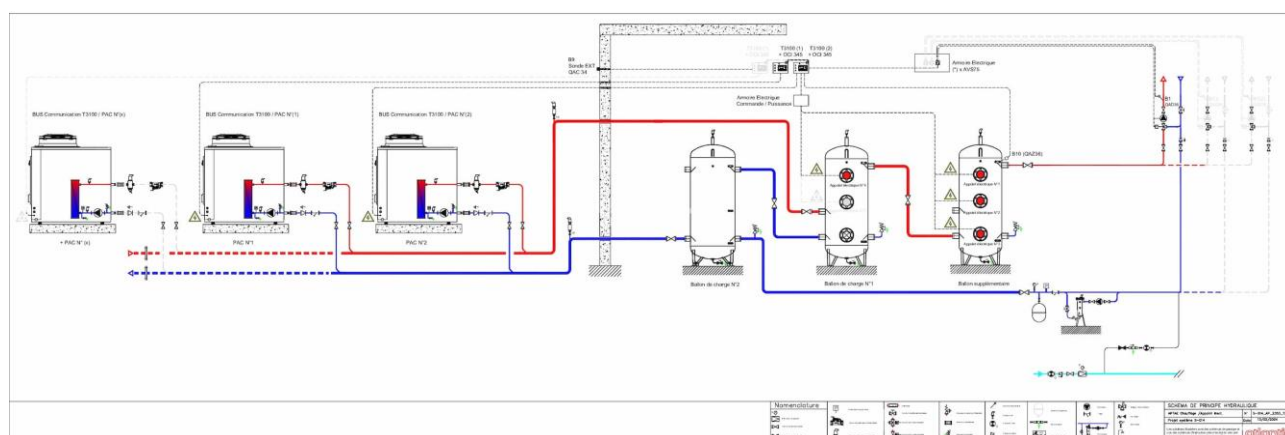
Action 8	Remplacement des menuiseries existantes par des menuiseries en châssis PVC - niveau très performant - Ensemble des menuiseries 4/12/4 du bâtiment chambres	
<p>Les travaux comprendront :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La dépose et évacuation des fenêtres, porte-fenêtre existantes - La mise en place de menuiseries d'un châssis PVC muni d'entrées d'air de typologie adapté à la ventilation - Double-vitrage certifié CEKAL et menuiseries à rupture de pont thermique pour une conductivité thermique optimum et classement acoustique adapté aux infrastructures environnantes 		
Avantages	<p>Amélioration du confort (diminution de l'effet paroi froide, confort acoustique)</p> <p>Diminution des pertes de chaleur et de la consommation d'énergie</p> <p>Suppression de la condensation sur le vitrage</p> <p>Diminution des infiltrations d'air</p> <p>Revalorisation du bien immobilier</p>	
Conseils techniques	<p>Vérifier l'état de conservation du dormant existant.</p> <p>Evaluer la pertinence d'un traitement solaire selon les orientations des façades</p> <p>Faire réaliser la pose par un professionnel certifié avec assurance</p> <p>Interaction importante : travaux d'isolation thermique par l'extérieur et travaux de ventilation du bâtiment</p>	
Indicateurs de priorité	<p>Très prioritaire</p>	<p>Menuiseries actuelles en bon état avec une performance moyenne mais représentent le deuxième poste de déperditions (environ 25%). Profiter de l'isolation par l'extérieur pour réaliser les retours d'isolant.</p>
Localisation	Ensemble des menuiseries 4/12/4 du bâtiment des chambres	

Action 10	Remplacement de la ventilation autoréglable en ventilation hygroréglable A - bâtiment chambres	
<p>Les travaux comprendront :</p> <p>Dépose de l'installation existante (caisson , bouches d'extraction, réseaux aérauliques)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ramonage des réseaux verticaux - Fourniture et pose de caissons d'extraction, de bouches d'extraction hygroréglables et d'entrée d'air autoréglables dans les studios - Fourniture et pose des réseaux aérauliques, tés de souches, pieds - Fourniture et pose de capteurs hygrométriques - Fourniture et pose d'extracteurs basse consommation - Raccordements électriques - Evaluation et reprise du détalonnage des portes intérieures et pose de seuil de porte si nécessaire 	 	
Avantages	<p>Amélioration du confort par le rétablissement des débits d'infiltration et d'extraction d'air adéquats dans les locaux</p> <p>Amélioration du confort acoustique des occupants</p> <p>Suppression des problèmes d'humidité dans les logements</p> <p>Préservation de la santé des occupants par un meilleur contrôle de l'hygrométrie</p> <p>Diminution de la consommation énergétique du bâtiment</p>	
Conseils techniques	<p>Interaction importante : travaux à associer à un remplacement des menuiseries, dans le cas d'un renforcement de l'étanchéité du bâtiment ou dans le cas de travaux d'isolation des murs par l'extérieur.</p>	
Indicateur de priorité	Prioritaire	Améliore grandement le confort des usagers
Localisation	Toiture et logements chambres	

Action 12	Remplacement des chaudières basse température en chaudières à condensation - bâtiment chambres	
<p>Les travaux comprendront :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La dépose et évacuation des équipements existants - La fourniture et la pose de chaudière gaz à condensation de puissance adaptée au besoin, équipée de brûleurs atmosphériques - Le remplacement des accessoires de production en chaufferie le nécessitant : pompes de charge, vannes, soupapes, thermomètre etc. 		
Avantages	<p>Forte amélioration du rendement de production Diminution du coût d'exploitation Diminution des charges de chauffage et d'eau chaude sanitaire</p>	
Conseils techniques	<p>Vérifier la compatibilité de l'installation avec la condensation : évacuation des condensats, adaptation ou tubage du conduit de fumées Dimensionnement de la chaufferie à revoir (amenée d'air, conduite de gaz, brûleurs etc.) Vérifier le dimensionnement des émetteurs pour optimiser la condensation.</p>	
Indicateur de priorité	Prioritaire	Afin de réduire considérablement la consommation pour le chauffage et l'ECS
Localisation	Chaufferie bâtiment chambres	

Action 14	Mise en place d'une pompe à chaleur air/eau en relève des chaudières gaz - bâtiment chambres	
<p>Les travaux comprendront :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La fourniture et pose d'une unité de pompe à chaleur air-eau en extérieure de puissance adaptée à l'ensemble des locaux à chauffer, de coefficient de performance saisonnière (SCOP) supérieur ou égal à 3 en haute température - La fourniture et pose d'un ballon tampon en chaufferie - La fourniture et la pose d'une chaudière gaz à condensation de puissance adaptée au nouveau besoin, équipée d'un brûleur atmosphérique qui servira en appoint et de secours total - Le raccordement en chaufferie au réseau d'eau chaude existant, compris percements, panoplie hydraulique, échangeur de chaleur, évacuation des condensats - La modification de la régulation permettant un fonctionnement alterné de la chaudière et de la PAC air-eau à partir d'un seuil de température réglable - Non compris remplacement des radiateurs existants du bâtiment par des radiateurs adaptés au régime de température choisie. 		
Avantages	<p>Grosse diminution des consommations d'énergie finale grâce à l'amélioration du rendement de production de chaleur (COP)</p> <p>Diminution de l'empreinte carbone et des consommations de gaz</p>	
Conseils techniques	<p>Limiter dans la conception le nombre d'unités extérieures à une seule</p> <p>Prêter attention à la gêne sonore</p> <p>A coupler obligatoirement à une amélioration de la performance du bâti pour baisser les régimes de température des corps de chauffe (radiateurs) et améliorer la performance de la PAC</p> <p>Vérifier l'espace disponible en chaufferie</p> <p>Dimensionner la PAC à 50% de la puissance nécessaire pour couvrir 80% des besoins.</p> <p>Dimensionner la chaudière à 100% de la puissance nécessaire pour servir d'appoint et de secours total</p>	
Indicateur de priorité	Prioritaire	L'installation d'une PAC permet de grosses économies d'énergie consommée
Localisation	Chaufferie du bâtiment chambres	

Action 15	Mise en place d'une pompe à chaleur air/eau en en remplacement de la chaufferie gaz - bâtiment chambres	
<p>Les travaux comprendront :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La fourniture et pose de plusieurs unités de pompe à chaleur air-eau en extérieure de puissance adaptée à l'ensemble des locaux à chauffer, de coefficient de performance saisonnière (SCOP) supérieur ou égal à 3 en haute température - La fourniture et pose de ballons tampon en chaufferie - La fourniture et la pose d'un échangeur à plaques pour la production d'ECS - Le raccordement en chaufferie au réseau d'eau chaude existant, compris percements, panoplie hydraulique, échangeur de chaleur, évacuation des condensats - Non compris remplacement des radiateurs existants du bâtiment par des radiateurs adaptés au régime de température choisie. 		
Avantages	Grosse diminution des consommations d'énergie finale grâce à l'amélioration du rendement de production de chaleur (COP). Forte diminution de l'empreinte carbone par l'abandon du gaz (économie sur l'abonnement).	
Conseils techniques	<p>Plusieurs unités en cascade pour éviter les fonctionnement à charge réduite. A coupler obligatoirement à une amélioration de la performance du bâti pour baisser les régimes de température des corps de chauffe (radiateurs) et améliorer la performance des PAC Vérifier l'espace disponible en chaufferie Emplacement extérieur à trouver (environ 100 m² ?) – bruit important (85 dB ?) Privilégier les PAC au propane (R290) plutôt au R32 : impact environnemental du fluide caloporteur beaucoup plus faible (PRG 3 au lieu de 675).</p>	
Indicateur de priorité	Prioritaire	L'installation d'une PAC permet de grosses économies d'énergie consommée
Localisation	Chaufferie du bâtiment chambres	



4.4. Scénarios

4.4.1. Notes sur le chiffrage

Le CROUS Bretagne ne collecte pas la TVA, les loyers perçus ne font pas l'objet d'une TVA.

De ce fait, il est le payeur in fine de la TVA : la dépense réelle pour le CROUS Bretagne est la dépense en € TTC.

Les montants indiqués sont les montants TRAVAUX en € TTC, incluant la réglementation fiscale actuellement applicable aux travaux de rénovation dans des immeubles d'habitation de plus de 2 ans :

- Taux normal à 20% pour les travaux neufs (extension, VRD...)
- Taux réduit à 10% pour les travaux d'entretien, amélioration...
- Taux réduit à 5,5% pour les dépenses liées à l'amélioration énergétique.

<https://bofip.impots.gouv.fr/bofip/9417-PGP.html/identifiant=BOI-TVA-LIQ-30-20-95-20140225>

Vérifier si le CROUS Bretagne peut bénéficier des dégrèvements de TFPB bénéficiant aux organismes HLM :

<https://bofip.impots.gouv.fr/bofip/2371-PGP.html/identifiant=BOI-IF-TFB-50-20-20-20160706>

Les montants indiqués NE comprennent PAS le montant des honoraires (MOE, CTC, CSPS, etc.) et aléa.

Les CEE sont estimés avec un prix de vente aujourd'hui constaté de 8,10 € / MWhcumac.

Les économies d'énergies sont valorisées avec un prix de **0,16 € / kWhEP** qui correspond, en ordre de grandeur, aux prix constatés sur factures (électricité 0,40 € / kWh ; gaz réseau 0,15 € / kWhPCS).

4.4.2. Résultats RTex – méthode Th-C-E ex

Scénario 1 : Cep -35%	Etat Existant			Etat Projet				
	Cep	Ubat	GES	Cep	Ubat	GES	Gain Cep	Gain Ubat
Résidence	181	0,88		117	0,55		35,2%	36,9%
Scénario 2 : Cep -55%	Etat Existant			Etat Projet				
	Cep	Ubat	GES	Cep	Ubat	GES	Gain Cep	Gain Ubat
Résidence	181	0,88		86	0,35		52,6%	60,4%
Scénario 3 : BBC	Etat Existant			Etat Projet				
	Cep	Ubat	GES	Cep	Ubat	GES	Gain Cep	Gain Ubat
Résidence	181	0,88		56,5	0,35		68,8%	60,4%

Ici le Scénario 2 atteint déjà le niveau BBC, c'est-à-dire Cep < 88, même si le gain n'est pas tout à fait de 55%.

Pour cette raison, nous présentons en Scénario 3 un résultat beaucoup plus ambitieux que le niveau BBC, avec un gain sur Cep proche de 70%.

4.4.3. Propositions

préconisations	Coût (€ TTC)	Gain Cep (kWhEP/m²)	CEE	CEE (€ estimé)	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Enveloppe				Résidence			
Isolation thermique par l'extérieur des façades	510 620 €	34,7	BAR-EN-102	23 166 €	x	x	x
Isolation du plancher haut compris réfection de l'étanchéité	151 920 €	4,3	BAR-EN-101	9 072 €		x	x
Isolation du plancher bas	84 400 €	8,3	BAR-EN-103	5 767 €		x	x
Remplacement des menuiseries extérieures (sauf vitrages 4/16/4 existants)	63 300 €	2,9	BAR-EN-104	2 511 €		x	x
Systèmes				Résidence			
Mise en place chaudières condensation	42 200 €	22,5	BAR-TH-107	éligibilité à vérifier	x	x	
Mise en place VMC hygro A	35 200 €	0	BAR-TH-127	22 423 €	x	x	x
Mise en place PAC en relève des chaudières	22 000 €	27,1	BAR-TH-166	26 536 €			
Mise en place PAC en remplacement des chaudières	176 000 €	-29,3	BAR-TH-166	40 751 €			x
Installation de panneaux photovoltaïques : 12 kWc	28 800 €	10,8	BAR-TH-162	uniquement pour panneaux PV + thermique		x	x
remplacement des robinets thermostatiques	22 000 €	22,3	BAR-TH-117	1 706 €	x	x	x
Exploitation				Résidence			
Sous-comptage et suivi quotidien / hebdomadaire / mensuel	11 000 €	-	-		x	x	x
GAZ factures 2023	63 541 €			Arrondi	8 980 €	560 €	6 760 €
ELEC factures 2023	60 576 €			Coût € TTC :	630 000 €	950 000 €	1 090 000 €
TOTAL factures 2023	124 117 €			CEE estimés :	50 000 €	70 000 €	110 000 €
				économie/an :	24 703 €	36 939 €	48 284 €
				soit /facture 2023 :	20%	30%	39%

L'économie / an sur les factures d'énergie est estimée à partir du calcul réglementaire (gain sur Cep).
L'économie réelle en kWh facturés peut être supérieure ou inférieure suivant les conditions d'occupation réelles.
NB : le montant facturé en électricité 2023 est anormalement élevé ; il comprend un rattrapage sur des relevés de consommation non faits en 2022.

NOTA BENE Scénario 3 : la faisabilité du remplacement complet du gaz (chauffage + ECS) par une PAC devra faire l'objet d'une étude plus détaillée que cet audit énergétique :

- Efficacité réelle d'une PAC « haute température » pour produire l'Eau Chaude Sanitaire.
- Radiateurs actuels : pour que la PAC ait une bonne efficacité il faut diminuer la température d'eau de chauffage. Donc on réduit la puissance des radiateurs, ce qui est possible quand on a réduit les déperditions (par la ré-isolation du bâtiment), mais doit être vérifié en conception.
- Le coût d'un éventuel remplacement des radiateurs n'est donc pas inclus. Au demeurant, l'intégration d'un modèle plus grand peut être problématique dans les chambres.
- Emplacement groupe extérieur : en toiture ? (contrainte de poids) en extérieur ? (contrainte de bruit)

Privilégier un fonctionnement au **R290 (propane)** plutôt que le « standard » R32, et surtout pas le R410A (rendu obsolète pour les machines neuves par la directive européenne F-Gas).

D'autres solutions plus « vertueuses », mais plus coûteuses en investissement, pourraient être envisagées :

- PAC géothermique,
- Biomasse.