REHABILITATION
ET RESTRUCTURATION

Résidence Etudiante BOURGONNIER MADELEINE

ANGERS (49)

AUDIT ENERGETIQUE

Maître d'Ouvrage
CROUS NANTES – Pays de la Loire
2 bd Guy Mollet
44042 Nantes

Maître d'Œuvre
VIGNAULT x FAURE
23 rue Louis Lumière
44000 Nantes

Bureau d'Etudes Fluides
ISOCRATE
6 rue des Sassafras
44300 NANTES
Téléphone : 02.51.89.77.50
Courriel : infos@isocrate.com

Dossier n° 24.0450
Réf. TB.

JUIN 2026

SOMMAIRE

0 - GENERALITES 2
0.02 - Documents fournis 2
0.03 - Légende des pictogrammes 2
0.04 - Présentation de l'opération 3
0.05 - Zone climatique du site 3

1 - DIAGNOSTIC DU BATIMENT ET DES SYSTEMES 4
1.01 - Caractéristiques de l'enveloppe 4

2 - DEPERDITIONS DU BATIMENT 6
2.01 - Bâtiment : 6

3 - COEFICIENT DE DEPERDITION 6

4 - RESULTATS DE L'ETAT EXISTANT 6
4.01 - Analyse des consommations 6
4.02 - Détail des consommations – Méthode Mensuelle 7

5 - ANALYSE CRITIQUE DE LA CHAUFFERIE EXISTANTE 7

6 - PRECONISATION DE TRAVAUX 8
6.01 - Isolation thermique par l'extérieur (ITE) des murs extérieurs en parpaing 8
6.02 - Remplacement des menuiseries 9
6.03 - Remplacement robinets thermostatiques et tés de réglage 10
6.04 - Synthèse des résultats par préconisation 11
6.05 - Scénario de travaux pressenti 14

7 - CONCLUSIONS 16

0 - GENERALITES

0.01 - Objectif

Le présent document a pour objet de définir la mission confiée au Bureau d'Études Techniques ISOCRATE pour la réalisation d'un audit énergétique dans le cadre de la réhabilitation de la résidence étudiante Bourgonnier et Madeleine, situé à ANGERS (49).

Cette mission a été réalisée suivant les objectifs suivants :

- Rénovation énergétique e amélioration des performances thermiques.

Ce rapport permettra de dresser une analyse critique du système mis en place et les propositions d'améliorations éventuelles qui en découlent. Il présentera également les solutions techniques et économiques envisagées pour répondre à cet objectif.

Méthodes de calcul :

- **Méthode mensuelle** : La méthode mensuelle est une approche comportementale. La consommation énergétique du modèle de calcul se rapproche au plus près de la consommation réelle du bâtiment étudié.
- **THCEex** : La méthode Th-CE-Ex est principalement utilisée pour les bâtiments existants soumis à des travaux de rénovation énergétique et pour les bâtiments neufs soumis à la réglementation thermique RT 2012. Elle offre une approche plus détaillée et précise de la performance énergétique du bâtiment en prenant en compte des éléments tels que l'enveloppe du bâtiment, les systèmes de chauffage, de refroidissement et de ventilation, ainsi que les équipements et les comportements énergétiques des occupants.

0.02 - Documents fournis

Les documents fournis pour cette étude sont les suivants :

- Carnet de plans de l'existant.
- DOE de l'existant.
- Etudes thermiques règlementaires de l'existant.

0.03 - Légende des pictogrammes

Les pictogrammes suivants permettront d'aiguiller le Maître d'Ouvrage sur les améliorations à envisager :

Légende	
Amélioration nécessaire	
Amélioration conseillée	
Amélioration facultative	

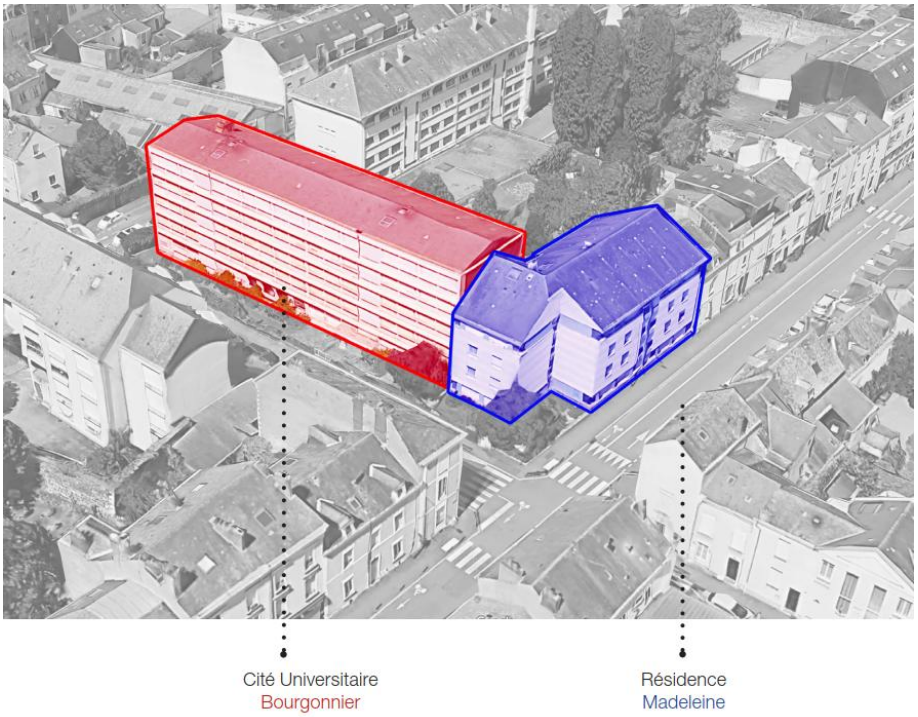
0.04 - Présentation de l'opération

0.04.01 - Description de l'opération

La présente étude a pour objectif l'étude énergétique de l'ensemble de la résidence étudiante BOURGONNIER MADELEINE.

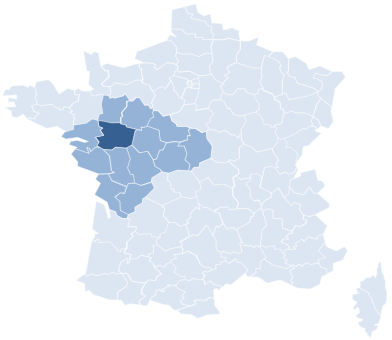
Surface totale	SHON
4 733,06 m²	5 680,32 m²

0.04.02 - Plan de repérage



0.05 - Zone climatique du site

Département sélectionné :		Maine et Loire
Numéro	:	49
Bordure de mer	:	Zone intérieure
Altitude (m)	:	12
Zone climatique	:	H2b
Température extérieure	:	-7°C
Température moyenne	:	12°C



1 - DIAGNOSTIC DU BATIMENT ET DES SYSTEMES

1.01 - Caractéristiques de l'enveloppe

Légende	
Amélioration nécessaire	
Amélioration conseillée	
Amélioration facultative	

Bâtiment BOURGONNIER :

Paramètre	Description	Performance thermique U (W/m².K)	Coef. U (W/m2.K) RT Bâtiment existant TH-C-E ex	Performance	Avis
Mur extérieur	Panneaux sandwichs isolés	0,456	≤ 0,35		
Mur extérieur	Ossature légère rapportée + Isolation (hypothèse)	0,285	≤ 0,35		
Toiture terrasse RDC	Plancher lourd non isolé	10,52	≤ 0,30		
Comble perdus	Plancher léger isolé avec laine de verre déroulée 180 à 200mm	0,200	≤ 0,21		
Sur sous-sol	Plancher lourd béton avec flocage de 3cm	1,117	≤ 0,37		
Plancher sur hall et espaces RDC	Plancher lourd + isolation acoustique en sous face, thermique non vérifié	0,913	≤ 0,37		
Bois simple vitrage RDC	Menuiserie bois simple vitrage sans protection	3,5	≤ 1,9		
Menuiseries PVC	Menuiserie PVC double vitrage sans protection	1,8	≤ 1,9		
Vélux désenfumage bois	Menuiserie bois	2,5	≤ 1,9		

Bâtiment MADELEINE :

Paramètre	Description	Performance thermique U (W/m².K)	Coef. U (W/m2.K) RT Bâtiment existant TH-C-E ex	Performance	Avis
Mur extérieur	Maçonnerie + Isolation intérieure 100mm (hypothèse suivant plans)	0,385	≤ 0,35		
Comble perdus	Plancher léger isolé avec laine de verre déroulée 120mm	0,329	≤ 0,21		
Plancher sur extérieur	Plancher lourd + isolation en sous face	0,444	≤ 0,37		
Plancher sur hall	Plancher lourd + isolation en sous face	0,222	≤ 0,37		
Menuiseries PVC	Menuiserie PVC double vitrage sans protection	1,8	≤ 1,9		
Vélux désenfumage bois	Menuiserie bois – mauvaise étanchéité	2,5	≤ 1,9		

2 - DEPERDITIONS DU BATIMENT

2.01 - Bâtiment :

Les déperditions du bâtiment ont été calculées avec le logiciel BATI AUDIT V.1.2.0 du 13/02/2025.
Déperditions thermiques selon la méthode mensuelle :

Déperditions du bâti	Total
Estimation des déperditions	180,6kW
Déperditions moyennes	1,75 W/m².C

	Déperditions (W/°C)
Murs extérieurs	757,48
Murs intérieurs	64,96
Total Murs	822,44
Planchers	312,69
Plafonds	188,46
Vitrages	1248,76
Portes	21,42
Linéiques L8	231,77
Linéiques L9	1049,03
Liaisons murs/baies	346,68
Autres ponts thermiques	270,85



3 - COEFICIENT DE DEPERDITION

Le coefficient de déperdition du bâtiment Ubat est une moyenne pondérée de l'ensemble des coefficients de déperdition des parois et des linéiques.
Au vu des relevés effectués sur site, nous obtenons un coefficient Ubat de :

- **1,275 W/m². °C**

Ces valeurs sont assez hautes et montrent un manque d'isolation du bâtiment sur certains postes.
Les déperditions présentées ci-dessus ne peuvent être prises pour une puissance installée. Pour cela, elles devront être majorées d'une surpuissance.

4 - RESULTATS DE L'ETAT EXISTANT

4.01 - Analyse des consommations

4.01.01 - Degrés-jour unifiés (DJU)

La différence entre la température du local (base : 18°C) et la température extérieure moyenne d'une journée s'appelle en effet « degré-jours unifiés » (DJU). Les degré-jours s'additionnent sur une année et sont représentatifs des consommations d'énergie pour le chauffage.

Les DJU sont récapitulés ci-dessous pour chaque mois. Il s'agit des DJU allant sur la période 2022-2024 :

DJU	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
2024	365	232	248	184	105	62	29	30	80	121	256	337	2 046
2023	342	313	246	202	96	21	25	22	28	107	223	287	1 911
2022	392	270	230	191	86	37	24	11	73	65	199	369	1 947

4.01.02 - Energie sur site

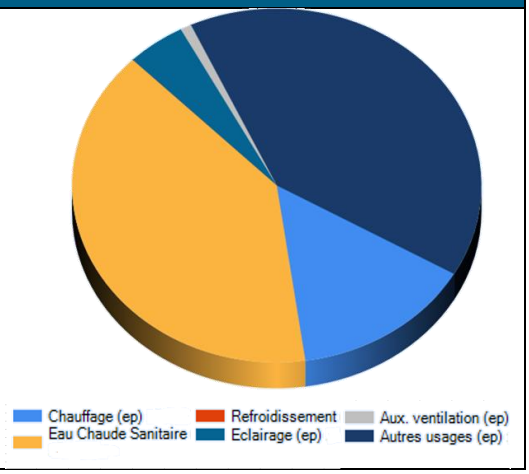
La production de chauffage et d'ECS est assurée au moyen d'une production collective par réseau d chaleur.
Cette installation a été réalisée récemment avec la première phase de travaux.

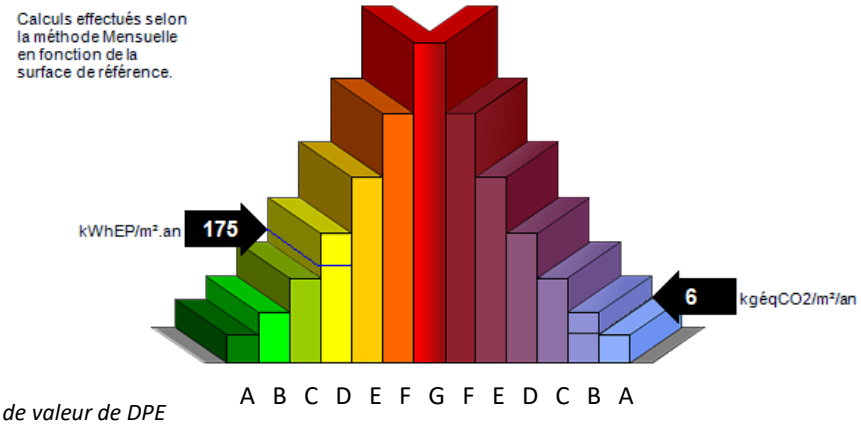
4.02 - Détail des consommations – Méthode Mensuelle

La méthode mensuelle est une approche comportementale. Les différents postes de consommation énergétique du modèle de calcul se rapprochent au plus près de la consommation réelle du bâtiment étudié.

Surface de référence : 4 733,6 m²

Détail des consommations	Energie finale kWh/an	Energie primaire kWhEP/an/m²	Dépense €	Consommations
CHAUFFAGE				
Réseau chaleur	138 097,0	29,2	6 960,09	
ECS				
Réseau chaleur	320 074,2	67,6	16 131,74	
REFROIDISSEMENT				
Electricité	0	0	0,0	
ECLAIRAGE				
Electricité	16 245,7	7,9	2 425,78	
VENTILATION & AUXILIAIRES				
Electricité	1 072,2	0,5	457,81	
Electricité	3 066,0	1,5	160,10	
AUTRE USAGE				
Electricité	140 557,7	68,3	20 987,85	
TOTAL	**596 980,0**	**175,0**	**47 138,68**	





**Etiquette n'ayant pas de valeur de DPE*

5 - ANALYSE CRITIQUE DE LA CHAUFFERIE EXISTANTE

Les installations en chaufferie sont en cours de rénovation pour permettre un raccordement au réseau de chaleur urbain de la ville.

6 - PRECONISATION DE TRAVAUX

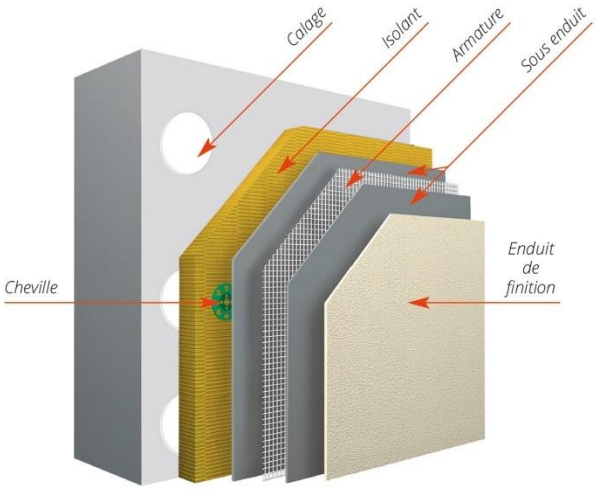
Le montant global de chaque préconisation est donné à titre d'estimation. Ces estimations comprennent la fourniture et la main d'œuvre. Les prix seront à conforter lors de la suite des études de conception.

6.01 - Isolation thermique par l'extérieur (ITE) des murs extérieurs en parpaing

Les isolants seront les suivants. (Repérage suivant plans architectes)

Parois	Performance thermique	Performance thermique minimale à respecter suivant fiche CEE BAT-EN-102
BOURGONNIER/MADELEINE Mur extérieur avec ITE enduit (**RENOVE**)	R=4,7 W/m².°C 16cm *FKD MAX C2*	*R ≥ 3,70 m².°C/W*
MADELEINE Mur extérieur avec ITE bardage bois (**RENOVE**) (ITI en sous bassement)	R=5,0 W/m².°C *16cm SMARTFACADE 32 BR* (R=2,5 W/m².°C) (*100mm laine minérale)*	*R ≥ 3,70 m².°C/W*
BOURGONNIER Mur extérieur avec ITE et remplissage ossature 220mm ouate de cellulose (**RENOVE)**	R=5,35 W/m².°C	*R ≥ 3,70 m².°C/W*

Quantité/Surface : 1822m²
Gain énergétique : 9,7%
Estimation investissement : 273 500€ HT
Temps de retour brut : >50 ans



Objectif / Avantage :

- Limiter les déperditions thermiques
- Traitement de ponts thermiques
- Réduction des besoins en chauffage
- Diminution des factures de chauffage
- Amélioration du confort des occupants

Contraintes / Inconvénients :

- Dépose/repose des équipements muraux (eaux pluviales, électriques, …) ;
- Investissement.

6.02 - Remplacement des menuiseries

Une partie des menuiseries du bâtiment sont d'origine et correspondent à un autre poste de déperdition important. Il est proposé de les remplacer pour améliorer leurs performances thermiques et l'étanchéité du bâtiment.
Ces vitrages anciens sont également une source d'inconfort dans les espaces de vie avec une surchauffe en été.
Les performances sont les suivantes :

Parois	Performance thermique	Performance thermique minimale à respecter suivant fiche CEE BAR-EN-104
Menuiseries Fenêtres et portes-fenêtres **RÉNOVÉES** *Alu Double vitrage faiblement émissif lame argon*	Uw: 1,30 W/m².°C *Facteur solaire Sw: 0,45* *Fact. de transmis. Lum TLw: 0,5*	Porte-fenêtres: *Uw ≤ 1,70 W/m².°C* *Sw avec protection* ≥ 0,36
Menuiseries type châssis fixes **RÉNOVÉES** *Alu Double vitrage faiblement émissif lame argon*	Uw: 1,50 W/m².°C *Facteur solaire Sw: 0,5* *Fact. de transmis. Lum TLw: 0,5*	Porte-fenêtres: *Uw ≤ 1,70 W/m².°C* *Sw avec protection* ≥ 0,36
Volets roulants **REMPLACÉS** Commandes électriques filaire	Facteur solaire avec protection: Sw ≤ 0,03	-

Quantité/Surface : 264,34 m²
Gain énergétique : 4,6%
Estimation investissement : 130 000€ HT
Temps de retour brut : >50 ans

Objectifs / Avantages :

- Amélioration de l'étanchéité.
- Limiter les déperditions thermiques.
- Réduction des besoins en chauffage.
- Diminution des factures de chauffage.
- Amélioration du confort des occupants.

6.03 - Remplacement robinets thermostatiques et tés de réglage

Pour améliorer le rendement et la régulation de l'installation de chauffage, il est préconisé le remplacement des robinets thermostatiques et les tés de réglages des radiateurs.

Les travaux comprendront :
- Installation/remplacement de robinets thermostatiques sur les radiateurs (7 radiateurs).
- Maintien des réseaux de chauffage existants.

Paramètre	Description	Exemple
Production **Conservée**	Réseau de chaleur	Réseau d'Orgemont - Angers
Programmation **RÉNOVÉE**	Programmation de chauffage en fonction de la température extérieure	-
Émission C**onservée**	Radiateurs acier	-
Régulation chaufferie **RÉNOVÉE**	Pompes électroniques à économie d'énergie	GUNDFOS type Alpha2
Régulation terminale **RÉNOVÉE**	Robinets thermostatiques avec variation temporelle certifiés ≤ 0,2°C.	COMAP type Sensity M30

Gain énergétique : 0,6%
Estimation investissement : 42 750€ HT
Temps de retour brut : >50 ans

Objectifs / Avantages :

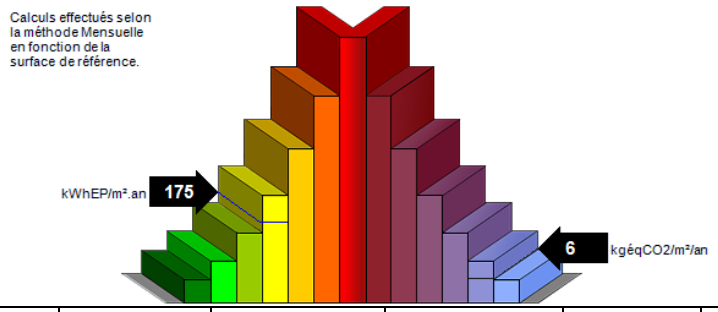
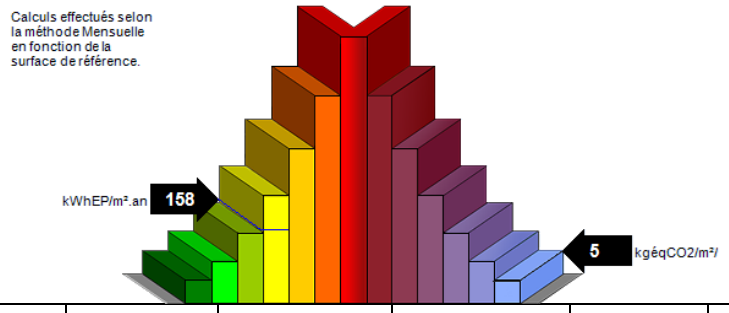
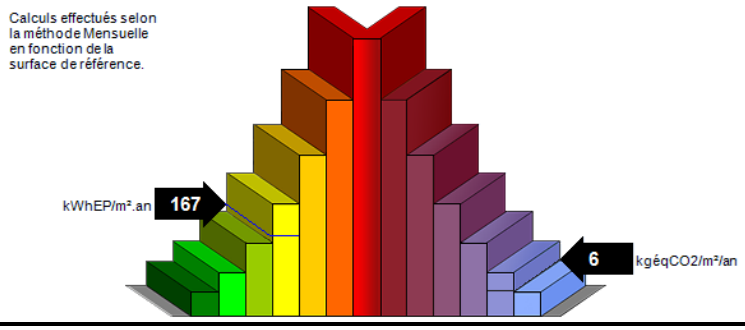
- Meilleure régulation de l'installation.
- Diminution des consommations et factures de chauffage.

Contraintes / Inconvénients :

6.04 - Synthèse des résultats par préconisation

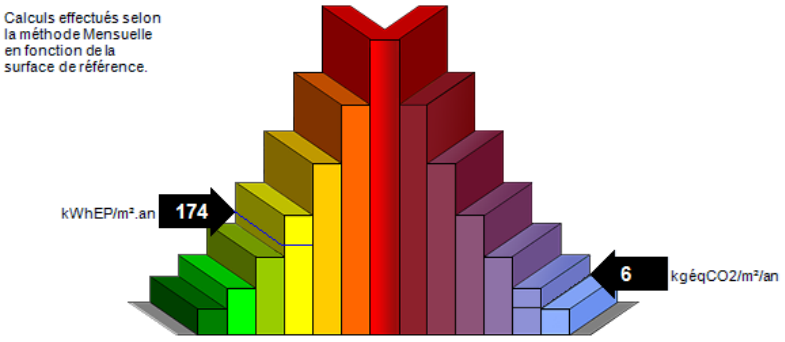
L'ensemble des préconisations d'améliorations présentées ont été analysées individuellement afin d'évaluer les gains énergétiques liés à chacune des actions.

Remarque :
Les prix et chiffrages indiqués ne sont que des hypothèses, ils devront être confirmés par devis de professionnels.

Vue énergétique et environnementale							
N°	**Préconisation**	**Total EP (MWh)**	**Total EP (kWh/m².an)**	**Economie EP (kWh/m².an)**	**Economie EP(%/an)**	**Total GES (Kg/m².an)**	**Economie de GES (%/an)**
0	Etat Initial	828,4	175			6,3	
Etiquette énergétique 							
1	Isolation Extérieure	747,9	153	22	12,57%	5,4	14,29%
Etiquette énergétique 							
2	Remplacement des fenêtres	790,5	167	8	4,57%	6	4,76%
Etiquette énergétique 							

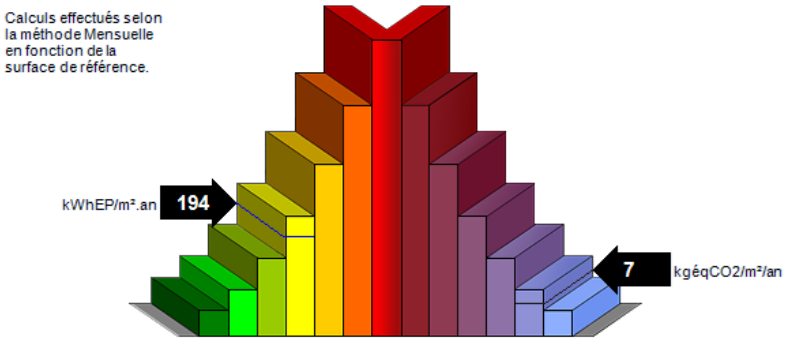
3	Robinets th	823,6	174	1	0,57%	6,3	0,00%

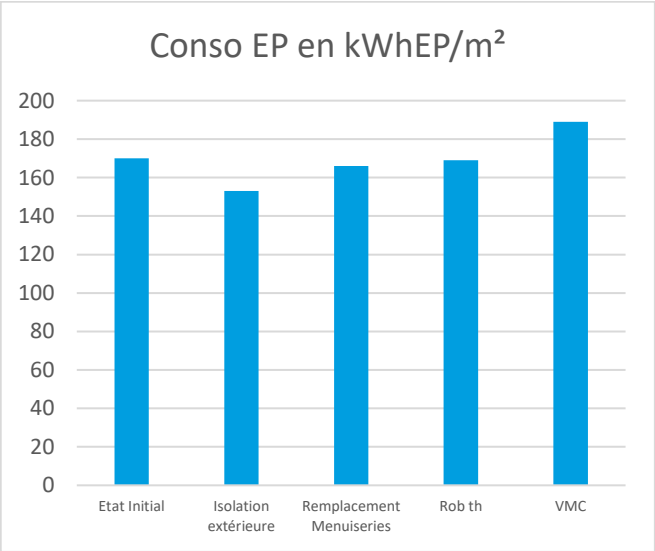
Etiquette énergétique

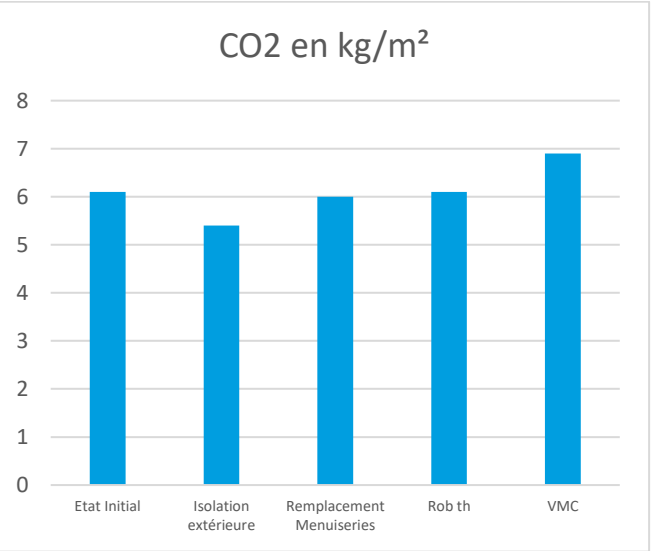


4	Ventilation	918,3	194	-19	-10,86%	7,2	-14,29%

Etiquette énergétique







6.04.01 - Economie Globale projet :

Vue économique Globale					
N°	**Préconisation**	**Coût travaux (€ TTC)**	**Conso annuelle (€/an)**	**Economie réalisée (%/an)**	**Temps de retour brut (années)**
0	Etat Initial	-	47 138,70		
1	Isolation extérieure	273 500,00	43 051,10	8,7%	>50 ans
2	Remplacement Menuiseries	130 000,00	45 279,80	3,9%	>50 ans
3	Chaufferie + rob th	42 750,00	46 924,70	0,5%	>50 ans
4	Ventilation	100 000,00	51 740,40	-9,8%	N/A

L'isolation thermique par l'extérieur à un fort impact sur les économies d'énergie et les réductions de gaz à effet de serre. Cependant, le coût de travaux ainsi que l'impact sur site lors des travaux ne sont pas à négliger.
Le remplacement des organes de régulation sur les radiateurs reste la solution avec le moins d'investissement, mais au vu de la réfection de la production de chauffage récente, ces travaux ne permettent pas un gain énergétique très important.

6.05 - Scénario de travaux pressenti

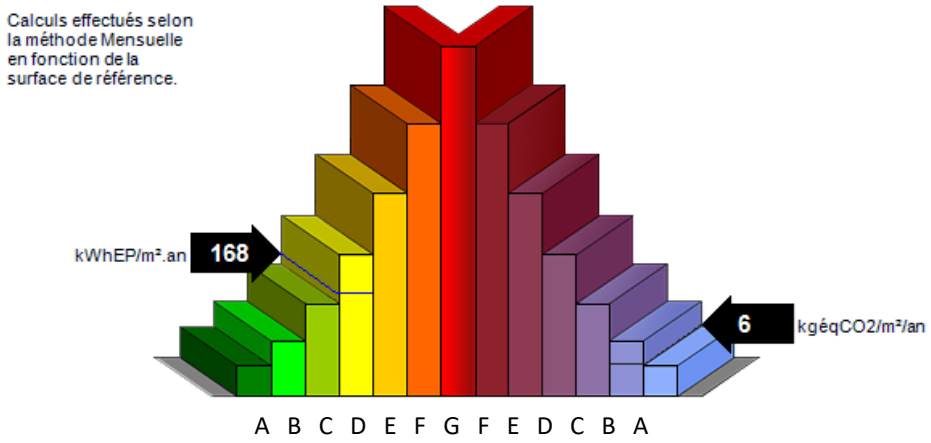
Le scénario de base pressenti pour le projet de rénovation consiste en l'addition des travaux présentés précédemment.

Dans ce scénario, il sera mis en place une isolation thermique par l'extérieur, un remplacement des menuiseries les plus anciennes et un remplacement des panoplies de pompes en chaufferie et des têtes thermostatiques plus tés de réglage des radiateurs.

Les résultats des calculs énergétiques sont les suivants :

Résultats méthode mensuelle :

N°	Préconisation	Total EP (MWh)	Total EP (kWh/m².an)	Economie EP (kWh/m².an)	Economie EP(%/an)	Total GES (Kg/m².an)	Economie de GES (%/an)
0	Etat Initial	828,4	175			6,3	
1	ITE + Men + Rob th + Ventil	795,2	168	7	4,00%	4,3	31,75%



Résultats méthode THCEex :

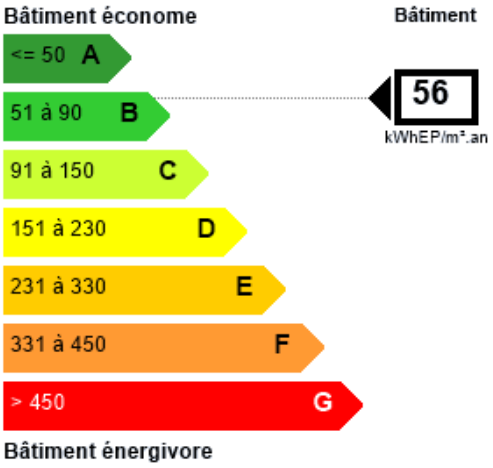
N°	Préconisation	Total EP (MWh)	Total EP (kWh/m².an)	Economie EP (kWh/m².an)	Economie EP(%/an)	Total GES (Kg/m².an)	Economie de GES (%/an)
0	Etat Initial	412,5	87,2			6,5	
1	ITE + Men + Rob th + Ventil	265,6	56,1	31,1	35,67%	4,3	33,85%

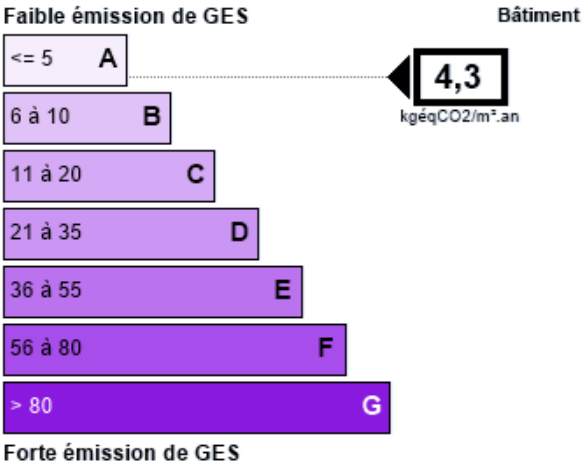
Exigences et objectifs RT existante :

- **Ubat = 0,548 < Ubat Max. = 2,666** *(Gain = 79,4%)*
- **Cep = 56,12 < Cep réf = 73,57** *(Gain = 23,7%)*
- **Cep initial = 87,15 < Cep projet = 56,12** *(Gain = 35,6%)*

Ce scénario permet d'atteindre les exigences de la RT existante en rénovation.

Etiquette énergétique :





Suivant la méthode THCEex applicable sur le projet de rénovation, l'étiquette énergétique après travaux est en catégorie B.

7 - CONCLUSIONS

Cette étude a permis de mettre en avant le fait qu'à l'état actuel, le bâtiment n'est pas suffisamment isolé avec des menuiseries encore anciennes et peu performantes pour certaines.
Une amélioration des performances des menuiseries peut être envisagée pour améliorer l'enveloppe globale des bâtiments car certaines n'ont jamais été remplacées.
La réalisation d'une isolation par l'extérieur permettrait également d'améliorer les performances du bâti et de réduire les déperditions.
Des travaux sont déjà en cours pour un remplacement des chaudières vers un raccordement au réseau de chaleur urbain.
Un complément par remplacement des organes de régulation sur les radiateurs (tés de réglages, robinets thermostatiques) permettrait de compléter les améliorations du nouveau système de chauffage.

A la suite de ce diagnostic, nous proposons un bouquet de travaux comprenant:

- Isolation thermique par l'extérieur.
- Remplacement des menuiseries.
- Remplacement des tés de réglages et robinets thermostatiques sur les radiateurs.
- Remplacement des systèmes de ventilation

Avec ces travaux nous estimons un gain sur les consommations d'énergie de l'ordre de 4,0% suivant la méthode de calcul mensuelle.
La part d'émissions de CO2 est également réduite d'environ 31,75%.

Au cas par cas, les travaux d'isolation sont les plus onéreux mais permettent le gain le plus important sur les économies d'énergies. Le remplacement de menuiserie reste une action intéressante pour le confort des occupants. Il a été remonté un inconfort l'été (chaleur) et pendant l'hiver (froid). Leur remplacement permettra d'améliorer les performances des vitrages ainsi que l'étanchéité des ouvrages.

La classe B est atteinte suivant le calcul en THCEex applicable sur le projet.