

Audit énergétique

DOSSIER ENERGETIQUE – AUDIT

TNN013 – Hôpital de TENON – Bâtiment Proust

EMETTEURS

Florian WILLERVAL

Energy Manager – Advizeo

Bastien RINGES

Expert STD – Advizeo

Clarisse MANTEAU

Directrice de projet – Advizeo

DESTINATAIRE

Régis PATRAT

Ingénieur énergies et construction
durable

Direction des Investissements et des
Services Numériques

AP-HP Sorbonne Université

Production et vérification du document

Le présent document a été rédigé et validé par les personnes suivantes :

Prénom & Nom	Fonction	Rôle
Florian WILLERVAL	Energy Manager	Rédaction
Bastien RINGES	Expert STD	Rédaction
Clarisse MANTEAU	Directrice de projet	Validation

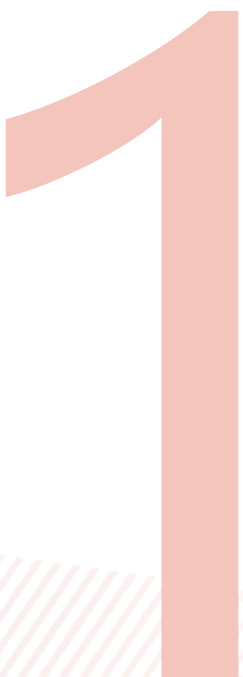
Historique des versions émises :

Nom	Date	Modifications principales
APHP_TENON_Audit_énergétique_Proust_V1	31/07/2025	-

Sommaire

1.	Objet du document.....	5
2.	Rappel de la situation actuelle	5
2.1.	Consommations annuelles du bâtiment	5
3.	Actions Préconisées	7
3.1.	Synthèse des Préconisations	8
4.	Scénarisation	9
4.1.	Synthèse énergétique et économique des scénarios	10
4.2.	Impact sur la performance.....	11
5.	Etude du coût global	12
6.	décret tertiaire	17
7.	Conclusion generale	19
8.	Hypothèses de calcul	20
8.1.	Donnees économiques	20
8.2.	Facteurs de conversions	20
8.3.	Données météorologiques	20
9.	ANNEXES	21
9.1.	Fiches actions	21
9.2.	Subventions et aides.....	32
	Contacts	33

Objet du document



1. OBJET DU DOCUMENT

Le présent document complète l'étude initiale présentée dans le rapport APHP_TENON_Etat_des_lieux_Proust. Il a permis d'établir une description de l'état initial du bâtiment d'un point de vue des systèmes et du bâtiment.

Le rapport d'audit énergétique a pour objectifs d'identifier et de détailler les actions de sobriété et d'efficacité énergétique pertinentes sur le site, en fournissant une évaluation technico-économique incluant les coûts d'investissement, les gains (énergétiques et environnementaux) attendus et les temps de retour associés.

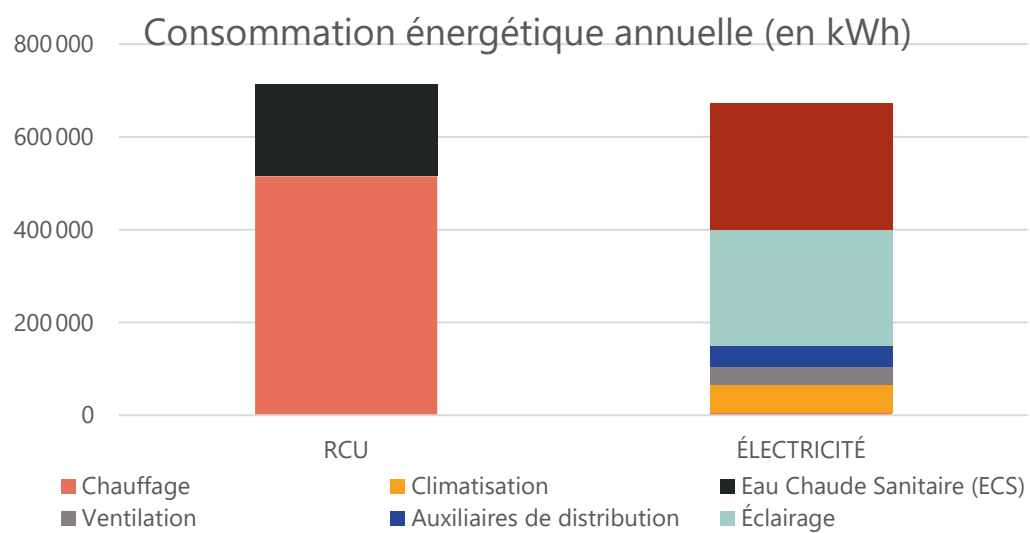
Il propose également plusieurs scénarios d'intervention, construits en fonction des délais et enveloppes budgétaires mobilisables et de différentes hypothèses d'inflation. L'ensemble vise à projeter les économies réalisables à long terme, afin de fournir des éléments d'aide à la décision.

2. RAPPEL DE LA SITUATION ACTUELLE

2.1. CONSOMMATIONS ANNUELLES DU BATIMENT

RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS						
Usages	RCU		ÉLECTRICITÉ		TOTAL	
	kWh	%	kWh	%	kWh/m2.SDP	%
Chauffage	515 224	72%	5251	1%	91	38%
Climatisation	-	-	60 422	9%	11	5%
Eau Chaude Sanitaire (ECS)	197 497	28%	-	-	34	14%
Ventilation	-	-	38 594	6%	7	3%
Auxiliaires de distribution	-	-	45 526	7%	8	3%
Éclairage	-	-	250 211	37%	44	18%
Usage spécifique	-	-	271 698	40%	47	19%
Production d'énergie renouvelable	-	-	-	-	-	-
TOTAL	712 721	100%	671 702	100%	242	100%

Energie primaire (kWhEP)	712721	1544915	393
Emission CO2 annuelle (TegCO2/an)	104	38	25



3. ACTIONS PRECONISEES

À l'issue de l'étude énergétique du bâtiment, plusieurs leviers d'amélioration ont été identifiés.

Ces pistes concernent principalement trois postes de consommation :

- l'enveloppe thermique du bâtiment (parois opaques et menuiseries extérieures),
- les systèmes CVC et leurs régulations associées,
- les installations d'éclairage.

Certains locaux présentaient de faible taux de renouvellement d'air lors de nos mesures de débit d'air. Ne sachant pas si ce problème dure depuis 2023 (année de référence pour la modélisation), cette action n'apparaît pas dans le chiffrage. Néanmoins, une intervention est recommandée afin de résoudre ces problématiques.

L'ensemble des actions retenues fait l'objet d'un chiffrage détaillé, intégrant le cas échéant les aides financières mobilisables, notamment les Certificats d'Économies d'Énergie (CEE).

Les actions sont décrites en détail sous forme de fiches individuelles, présentes en annexe, à la section [Fiches actions](#). Ces fiches contiennent notamment le descriptif des travaux et contraintes potentielles, les gains associés estimés, les coûts d'investissement et les temps de retour (TRI).

Les économies d'énergie indiquées dans les fiches actions, ainsi que dans le tableau récapitulatif ci-dessous, sont calculées indépendamment pour chaque action. Les interactions possibles, autrement dit, les effets de synergie ou de recouvrement, ne sont pas intégrés à ce niveau. Il est donc important de souligner que la somme des gains individuels ne reflète pas nécessairement le gain global en cas de mise en œuvre simultanée de plusieurs actions. De plus, les TRI indiqués pour chacune des actions sont calculés sur la base de l'hypothèse de coût de l'énergie correspondant au scénario d'inflation C2.

À l'inverse, les scénarios de travaux présentés en section [Scénarisation](#) et utilisés pour l'[Etude du coût global](#) reposent sur des bouquets d'actions. Ainsi, ces scénarios tiennent compte des interactions entre les actions mises en œuvre, afin de fournir une évaluation plus réaliste des gains énergétiques cumulés, intégrant ainsi l'ensemble des effets combinés, positifs ou négatifs.

3.1.SYNTHESE DES PRECONISATIONS

N°	Désignation	Usage	Coût sans CEE (€HT)	Reste à charge (€HT)	Gains annuels				ROI Actualisé avec subventions	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
					Gain énergétique		Gain économique moyen sur le TRI	Gain carbone				
1	Remplacement des menuiseries	Chauffage	495 000 € HT	451 000 € HT	185 MWh	13%	18 756 € HT	27,75 TeqCO2/an	24 ans			X
2	Isolation thermique par l'extérieur - RDC à R+6	Chauffage	290 000 € HT	231 760 € HT	133 MWh	10%	13 466 € HT	19,65 TeqCO2/an	17 ans			X
3	Isolation thermique par l'intérieur - R-1 à R-2	Chauffage	50 000 € HT	33 360 € HT	74 MWh	5%	7 327 € HT	10,54 TeqCO2/an	4 ans			X
4	Pose de têtes thermostatiques	Chauffage	17 333 € HT	17 333 € HT	101 MWh	7%	9 682 € HT	14,32 TeqCO2/an	1 an	X	X	X
5	Mettre en place un réduct de nuit sur les températures de chauffage des zones intermittentes	Chauffage	0 € HT	0 € HT	92 MWh	7%	8 905 € HT	12,89 TeqCO2/an	Immédiat	X	X	X
6	"Mettre en place un réduct sur les débits de ventilation la nuit	Ventilation	0 € HT	0 € HT	63 MWh	5%	6 491 € HT	8,48 TeqCO2/an	Immédiat	X	X	X
7	Relamping LED	Éclairage	45 000 € HT	42 000 € HT	41 MWh	3%	12 137 € HT	-3,56 TeqCO2/an	3 ans		X	X
8	Mise en place de circuits 2/3 - 1/3 sur l'éclairage des circulations	Éclairage	20 000 € HT	20 000 € HT	22 MWh	2%	5 831 € HT	-1,13 TeqCO2/an	3 ans		X	X
9	Désembouage réseau radiateurs	Chauffage	12 500 € HT	12 500 € HT	21 MWh	2%	1 998 € HT	3,04 TeqCO2/an	6 ans	X	X	X
10	Réparer les V3V du réseau radiateur et de l'ECS 1"	ECS	5 000 € HT	5 000 € HT	2 MWh	0%	212 € HT	0,29 TeqCO2/an	23 ans	X	X	X
11	Faire remonter la CTA Hall sur le régulateur Trend	Ventilation	5 000 € HT	5 000 € HT	11 MWh	1%	1 045 € HT	1,53 TeqCO2/an	4 ans	X	X	X

4. SCENARISATION

Afin de guider la prise de décision en fonction des contraintes budgétaires, des objectifs de performance énergétique et des stratégies d'investissement, trois scénarios d'actions sont proposés pour le présent bâtiment. Ces scénarios permettent d'apprécier l'impact énergétique et économique de différentes combinaisons de travaux. Ils sont issus de **simulations thermiques et énergétiques dédiées** intégrant l'ensemble des effets combinés.

Les trois scénarios proposés pour ce bâtiment sont :

- Le **scénario 1 « Gains rapides »** : privilégie des actions à faible temps de retour sur investissement ($TRI < 4\text{ans}$) ainsi que deux actions de maintenance corrective.
- Le **scénario 2 « Gains moyen terme »** : reprend l'ensemble des actions du scénario 1 et y ajoute des travaux sur l'éclairage avec un relamping et une optimisation de la régulation.
- Le **scénario 3 « Gains long terme »** : combine les actions des scénarios 1 et 2, ainsi que des travaux de rénovation du bâti.

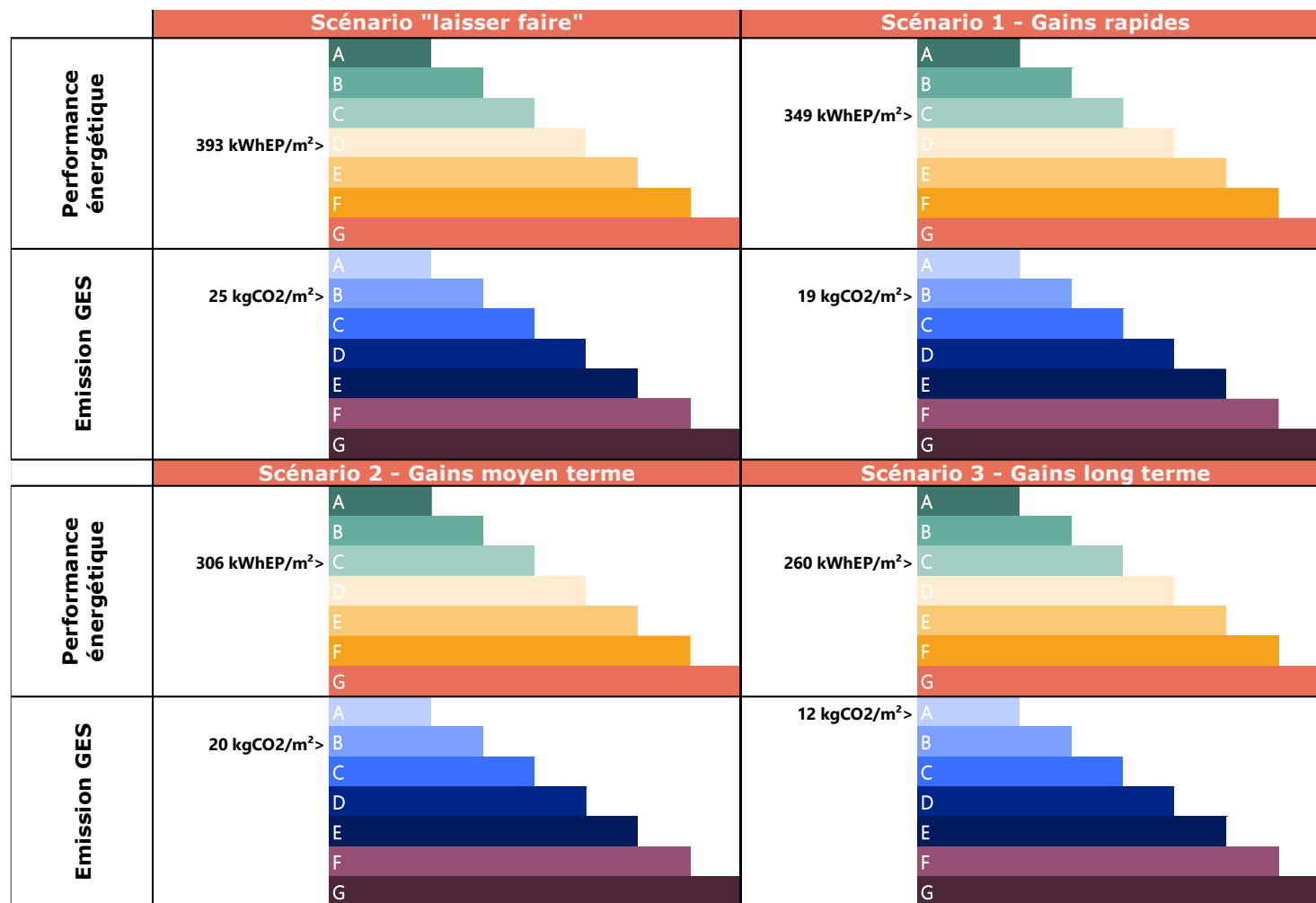
Le **scénario "laisser faire"** correspond à un scénario témoin qui représente le site sans actions mises en place.

Chacun des trois scénarios de travaux (1 à 3) a été décliné selon trois hypothèses de coût de l'énergie (C1, C2, C3), conformément aux consignes définies dans la section [Hypothèses de calcul](#). Cette approche permet de tester la robustesse économique des investissements face à différentes évolutions potentielles des prix de l'énergie.

4.1.SYNTHESE ENERGETIQUE ET ECONOMIQUE DES SCENARIOS

Bâtiment	Désignation	Usage	Hors CEE [€ HT]	Avec CEE [€ HT]	CEE [€ HT]	[kWhEF/an]	[%]	GES [%]	[kg CO2/an]	C1 (Actualisé avec CEE) [€/an]	C2 (Actualisé avec CEE) [€/an]	C3 (Actualisé avec CEE) [€/an]	C1 (Actualisé avec CEE) [an(s)]	C2 (Actualisé avec CEE) [an(s)]	C3 (Actualisé avec CEE) [an(s)]
013 - PROUST	Scénario 1	Multipostes	39 833	39 833	0	228 896	17%	22%	31 848	22 559	22 559	22 559	1 an	1 an	1 an
	Scénario 2	Multipostes	104 833	101 833	3 000	299 054	22%	21%	29 947	38 740	39 329	39 329	2 ans	2 ans	2 ans
	Scénario 3	Multipostes	939 833	817 953	121 880	580 752	42%	51%	72 297	63 995	72 730	78 097	14 ans	12 ans	11 ans

4.2. IMPACT SUR LA PERFORMANCE



Les scénarios de préconisations permettent d'améliorer d'une classe l'étiquette énergétique du bâtiment et de 4 classes son étiquette GES.

5. ETUDE DU COUT GLOBAL

L'analyse en coût global permet de prendre en compte l'ensemble des coûts d'un projet de rénovation sur une période donnée (ici 20 ans). C'est un outil d'aide à la décision pour les maîtres d'ouvrage.

Le coût global prend en compte l'évolution des prix des énergies ainsi que les coûts de maintenance du site.

Par défaut, un crédit sur 15 ans avec un taux d'intérêt de 3% a été appliqué pour couvrir les investissements proposés.

Les gains énergétiques sont calculés par la simulation thermique et énergétique à partir de l'état initial, représentatif de l'état des consommations actuelles.

Les gains économiques sont calculés à partir des prix des énergies communiqués, en considérant les 3 scénarios d'inflation C1, C2 et C3 sur les 20 prochaines années.

Le coût annuel du P2 n'ayant pas été transmis, celui-ci est maintenu à 0€ dans l'exercice suivant.

Coûts prévisionnels par poste		Scénario « laisser faire »	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Investissement Isolation des parois opaques	€HT	-	0	0	340 000
Investissement Remplacement / amélioration des menuiseries	€HT	-	0	0	495 000
Investissement Remplacement / amélioration système chauffage	€HT	-	17 333	17 333	17 333
Investissement Remplacement / amélioration système ventilation	€HT	-	5 000	5 000	5 000
Investissement Remplacement / amélioration systèmes divers	€HT	-	0	65 000	65 000
Investissement Optimisation exploitation	€HT	-	0	0	0
Investissement Maintenance préventive / corrective	€HT	-	17 500	17 500	17 500
Maîtrise d'œuvre	%	0%	15%	15%	15%
	€HT	0	3 350	13 100	138 350
Aléas	%	0%	5%	5%	5%
	€HT	0	1 117	4 367	46 117
Investissement total hors aides	€HT	0	26 800	104 800	1 106 800
Montant CEE	€HT	-	0	3 000	121 880
Investissement total aides déduites	€HT	-	26 800	101 800	984 920

Remarques concernant les aides financières

Les aides financières prises en compte dans l'étude sont celles valables **au moment de la rédaction de l'audit**. Ces aides sont **évolutives** et leur existence ou les montants d'aides renseignés ci-dessus ne sont pas garantis dans le temps.

Coût annuel moyen sur 20 ans	P1 - Coût année moyenne	P2 - Exploitation année moyenne	P3 - Provisions réparations année moyenne	P4 - Montant annuités remboursement année moyenne	TOTAL
Scénario "laisser faire"					
C1	176 446 €	0 €	0 €	0 €	176 446 €
C2	246 266 €	0 €	0 €	0 €	246 266 €
C3	285 922 €	0 €	0 €	0 €	285 922 €
Scénario 1					
C1	153 888 €	0 €	675 €	1 684 €	156 246 €
C2	219 325 €	0 €	675 €	1 684 €	221 683 €
C3	254 454 €	0 €	675 €	1 684 €	256 813 €
Scénario 2					
C1	137 706 €	0 €	2 625 €	6 396 €	146 727 €
C2	191 767 €	0 €	2 625 €	6 396 €	200 787 €
C3	222 664 €	0 €	2 625 €	6 396 €	231 685 €
Scénario 3					
C1	112 452 €	0 €	2 625 €	61 878 €	176 954 €
C2	163 833 €	0 €	2 625 €	61 878 €	228 336 €
C3	189 930 €	0 €	2 625 €	61 878 €	254 433 €

Analyse des Coûts Moyens Annuels

Scénario "laisser faire"

Ce scénario, sans aucun investissement ni provision (P3 ou P4), affiche les coûts annuels totaux les plus élevés en C2 et C3, de 246 266 € (C2) à 285 922 € (C3). Cette stratégie, qui repose uniquement sur les coûts énergétiques, est la plus vulnérable à l'inflation, avec une augmentation de +62 % entre C1 et C3. Elle constitue l'option la moins durable financièrement.

Scénario 1

Les coûts totaux varient de 156 246 € (C1) à 256 813 € (C3), intégrant une provision de charge pour réparations (675€/an) équivalente à 3% des investissements réalisés sur les systèmes énergétiques, ainsi que les annuités de remboursement du prêt (1 684 €/an). Ce scénario permet une réduction des coûts de 10 à 11 % par rapport au scénario témoin, mais reste fortement exposé à l'inflation (part du P1 de 98% par rapport au coût global). Il constitue une option modérée en termes d'effort et de performance.

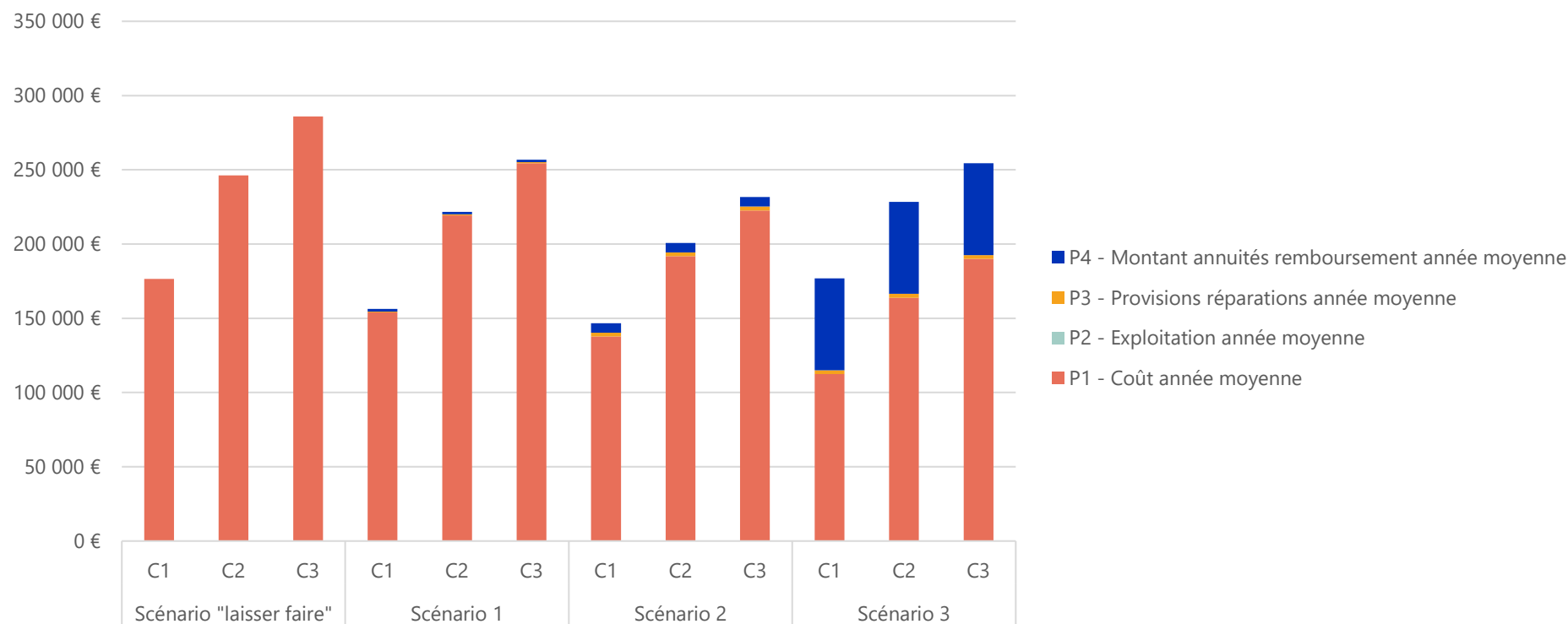
Scénario 2

Avec un niveau d'annuités intermédiaire (6 396 €/an) et une provision de charge de réparation de 2 625 €/an, ce scénario présente un coût total allant de 146 727 € (C1) à 231 685 € (C3). Il offre un gain significatif de 17 à 19 % par rapport au scénario « laisser faire », néanmoins il reste également très exposé à l'inflation (Part du P1 correspondant à 94% du coût global). Il représente un bon compromis entre effort financier et performance long terme.

Scénario 3

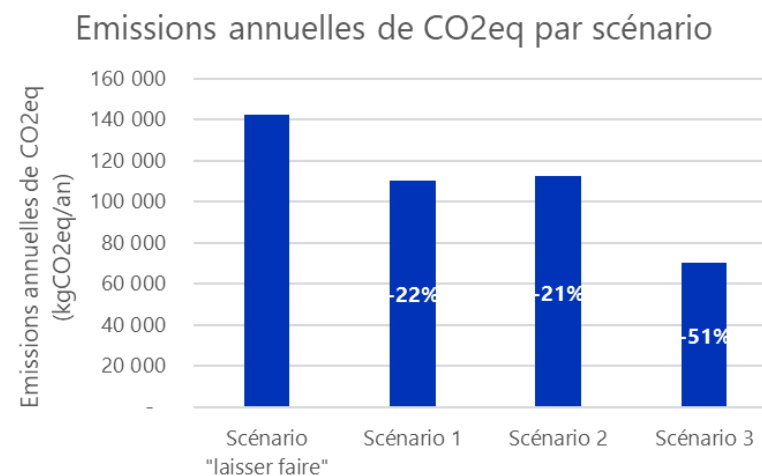
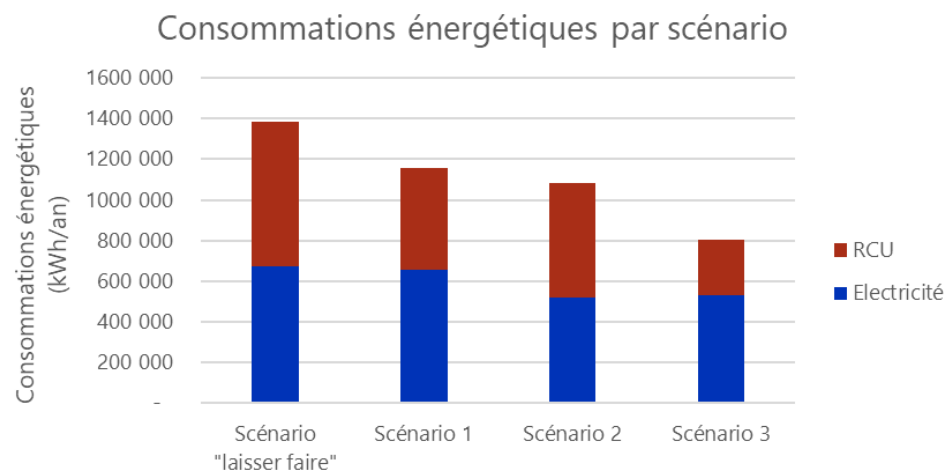
Ce scénario repose sur l'investissement le plus important (61 878 €/an en annuités) et une provision identique à celle du scénario 2 (2 625 €/an). Il génère un coût total compris entre 176 954 € (C1) et 254 433 € (C3). Bien que son coût global dépasse ceux des autres scénarios, il permet de réduire la part du P1 sur le coût global entre 63 à 74%. Il démontre une bonne maîtrise des coûts d'exploitation futurs, malgré une charge initiale élevée.

Décomposition du coût global annuel moyenné sur 20ans



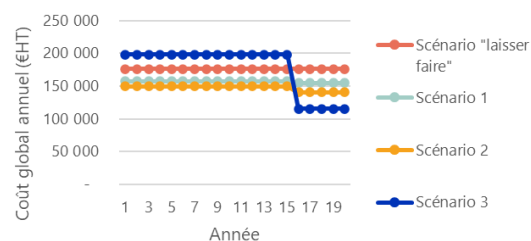
Impact de l'Inflation sur les Scénarios

Les trois scénarios restent très impactés par l'inflation avec une augmentation entre 61 et 70% sur leur coût global entre C1 et C3.

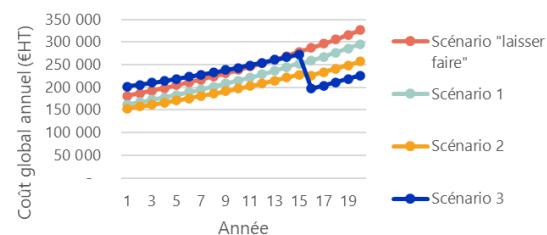


La mise en œuvre des scénarios permettrait **d'améliorer le bilan énergétique et environnemental du site**. En effet, les **émissions annuelles liées** à la consommation énergétique du site seraient diminuées de 22% pour le scénario 1, de 21% pour le scénario 2 et de 51% pour le scénario 3.

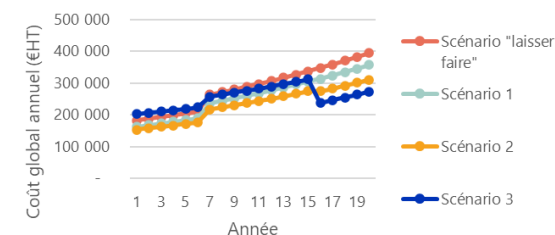
Evolution du coût global annuel sur
chaque scénario travaux - Contexte
inflation C1



Evolution du coût global annuel sur
chaque scénario travaux - Contexte
inflation C2



Evolution du coût global annuel sur
chaque scénario travaux - Contexte
inflation C3



La diminution importante de l'évolution du coût global entre la 15ème et 16ème année correspond à la fin du remboursement de l'emprunt pour financer les travaux.

Après ces 15 années de remboursement, le coût global annuel des scénarios 2 et 3 est plus faible.

6. DECRET TERTIAIRE

Une valeur de référence ainsi qu'un objectif relatif ont été déclarés sur OPERAT à l'échelle du site. Afin d'estimer un état des lieux à l'échelle du bâtiment Proust, un objectif absolu a été calculé à titre indicatif.

N'ayant pas d'historique de consommations à l'échelle du bâtiment Proust (relevés sous-comptage non exploitables), aucun objectif relatif n'a pu être déterminé. La situation sera donc exclusivement comparée à la valeur absolue estimée à l'échelle du bâtiment Proust.

Paramètres considérés pour le calcul de la consommation ajustée :

Paramétrage valeur absolue	
Altitude du site	Altitude < 400 m Référence 100 m
Surface totale (m²)	5 804 m ²
Surface chauffée (m²)	~5 750 m ²
Surface refroidie (m²)	323 m ²
Station météo	Paris Montsouris
Zone	H1a

Pour rappel, l'objectif absolu calculé à titre indicatif dans le rapport état des lieux est le suivant :

Valeur absolue	2023
155 kWhDT/m ² /an	177 kWhDT/m ² /an
823 MWh	940 MWh

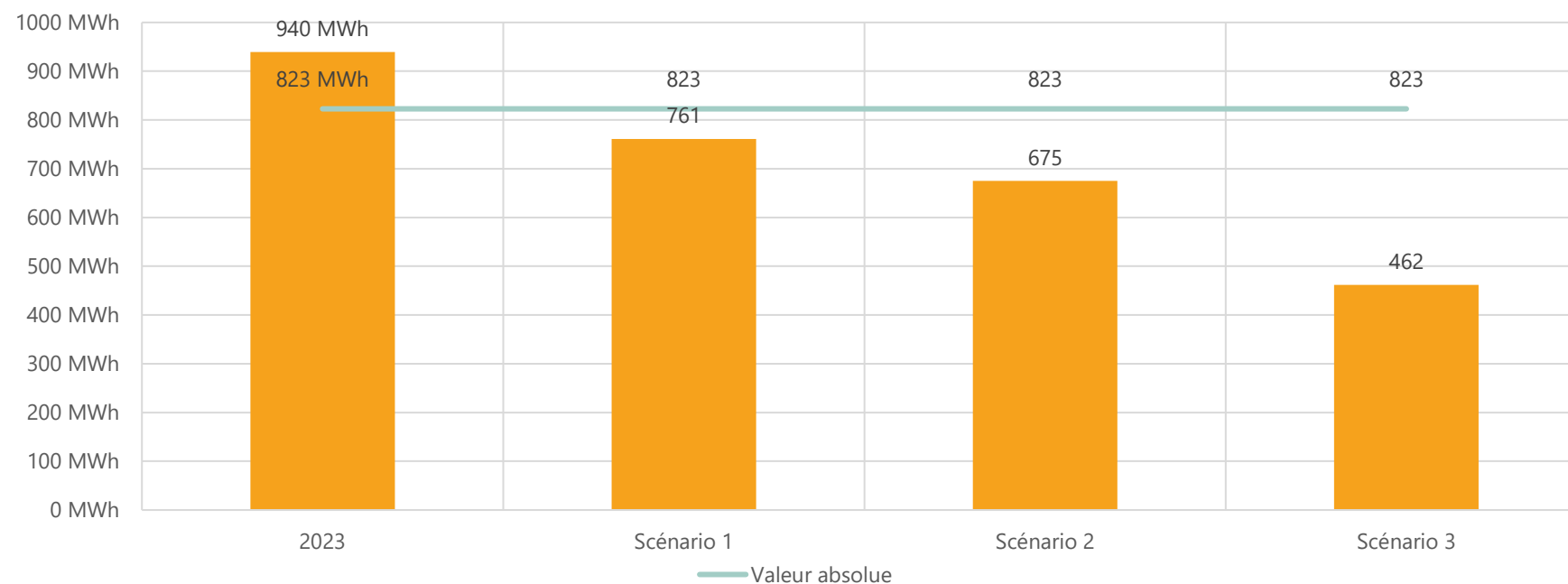
En comparant la consommation de 2023 avec l'objectif calculé, il reste 12% d'effort à fournir à l'échelle du bâtiment d'ici 2030.

En projetant les trois scénarios proposés précédemment, nous obtenons les résultats suivants :

Scénarios	Consommation projetée (MWhDT/an)	Objectif 2030 atteint
Scénario 1	761	OUI
Scénario 2	675	OUI
Scénario 3	462	OUI

Afin d'atteindre l'objectif absolu à l'échelle du bâtiment d'ici 2030, il est préconisé de mettre en place le scénario 1.

Projection des consommations ajustées selon la méthode du DEET



7. CONCLUSION GENERALE

Le scénario 1 permet de répondre à l'objectif du DEET de 2030, avec un investissement modéré, qui permet des annuités faibles sur 15ans. Le scénario 2 propose un bon compromis entre investissement et économies d'énergie et permet d'anticiper les prochaines échéances du DEET. Enfin, le scénario 3 s'inscrit dans une stratégie d'amélioration du bâti afin d'homogénéiser l'ensemble des performances sur l'hôpital de Tenon.

8. HYPOTHESES DE CALCUL

8.1. DONNEES ECONOMIQUES

Les **prix de l'énergie** retenus pour cette étude sont présentés ci-dessous. Trois hypothèses tarifaires, nommées C1, C2 et C3, ont été définies afin d'anticiper différents niveaux d'inflation et d'évaluer la sensibilité économique des scénarios de travaux face à ces évolutions.

Vecteur énergétique	Coût du MWh (€HT)	Inflation annuelle C1	Inflation annuelle C2	Inflation annuelle C3
Electricité	164.9 € HTVA / MWh	0%	4%	4% par an et 25% en 2030
RCU	93.9 € HTVA / MWh	0%	1,25%	1,25% par an et 25% en 2030

Le **prix des CEE** pris en compte est de **6€/MWh_{cumac}**, aucune inflation n'est appliquée à ce dernier.

8.2. FACTEURS DE CONVERSIONS

Les facteurs de conversions suivants sont appliqués :

Vecteur énergétique	Facteur d'émissions GES (kgCO ₂ /kWh _{EF})	Coefficient conversion Energie Primaire / Energie Finale*
Electricité	0,0569 kgCO ₂ /kWh _{EF}	2,3
RCU	0,146 kgCO ₂ /kWh _{EF}	1

*valeurs appliquées dans le cadre du DEET.

8.3. DONNEES METEOROLOGIQUES

Le fichier météo permettant de simuler les données de températures, hygrométrie, rayonnements solaires, etc. est celui de la ville de Paris – Moyen. Ce fichier considère les moyennes des températures mensuelles de 2010 à 2019 de la station météo correspondante. Le fichier météo présente les indicateurs suivants :

- Nombre de DJU18 = 2241
- Nombre de DJF 15 = 304

Les consommations réelles du site considérées sont celles de l'année 2023. La station météorologique de Paris-Montsouris (station la plus proche) fournit les données météorologiques suivantes :

- Nombre de DJU18 = 1910
- Nombre de DJF 15 = 485

Afin de pouvoir effectuer une comparaison indépendante des paramètres météorologiques extérieurs, la consommation réelle de chaleur issue du réseau de chaleur fut corrigée des DJU de la simulation (base DJU18 = 2241)

9. ANNEXES

9.1. FICHES ACTIONS

advizeo		Remplacement des menuiseries		Action N°1	
---------	--	------------------------------	--	------------	--

Investissement		Estimations	
Coût		495 000 €	
Financements (CEE uniquement)		44 000 €	
Investissement total		451 000 €	

Scénario	
Scénario 1	NON
Scénario 2	NON
Scénario 3	OUI

Gains		Estimations	
Energétiques		185,38 MWh	
		13%	
GES		27,75 Teq.CO2	
		20%	
Economies annuelles moyennes sur R		18 756 €	
TRI		24 an(s)	
Catégorie de TRI		4	
Type d'action		Remplacement / amélioration des menuiseries	
Usage concerné		Chauffage	

Descriptif de l'action	
Observations	Contraintes techniques et architecturales
Les menuiseries sont de type simple-vitrage cadre aluminium, de performance assez basse par rapport aux standards actuels (estimation Uw = 5 W/m.K).	Aucune contrainte technique ou architecturale n'a été relevée : le bâtiment n'est pas classé, ni dans un périmètre de bâtiment classé. Cependant il s'agit de travaux lourds et impactant fortement l'activité du bâtiment. De plus, le remplacement des menuiseries devra prendre en compte la possible isolation par l'extérieur des murs du bâtiments (pour éviter les ponts thermiques).
Amélioration proposée	
Afin de diminuer les déperditions thermiques particulièrement élevées liées aux fenêtres et portes-fenêtres du bâtiment, il est préconisé de remplacer celles-ci, induisant des gains énergétiques très importants. Le coefficient de performance thermique des fenêtres et des portes-fenêtres à installer est défini à une valeur légèrement inférieure 1,5 W/K.m², permettant ainsi de prétendre aux aides CEE (BAT-EN-104).	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ	
Economies d'énergie finale [kWh/an]	193095 kWh	-7711 kWh	
Gain financier [€ HT/an]	17 977 €	-1 264 €	
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	28192 kgCO2	-439 kgCO2	
Consommations supplémentaires [kWh/an]			
Emissions supplémentaires [kgeq.CO2/an]	-	-	

Investissement	Estimations
Coût	290 000 €
Financements (CEE uniquement)	58 240 €
Investissement total	231 760 €

Scénario	
Scénario 1	NON
Scénario 2	NON
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	133,31 MWh
	10%
GES	19,65 Teq.CO2
	14%
économies annuelles moyennes sur R	13 466 €
TRI	17 an(s)
Catégorie de TRI	4
Type d'action	Isolation des parois opaques
Usage concerné	Chauffage

Descriptif de l'action	
Observations	Contraintes techniques et architecturales
Le bâtiment ne présente actuellement aucune isolation des murs extérieurs, ce qui occasionne des déperditions thermiques importantes	Bâtiment non classé mais intervention lourde, possible difficultés d'accès aux façades du bâtiment
Amélioration proposée	
Mise en place d'une ITE (isolation thermique par l'extérieur) sur les murs extérieurs des niveaux R-1 et R-2, présentant une résistance thermique R supérieure ou égale à 3,7 m2.K/W permettant de prétendre aux aides CEE (BAT-EN-102)	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ	
Economies d'énergie finale [kWh/an]	135451 kWh	-2138 kWh	
Gain financier [€ HT/an]	12 611 €	-350 €	
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	19776 kgCO2	-122 kgCO2	
Consommations supplémentaires [kWh/an]			
Emissions supplémentaires [kgeq.CO2/an]	-	-	

Investissement	Estimations
Coût	50 000 €
Financements (CEE uniquement)	16 640 €
Investissement total	33 360 €

Scénario	
Scénario 1	NON
Scénario 2	NON
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	74,31 MWh
	5%
GES	10,54 Teq.CO2
	7%
Economies annuelles moyennes sur R	7 327 €
TRI	4 an(s)
Catégorie de TRI	3
Type d'action	Isolation des parois opaques
Usage concerné	Chauffage

Descriptif de l'action	
Observations	Contraintes techniques et architecturales
Le bâtiment ne présente actuellement aucune isolation des murs extérieurs, ce qui occasionne des déperditions thermiques importantes	Bâtiment non classé mais intervention lourde, intervention en milieu occupé
Amélioration proposée	
Mise en place d'une ITI (isolation thermique par l'intérieur) sur les murs extérieurs des niveaux R-1 et R-2, présentant une résistance thermique R supérieure ou égale à 3,7 m2.K/W permettant de prétendre aux aides CEE (BAT-EN-102)	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ	
Economies d'énergie finale [kWh/an]	70811 kWh	3503 kWh	
Gain financier [€ HT/an]	6 593 €	574 €	
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	10338 kgCO2	199 kgCO2	
Consommations supplémentaires [kWh/an]			
Emissions supplémentaires [kgeq.CO2/an]	-	-	

Investissement	Estimations
Coût	17 333 €
Financements (CEE uniquement)	0 €
Investissement total	17 333 €

Scénario	
Scénario 1	OUI
Scénario 2	OUI
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	100,71 MWh
	7%
GES	14,32 Teq.CO2
	10%
économies annuelles moyennes sur R	9 682 €
TRI	1 an(s)
Catégorie de TRI	1
Type d'action	Remplacement / amélioration système chauffage
Usage concerné	Chauffage

Descriptif de l'action	
Observations	Contraintes techniques et architecturales
Les radiateurs sont actuellement équipés de têtes thermostatiques vétustes, ou de robinets simples ne permettant aucune régulation	Intervention à réaliser en milieu occupé.
Amélioration proposée	
Remplacement des anciennes têtes thermostatiques et des robinets simples par des modèles récents, plus précis et plus fiables, afin d'améliorer la régulation locale du chauffage.	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ	
Economies d'énergie finale [kWh/an]	96391 kWh	4320 kWh	
Gain financier [€ HT/an]	8 974 €	708 €	
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	14073 kgCO2	246 kgCO2	
Consommations supplémentaires [kWh/an]			
Emissions supplémentaires [kgeq.CO2/an]	-	-	

Investissement	Estimations
Coût	0 €
Financements (CEE uniquement)	0 €
Investissement total	0 €

Scénario	
Scénario 1	OUI
Scénario 2	OUI
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	91,56 MWh
	7%
GES	12,89 Teq.CO2
	9%
Economies annuelles moyennes sur R	8 905 €
TRI	0 an(s)
Catégorie de TRI	1
Type d'action	Optimisation exploitation
Usage concerné	Chauffage

Descriptif de l'action	
Observations	Contraintes techniques et architecturales
Le régulateur du départ chauffage radiateurs actuel permet la mise en place d'un réduit de nuit, mais le planning indique un fonctionnement identique 24/24h et 7j/7	Aucune contrainte technique majeure.
Amélioration proposée	
Monter la réduction nocturne à 2°C sur le circuit radiateurs et modifier la plage horaire de nuit telle que : 22h – 6h, lundi à dimanche. Cette action nécessite de programmer ce réduit à la fois pour la V3V du départ radiateur, et ainsi que pour celles des CTA 1, 2 et 3 (depuis le régulateur Trend).	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ	
Economies d'énergie finale [kWh/an]	86187 kWh	5376 kWh	
Gain financier [€ HT/an]	8 024 €	881 €	
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	12583 kgCO2	306 kgCO2	
Consommations supplémentaires [kWh/an]			
Emissions supplémentaires [kgeq.CO2/an]	-	-	

Investissement	Estimations
Coût	0 €
Financements (CEE uniquement)	0 €
Investissement total	0 €

Scénario	
Scénario 1	OUI
Scénario 2	OUI
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	63,25 MWh
	5%
GES	8,48 T _{eq} .CO ₂
	6%
économies annuelles moyennes sur R	6 491 €
TRI	0 an(s)
Catégorie de TRI	1
Type d'action	Optimisation exploitation
Usage concerné	Ventilation

Descriptif de l'action	
Observations	Contraintes techniques et architecturales
Les CTA et extracteurs fonctionnent à plein régime 24h/24. Le régulateur Trend permet de moduler les débits selon une plage de fonctionnement	Aucune contrainte technique majeure, hormis l'accès au réglages de l'automate SAIA.
Amélioration proposée	
Programmer les CTA et extracteurs pour passage à 50% du débit de 22h à 6h. L'hypothèse de chiffrage prise en compte ici est que les CTA sont programmables via leur automate. Cette action permet de réduire significativement les consommations électriques tout en maintenant une qualité d'air suffisante pendant les périodes d'occupation. De plus, en addition des économies électriques directes, cette action permet de réduire les besoins en chauffage en hiver et en climatisation en été, car moins d'air traité sera extrait inutilement.	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ	
Economies d'énergie finale [kWh/an]	54754 kWh	8500 kWh	
Gain financier [€ HT/an]	5 098 €	1 393 €	
Economies de GES [kgeq.CO ₂ /an]	7994 kgCO ₂	484 kgCO ₂	
Consommations supplémentaires [kWh/an]			
Emissions supplémentaires [kgeq.CO ₂ /an]	-	-	

Investissement	Estimations
Coût	45 000 €
Financements (CEE uniquement)	3 000 €
Investissement total	42 000 €

Scénario	
Scénario 1	NON
Scénario 2	OUI
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	41,45 MWh
	3%
GES	-3,56 Tqeq.CO2
	-3%
économies annuelles moyennes sur R	12 137 €
TRI	3 an(s)
Catégorie de TRI	2
Type d'action	Remplacement / amélioration systèmes divers
Usage concerné	Éclairage

Descriptif de l'action	
Observations	Contraintes techniques et architecturales
Plusieurs zones sont encore équipées de luminaires de type fluorescents.	Intervention en milieu occupé.
Amélioration proposée	
Il est recommandé de procéder au remplacement des luminaires fluorescents par des LED, principalement des dalles LED 60×60. La surface concernée est estimée à 1800 m². Le remplacement des tubes fluorescents par des LED va entraîner une légère augmentation des besoins en chauffage, notamment en hiver, ces derniers dégageant plus de chaleur que les LED. Cette opération est éligible aux Certificats d'Économies d'Énergie (CEE) sous la fiche BAT-EQ-127.	

Critères	ELECTRICITÉ	RCU	
Economies d'énergie finale [kWh/an]	107900 kWh	-66452 kWh	
Gain financier [€ HT/an]	17 685 €	-6 187 €	
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	6139 kgCO2	-9702 kgCO2	
Consommations supplémentaires [kWh/an]			
Emissions supplémentaires [kgeq.CO2/an]	-	-	

Investissement	Estimations
Coût	20 000 €
Financements (CEE uniquement)	0 €
Investissement total	20 000 €

Scénario	
Scénario 1	NON
Scénario 2	OUI
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	22,18 MWh
	2%
GES	-1,13 T _{eq} .CO ₂
	-1%
économies annuelles moyennes sur R	5 831 €
TRI	3 an(s)
Catégorie de TRI	2
Type d'action	Remplacement / amélioration systèmes divers
Usage concerné	Éclairage

Descriptif de l'action	
Observations	Contraintes techniques et architecturales
Les circulations sont allumées en permanence sur la plupart des niveaux.	Intervention en milieu occupé.
Amélioration proposée	
Scinder les circuits d'éclairage dans les circulations en deux : 1 circuit allumé en permanence avec 1/3 des luminaires, l'autre sur détection de présence et les 2/3 des équipements.	

Critères	ELECTRICITÉ	RCU	
Economies d'énergie finale [kWh/an]	49034 kWh	-26850 kWh	
Gain financier [€ HT/an]	8 037 €	-2 500 €	
Economies de GES [k _{eq} .CO ₂ /an]	2790 kgCO ₂	-3920 kgCO ₂	
Consommations supplémentaires [kWh/an]			
Emissions supplémentaires [k _{eq} .CO ₂ /an]	-	-	

Investissement	Estimations
Coût	12 500 €
Financements (CEE uniquement)	0 €
Investissement total	12 500 €

Scénario	
Scénario 1	OUI
Scénario 2	OUI
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	20,80 MWh 2%
GES	3,04 T _{eq} .CO ₂ 2%
Economies annuelles moyennes sur R	1 998 €
TRI	6 an(s)
Catégorie de TRI	4
Type d'action	Maintenance préventive / corrective
Usage concerné	Chauffage

Descriptif de l'action	
Observations	Contraintes techniques et architecturales
Le réseau radiateurs semble très emboué, beaucoup ont un robinet ouvert alors qu'ils sont froids, avec une canalisation d'eau chaude de chauffage qui elle est chaude	Aucune contrainte technique majeure
Amélioration proposée	
Procéder au désembouage complet du réseau + nettoyage du pot à boue présent en sous-station	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ	
Economies d'énergie finale [kWh/an]	20800 kWh	0 kWh	
Gain financier [€ HT/an]	1 936 €	0 €	
Economies de GES [k _{eq} .CO ₂ /an]	3037 kgCO ₂	0 kgCO ₂	
Consommations supplémentaires [kWh/an]			
Emissions supplémentaires [k _{eq} .CO ₂ /an]	-	-	

Investissement	Estimations
Coût	5 000 €
Financements (CEE uniquement)	
Investissement total	5 000 €

Scénario	
Scénario 1	OUI
Scénario 2	OUI
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	1,97 MWh
	0%
GES	0,29 Teq.CO2
	0%
économies annuelles moyennes sur R	212 €
TRI	23 an(s)
Catégorie de TRI	4
Type d'action	Maintenance préventive / corrective
Usage concerné	ECS

Descriptif de l'action	
Observations	Contraintes techniques et architecturales
Nous avons constaté que la V3V du réseau ECS était bridée car HS. La distribution n'est donc pas adaptée aux besoins du bâtiment	Coupure du réseau le temps de remplacement de la V3V
Amélioration proposée	
Remplacer la V3V non fonctionnelle	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ	
Economies d'énergie finale [kWh/an]	1975 kWh	0 kWh	
Gain financier [€ HT/an]	0 €	0 €	
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	288 kgCO2	0 kgCO2	
Consommations supplémentaires [kWh/an]			
Emissions supplémentaires [kgeq.CO2/an]	-	-	

Investissement	Estimations
Coût	5 000 €
Financements (CEE uniquement)	
Investissement total	5 000 €

Scénario	
Scénario 1	OUI
Scénario 2	OUI
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	10,69 MWh
	1%
GES	1,53 Teq.CO2
	1%
Economies annuelles moyennes sur RO	1 045 €
TRI	4 an(s)
Catégorie de TRI	3
Type d'action	Remplacement / amélioration système ventilation
Usage concerné	Ventilation

Descriptif de l'action	
Observations	Contraintes techniques et architecturales
Le régulateur à cartes pilotant la CTA Hall semble hors service	Technologies compatibles avec les régulateurs existants
Amélioration proposée	
Faire remonter la CTA Hall sur le régulateur Trend pour pouvoir la piloter comme les autres CTA présentes sur le bâtiment	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ	
Economies d'énergie finale [kWh/an]	10304 kWh	386 kWh	
Gain financier [€ HT/an]	959 €	63 €	
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	1504 kgCO2	22 kgCO2	
Consommations supplémentaires [kWh/an]			
Emissions supplémentaires [kgeq.CO2/an]	-	-	

9.2. SUBVENTIONS ET AIDES

Pour financer les travaux de rénovation énergétique, des subventions existent. Dans le cadre de l'audit énergétique réalisé, nous avons constaté que le site pouvait être éligible à un type d'aide : les CEE.

Les Certificats d'Économie d'Énergie (CEE ou C2E) sont des dispositifs visant à promouvoir les actions d'économies d'énergie. Ils sont lancés en 2006 et sont encadrés par la loi POPE (2005) en réponse à l'entrée en vigueur du protocole de Kyoto.

Pour une action donnée, les CEE vont permettre aux acteurs éligibles de réduire l'investissement nécessaire à la mise en place de cette action et donc son temps de retour sur investissement. Les industriels, les entreprises du secteur tertiaire, les copropriétaires ainsi que les ménages peuvent tous prétendre aux CEE. Ils ne peuvent en revanche pas obtenir des CEE seuls mais doivent nécessairement passer par un tiers obligé ou éligible. Nous avons pris l'hypothèse d'un cours moyen du CEE à 6 €/MWhcumac.

CONTACTS

Bastien RINGES

Expert STD

Tél

Bastien.ringes@advizeo.io

Clarisse MANTEAU

Directrice de projet

Tél

Clarisse.manteau@advizeo.io

Florian WILLERVAL

Auditeur énergétique

Tél

Florian.willerval@advizeo.io

advizeo

La Félicité Paris Sully-Morland

2 Cour de l'Ile Louviers

75004 Paris

www.advizeo.io

advizeo