



Audit énergétique

DOSSIER ENERGETIQUE - AUDIT

TNN020 – Hôpital de TENON – Bâtiment ACHARD

EMETTEURS

Zoé PLUYAUD

Energy Manager – Advizeo

Vincent PIGNON

Energy Manager – Advizeo

Bastien RINGES

Expert STD – Advizeo

Clarisse MANTEAU

Cheffe 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
Vincent PIGNON	Energy Manager	Rédaction
Bastien RINGES	Expert STD	Support
Clarisse MANTEAU	Directrice de projet	Validation

Sommaire

1.	Objet du document.....	5
2.	Rappel de la situation actuelle	5
2.1.	Resultats : Details de consommations issues de la STD.....	5
3.	Actions préconisées	6
3.1.	Préconisations	7
4.	Scénarisation	8
4.1.	Synthèse énergétique et économique des scénarios	9
4.2.	Impact sur la performance.....	10
5.	Etude du coût global	11
6.	Décret tertiaire	16
7.	Conclusion générale	18
8.	Hypothèses de calcul	19
8.1.	Données économiques	19
8.2.	Facteurs de conversions	19
8.3.	DONNEES METEOROLOGIQUES	20
8.4.	Subventions et aides.....	21
9.	Annexes.....	22
9.1.	Fiches actions	22
	Contacts	31

Objet du document

1



1. OBJET DU DOCUMENT

Ce document complète l'étude effectuée sur le bâtiment ACHARD de l'établissement de Tenon APHP. Il a pour but d'établir les résultats d'analyses et les propositions de scénarios d'actions afin d'atteindre les objectifs du décret tertiaire à l'échelle du site.

2. RAPPEL DE LA SITUATION ACTUELLE

2.1. RESULTATS : DETAILS DE CONSOMMATIONS ISSUES DE LA STD

La Simulation Thermique Dynamique et la Simulation Energétique Dynamique ont permis de réaliser le calcul des consommations du site.

	RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS					
	RCU		ÉLECTRICITÉ		TOTAL	
	kWh	%	kWh	%	kWh/m2.SDP	%
Chauffage	559 290	83%	5 485	1%	140	53%
Climatisation		0%	70 885	18%	18	7%
Eau chaude sanitaire (ECS)	114 836	17%		0%	28	11%
Auxiliaires de ventilation		0%	94 797	24%	24	9%
Auxiliaires de distribution		0%	28 522	7%	7	3%
Éclairage		0%	60 675	15%	15	6%
Usage spécifique		0%	139 981	35%	35	13%
Production d'énergie renouvelable		0%		0%	-	0%
TOTAL	674 126	100%	400 345	100%	267	100%

Ces consommations ont par la suite été utilisées dans le calcul de gains du plan d'actions préconisé.

3. ACTIONS PRECONISEES

A l'issue de l'étude énergétique du bâtiment ACHARD, plusieurs pistes d'amélioration ont été identifiées.

Ces pistes d'amélioration interviennent sur les postes suivants :

- Enveloppe thermique du bâtiment (parois extérieures opaques, menuiseries)
- Systèmes CVC et systèmes de régulation liés
- Systèmes d'éclairage

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. 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	Isolation plancher bas sur local non chauffé	Chauffage	51 000 € HT	19 176 € HT	27 MWh	2%	3 162 € HT	3,3 Teq CO2	6 ans		X	X
2	Isolation murs sur extérieur	Chauffage	246 450 € HT	181 960 € HT	151 MWh	14%	14 988 € HT	22,2 Teq CO2	12 ans		X	X
3	Remplacement menuiseries (fenêtres)	Chauffage	485 750 € HT	453 281 € HT	148 MWh	14%	16 256 € HT	21,6 Teq CO2	TRI>25ans	X	X	X
4	Isolation plancher haut sur toiture-terrasse	Chauffage	17 700 € HT	3 741 € HT	19 MWh	2%	1 843 € HT	2,7 Teq CO2	2 ans	X	X	X
5	Remplacement des régulateurs de chauffage et de ventilation et optimisation de leurs paramètres	Chauffage	20 000 € HT	20 000 € HT	317 MWh	30%	15 397 € HT	38,9 Teq CO2	Immédiat		X	X
6	Relamping LED	Eclairage	23 913 € HT	20 183 € HT	11 MWh	1%	3 232 € HT	-0,8 Teq CO2	6 ans			X
7	Récupération de chaleur sur groupe froid	ECS	30 000 € HT	5 846 € HT	29 MWh	3%	2 689 € HT	4,2 Teq CO2	2 ans			X
8	Récupération de chaleur sur eaux grises	ECS	15 000 € HT	13 974 € HT	46 MWh	4%	4 329 € HT	6,7 Teq CO2	3 ans		X	X
9	Equilibrage et désembouage des réseaux de chauffage	Chauffage	10 000 € HT	7 061 € HT	40 MWh	4%	4 028 € HT	5,5 Teq CO2	1 an	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.

Trois scénarios sont proposés pour ce bâtiment :

- Le **scenario 1 « Gains rapides »** : les préconisations visent dans un premier temps à la mise en conformité de la ventilation au sein du bâtiments afin de traiter le problème de celui-ci, et dans un second temps à réaliser des économies d'énergie avec des ROI faibles (inférieur à 4 ans)
- Le **scenario 2 « Gains moyen terme »** : intègre les actions du scenario 1 en ajoutant une rénovation des parois opaques
- Le **scénario 3 « Gains long terme »** : combine les actions des scénarios 1 et 2, ainsi que le remplacement des menuiseries

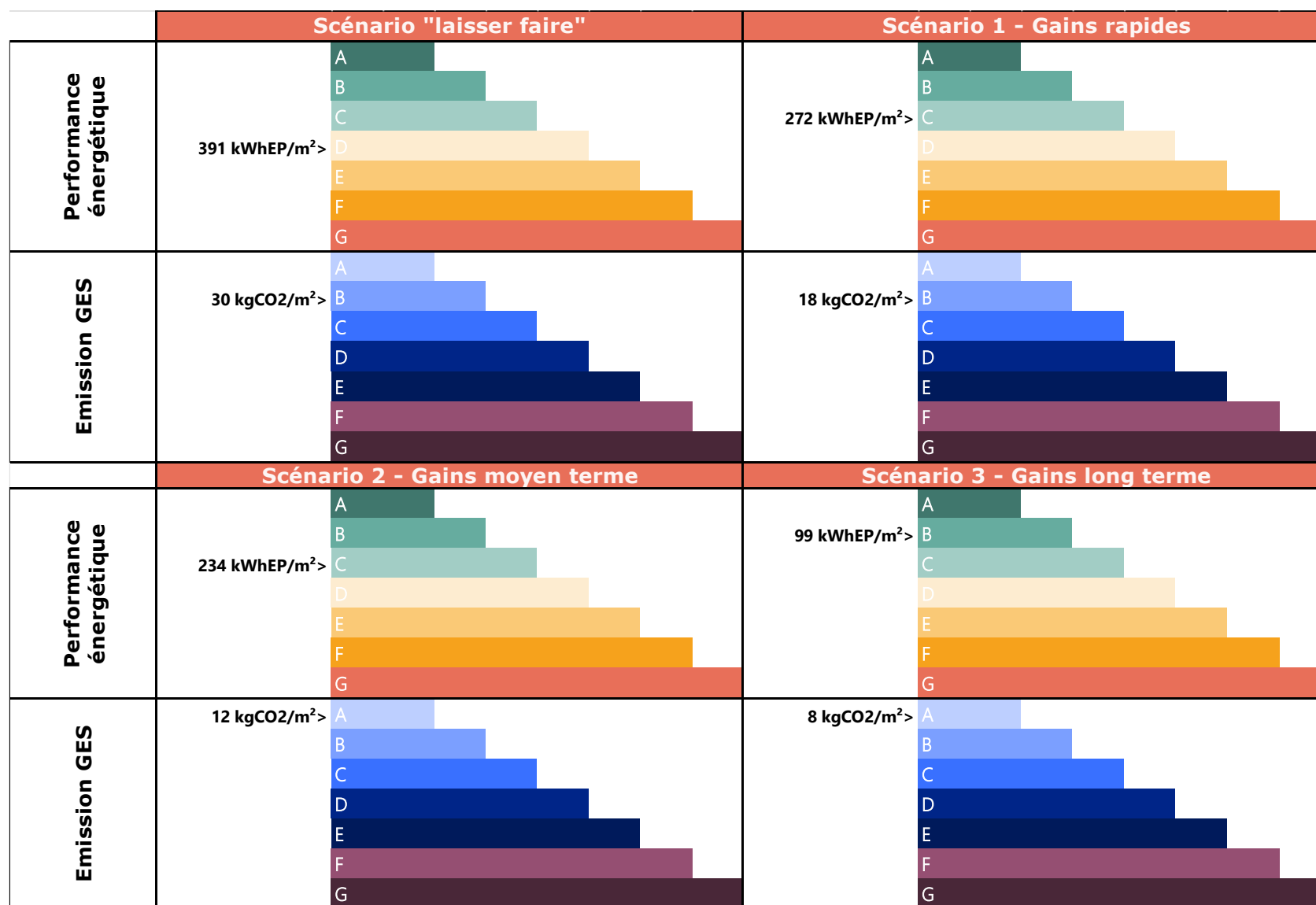
Le **scénario "laisser faire"** correspond à un scénario témoin qui représente le site sans actions mises en place.

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	Coût			Gain théorique				Gains annuels moyens sur 20 ans			ROI		
			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)]
020 - ACHARD	Scénario 1	Multipostes	30 000	27 061	2 939	382 064	36%	40%	48 808	41 111	51 008	58 915	Immédiat	Immédiat	Immédiat
	Scénario 2	Multipostes	321 450	228 841	92 609	538 435	50%	59%	71 584	55 712	67 515	78 046	4 ans	3 ans	3 ans
	Scénario 3	Multipostes	899 813	725 222	174 591	667 029	62%	72%	87 183	70 208	85 977	99 350	10 ans	9 ans	9 ans

4.2. IMPACT SUR LA PERFORMANCE



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 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		Scénari o « laisser faire »	Scénari o 1	Scénari o 2	Scénari o 3
Investissement Isolation des parois opaques	€HT	-	-	246 450	315 150
Investissement Remplacement / amélioration des menuiseries	€HT	-	-	-	485 750
Investissement Remplacement / amélioration système chauffage	€HT	-	10 000	10 000	10 000
Investissement Remplacement / amélioration système refroidissement	€HT	-	-	30 000	30 000
Investissement Remplacement / amélioration système ventilation	€HT	-	-	-	-
Investissement Remplacement / amélioration systèmes divers	€HT	-	-	15 000	38 913
Investissement Optimisation exploitation	€HT	-	20 000	20 000	20 000
Maîtrise d'œuvre	%	-	15%	15%	15%
	€HT	-	4 500	48 218	134 972
Aléas	%	-	5%	5%	5%
	€HT	-	1 500	16 073	44 991
Investissement total hors aides	€HT	-	36 000	385 740	1 079 776
Montant CEE	€HT	-	2 939	92 609	174 591
Investissement total aides déduites	€HT	-	33 061	293 131	905 185

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	128 363 €	0 €	0 €	0 €	128 363 €
C2	173 271 €	0 €	0 €	0 €	173 271 €
C3	201 416 €	0 €	0 €	0 €	201 416 €
Scénario 1					
C1	87 252 €	0 €	900 €	2 077 €	90 229 €
C2	121 101 €	0 €	900 €	2 077 €	124 078 €
C3	140 630 €	0 €	900 €	2 077 €	143 607 €
Scénario 2					
C1	72 651 €	0 €	2 250 €	18 416 €	93 317 €
C2	104 383 €	0 €	2 250 €	18 416 €	125 049 €
C3	121 068 €	0 €	2 250 €	18 416 €	141 734 €
Scénario 3					
C1	58 155 €	0 €	2 967 €	56 868 €	117 991 €
C2	85 451 €	0 €	2 967 €	56 868 €	145 287 €
C3	99 034 €	0 €	2 967 €	56 868 €	158 870 €

Analyse des Coûts Moyens Annuels

Scénario "laisser faire"

Ce scénario affiche les coûts annuels moyens les plus élevés, de 128 363 € (C1) à 201 416 € (C3). Il repose entièrement sur les coûts directs d'exploitation énergétique (P1). L'impact de l'inflation est donc très marqué, avec une augmentation de 57 % entre C1 et C3. Ce scénario reste le plus vulnérable aux hausses de prix de l'énergie et le moins durable financièrement.

Scénario 1 (Gains rapides)

Ce scénario permet une réduction importante des coûts annuels par rapport au scénario témoin (28% à 30% selon l'inflation). L'impact de l'inflation reste marqué, mais légèrement atténué par les coûts fixes des provisions pour réparations et remboursements d'annuités (59% d'augmentation entre C1 et C3).

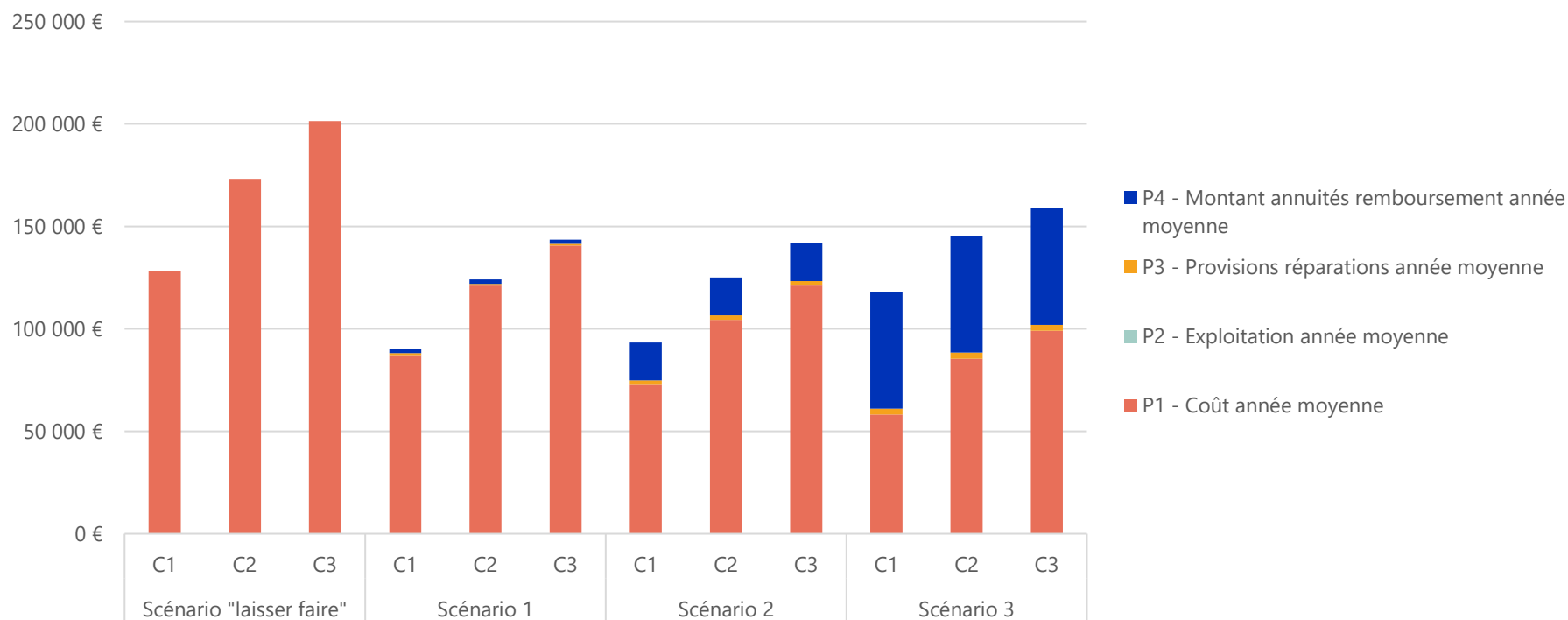
Scénario 2 (Gains moyen terme)

La mise en place de ce scénario de travaux permet une réduction des coûts globaux de 27% à 30% (selon inflation) par rapport au scénario témoin, tout en intégrant des annuités moyennes et un budget pour réparation correspondant à 3% des investissements réalisés. La part du P1 dans le coût global reste néanmoins élevée (78 à 85% selon le scénario d'inflation).

Scénario 3 (Gains long terme)

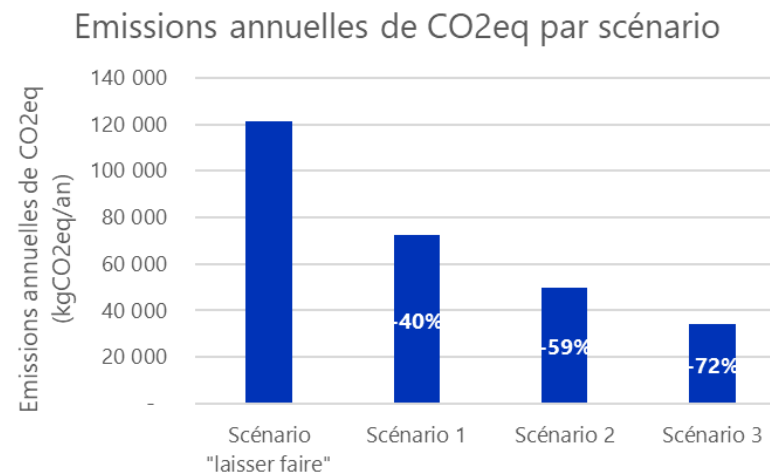
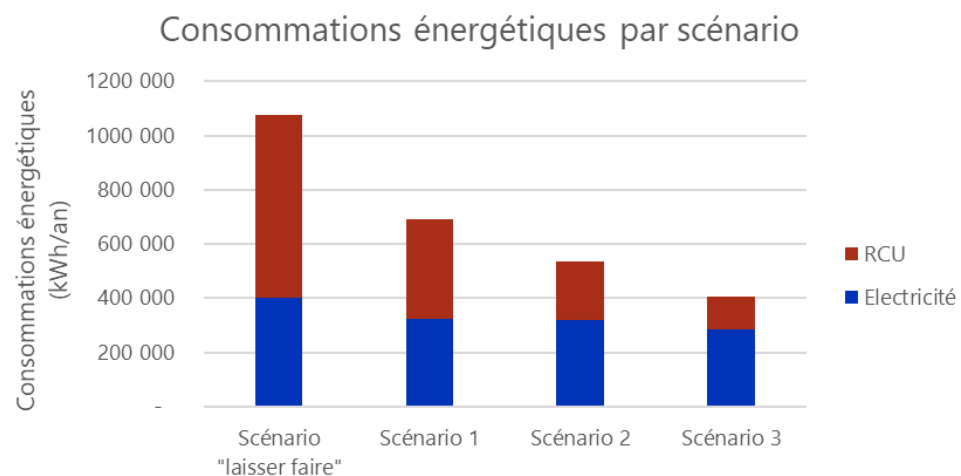
Ce scénario est le plus coûteux en termes d'investissement (56 868€ d'annuités de remboursement). Cependant, il diminue la part du P1 sur le coût annuel à 49% en C1 et 62% en C3.

Décomposition du coût global annuel moyenné sur 20ans



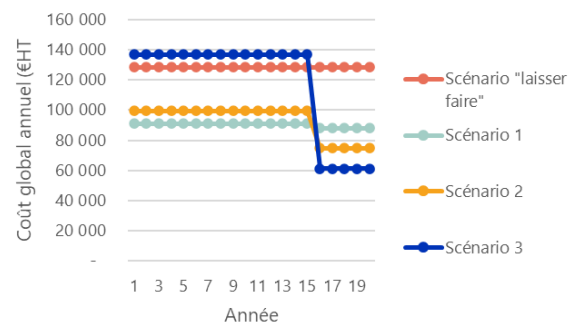
Impact de l'inflation sur les Scénarios

Le scénario le moins impacté par l'inflation est le scénario 3, ses coûts fixes correspondant à près de la moitié du coût global annuel. Cela permet d'anticiper les budgets annuels sur le long terme.

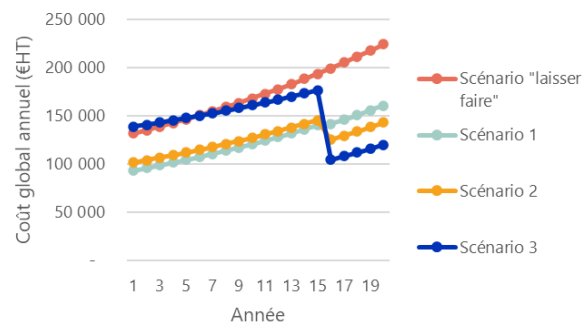


La mise en œuvre des scénarios permettrait **d'améliorer le bilan environnemental du site**. En effet, les **émissions annuelles liées** à la consommation énergétique du site seraient diminuées de 11 % pour le scénario 1, de 16% pour le scénario 2 et de 35% pour le scénario 3.

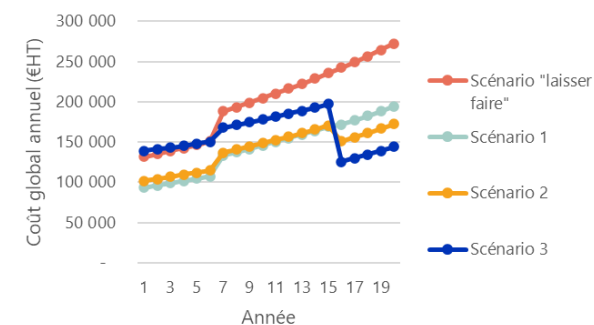
Evolution du coût global annuel sur chaque scénario travaux - Contexte inflation C1



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



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



En fonction de l'inflation, on peut voir que les scénarios de travaux sont plus rapidement intéressants par rapport au scénario « Laisser faire ». Par exemple, le coût global lié au scénario 3 devient inférieur à celui du scénario « Laisser faire » à la fin du remboursement du crédit (15ans) pour le C1, autour de la 9^{ème} année pour le C2 et dès la 5^{ème} année pour le C3.

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

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, un objectif absolu a été calculé à titre indicatif.

N'ayant pas d'historique de consommations à l'échelle du bâtiment (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.

Paramètres considérés pour le calcul de la consommation ajustée :

Paramétrage valeur absolue	
Altitude du site	Altitude < 400 m, Référence 100 m
Surface totale (m ²)	3 813 m²
Surface chauffée (m ²)	~3603 m ²
Surface refroidie (m ²)	~2912 m ²
Surface hors périmètre DEET* (m ²)	218 m ²
Consommation modélisée hors périmètre DEET* (MWh)	Négligeable
Station météo	Paris Montsouris
Zone climatique	H1a

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

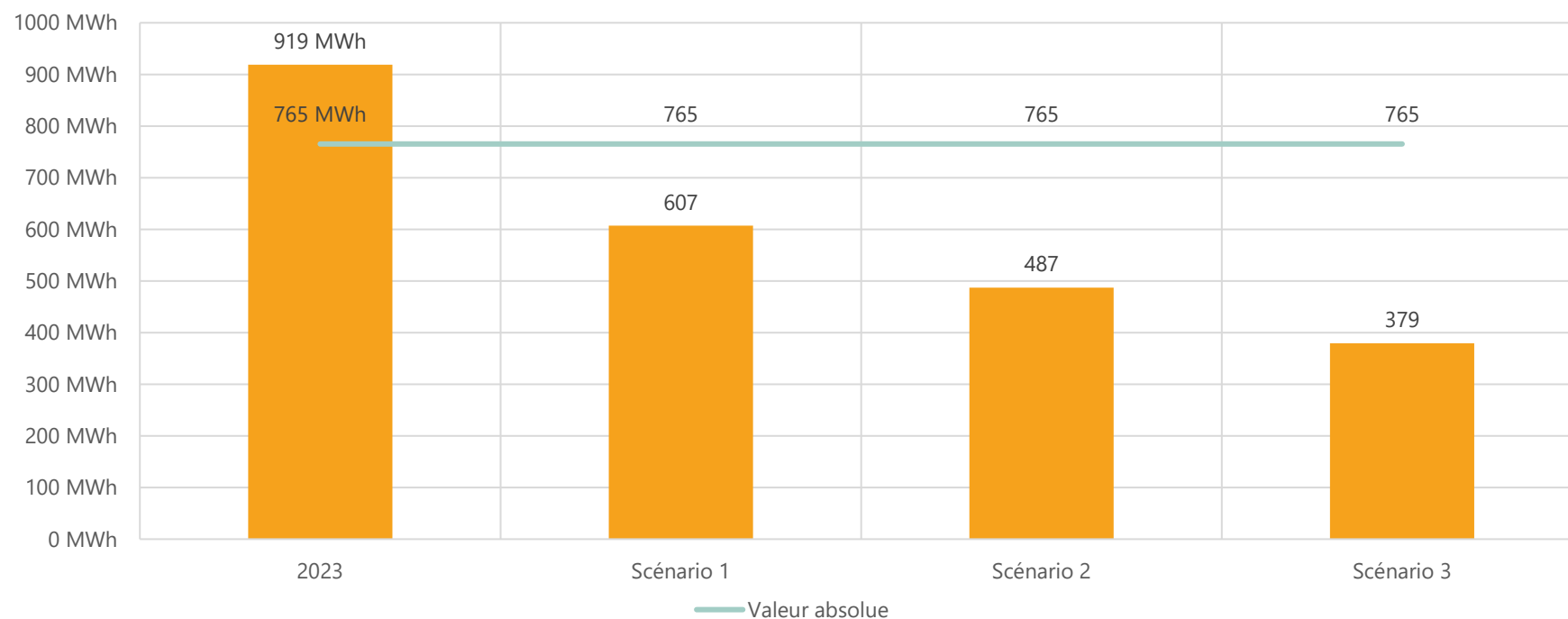
Valeur absolue	2023
201 kWhDT/m²/an	241 kWhDT/m²/an
765 MWh	919 MWh

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

Scénarios	Consommation projetée (MWhDT/an)	Objectif 2030 atteint
Scénario 1	607	OUI
Scénario 2	487	OUI
Scénario 3	379	OUI

Le scénario 1 permet d'atteindre l'objectif DEET de 2030. La mise en place des scénarios 2 et 3 permettent d'améliorer la performance énergétique du bâtiment sur le long terme, afin d'anticiper les prochaines échéances (2040 et 2050).

Projection des consommations ajustées selon la méthode du DEET



7. CONCLUSION GENERALE

Le bâtiment Achard présente énormément de gisements d'économie d'énergie. En effet, les performances de son bâti et de la régulation de ses équipements sont faibles. Le scénario 1 améliore les régulations de chauffage et ventilation du bâtiment, actions qui permettent d'atteindre le DEET pour 2030 sans investissement lourd. Les scénarios 2 et 3 permettent d'améliorer la performance du bâti et proposent des optimisations au niveau des équipements comme la récupération de chaleur. Ces scénarios sont plus lourds en investissement mais tendent à une meilleure gestion des budgets annuels en diminuant drastiquement le coût de la facture énergétique. Le scénario 2 est un bon compromis entre investissement et économie d'énergie. Dans le cadre d'une stratégie d'homogénéité des performances par bâtiment sur l'ensemble de l'hôpital Tenon, le scénario 3 est le plus adapté.

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 (kgCO2/kWhEF)	Coefficient conversion Energie Primaire / Energie Finale*
Electricité	0,0569 kgCO2/kWhEF	2,3
RCU	0,146 kgCO2/kWhEF	1

*valeurs appliquées dans le cadre du DEET.

- En l'absence de données de consommation d'eau chaude sanitaire (production assurée par un échangeur relié au réseau de chauffage urbain), la consommation d'énergie thermique de cet usage a été estimée.

8.3. DONNEES METEOROLOGIQUES

La simulation énergétique dynamique est basée sur les données météorologiques (températures, hygrométrie, rayonnements solaires) fournies par le jeu de données Meteonorm V2. La station de mesure météorologique utilisée pour la simulation est donc celle de Paris – Montsouris (moyennes des températures mensuelles de 2010 à 2019).

L'étude étant basée sur les données de consommation énergétique de l'année 2023, il convient d'étudier celles-ci en considérant le contexte météorologique associé. Les données météorologiques utilisées pour l'étude des consommations énergétiques sont donc celles fournies par la station de mesure météorologique Paris – Montsouris pour l'année 2023.

En effet, la différence de contexte météorologique entre les données utilisées pour la simulation numérique énergétique et les données utilisées pour l'étude des consommations énergétiques obligent à effectuer une correction des consommations énergétiques calculées pour les exprimer dans le cadre du contexte météorologique de l'étude, soit celui des données correspondantes à Paris – Montsouris en 2023.

Les données météorologiques correspondantes sont donc :

- Données météorologiques SED :
 - o DJU : 2 154
 - o DJF : 454
- Données météorologiques étude consommations énergétiques :
 - o DJU : 1 833
 - o DJF : 741

8.4. 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.

Action	Fiche CEE	Volume de kWhcumac généré	Valorisation CEE finale (€)
Isolation plancher bas sur local non chauffé	BAT-EN-103	5 304 000	31 824
Isolation murs sur extérieur	BAT-EN-101	10 748 333	64 490
Remplacement menuiseries (fenêtres)	BAT-EN-104	5 411 500	32 469
Isolation plancher haut sur toiture-terrasse	BAT-EN-101	2 326 500	13 959
Relamping LED	BAT-EQ-127	621 667	3 730
Récupération de chaleur sur groupe froid	BAT-SE-103	4 025 667	24 154
Récupération de chaleur sur eaux grises	BAT-TH-154	171 000	1 026
Equilibrage et désembouage des réseaux de chauffage	BAT-SE-103	489 833	2 939

9. ANNEXES

9.1. FICHES ACTIONS

advizeo	Isolation plancher bas sur local non chauffé	Action N°1
---------	--	------------

Investissement	Estimations
Coût	51 000 €
Financements (CEE uniquement)	31 824 €
Investissement total	19 176 €

Scénario	
Scénario 1	NON
Scénario 2	NON
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	26,81 MWh 2%
GES	3,30 Teq.CO2 3%
Economies annuelles moyennes sur ROI	3 162 €
TRI	6 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
Actuellement, le plancher bas sur local non chauffé (sous-sol peu utilisé) ne présente pas d'isolation. Il présente néanmoins des faux-plafond qui permettent de limiter un minimum les pertes thermiques vers les locaux non chauffés	L'installation d'une couche d'isolant supplémentaire peut nécessiter la fermeture de l'accès à la zone durant la période de travaux
Amélioration proposée	
L'isolation d'un plancher bas sur local non chauffé requiert l'installation d'une épaisseur d'isolant permettant d'atteindre une valeur de résistance thermique de 3 m².K/W pour prétendre aux subventions CEE	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ
Economies d'énergie finale [kWh/an]	19916 kWh	6895 kWh
Gain financier [€ HT/an]	1 854 €	1 130 €
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	2908 kgCO2	392 kgCO2

BAT-EN-103

advizeo	Isolation murs sur extérieur	Action N°2
---------	------------------------------	------------

Investissement	Estimations
Coût	246 450 €
Financements (CEE uniquement)	64 490 €
Investissement total	181 960 €

Scénario	
Scénario 1	NON
Scénario 2	OUI
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	151,45 MWh 14%
GES	22,22 Teq.CO2 18%
Economies annuelles moyennes sur ROI	14 988 €
TRI	12 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
Actuellement, les murs sur extérieur ne présentent pas de couche d'isolant. Néanmoins, ceux-ci sont composés d'un doublage à lame d'air permettant de réduire très légèrement les pertes thermiques vers l'extérieur.	L'isolation des murs sur extérieur présente peu de contraintes techniques et une contrainte architecturale faible dans le cas de ce bâtiment
Amélioration proposée	
L'isolation par l'extérieur des murs requiert l'installation d'une épaisseur d'isolant permettant d'atteindre une valeur de résistance thermique de 3,7m².K/W pour prétendre aux CEE	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ
Economies d'énergie finale [kWh/an]	152615 kWh	-1165 kWh
Gain financier [€ HT/an]	14 208 €	-191 €
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	22282 kgCO2	-66 kgCO2

BAT-EN-101

advizeo	Remplacement menuiseries (fenêtres)	Action N°3
----------------	--	-------------------

Investissement	Estimations
Coût	485 750 €
Financements (CEE uniquement)	32 469 €
Investissement total	453 281 €

Scénario	
Scénario 1	NON
Scénario 2	NON
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	148,09 MWh
	14%
GES	21,63 Tq.CO2
	18%
Economies annuelles moyennes sur F	16 256 €
TRI	TRI>25ans
Catégorie de TRI	4
Type d'action	Remplacement / amélioration des menuiseries
Usage concerné	Chauffage

Descriptif de l'action	
Observations	Contraintes techniques et architecturales
Actuellement, les menuiseries du bâtiment présentent des performances thermiques faibles à moyennes, et des défauts d'étanchéité ponctuels	L'installation de nouvelles menuiseries pose plusieurs contraintes techniques : le local concerné doit être occupé pendant la durée des travaux
Amélioration proposée	
Les menuiseries actuelles doivent être remplacées par des menuiseries à hautes performances thermiques ($U=1,5\text{W/m}^2.\text{K}$) afin de prétendre aux CEE	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ
Economies d'énergie finale [kWh/an]	148215 kWh	-129 kWh
Gain financier [€ HT/an]	13 799 €	-21 €
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	21639 kgCO2	-7 kgCO2

BAT-EN-104

advizeo	Isolation plancher haut sur toiture-terrasse	Action N°4
----------------	---	-------------------

Investissement	Estimations
Coût	17 700 €
Financements (CEE uniquement)	13 959 €
Investissement total	3 741 €

Scénario	
Scénario 1	NON
Scénario 2	NON
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	19,03 MWh 2%
GES	2,71 Teq.CO2 2%
Economies annuelles moyennes sur ROI	1 843 €
TRI	2 an(s)
Catégorie de TRI	2
Type d'action	Isolation des parois opaques
Usage concerné	Chauffage

Descriptif de l'action	
Observations	Contraintes techniques et architecturales
Actuellement, le plancher haut sur toiture-terrasse ne présente pas d'isolation malgré la présence de faux plafonds	L'installation d'une couche d'isolant supplémentaire peut nécessiter la fermeture de l'accès à la zone durant la période de travaux
Amélioration proposée	
L'isolation par l'intérieur d'un plancher haut sur toiture-terrasse nécessite l'installation d'une épaisseur d'isolant permettant d'atteindre une valeur de résistance thermique de 6 m².K/W afin de prétendre aux subventions CEE	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ
Economies d'énergie finale [kWh/an]	18216 kWh	818 kWh
Gain financier [€ HT/an]	1 696 €	134 €
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	2660 kgCO2	47 kgCO2

BAT-EN-101

advizeo	Remplacement des régulateurs de chauffage et de ventilation et optimisation de leurs paramètres	Action N°5
----------------	--	-------------------

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

Scénario	
Scénario 1	OUI
Scénario 2	OUI
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	317,19 MWh
	30%
GES	38,93 Tq.CO2
	32%
Economies annuelles moyennes sur ROI	15 397 €
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
Les régulateurs du réseau radiateurs et des CTA sont hors service. La régulation de ces équipements se fait uniquement manuellement, ce qui n'est pas adapté aux besoins du bâtiment. De plus, les locaux inoccupés sont chauffés et ventilés, induisant un besoin de chauffage important.	Les travaux sont à effectuer en période de mi-saison pour réduire au maximum l'impact sur l'activité du bâtiment
Amélioration proposée	
Remplacer les régulateurs non fonctionnels en prévoyant un modèle compatible avec l'une des deux GTB présentes sur le site. Fermer les circuits de chauffage hydrauliques desservant les locaux non occupés. Modifier les paramètres de régulation des systèmes de chauffage tels que : - Température extérieure / température de départ : -7 °C / 70 °C - Température extérieure / température de départ : 0 °C / 55 °C - Température extérieure / température de départ : 10 °C / 40 °C - Température extérieure / température de départ : 20 °C / 20 °C - TNC : 18 °C - Objectif température intérieure occupation réduite (20h00 - 8h00) : 20 °C - Objectif température intérieure occupation pleine (20h00 - 8h00) : 22 °C Modifier le planning horaire de fonctionnement des systèmes de ventilation des locaux non critiques tel que : Lundi - vendredi : 7h00 - 20h00 Week-end : Arrêt	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ
Economies d'énergie finale [kWh/an]	234329 kWh	82864 kWh
Gain financier [€ HT/an]	21 816 €	13 581 €
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	34212 kgCO2	4715 kgCO2

advizeo	Relamping LED	Action N°6
---------	---------------	------------

Investissement	Estimations
Coût	23 913 €
Financements (CEE uniquement)	3 730 €
Investissement total	20 183 €

Scénario	
Scénario 1	NON
Scénario 2	NON
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	10,55 MWh 1%
GES	-0,78 T _{eq} .CO ₂ -1%
Economies annuelles moyennes sur ROI	3 232 €
TRI	6 an(s)
Catégorie de TRI	4
Type d'action	Remplacement / amélioration systèmes divers
Usage concerné	Eclairage

Descriptif de l'action	
Observations	Contraintes techniques et architecturales
Actuellement, différents systèmes d'éclairage sont utilisés. La répartition des systèmes d'éclairage est de 25% de LED et de 75% de type fluorescents	Aucune contrainte technique
Amélioration proposée	
Les systèmes d'éclairage de type fluorescent doivent être remplacés (ratio 1/2) par des dalles LED d'efficacité lumineuse comprise entre 160lm/W et 184 lm/W afin de prétendre aux subventions CEE au montant renseigné	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ
Economies d'énergie finale [kWh/an]	-15503 kWh	26057 kWh
Gain financier [€ HT/an]	-1 443 €	4 271 €
Economies de GES [kgeq.CO ₂ /an]	-2263 kgCO ₂	1483 kgCO ₂

BAT-EQ-127

advizeo	Récupération de chaleur sur groupe froid	Action N°7
----------------	---	-------------------

Investissement	Estimations
Coût	30 000 €
Financements (CEE uniquement)	24 154 €
Investissement total	5 846 €

Scénario	
Scénario 1	NON
Scénario 2	OUI
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	29 MWh 3%
GES	4,19 Teq.CO2 3%
Economies annuelles moyennes sur ROI	2 689 €
TRI	2 an(s)
Catégorie de TRI	2
Type d'action	Remplacement / amélioration système refroidissement
Usage concerné	ECS

Descriptif de l'action	
Observations	Contraintes techniques et architecturales
La production de froid pour le bâtiment Achard est continue tout au long de l'année pour assurer le maintien en température des locaux d'activité. Par ailleurs, le bâtiment présente des besoins d'ECS importants. Le remplacement récent des groupes froid n'impliquait pas l'installation d'un système de récupération de chaleur sur la HP.	Cette action nécessite la création d'un réseau hydraulique dédié. La mise en œuvre de cette action peut nécessiter des travaux importants en fonction du cheminement du réseau hydraulique créé
Amélioration proposée	
Mise en place d'une récupération de chaleur en amont des condenseurs du groupe froid afin de préchauffer l'ECS nécessaire sur le bâtiment ACHARD. L'utilisation d'un fluide calorifique dont la température d'évaporation est inférieure à 18°C pour pouvoir prétendre aux CEE	

Critères	ELECTRICITÉ	RCU
Economies d'énergie finale [kWh/an]	0 kWh	28703 kWh
Gain financier [€ HT/an]	0 €	2 672 €
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	0 kgCO2	4191 kgCO2

BAT-SE-103

Investissement	Estimations
Coût	15 000 €
Financements (CEE uniquement)	1 026 €
Investissement total	13 974 €

Scénario	
Scénario 1	NON
Scénario 2	OUI
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	45,93 MWh
	4%
GES	6,71 T _{eq} .CO ₂
	6%
économies annuelles moyennes sur RCU	4 329 €
TRI	3 an(s)
Catégorie de TRI	2
Type d'action	Remplacement / amélioration systèmes divers
Usage concerné	ECS

Descriptif de l'action	
Observations	Contraintes techniques et architecturales
De part son activité, le bâtiment rejette une quantité d'eaux grises non négligeable, dont la chaleur n'est pas récupérée. Par ailleurs, le bâtiment utilise beaucoup d'ECS	L'installation d'une récupération de chaleur sur les eaux grises nécessite la mise en place de réseaux dédiés
Amélioration proposée	
Mise en place d'une récupération de chaleur sur les eaux grises afin de préchauffer l'ECS utilisée par l'activité du site. L'efficacité de la récupération de chaleur doit être supérieure à 35% pour pouvoir prétendre aux CEE	

Critères	ELECTRICITÉ	RCU
Economies d'énergie finale [kWh/an]	0 kWh	45925 kWh
Gain financier [€ HT/an]	0 €	4 276 €
Economies de GES [kgeq.CO ₂ /an]	0 kgCO ₂	6705 kgCO ₂

BAT-TH-154

Investissement	Estimations
Coût	10 000 €
Financements (CEE uniquement)	2 939 €
Investissement total	7 061 €

Scénario	
Scénario 1	OUI
Scénario 2	OUI
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	40,24 MWh 4%
GES	5,52 Teq.CO2 5%
Economies annuelles moyennes sur ROI	4 028 €
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 réseaux de chauffage du bâtiment ne sont pas équilibrés (manque de chauffage en bout de réseau) et sont également emboués	Il est important de réaliser d'abord le désembouage puis l'équilibrage des réseaux. Le choix du désembouage nécessite un test de l'eau afin de se tourner vers un désembouage chimique ou mécanique en fonction de l'état des réseaux
Amélioration proposée	
Le désembouage était en cours lors de la période d'audit, le but est de continuer ce travail et ensuite d'effectuer un équilibrage des réseaux de chauffage	

Critères	ELECTRICITÉ	RCU
Economies d'énergie finale [kWh/an]	3975 kWh	36268 kWh
Gain financier [€ HT/an]	652 €	3 377 €
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	226 kgCO2	5295 kgCO2

BAT-SE-103

CONTACTS

PIGNON Vincent
Auditeur énergétique
Tél
Vincent.pignon@advizeo.io

Clarisse MANTEAU
Directrice de projet
Tél
Clarisse.manteau@advizeo.io

PLUYAUD Zoé
Auditrice énergétique
Tél
Zoe.pluyaud@advizeo.io

Bastien RINGES
Expert STD
Tél
Bastien.ringes@advizeo.io

advizeo

La Félicité Paris Sully-Morland
2 Cour de l'Ile Louviers
75004 Paris

www.advizeo.io

advizeo