



Audit énergétique

DOSSIER ENERGETIQUE - AUDIT

TNN019 – Hôpital de TENON – Bâtiment
RECHERCHE

EMETTEURS

Vincent PIGNON

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

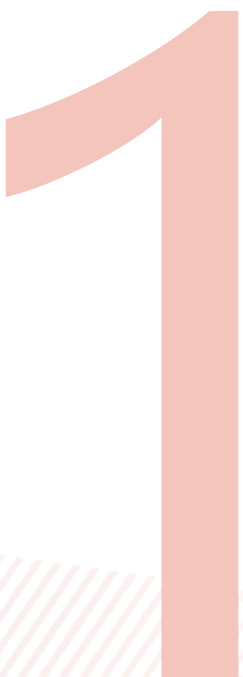
Le présent document a été rédigé et validé par les personnes suivantes :

Prénom & Nom	Fonction	Rôle
Vincent PIGNON	Energy Manager	Rédaction
Bastien RINGES	Expert STD	Support
Clarisse MANTEAU	Directrice de projet	Rédaction - validation

Sommaire

1.	Objet du document.....	5
2.	Rappel de la situation actuelle	5
2.1.	Consommations annuelles du bâtiment	5
2.1.1.	Consommation d'énergie thermique (réseau de chaleur).....	5
2.1.2.	Consommation d'énergie électrique.....	6
2.2.	Rappel des résultats de la modélisation	7
2.2.1.	Détails des consommations issues de la STD	7
2.2.2.	Détails des déperditions thermiques.....	8
2.2.3.	Détails des besoins de puissance	9
3.	Préconisations et fiches actions.....	10
3.1.	Synthèse des préconisations	11
4.	Scénarisation	12
4.1.	Liste des scénarios	13
4.2.	Impact sur la performance.....	14
5.	Etude du coût global	15
6.	Décret tertiaire	20
7.	Conclusion generale	21
8.	Hypothèses de calcul	22
8.1.	Donnees economiques	22
8.2.	Facteurs de conversions	22
8.3.	Données météorologiques	22
8.4.	Subventions et aides.....	23
9.	ANNEXES	24
9.1.	Fiches actions	24
	Contacts	31

Objet du document



1. OBJET DU DOCUMENT

Ce document complète l'étude effectuée sur le bâtiment Recherche 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. CONSOMMATIONS ANNUELLES DU BATIMENT

2.1.1. Consommation d'énergie thermique (réseau de chaleur)

A défaut de disponibilité de données de consommation de chaleur depuis le réseau de chaleur CPCU à l'échelle du bâtiment, une estimation de la consommation a été réalisée à partir des données de consommation à l'échelle du site.

La méthodologie choisie pour estimer la consommation de chaleur du bâtiment est celle de l'estimation par calcul au mètre via un système de chauffage utilisant le réseau de chaleur comme système de production.

La valeur de la consommation de chaleur par mètre carré chauffé est de **152 kWh/m².an**.

Dans cas de l'étude du bâtiment RECHERCHE, la surface considérée est de 4 317 m². Cependant, le bâtiment possédant une enveloppe thermique et des systèmes de ventilation particulièrement performants relativement aux autres bâtiments du site, la consommation annuelle simulée est pondérée afin de fournir des résultats fiables à l'échelle du bâtiment.

La valeur de la consommation de chaleur par mètre carré chauffé est de **78 kWh/m².an**.

Le détail du calcul de la consommation de chaleur est donc le suivant :

- Consommation annuelle estimée : 332 409 kWh/m².an (DJU de 1 833)
- Consommation annuelle simulée : 368 371 kWh/m².an (DJU de 2 154)
- **Consommation annuelle simulée corrigée : 321 536 kWh/m².an (DJU de 1 833)**

Consommation annuelle corrigée de RCU du modèle SED [MWh]	Consommation annuelle de RCU estimée [MWh]	Ecart [%]
322 MWh	332 MWh	- 3.4 %

L'écart de consommation obtenu entre la consommation annuelle corrigée calculée et la consommation annuelle estimée, de 3.4 %, est lié à la minoration volontaire de la consommation du bâtiment pour les raisons décrites précédemment. Cet écart permet néanmoins de valider le modèle SED sur le réseau de chaleur.

2.1.2. Consommation d'énergie électrique

A défaut de disponibilité de données de consommation d'électricité à l'échelle du bâtiment, une estimation de la consommation a été réalisée à partir des données de consommation à l'échelle du poste électrique desservant le bâtiment.

La méthodologie choisie pour estimer la consommation d'électricité du bâtiment est celle de l'estimation par calcul au mètre, pondérée par l'usage du bâtiment.

La valeur de la consommation d'électricité estimée (pondérée par l'usage du bâtiment) par mètre carré est de **96 kWh/m².an**.

Le détail du calcul de la consommation d'électricité est donc le suivant :

- Consommation annuelle estimée (3 467 m² refroidis) : 455 664 kWh/m².an (DJF de 741)
- Consommation annuelle simulée (3 467 m² refroidis) : 413 263 kWh/m².an (DJF de 454)
- **Consommation annuelle simulée corrigée (3 467 m² refroidis) : 400 257 kWh/m².an (DJU de 1 833, DJF de 741)**

Consommation annuelle d'électricité corrigée du modèle SED [MWh]	Consommation annuelle d'électricité estimée [MWh]	Ecart [%]
400MWh	416MWh	- 4 %

L'écart est donc inférieur à 5% sur l'année, ce qui permet de valider le modèle SED sur l'électricité.

2.2. RAPPEL DES RESULTATS DE LA MODELISATION

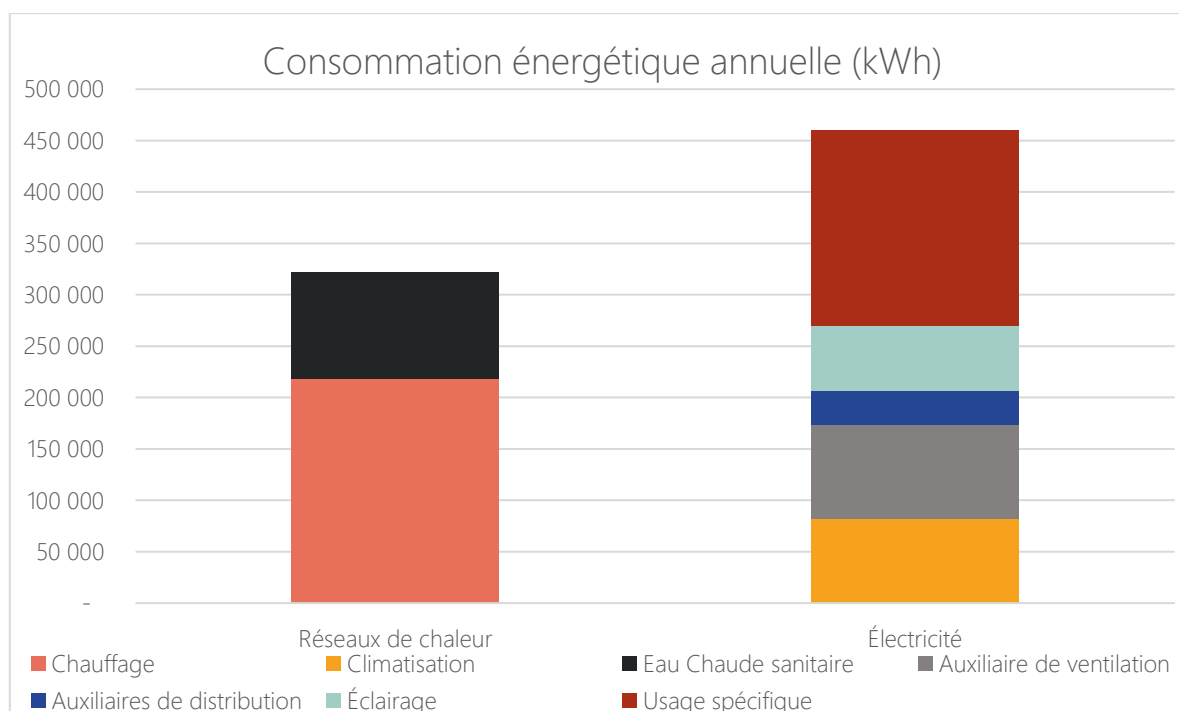
2.2.1. Détails des consommations issues de la STD

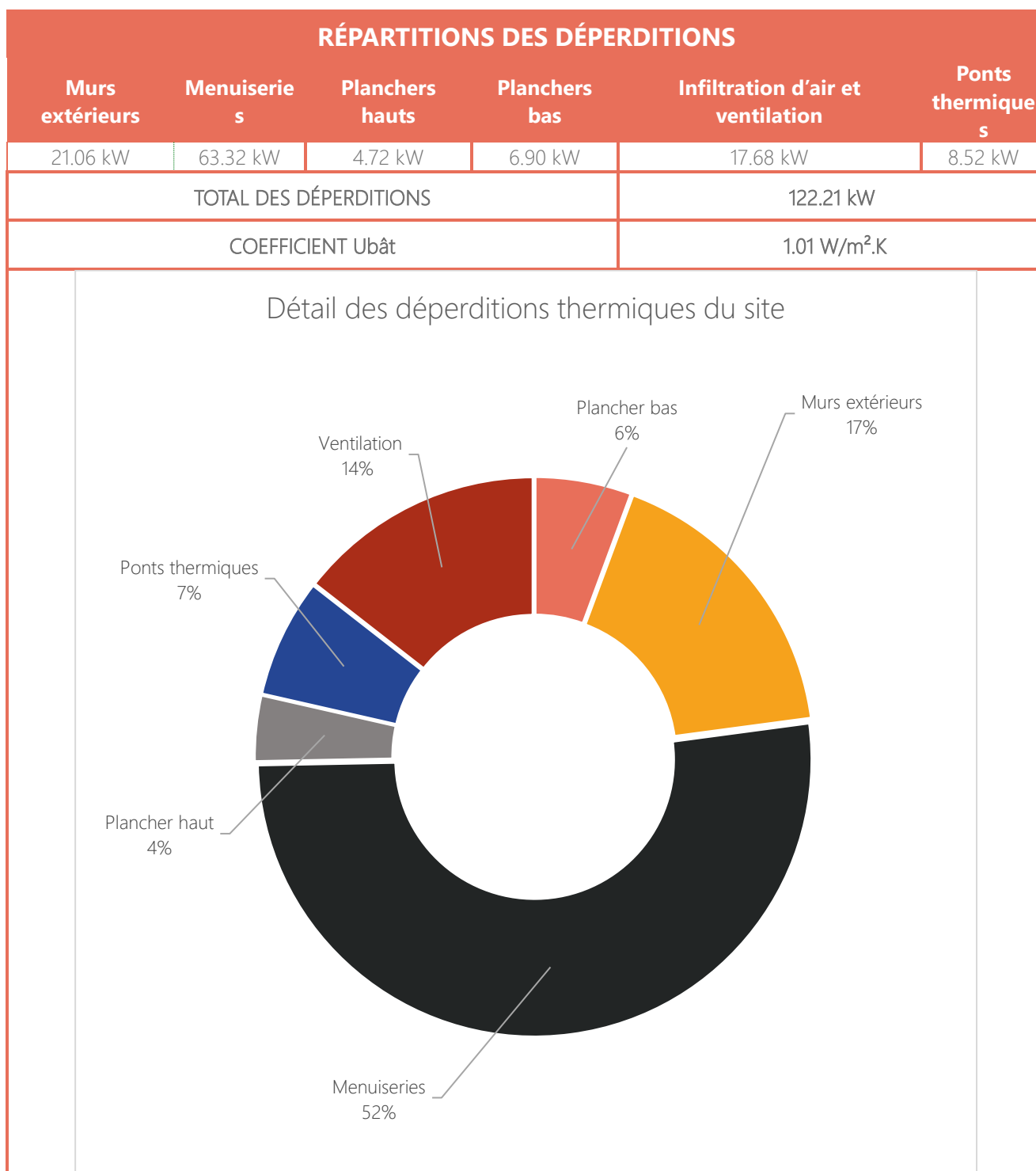
La Simulation Thermique Dynamique et la Simulation Energétique Dynamique ont permis de réaliser le calcul des consommations du site.

Par la suite, les différentes actions à mener sur le site ont été simulées depuis la STD afin de déterminer les différentes réductions des consommations énergétiques atteintes. Un bilan de puissance a été réalisé pour certaines actions.

	RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS					
	RCU		ÉLECTRICITÉ		TOTAL	
	kWh	%	kWh	%	kWh/m2.SDP	%
Chauffage	217 945	68%	-	0%	59	28%
Climatisation	-	0%	81 860	18%	22	10%
Eau chaude sanitaire (ECS)	103 591	32%	-	0%	28	13%
Auxiliaires de ventilation		0%	91 848	20%	25	12%
Auxiliaires de distribution		0%	33 616	7%	9	4%
Éclairage		0%	62 289	14%	17	8%
Usage spécifique		0%	189 927	41%	51	24%
Production d'énergie renouvelable	-	0%		0%	-	0%
TOTAL	321 536	100%	459 540	100%	210	100%

L'addition de ces deux méthodes de calculs a permis de réaliser la répartition des consommations qui figure ci-après.



2.2.2. Détails des déperditions thermiques

2.2.3. Détails des besoins de puissance

La simulation thermique dynamique permet de calculer les besoins climatiques de chauffage et de refroidissement du bâtiment.

	PUISSANCE À INSTALLER (NF EN 12831)	PUISSANCE INSTALLÉE (sur site)	ÉCART
CHAUFFAGE	210 kW	475 kW (avec ECS) 475 kW (secours)	+ 126 %
REFROIDISSEMENT	160 kW	354 kW	+ 128 %

La puissance de chauffage active installée est de 475 kW. Cette puissance correspond à 126 % près à la puissance à installer recommandée. La puissance de chauffage complémentaire nécessaire en situation de secours est de 475 kW. Une partie de cette puissance installée est dédiée à la production d'ECS. La puissance de chauffage installée est donc trop élevée par rapport aux besoins du bâtiment.

La puissance de refroidissement installée est de 354 kW. Cette puissance correspond à 134 % près à la puissance à installer recommandée. La puissance de refroidissement installée est donc élevée, mais permet de subvenir aux besoins de refroidissement ponctuellement très importants du bâtiment.

3. PRECONISATIONS ET FICHES ACTIONS

A l'issue de l'étude énergétique du bâtiment Recherche 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.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	Isolation plancher bas sur local non chauffé	Chauffage	45 540 € HT	17 675 € HT	13 MWh	2%	2 510 € HT	2,05 TeqCO2/an	6 ans		X
2	Isolation murs sur extérieur	Chauffage	216 700 € HT	176 749 € HT	29 MWh	4%	3 446 € HT	4,13 TeqCO2/an	TRI>25ans		X
3	Remplacement menuiseries (fenêtres)	Chauffage	333 370 € HT	293 019 € HT	97 MWh	12%	9 894 € HT	14,53 TeqCO2/an	TRI>25ans	X	X
4	Isolation plancher haut sur toiture-terrasse	Chauffage	20 700 € HT	6 707 € HT	7 MWh	1%	720 € HT	1,05 TeqCO2/an	9 ans	X	X
5	Optimisation systèmes chauffage, ventilation et refroidissement (GTB)	Chauffage	20 000 € HT	20 000 € HT	115 MWh	15%	12 959 € HT	13,92 TeqCO2/an	1 an	X	X
6	Remplacement systèmes éclairage fluorescents	Eclairage	37 761 € HT	34 748 € HT	17 MWh	2%	3 922 € HT	0,21 TeqCO2/an	8 ans		X
7	Système récupération chaleur groupe froid	Climatisation	30 000 € HT	1 043 € HT	38 MWh	5%	2 469 € HT	5,51 TeqCO2/an	Immédiat	X	X
8	Récupération chaleur eaux grises	Chauffage	15 000 € HT	13 974 € HT	37 MWh	5%	3 501 € HT	5,42 TeqCO2/an	3 ans	X	X
9	Equilibrage et désembouage réseau chauffage	Chauffage	10 000 € HT	7 061 € HT	23 MWh	3%	2 301 € HT	3,23 TeqCO2/an	3 ans	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 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** : privilégie des actions d'optimisation des régulations existantes, ainsi que de la priorisation d'actions de maintenance.
- Le **scénario 2** : reprend l'ensemble des actions du scénario 1 et y ajoute des travaux de rénovation thermique de la toiture, des menuiseries ainsi que l'ajout de récupérations de chaleur.
- Le **scénario 3** : combine les actions des scénarios 1 et 2, ainsi que la rénovation thermique du plancher bas, des murs et un relamping.

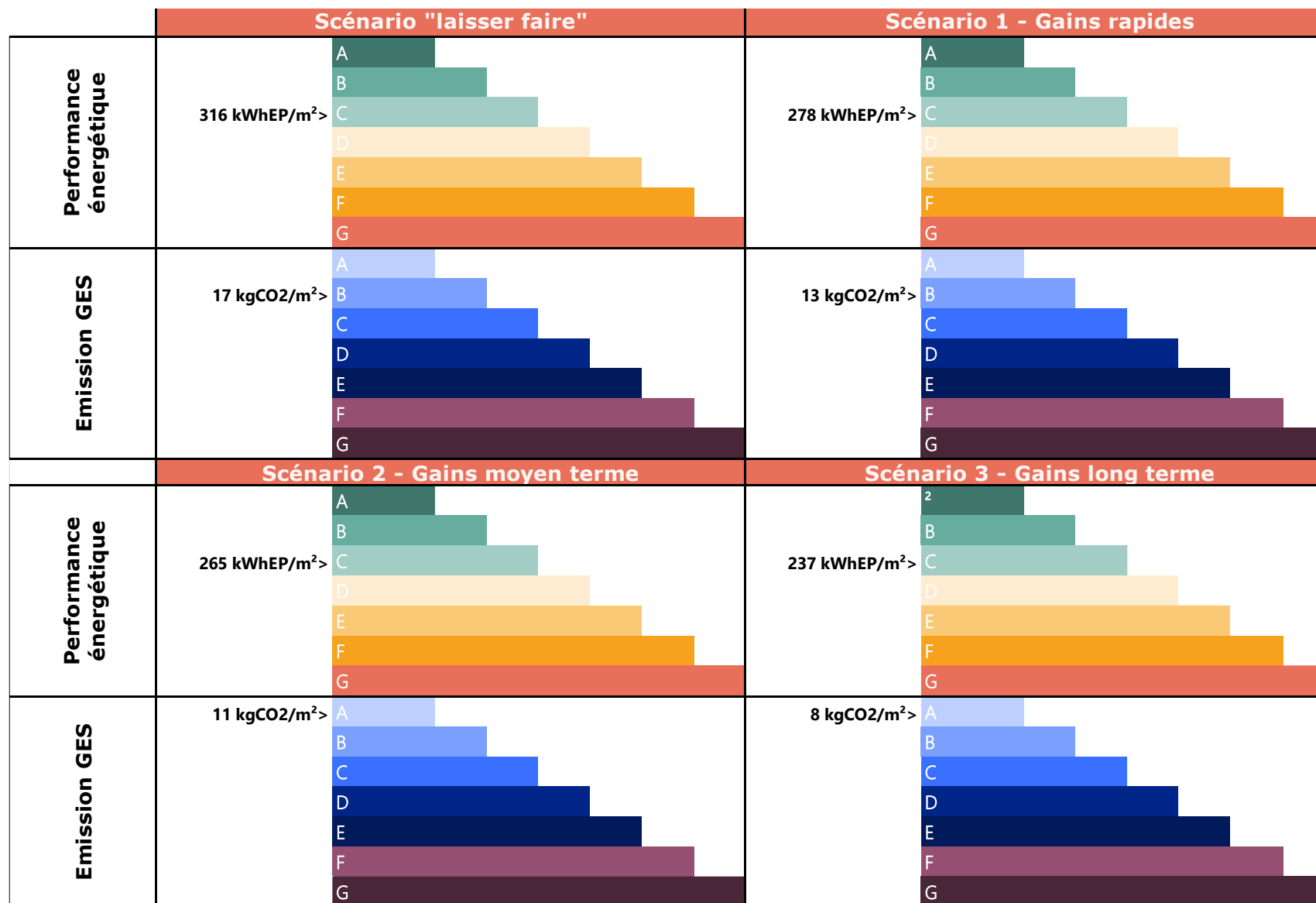
Le **scénario "laisser faire"** correspond à un scénario témoin qui représente le site sans actions mises en place.

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. LISTE 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)]
019 - Bâtiment de recherche	Scénario 1	Multipostes	30 000	27 061	2 939	126 567	16%	21%	15 622	14 054	17 750	20 490	1 an	1 an	1 an
	Scénario 2	Multipostes	429 070	341 804	87 266	180 747	23%	32%	23 487	19 133	23 511	27 164	17 ans	15 ans	13 ans
	Scénario 3	Multipostes	729 071	570 976	158 095	280 372	36%	50%	36 601	29 546	36 208	41 839	19 ans	16 ans	14 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 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	-	-	20 700	282 940
Investissement Remplacement / amélioration des menuiseries	€HT	-	-	333 370	333 370
Investissement Remplacement / amélioration systèmes divers	€HT	-	-	45 000	82 761
Investissement Énergie renouvelable	€HT	-	-	-	-
Investissement Optimisation exploitation	€HT	-	20 000	20 000	20 000
Investissement Maintenance préventive / corrective	€HT	-	10 000	10 000	10 000
Maîtrise d'œuvre	%	0%	15%	15%	15%
	€HT	-	4 500	64 361	109 361
Aléas	%	0%	5%	5%	5%
	€HT	-	1 000	20 954	35 954
Investissement total hors aides	€HT	-	25 500	504 384	864 385
Montant CEE	€HT	-	2 939	87 266	158 095
Investissement total aides déduites	€HT	-	22 561	417 118	706 290

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	105 253 €	0 €	0 €	0 €	105 253 €
C2	150 821 €	0 €	0 €	0 €	150 821 €
C3	174 945 €	0 €	0 €	0 €	174 945 €
Scénario 1					
C1	91 200 €	0 €	900 €	1 417 €	93 517 €
C2	132 633 €	0 €	900 €	1 417 €	134 951 €
C3	153 770 €	0 €	900 €	1 417 €	156 087 €
Scénario 2					
C1	86 120 €	0 €	2 250 €	26 205 €	114 575 €
C2	126 798 €	0 €	2 250 €	26 205 €	155 253 €
C3	146 942 €	0 €	2 250 €	26 205 €	175 398 €
Scénario 3					
C1	75 707 €	0 €	3 383 €	44 373 €	123 463 €
C2	113 834 €	0 €	3 383 €	44 373 €	161 589 €
C3	131 826 €	0 €	3 383 €	44 373 €	179 582 €

Analyse du coût annuel moyen sur 20 ans

Scénario "laisser faire"

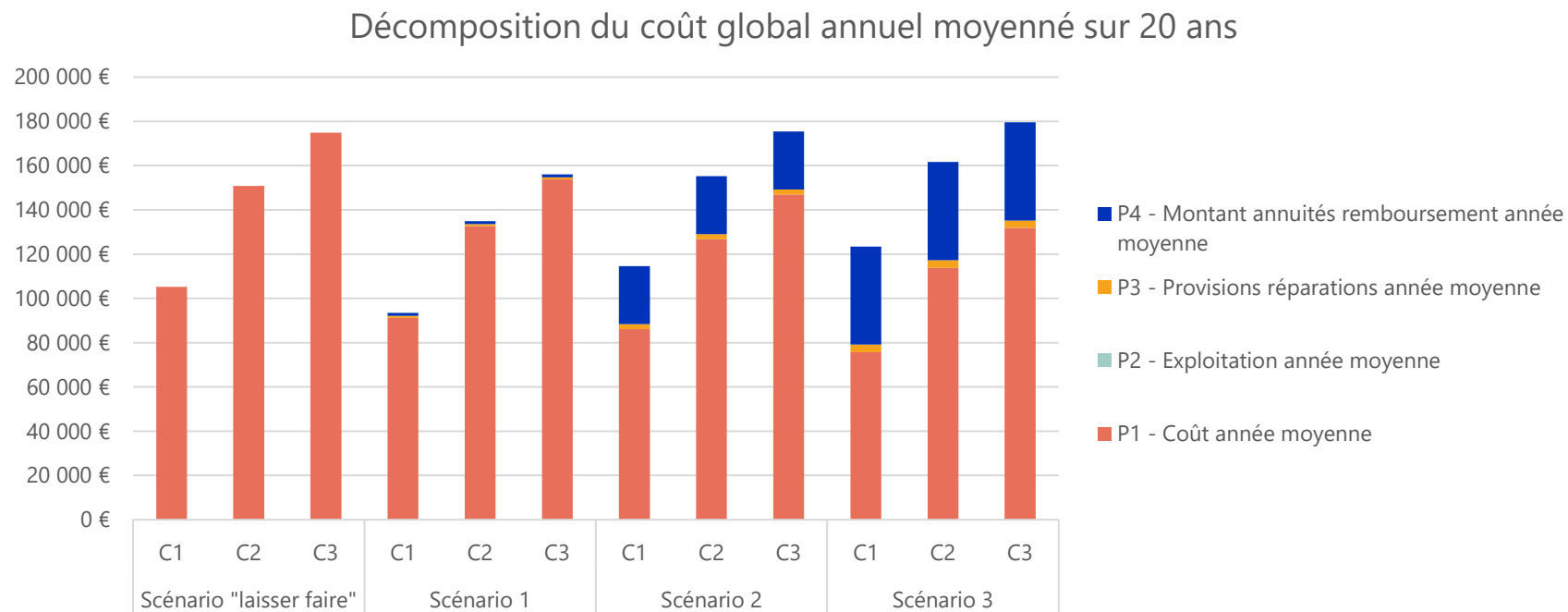
Ce scénario repose entièrement sur des coûts P1, qui peuvent être optimisés sans beaucoup d'investissement.

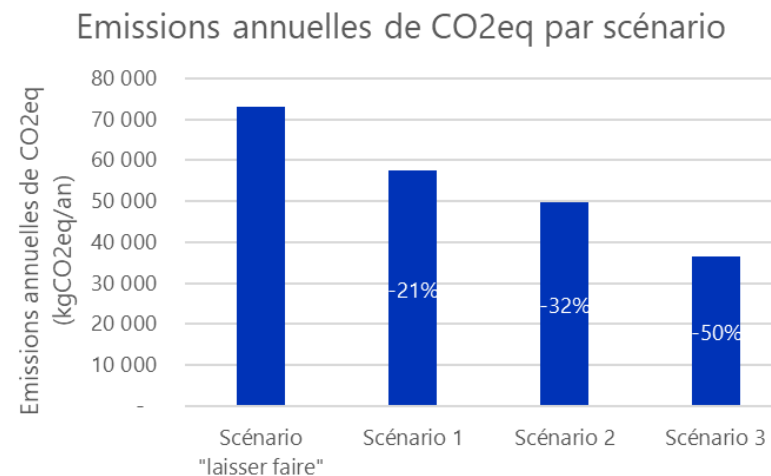
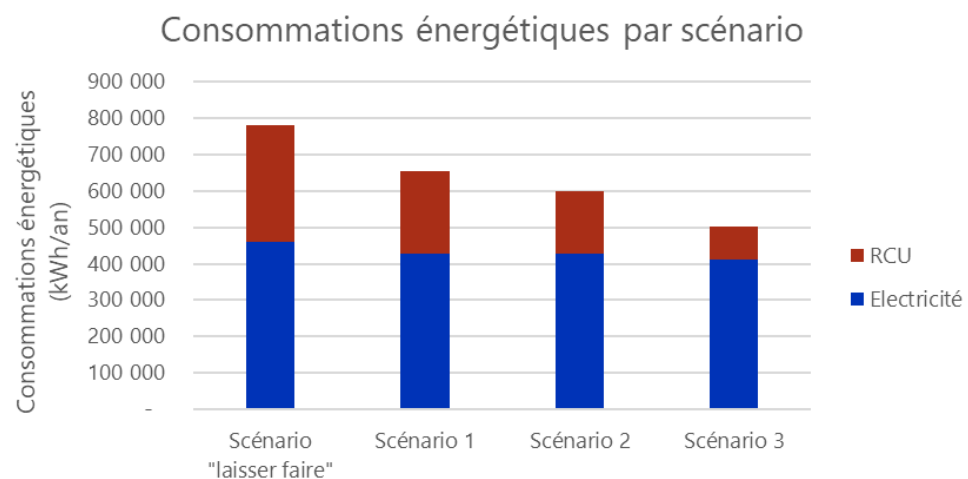
Scénario 1

Ce scénario repose principalement sur les coûts P1 (98 à 99%), avec de faibles annuités de remboursement (1417€), et une provision de charge équivalente à 3% des dépenses réalisées sur les équipements énergétiques. Il représente le scénario le plus rentable.

Scénarios 2 et 3

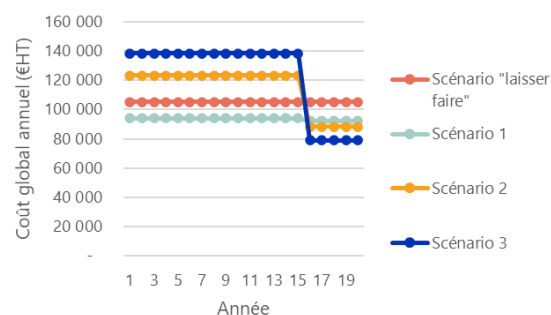
Ces deux scénarios présentent les coûts globaux les plus élevés de la scénarisation. La part de P1 baisse significativement (61 à 84% selon le scénario de travaux et d'inflation), ce qui permet de fiabiliser les enveloppes budgétaires annuelles, néanmoins les investissements restent significatifs.



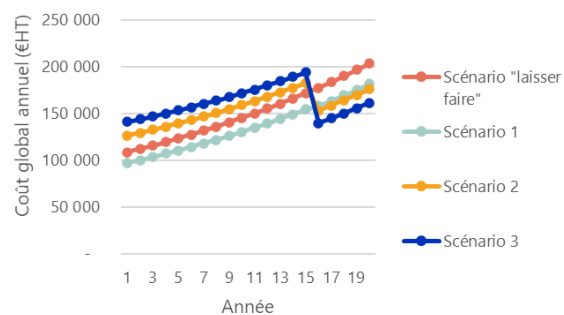


La mise en œuvre des scénarios permettrait **d'améliorer le bilan environnemental du site**. En effet, les **émissions annuelles liées** à la consommation énergétique du site seraient diminuées de 21 % pour le scénario 1, de 32% pour le scénario 2 et de 50% pour le scénario 3.

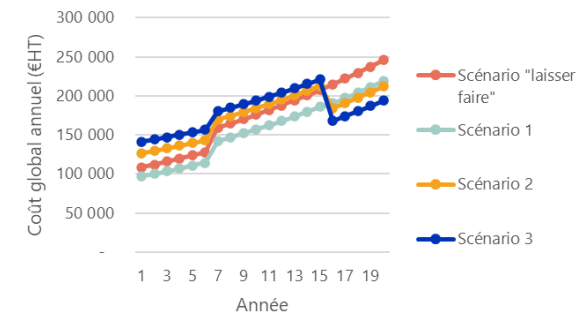
Evolution du coût global annuel sur
chaque scénario travaux - Contexte
inflation C1



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.

Synthèse

Le scénario 1 permet de diminuer les consommations, sans d'importants investissements. Il se présente comme la solution la plus rentable. Les scénarios 2 et 3 permettent quant à eux d'améliorer la performance du bâti. Le scénario 3 reste le scénario le plus coûteux, malgré l'amélioration de la performance du bâtiment.

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)	4 317 m ²
Surface chauffée (m ²)	4 317 m ²
Surface refroidie (m ²)	~3 467 m ²
Station météo	Paris Montsouris
Zone	H1a

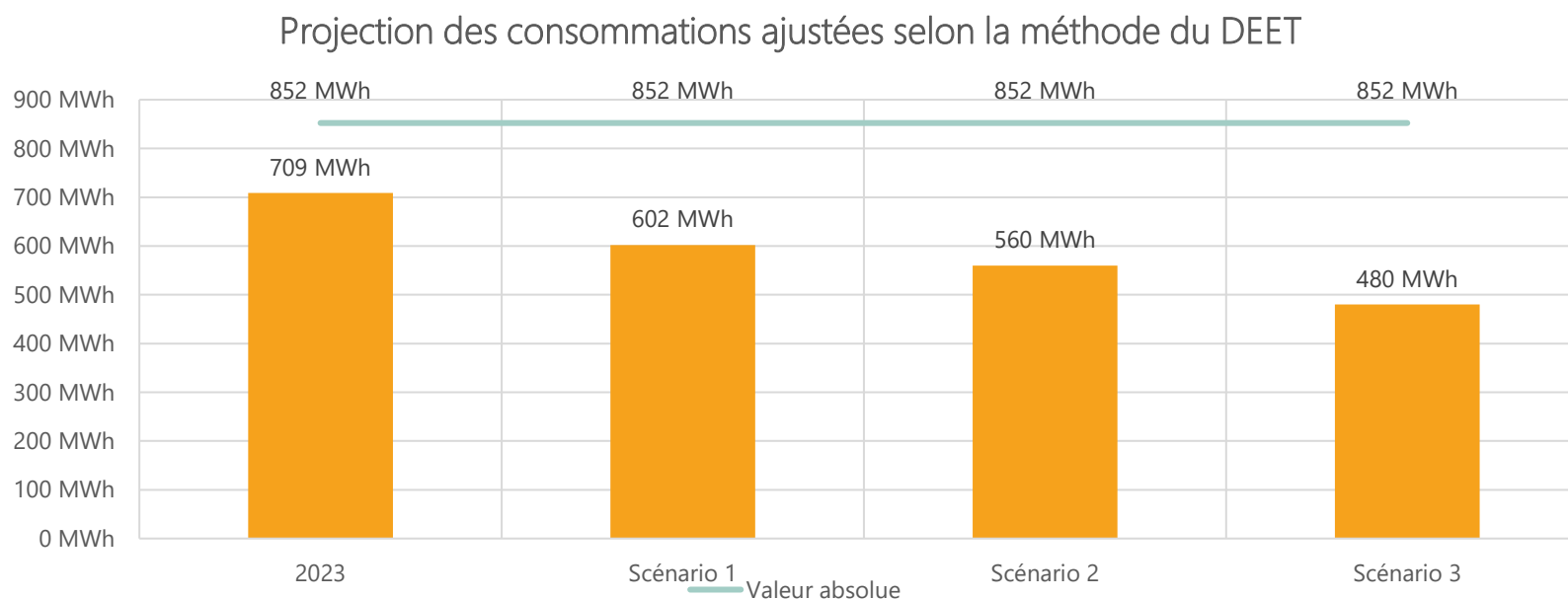
Pour rappel, l'objectif absolu calculé à titre indicatif dans le rapport état des lieux est le suivant :

Cabs estimée (kWhDT/m ² .an)	Etat des lieux 2023 estimé (kWhDT/m ² .an)
220 kWhDT/m ² /an	183 kWhDT/m ² /an

L'objectif 2030 est déjà atteint.

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

Scénarios	Consommation projetée (MWhDT/an)	Objectif 2030 atteint
Scénario 1	602	OUI
Scénario 2	560	OUI
Scénario 3	480	OUI



7. CONCLUSION GENERALE

Le bâtiment Recherche est un bâtiment plutôt récent, présentant des performances moyennes à bonnes sur son bâti et ses équipements énergétiques. Ses consommations actuelles permettent déjà de répondre à l'objectif DEET 2030. Le scénario 1 reste le plus stratégique pour améliorer la performance énergétique à faible coût, il permet également d'anticiper les prochaines échéances DEET.

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

La simulation énergétique dynamique est basée sur les données météorologiques (températures, hygrométrie, rayonnements solaires) fournies par le jeu de données Meteororm 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	4 286 923	27 865
Isolation murs sur extérieur	BAT-EN-102	6 146 307	39 951
Remplacement menuiseries (fenêtres)	BAT-EN-104	6 207 846	40 351
Isolation plancher haut sur toiture-terrasse	BAT-EN-101	2 152 069	13 993
Remplacement systèmes éclairage fluorescents	BAT-EQ-127	463 538	3 013
Système récupération chaleur groupe froid	BAT-TH-139	4 454 923	28 957
Récupération de chaleur sur eaux grises	BAT-TH-154	157 846	1 026
Equilibrage et désembouage réseau de chauffage	BAT-SE-103	452 153	2 939

9. ANNEXES

9.1. FICHES ACTIONS

advizeo

Isolation plancher bas sur local non chauffé

Action N°1

Investissement	Estimations
Coût	45 540 €
Financements (CEE uniquement)	27 865 €
Investissement total	17 675 €

Scénario	
Scénario 1	NON
Scénario 2	NON
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	13,30 MWh
	2%
GES	2,05 Tqeq.CO2
	3%
Economies annuelles moyennes sur R	2 510 €
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 (parking) est composé d'une couche d'isolant projeté de 8 cm	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'extérieur 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 3m².K/W pour prétendre aux subventions CEE	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ
Economies d'énergie finale [kWh/an]	-1157 kWh	14465 kWh
Gain financier [€ HT/an]	-189 €	1 389 €
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	-66 kgCO2	2 112 kgCO2

BAT-EN-103

Investissement	Estimations
Coût	216 700 €
Financements (CEE uniquement)	39 951 €
Investissement total	176 749 €

Scénario	
Scénario 1	NON
Scénario 2	NON
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	29,15 MWh
	4%
GES	4,13 T _{eq} .CO ₂
	6%
Economies annuelles moyennes sur RO	3 446 €
TRI	TRI>25ans
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 sont composés d'une couche d'isolant (isolation intérieure) de composition indéterminée de 4 cm.	L'isolation des murs sur extérieur par l'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 sur extérieur requiert l'installation d'une épaisseur d'isolant permettant d'atteindre une valeur de résistance thermique de 3,7 m ² .K/W pour prétendre aux subventions CEE	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ
Economies d'énergie finale [kWh/an]	27777 kWh	1372 kWh
Gain financier [€ HT/an]	2 667 €	224 €
Economies de GES [kgeq.CO ₂ /an]	4055 kgCO ₂	78 kgCO ₂

BAT-EN-101

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

Investissement	Estimations
Coût	333 370 €
Financements (CEE uniquement)	40 351 €
Investissement total	293 019 €

Scénario	
Scénario 1	NON
Scénario 2	OUI
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	96,91 MWh
	12%
GES	14,53 Tqeq.CO2
	20%
Economies annuelles moyennes sur ROI	9 894 €
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 moyennes, mais des défauts d'étanchéité ponctuels.	L'installation de nouvelles menuiseries pose plusieurs contraintes techniques. Le local concerné doit être occupé pendant une certaine durée. □
Amélioration proposée	
Les menuiseries actuelles doivent être remplacées par des menuiseries à hautes performances thermiques ($U=1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) afin de prétendre aux subventions CEE.	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ
Economies d'énergie finale [kWh/an]	101235 kWh	-4321 kWh
Gain financier [€ HT/an]	9 719 €	-704 €
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	14780 kgCO2	-246 kgCO2

BAT-EN-104

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

Investissement	Estimations
Coût	20 700 €
Financements (CEE uniquement)	13 993 €
Investissement total	6 707 €

Scénario	
Scénario 1	NON
Scénario 2	OUI
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	7,25 MWh
	1%
GES	1,05 Teq.CO2
	1%
Economies annuelles moyennes sur ROI	720 €
TRI	9 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 haut sur toiture-terasse est composé d'une couche d'isolant de 20 cm en faux-plafond	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-terasse nécessite l'installation d'une épaisseur d'isolant permettant d'atteindre une valeur de résistance thermique de 6 m².K/W pour prétendre aux subventions CEE.	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ
Economies d'énergie finale [kWh/an]	7135 kWh	114 kWh
Gain financier [€ HT/an]	685 €	19 €
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	1042 kgCO2	6 kgCO2

BAT-EN-101

advizeo	Optimisation systèmes chauffage, ventilation et refroidissement (GTB)	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	114,88 MWh
	15%
GES	13,92 Teq.CO2
	19%
Economies annuelles moyennes sur ROI	12 959 €
TRI	1 an(s)
Catégorie de TRI	1
Type d'action	Optimisation exploitation
Usage concerné	Chauffage

Descriptif de l'action	
Observations	Contraintes techniques et architecturales
Actuellement, les systèmes de chauffage, de ventilation et de refroidissement sont partiellement pilotés par des systèmes de régulation fonctionnels ou dysfonctionnels	Aucune contrainte technique ou architecturale
Amélioration proposée	
La modification des paramètres de régulation des systèmes de chauffage, de ventilation et de refroidissement peut être effectué par le mainteneur du bâtiment depuis les systèmes de régulation pilotant les équipements. La remise en état du système de régulation type GTB est inclus dans le chiffrage.	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ
Economies d'énergie finale [kWh/an]	82904 kWh	31972 kWh
Gain financier [€ HT/an]	7 959 €	5 211 €
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	12104 kgCO2	1 819 kgCO2

advizeo	Remplacement systèmes éclairage fluorescents	Action N°6
----------------	---	-------------------

Investissement	Estimations
Coût	37 761 €
Financements (CEE uniquement)	3 013 €
Investissement total	34 748 €

Scénario	
Scénario 1	NON
Scénario 2	NON
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	16,74 MWh
	2%
GES	0,21 Teq.CO2
	0%
Economies annuelles moyennes sur ROI	3 922 €
TRI	8 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 de composition constatée lors de l'état des lieux du site est de 50% de luminaires de type LED et de 50% de luminaires de type fluorescents.	Le remplacement des systèmes d'éclairage actuels ne pose aucune contrainte technique ou architecturale.
Amélioration proposée	
Les systèmes d'éclairage de type fluorescent doivent être remplacés (ratio de 1/2) par des dalles LED d'efficacité lumineuse comprise entre 160 lm/W et 184 lm/W afin de prétendre aux subventions CEE au montant renseigné.	

Critères	ELECTRICITÉ	RCU
Economies d'énergie finale [kWh/an]	25068 kWh	-8327 kWh
Gain financier [€ HT/an]	4 086 €	-799 €
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	1426 kgCO2	-1216 kgCO2

BAT-EQ-127

advizeo	Système récupération chaleur groupe froid	Action N°7
----------------	--	-------------------

Investissement	Estimations
Coût	30 000 €
Financements (CEE uniquement)	28 957 €
Investissement total	1 043 €

Scénario	
Scénario 1	NON
Scénario 2	OUI
Scénario 3	OUI

Gains	Estimations
Energétiques	37,72 MWh
	5%
GES	5,51 Teq.CO2
	8%
Economies annuelles moyennes sur ROI	2 469 €
TRI	0 an(s)
Catégorie de TRI	1
Type d'action	Remplacement / amélioration systèmes divers
Usage concerné	Climatisation

Descriptif de l'action	
Observations	Contraintes techniques et architecturales
Actuellement, le groupe froid assurant la production de froid du bâtiment n'est pas équipé de système de récupération de chaleur.	L'installation d'un système de récupération de chaleur sur le groupe froid 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	
L'installation d'un système de récupération de chaleur sur groupe froid nécessite l'utilisation d'un fluide calorifique dont la température d'évaporation est inférieure à 18°C pour pouvoir prétendre aux subventions CEE. Cette chaleur récupérée peut servir à préchauffer l'air traité par les CTA présentes en toiture technique	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ
Economies d'énergie finale [kWh/an]	37720 kWh	0 kWh
Gain financier [€ HT/an]	3 621 €	0 €
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	5507 kgCO2	0 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	37,14 MWh
	5%
GES	5,42 Teq.CO2
	7%
Economies annuelles moyennes sur ROI	3 501 €
TRI	3 an(s)
Catégorie de TRI	2
Type d'action	Remplacement / amélioration systèmes divers
Usage concerné	Eau Chaude Sanitaire

Descriptif de l'action	
Observations	Contraintes techniques et architecturales
Actuellement, le bâtiment n'est pas équipé de système de récupération de chaleur sur eaux grises, et nous avons pu observer un besoin d'ECS plutôt conséquent	L'installation d'un système de récupération de chaleur sur le groupe froid 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	
L'installation d'un système de récupération de chaleur sur eaux grises nécessite l'utilisation d'un système de récupération d'énergie thermique d'efficacité supérieure à 60% pour pouvoir prétendre aux subventions CEE. Cette chaleur récupérée peut servir à préchauffer l'ECS du bâtiment.	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ
Economies d'énergie finale [kWh/an]	37136 kWh	0 kWh
Gain financier [€ HT/an]	3 565 €	0 €
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	5422 kgCO2	0 kgCO2

BAT-TH-154

advizeo	Equilibrage et désembouage réseau chauffage	Action N°9
----------------	--	-------------------

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	23,12 MWh
(sur le groupe de bâtiments)	3%
GES	3,23 Tqeq.CO2
	4%
Economies annuelles moyennes sur ROI	2 301 €
TRI	3 an(s)
Catégorie de TRI	2
Type d'action	Maintenance préventive / corrective
Usage concerné	Chauffage

Descriptif de l'action	
Observations	Contraintes techniques et architecturales
Actuellement, le réseau de chauffage du bâtiment n'est ni équilibré, ni désemboué.	Le désembouage et l'équilibrage du réseau de chauffage nécessite l'accès aux émetteurs de chauffage reliés au réseau de chauffage du bâtiment. Le fonctionnement permanent du système de chauffage utilisant le réseau emboué peut être nécessaire.
Amélioration proposée	
Le désembouage du réseau de chauffage du bâtiment étant progressivement en cours lors de la visite d'état des lieux de celui-ci.	

Critères	RCU	ELECTRICITÉ
Economies d'énergie finale [kWh/an]	21536 kWh	1586 kWh
Gain financier [€ HT/an]	2 067 €	259 €
Economies de GES [kgeq.CO2/an]	3144 kgCO2	90 kgCO2

BAT-SE-103

Contacts

PIGNON Vincent

Auditeur énergétique

Tél

Vincent.pignon@advizeo.io

Clarisse MANTEAU

Directrice de projet

Tél

Clarisse.manteau@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